

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **041739**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2022.11.28**

(21) Номер заявки  
**202192073**

(22) Дата подачи заявки  
**2019.12.17**

(51) Int. Cl. **H02K 1/18** (2006.01)  
**H01F 27/24** (2006.01)  
**H01F 27/245** (2006.01)

---

(54) **ШИХТОВАННЫЙ СЕРДЕЧНИК, БЛОК СЕРДЕЧНИКА, ЭЛЕКТРОМОТОР И СПОСОБ  
ПРОИЗВОДСТВА БЛОКА СЕРДЕЧНИКА**

---

(31) **2018-235856; 2018-235872; 2019-118338;  
2019-118339**

(32) **2018.12.17; 2018.12.17; 2019.06.26;  
2019.06.26**

(33) **JP**

(43) **2021.11.09**

(86) **PCT/JP2019/049289**

(87) **WO 2020/129938 2020.06.25**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**НИШПОН СТИЛ КОРПОРЕЙШН  
(JP)**

(72) Изобретатель:  
**Хонма Рей, Хираяма Рюи, Такеда  
Кадзутоси (JP)**

(74) Представитель:  
**Медведев В.Н. (RU)**

(56) JP-A-2009177895  
Microfilm of the specification and drawings  
annexed to the request of Japanese Utility  
Model Application No. 71968/1984 (Laid-open  
No. 186834/1985) (TOSHIBA CORP.) 11.12.1985  
(1985-12-11) specification, page 2, line 1 to page 6,  
line 4, fig. 1

JP-A-200867459

JP-A-2011023523

JP-A-200594929

---

(57) Согласно аспекту настоящего изобретения, предусмотрен шихтованный сердечник, содержащий множество листов электротехнической стали, уложенных пакетом друг на друга; и множество клеевых частей, которые предусматриваются между листами электротехнической стали рядом друг с другом в направлении укладки и приклеивают листы электротехнической стали друг к другу, при этом при рассмотрении в направлении укладки: множество клеевых частей образуют форму полосы, которая проходит в первом направлении, множество клеевых частей размещаются во втором направлении, ортогональном к первому направлению, и угол, сформированный посредством первого направления и направления прокатки листа электротехнической стали, составляет 30° или больше и 90° или меньше.

---

**B1**

**041739**

**041739**

**B1**

### Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к шихтованному сердечнику, к блоку сердечника, к электродвигателю и к способу производства блока сердечника.

Настоящая заявка испрашивает приоритет заявки на патент (Япония) номер 2018-235856, поданной 17 декабря 2018 года, заявки на патент (Япония) номер 2018-235872, поданной 17 декабря 2018 года, заявки на патент (Япония) номер 2019-118338, поданной 26 июня 2019 года, и заявки на патент (Япония) номер 2019-118339, поданной 26 июня 2019 года, содержание которых включено в настоящий документ посредством ссылки.

### Предпосылки создания изобретения

В предшествующем уровне техники, известен шихтованный сердечник, описанный в нижеприведенном патентном документе 1. В шихтованном сердечнике, листы электротехнической стали рядом друг с другом в направлении укладки склеиваются посредством клейких слоев.

### Список библиографических ссылок

Патентные документы.

Патентный документ 1.

Не прошедшая экспертизу заявка на патент (Япония), первая публикация номер 2011-023523.

### Сущность изобретения

Проблемы, разрешаемые изобретением.

Имеется запас для улучшения магнитных свойств шихтованного сердечника предшествующего уровня техники.

Настоящее изобретение осуществлено с учетом вышеизложенных обстоятельств, и цель настоящего изобретения заключается в том, чтобы улучшать магнитные свойства шихтованного сердечника.

Средство решения проблемы.

Чтобы разрешать вышеуказанную проблему, настоящее изобретение предоставляет следующие аспекты.

(1) Согласно аспекту настоящего изобретения, предусмотрен шихтованный сердечник, включающий в себя множество листов электротехнической стали, уложенных пакетом друг на друга; и множество клеевых частей, которые размещаются между листами электротехнической стали рядом друг с другом в направлении укладки и приклеивают листы электротехнической стали друг к другу, при этом, при рассмотрении в направлении укладки, множество клеевых частей образуют форму полосы, которая проходит в первом направлении, множество клеевых частей размещаются во втором направлении, ортогональном к первому направлению, и угол, сформированный посредством первого направления и направления прокатки листа электротехнической стали, составляет  $30^\circ$  или больше и  $90^\circ$  или меньше.

(2) В шихтованном сердечнике согласно (1), угол, сформированный посредством первого направления и направления прокатки листа электротехнической стали, может составлять  $52,3^\circ$  или больше.

(3) В шихтованном сердечнике согласно (1) или (2), размер по ширине клеевой части может быть меньше размера интервала между клеевыми частями рядом друг с другом во втором направлении.

(4) В шихтованном сердечнике согласно (3), размер по ширине клеевой части может составлять  $67\pm 5\%$  относительно размера интервала между клеевыми частями рядом друг с другом во втором направлении.

(5) В шихтованном сердечнике согласно (4), угол, сформированный посредством первого направления и направления прокатки листа электротехнической стали, может составлять  $75\pm 5^\circ$ .

(6) В шихтованном сердечнике согласно (1) или (2), размер по ширине клеевой части может быть больше размера интервала между клеевыми частями рядом друг с другом во втором направлении.

(7) В шихтованном сердечнике согласно (6), размер по ширине клеевой части может составлять  $167\pm 5\%$  относительно размера интервала между клеевыми частями рядом друг с другом во втором направлении, и угол, сформированный посредством первого направления и направления прокатки листа электротехнической стали, может составлять  $85^\circ$  или больше.

(8) В шихтованном сердечнике согласно (6), размер по ширине клеевой части может составлять  $233\pm 5\%$  относительно размера интервала между клеевыми частями рядом друг с другом во втором направлении, и угол, сформированный посредством первого направления и направления прокатки листа электротехнической стали, может составлять  $85^\circ$  или больше.

(9) Согласно аспекту настоящего изобретения, предусмотрен шихтованный сердечник, включающий в себя множество листов электротехнической стали, уложенных пакетом друг на друга; и множество клеевых частей, которые размещаются между листами электротехнической стали рядом друг с другом в направлении укладки и приклеивают листы электротехнической стали друг к другу, при этом, при рассмотрении в направлении укладки, множество клеевых частей образуют форму полосы, которая проходит в первом направлении, множество клеевых частей размещаются во втором направлении, ортогональном к первому направлению, и размер по ширине клеевой части составляет  $368\%$  или меньше относительно размера интервала между клеевыми частями рядом друг с другом во втором направлении.

(10) В шихтованном сердечнике согласно любому из (1)-(9), средняя толщина клеевых частей может составлять 1,0-3,0 мкм.

(11) В шихтованном сердечнике согласно любому из (1)-(10), средний модуль  $E$  упругости при растяжении клеевых частей может составлять 1500-4500 МПа.

(12) В шихтованном сердечнике согласно любому из (1)-(11), клеевая часть может представлять собой клеевой при комнатной температуре клеящий материал на акриловой основе, содержащий SGA, изготовленный из эластомерсодержащего клеящего материала на акриловой основе.

(13) Согласно аспекту настоящего изобретения, предусмотрен блок сердечника, который составляет шихтованный сердечник посредством сцепления множества блоков сердечника в кольцевой форме, включающих в себя множество отрезков листов электротехнической стали, уложенных друг на друга; и множество клеевых частей, которые размещаются между отрезками листов электротехнической стали рядом друг с другом в направлении укладки и приклеивают отрезки листов электротехнической стали друг к другу, при этом, при рассмотрении в направлении укладки, множество клеевых частей образуют форму полосы, которая проходит в первом направлении, множество клеевых частей размещаются во втором направлении, ортогональном к первому направлению, и угол, сформированный посредством первого направления и направления прокатки отрезка листа электротехнической стали, составляет  $45^\circ$  или больше и  $90^\circ$  или меньше.

(14) В блоке сердечника согласно (13), угол, сформированный посредством первого направления и направления прокатки отрезка листа электротехнической стали, может составлять  $52,3^\circ$  или больше.

(15) Блок сердечника согласно (13) или (14) может включать в себя дугообразную часть спинки сердечника и зубчатую часть, которая выступает из части спинки сердечника в радиальном направлении части спинки сердечника, при этом зубчатая часть проходит в направлении прокатки.

(16) В блоке сердечника согласно любому из (13)-(15), размер по ширине клеевой части может быть меньше размера интервала между клеевыми частями рядом друг с другом во втором направлении.

(18) В блоке сердечника согласно (17), размер по ширине клеевой части может составлять 60% или меньше относительно размера интервала между клеевыми частями рядом друг с другом во втором направлении.

(18) В блоке сердечника согласно (17), размер по ширине клеевой части может составлять 43% или меньше относительно размера интервала между клеевыми частями рядом друг с другом во втором направлении.

(19) В блоке сердечника согласно (17), размер по ширине клеевой части может составлять  $43 \pm 5\%$  относительно размера интервала между клеевыми частями рядом друг с другом во втором направлении, и угол, сформированный посредством первого направления и направления прокатки отрезка листа электротехнической стали, может составлять  $45^\circ$  или больше.

(20) В блоке сердечника согласно (16), размер по ширине клеевой части может составлять  $60 \pm 5\%$  относительно размера интервала между клеевыми частями рядом друг с другом во втором направлении, и угол, сформированный посредством первого направления и направления прокатки отрезка листа электротехнической стали, может составлять  $60^\circ$  или больше.

(21) В блоке сердечника согласно любому из (13)-(15), размер по ширине клеевой части может быть больше размера интервала между клеевыми частями рядом друг с другом во втором направлении.

(22) В блоке сердечника согласно (21), размер по ширине клеевой части может составлять  $150 \pm 5\%$  относительно размера интервала между клеевыми частями рядом друг с другом во втором направлении, и угол, сформированный посредством первого направления и направления прокатки отрезка листа электротехнической стали, может составлять  $85^\circ$  или больше.

(23) В блоке сердечника согласно любому из (13)-(22), средняя толщина клеевых частей может составлять 1,0-3,0 мкм.

(24) В блоке сердечника согласно любому из (13)-(23), средний модуль  $E$  упругости при растяжении клеевых частей может составлять 1500-4500 МПа.

(25) В блоке сердечника согласно любому из (13)-(24), клеевая часть может представлять собой клеевой при комнатной температуре клеящий материал на акриловой основе, содержащий SGA, изготовленный из эластомерсодержащего клеящего материала на акриловой основе.

(26) Согласно аспекту настоящего изобретения, предусмотрен шихтованный сердечник, сформированный посредством сцепления множества блоков сердечника согласно любому из (13)-(25) в кольцевой форме.

(27) Согласно аспекту настоящего изобретения, предусмотрен электродвигатель, включающий в себя шихтованный сердечник согласно любому из (1)-(12) и (26).

(28) Согласно аспекту настоящего изобретения, предусмотрен способ производства блока сердечника, включающий в себя: первый процесс, в котором множество отрезков листов электротехнической стали вырубается из листа электротехнической стали; и второй процесс, в котором множество отрезков листов электротехнической стали укладываются поверх друг друга с клеевыми частями, предусмотренными между ними, при этом, в первом процессе, отрезок листа электротехнической стали вырубается

таким образом, что зубчатая часть проходит в направлении прокатки листа электротехнической стали, при этом, во втором процессе, множество клеевых частей образуют форму полосы, которая проходит в первом направлении при рассмотрении в направлении укладки, множество клеевых частей размещаются во втором направлении, ортогональном к первому направлению, и множество отрезков листов электротехнической стали укладываются поверх друг друга таким образом, что угол, сформированный посредством первого направления и направления прокатки, составляет  $45^\circ$  или больше и  $90^\circ$  или меньше.

(29) В способе производства блока сердечника согласно (28), размер по ширине клеевой части может быть меньше размера интервала между клеевыми частями рядом друг с другом во втором направлении.

Преимущества изобретения.

Согласно настоящему изобретению, можно улучшать магнитные свойства шихтованного сердечника.

#### **Краткое описание чертежей**

Фиг. 1 является видом в сечении электродвигателя первого варианта осуществления.

Фиг. 2 является видом сверху статора, включенного в электродвигатель первого варианта осуществления.

Фиг. 3 является видом спереди статора, включенного в электродвигатель первого варианта осуществления.

Фиг. 4 является схематичным видом листов электротехнической стали и клеевых частей первого варианта осуществления.

Фиг. 5 является видом сверху электродвигателя согласно второму варианту осуществления.

Фиг. 6 является схематичным видом листов электротехнической стали и клеевых частей второго варианта осуществления.

Фиг. 7 является схематичным видом клеевых частей статора модифицированного примера.

Фиг. 8 является графиком, показывающим отношение размера по ширине к размеру интервала клеевых частей и потери в стали относительно угла в первом проверочном испытании.

Фиг. 9 является видом сверху сердечника статора опорной модели в качестве цели моделирования для потерь в стали во втором проверочном испытании и является видом сверху, показывающим состояние, в котором листы электротехнической стали крепятся и связываются.

#### **Варианты осуществления для реализации изобретения**

В дальнейшем в этом документе описывается электродвигатель согласно варианту осуществления настоящего изобретения со ссылкой на чертежи. Здесь, в настоящем варианте осуществления, в качестве электродвигателя, примерно иллюстрируется электродвигатель, конкретно, электродвигатель переменного тока, более конкретно, синхронный электродвигатель, и еще более конкретно, электродвигатель с возбуждением постоянными магнитами. Этот тип электродвигателя надлежащим образом используется, например, для электротранспортного средства.

Первый вариант осуществления.

Во-первых, в дальнейшем описывается электродвигатель 10 первого варианта осуществления со ссылкой на фиг. 1-4.

Как показано на фиг. 1 и 2, электродвигатель 10 первого варианта осуществления включает в себя статор 20, ротор 30, кожух 50 и вращательный вал 60.

Статор 20 и ротор 30 размещаются в кожухе 50. Статор 20 прикрепляется к кожуху 50.

В электродвигателе 10 настоящего варианта осуществления, например, ток возбуждения с эффективным значением в 10 А и частотой в 100 Гц прикладывается к каждой фазе статора 20, и ротор 30 и вращательный вал 60 вращаются с частотой вращения в 1000 об/мин, соответственно.

В настоящем варианте осуществления, электродвигатель с внутренним ротором, в котором ротор 30 позиционируется внутри статора 20, используется в качестве электродвигателя 10. Тем не менее, электродвигатель с внешним ротором, в котором ротор 30 позиционируется снаружи статора 20, может использоваться в качестве электродвигателя 10. Помимо этого, в настоящем варианте осуществления, электродвигатель 10 представляет собой электродвигатель трехфазного переменного тока с 12 полюсами и с 18 прорезями. Тем не менее, например, число полюсов, число прорезей, число фаз и т.п. может надлежащим образом изменяться.

Статор 20 включает в себя сердечник 21 статора (шихтованный сердечник) и обмотку (не показана).

Сердечник 21 статора настоящего варианта осуществления представляет собой интегрированный сердечник. Сердечник 21 статора включает в себя кольцеобразную часть 22 спинки сердечника и множество зубчатых частей 23. Ниже по тексту, осевое направление (направление центральной оси О сердечника 21 статора) сердечника 21 статора (части 22 спинки сердечника) называется "осевым направлением", и радиальное направление (направление, ортогональное к центральной оси О сердечника 21 статора) сердечника 21 статора (части 22 спинки сердечника) называется "радиальным направлением". Окружное направление (окружное направление вокруг центральной оси О сердечника 21 статора) сердечника 21 статора (части 22 спинки сердечника) называется "окружным направлением".

Часть 22 спинки сердечника формируется в кольцевой форме при виде сверху статора 20 при рассмотрении в осевом направлении.

Множество зубчатых частей 23 выступают из части 22 спинки сердечника внутрь в радиальном направлении (к центральной оси О части 22 спинки сердечника в радиальном направлении). Множество зубчатых частей 23 располагаются с равными интервалами в окружном направлении. В настоящем варианте осуществления, 18 зубчатых частей 23 размещаются с интервалами в  $20^\circ$  центрального угла, центрированного на центральной оси О. Множество зубчатых частей 23 формируются с возможностью иметь идентичную форму и идентичный размер.

Обмотка обматывается вокруг зубчатой части 23. Обмотка может представлять собой концентрированную обмотку или распределенную обмотку.

Ротор 30 располагается в статоре 20 (сердечнике 21 статора) в радиальном направлении. Ротор 30 включает в себя сердечник 31 ротора и множество постоянных магнитов 32.

Сердечник 31 ротора формируется с возможностью иметь кольцевую форму (замкнутую кольцевую форму), расположенную коаксиально со статором 20. Вращательный вал 60 располагается в сердечнике 31 ротора. Вращательный вал 60 прикрепляется к сердечнику 31 ротора.

Множество постоянных магнитов 32 прикрепляются к сердечнику 31 ротора. В настоящем варианте осуществления, набор из двух постоянных магнитов 32 формируют один магнитный полюс. Множество наборов постоянных магнитов 32 располагаются с равными интервалами в окружном направлении. В настоящем варианте осуществления, 12 наборов (24 всего) постоянных магнитов 32 размещаются с интервалами в  $30^\circ$  центрального угла, центрированного на центральной оси О.

В настоящем варианте осуществления, электродвигатель с внутренними постоянными магнитами используется в качестве электродвигателя с возбуждением постоянными магнитами. Множество сквозных отверстий 33, которые проникают через сердечник 31 ротора в осевом направлении, формируются в сердечнике 31 ротора. Множество сквозных отверстий 33 размещаются таким образом, что они соответствуют множеству постоянных магнитов 32. Постоянные магниты 32, которые располагаются в соответствующих сквозных отверстиях 33, прикрепляются к сердечнику 31 ротора. Прикрепление каждого постоянного магнита 32 к сердечнику 31 ротора может реализовываться, например, посредством склеивания внешней поверхности постоянного магнита 32 и внутренней поверхности сквозного отверстия 33 с помощью клеящего материала. Здесь, электродвигатель с поверхностными постоянными магнитами может использоваться в качестве электродвигателя с возбуждением постоянными магнитами вместо электродвигателя с внутренними постоянными магнитами.

Шихтованный сердечник.

Как показано на фиг. 3, сердечник 21 статора представляет собой шихтованный сердечник. Сердечник 21 статора формируется посредством укладки множества листов 40 электротехнической стали. Таким образом, сердечник 21 статора включает в себя множество листов 40 электротехнической стали, уложенных друг на друга в направлении толщины.

Здесь, толщина укладки сердечника 21 статора, например, составляет 50,0 мм. Внешний диаметр сердечника 21 статора, например, составляет 250,0 мм. Внутренний диаметр сердечника 21 статора, например, составляет 165,0 мм. Тем не менее, эти значения представляют собой примеры, и толщина укладки, внешний диаметр и внутренний диаметр сердечника 21 статора не ограничены этими значениями. Здесь, внутренний диаметр сердечника 21 статора основан на вершине зубчатой части 23 в сердечнике 21 статора. Внутренний диаметр сердечника 21 статора представляет собой диаметр виртуальной окружности, вписываемой в вершины всех зубчатых частей 23.

Листы 40 электротехнической стали, формирующие сердечник 21 статора, формируются, например, посредством вырубki прокатанного листового основания. Известный лист электротехнической стали может использоваться в качестве листа 40 электротехнической стали. Химический состав листа 40 электротехнической стали не ограничен конкретным образом. В настоящем варианте осуществления, лист электротехнической стали без ориентированной зеренной структуры используется в качестве листа 40 электротехнической стали. Например, полоса электротехнической стали без ориентированной зеренной структуры согласно JIS C 2552:2014 может использоваться в качестве листа электротехнической стали без ориентированной зеренной структуры.

Тем не менее, лист электротехнической стали с ориентированной зеренной структурой может использоваться в качестве листа 40 электротехнической стали вместо листа электротехнической стали без ориентированной зеренной структуры. Например, полоса электротехнической стали с ориентированной зеренной структурой согласно JIS C 2553:2012 может использоваться в качестве листа электротехнической стали с ориентированной зеренной структурой.

Полоса электротехнической стали без ориентированной зеренной структуры имеет максимальное значение анизотропии потерь в стали, которое меньше порогового значения, заданного посредством JIS, и не имеет значительной ориентации зерна в потерях в стали. Тем не менее, поскольку полоса электротехнической стали без ориентированной зеренной структуры представляет собой прокатанный лист, она имеет ориентацию зерна в потерях в стали, которая равна или меньше порогового значения, заданного посредством JIS в направлении прокатки. Аналогично, полоса электротехнической стали с ориентированной зеренной структурой имеет наименьшие потери в стали в направлении прокатки. Следовательно,

как полоса электротехнической стали без ориентированной зеренной структуры, так и полоса электротехнической стали с ориентированной зеренной структурой имеют меньшие потери в стали в направлении прокатки, чем в других направлениях.

В настоящем варианте осуществления, направления прокатки множества листов 40 электротехнической стали, формирующих сердечник 21 статора, совпадают друг с другом. Как описано выше, лист 40 электротехнической стали имеет наименьшие потери в стали в направлении прокатки. Следовательно, сердечник 21 статора имеет самые превосходные магнитные свойства в направлении прокатки листа 40 электротехнической стали.

Чтобы улучшать обрабатываемость листа электротехнической стали и потери в стали шихтованного сердечника, изоляционное покрытие предусматривается на обеих сторонах листа 40 электротехнической стали. Относительно вещества, составляющего изоляционное покрытие, например, может наноситься (1) неорганическое соединение, (2) органическая смола, (3) смесь неорганического соединения и органической смолы и т.п. Примеры неорганических соединений включают в себя (1) комплексное соединение бихромата и борной кислоты и (2) комплексное соединение фосфата и диоксида кремния. Примеры органических смол включают в себя эпоксидную смолу, акриловую смолу, акрил-стирольную смолу, полиэфирную смолу, силиконовую смолу и фтористую смолу.

Чтобы обеспечивать изоляционные рабочие характеристики между листами 40 электротехнической стали, уложенными друг на друга, толщина изоляционного покрытия (толщина в расчете на одну сторону листа 40 электротехнической стали) предпочтительно составляет 0,1 мкм или больше.

С другой стороны, по мере того, как изоляционное покрытие становится более толстым, изоляционный эффект насыщается. Помимо этого, по мере того, как изоляционное покрытие становится более толстым, доля изоляционного покрытия в сердечнике 21 статора увеличивается, и магнитные свойства сердечника 21 статора ухудшаются. Следовательно, изоляционное покрытие предпочтительно является тонким до такой степени, что могут обеспечиваться рабочие характеристики изоляции. Толщина изоляционного покрытия (толщина в расчете на одну сторону листа 40 электротехнической стали) предпочтительно составляет 0,1 мкм или больше и 5 мкм или меньше, и более предпочтительно 0,1 мкм или больше и 2 мкм или меньше.

По мере того, как лист 40 электротехнической стали становится более тонким, эффект улучшения потерь в стали постепенно насыщается. Помимо этого, по мере того, как лист 40 электротехнической стали становится более тонким, производственные затраты для листа 40 электротехнической стали увеличиваются. Следовательно, с учетом эффекта улучшения потерь в стали и производственных затрат, толщина листа 40 электротехнической стали предпочтительно составляет 0,10 мм или больше.

С другой стороны, когда лист 40 электротехнической стали является слишком толстым, затруднительно выполнять операцию вырубki прессованием для листа 40 электротехнической стали. Следовательно, с учетом операции вырубki прессованием для листа 40 электротехнической стали, толщина листа 40 электротехнической стали предпочтительно составляет 0,65 мм или меньше.

Помимо этого, по мере того, как лист 40 электротехнической стали становится толстым, потери в стали увеличиваются. Следовательно, с учетом характеристик потерь в стали листа 40 электротехнической стали, толщина листа 40 электротехнической стали предпочтительно составляет 0,35 мм или меньше, и более предпочтительно 0,20 или 0,25 мм.

С учетом вышеуказанных аспектов, толщина каждого листа 40 электротехнической стали, например, составляет 0,10 мм или больше и 0,65 мм или меньше, предпочтительно 0,10 мм или больше и 0,35 мм или меньше, и более предпочтительно 0,20 или 0,25 мм. Здесь, толщина листа 40 электротехнической стали также включает в себя толщину изоляционного покрытия.

Множество листов 40 электротехнической стали, формирующих сердечник 21 статора, склеиваются посредством клеевых частей 41. Клеевая часть 41 представляет собой клеящий материал, который предусматривается между листами 40 электротехнической стали рядом друг с другом в направлении укладки и отверждается без разделения. Относительно клеящего материала, например, используется термореактивный клеящий материал с использованием полимерного связывания. Относительно состава клеящего материала, может наноситься (1) акриловая смола, (2) эпоксидная смола, (3) состав, включающий в себя акриловую смолу и эпоксидную смолу, и т.п. В качестве такого клеящего материала, в дополнение к термореактивному клеящему материалу, также может использоваться клеящий материал на основе радикальной полимеризации. С учетом производительности, желательно использовать отверждаемый при комнатной температуре клеящий материал. Отверждаемый при комнатной температуре клеящий материал отверждается при 20-30°C. Относительно отверждаемого при комнатной температуре клеящего материала, акриловый клеящий материал является предпочтительным. Примеры типичных акриловых клеящих материалов включают в себя акриловый клеящий материал второго поколения (SGA). Все из анаэробного клеящего материала, мгновенного клеящего материала и эластомерсодержащего акрилового клеящего материала может использоваться при условии, что преимущества настоящего изобретения не нарушаются. Клеящий материал, упоминаемый здесь, представляет собой неотвержденный клеящий материал, и после того, как клеящий материал отверждается, он становится клеевой частью 41.

Средний модуль Е упругости при растяжении клеевой части 41 при комнатной температуре (20-

30°C) составляет в диапазоне в 1500–4500 МПа. Когда средний модуль  $E$  упругости при растяжении клеевой части 41 меньше 1500 МПа, имеется проблема снижения жесткости шихтованного сердечника. Следовательно, нижнее предельное значение среднего модуля  $E$  упругости при растяжении клеевой части 41 составляет 1500 МПа, и более предпочтительно 1800 МПа. С другой стороны, когда средний модуль  $E$  упругости при растяжении клеевой части 41 превышает 4500 МПа, имеется проблема отслаивания изоляционного покрытия, сформированного на поверхности листа 40 электротехнической стали. Следовательно, верхнее предельное значение среднего модуля  $E$  упругости при растяжении клеевой части 41 составляет 4500 МПа, и более предпочтительно 3650 МПа.

Здесь, средний модуль  $E$  упругости при растяжении измеряется посредством резонансного способа. В частности, модуль упругости при растяжении измеряется согласно JIS R 1602:1995.

Более конкретно, сначала, формируется образец для измерений (не показан). Этот образец получается посредством склеивания двух листов 40 электротехнической стали с помощью клеящего материала, который должен измеряться, и их отверждения, с тем чтобы сформировать клеевую часть 41. Когда клеящий материал является терморезактивным, это отверждение выполняется посредством нагрева и создания повышенного давления при условиях нагрева и создания повышенного давления в фактической операции. С другой стороны, когда клеящий материал представляет собой отверждаемый при комнатной температуре клеящий материал, отверждение выполняется посредством создания повышенного давления при комнатной температуре.

Затем модуль упругости при растяжении этого образца измеряется посредством резонансного способа. Способ измерения модуля упругости при растяжении с использованием резонансного способа выполняется согласно с JIS R 1602:1995, как описано выше. Затем влияние самого листа 40 электротехнической стали вычисляется и удаляется из модуля упругости при растяжении (измеренного значения) образца, чтобы определять модуль упругости при растяжении самой клеевой части 41.

Поскольку модуль упругости при растяжении, определенный из образца таким образом, равен среднему значению шихтованного сердечника в целом, это числовое значение рассматривается в качестве среднего модуля  $E$  упругости при растяжении. Состав задается таким образом, что средний модуль  $E$  упругости при растяжении является почти идентичным в позиции укладки в направлении укладки и в позиции окружного направления вокруг центральной оси шихтованного сердечника. Следовательно, средний модуль  $E$  упругости при растяжении может задаваться равным числовому значению, полученному посредством выполнения измерения для отвержденной клеевой части 41 в верхней конечной позиции шихтованного сердечника.

Электродвигатель вырабатывает тепло во время приведения в действие. Следовательно, когда точка плавления клеевой части 41 является низкой, клеевая часть 41 расплавляется вследствие тепла, вырабатываемого посредством электродвигателя, форма области 42 склеивания изменяется, и требуемый эффект не может получаться. Обычно, изоляционное покрытие (эмаль) предусматривается на поверхности обмотки, наматываемой вокруг сердечника 21 статора. Теплостойкая температура этого покрытия, например, составляет приблизительно 180°C. Следовательно, обычный электродвигатель приводится в действие таким образом, что температура становится равной 180°C или ниже. Таким образом, электродвигатель может нагреваться приблизительно вплоть до 180°C. В настоящем варианте осуществления, точка плавления клеевой части 41 предпочтительно составляет 180°C или выше. Помимо этого, с учетом коэффициента надежности с учетом того факта, что имеется часть, в которой температура является локально высокой, точка плавления клеевой части 41 более предпочтительно составляет 200°C или выше.

Относительно способа склеивания, например, может использоваться способ, в котором клеящий материал наносится на лист 40 электротехнической стали, и склеивания затем выполняется посредством одного или обоих из нагрева и укладки прессованием. Здесь, в качестве способа нагрева, может использоваться любой способ, например нагрев в высокотемпературной ванне или электрической печи либо непосредственное приложение электричества.

Чтобы получать стабильную и достаточную прочность склеивания, толщина клеевой части 41 предпочтительно составляет 1 мкм или больше.

С другой стороны, когда толщина клеевой части 41 превышает 100 мкм, сила склеивания становится максимальной. Помимо этого, по мере того, как клеевая часть 41 становится более толстой, коэффициент заполнения уменьшается, и магнитные свойства, такие как потери в стали шихтованного сердечника ухудшаются. Следовательно, толщина клеевой части 41 предпочтительно составляет 1 мкм или больше и 100 мкм или меньше и более предпочтительно 1 мкм или больше и 10 мкм или меньше.

Здесь, в вышеприведенном описании, толщина клеевой части 41 представляет собой среднюю толщину клеевых частей 41.

Средняя толщина клеевых частей 41 более предпочтительно составляет 1,0 мкм или больше и 3,0 мкм или меньше. Когда средняя толщина клеевых частей 41 меньше 1,0 мкм, достаточная сила склеивания не может обеспечиваться, как описано выше. Следовательно, нижнее предельное значение средней толщины клеевых частей 41 составляет 1,0 мкм, а более предпочтительно 1,2 мкм. С другой стороны, когда средняя толщина клеевых частей 41 превышает 3,0 мкм, имеется проблема значительного увеличения величины натяжения листа 40 электротехнической стали вследствие усадки во время затвердевания.

Следовательно, верхнее предельное значение средней толщины клеевых частей 41 составляет 3,0 мкм, а более предпочтительно 2,6 мкм.

Средняя толщина клеевых частей 41 является средним значением шихтованного сердечника в целом. Средняя толщина клеевых частей 41 является почти идентичной в позиции укладки в направлении укладки и в позиции окружного направления вокруг центральной оси шихтованного сердечника. Следовательно, средняя толщина клеевых частей 41 может задаваться равной среднему значению числовых значений, измеряемых в 10 или более точек в окружном направлении в верхней конечной позиции шихтованного сердечника.

Здесь, средняя толщина клеевых частей 41 может регулироваться, например, посредством изменения количества наносимого клеящего материала. Помимо этого, например, когда клеящий материал является терморезистивным, средний модуль  $E$  упругости при растяжении клеевой части 41 может регулироваться посредством изменения одного или обоих условий нагрева и создания повышенного давления, наносимых во время склеивания, и типа отверждающего агента.

Далее описывается взаимосвязь между листом 40 электротехнической стали и клеевой частью 41 со ссылкой на фиг. 4.

Здесь, в этом подробном описании, направление, в котором множество листов 40 электротехнической стали укладываются поверх друг друга, называется просто "направлением укладки". Направление укладки совпадает с направлением толщины листа 40 электротехнической стали. Помимо этого, направление укладки совпадает с направлением, в котором проходит центральная ось  $O$ .

При рассмотрении в направлении укладки, множество клеевых частей 41 формируются в целом в форме полосы. Все поверхности листов 40 электротехнической стали рядом друг с другом в направлении укладки не приклеиваются полностью друг к другу. Все эти листы 40 электротехнической стали локально приклеиваются друг к другу.

При рассмотрении в направлении укладки, множество клеевых частей 41 образуют форму полосы в первом направлении  $D1$ , и клеевые части 41 размещаются с равными интервалами во втором направлении  $D2$ . Другими словами, поверхность листа 40 электротехнической стали, обращенная к направлению укладки (в дальнейшем называется "первой поверхностью" листа 40 электротехнической стали), включает в себя область 42 склеивания, в которой предусматривается клеевая часть 41, и область 43 без склеивания (пустую область), в которой не предусматривается клеевая часть 41. Здесь, область 42 склеивания листа 40 электротехнической стали, в которой предусматривается клеевая часть 41, представляет собой область первой поверхности листа 40 электротехнической стали, в которой предусматривается клеящий материал, отверждаемый без разделения. Помимо этого, область 43 без склеивания листа 40 электротехнической стали, в которой не предусматривается клеевая часть 41, представляет собой область первой поверхности листа 40 электротехнической стали, в которой не предусматривается клеящий материал, отверждаемый без разделения. Клеевые части 41 образуют форму полосы, которая проходит в первом направлении  $D1$ , и размещаются с равными интервалами во втором направлении  $D2$ . Следовательно, область 42 склеивания и область 43 без склеивания первой поверхности листа 40 электротехнической стали образуют форму полосы, которая проходит в первом направлении  $D1$ , и область 42 склеивания и область 43 без склеивания попеременно формируются во втором направлении  $D2$ .

Здесь, первое направление  $D1$  представляет собой направление, в котором проходит клеевая часть 41, образующая форму полосы, и соответствует направлению длинной стороны клеевой части 41. Помимо этого, второе направление  $D2$  соответствует направлению короткой стороны клеевой части 41, образующей форму полосы. Помимо этого, первое направление  $D1$  и второе направление  $D2$  являются ортогональными друг к другу. Здесь, в настоящем варианте осуществления, предполагается случай, в котором размеры по ширине клеевых частей 41 и размеров зазоров между клеевыми частями 41 являются однородными.

Помимо этого, в этом подробном описании, "форма полосы" в качестве формы, в которой проходит клеевая часть 41, представляет собой форму, которая проходит в одном направлении, и означает то, что ширина составляет 1,5% или больше внешнего диаметра сердечника 21 статора. Когда ширина клеевой части 41 составляет 1,5% или больше внешнего диаметра сердечника 21 статора, можно обеспечивать достаточную прочность склеивания между листами 40 электротехнической стали.

На фиг. 4, показывается направление  $RD$  прокатки листа 40 электротехнической стали. Помимо этого, угол, сформированный посредством первого направления  $D1$  и направления  $RD$  прокатки листа 40 электротехнической стали, задается в качестве угла  $\alpha$ . Обычно, большие и меньшие углы задаются как угол, сформированный посредством двух направлений, и угол  $\alpha$  является меньшим углом между двумя углами, сформированными посредством первого направления  $D1$  и направления  $RD$  прокатки. Таким образом, в этом подробном описании, угол  $\alpha$  составляет угол в  $0^\circ$  или больше и в  $90^\circ$  или меньше.

В настоящем варианте осуществления, клеящий материал усаживается во время отверждения. Следовательно, механическое напряжение при сжатии прикладывается к листу 40 электротехнической стали по мере того, как клеящий материал отверждается, и натяжение возникает в листе 40 электротехнической стали, соответственно. Когда натяжение возникает в листе 40 электротехнической стали, значение потерь в стали может увеличиваться, и магнитные свойства сердечника 21 статора могут ухудшаться.

Здесь в этом подробном описании, увеличение значения потерь в стали может называться "ухудшением потерь в стали".

Когда клеевые части 41 образуют форму полосы, механическое напряжение при сжатии, прикладываемое к листу 40 электротехнической стали, становится наибольшим в направлении (в первом направлении D1), в котором проходит клеевая часть 41.

Лист 40 электротехнической стали имеет наибольшую жесткость в направлении, ортогональном к направлению RD прокатки, и практически никогда не натягивается посредством механического напряжения при сжатии. Следовательно, когда угол  $\alpha$ , сформированный посредством первого направления D1 и направления RD прокатки, составляет около  $90^\circ$ , можно минимизировать натяжение листа 40 электротехнической стали.

Помимо этого, как описано выше, потери в стали листа 40 электротехнической стали являются наименьшими в направлении RD прокатки. С другой стороны, когда натяжение возникает в направлении RD прокатки, ухудшение потерь в стали становится наиболее существенным. Следовательно, когда первое направление D1 совпадает с направлением RD прокатки листа 40 электротехнической стали (угол  $\alpha=0^\circ$ ), магнитные свойства сердечника 21 статора ухудшаются в максимальной степени. Следовательно, когда угол  $\alpha$ , сформированный посредством первого направления D1 и направления RD прокатки, составляет значение, сильно отличающееся от  $0^\circ$ , можно минимизировать ухудшение потерь в стали листа 40 электротехнической стали.

В настоящем варианте осуществления, когда угол  $\alpha$ , сформированный посредством первого направления D1 и направления RD прокатки, составляет значение, сильно отличающееся от  $0^\circ$  и близкое к  $90^\circ$ , можно минимизировать натяжение листа 40 электротехнической стали и минимизировать ухудшение потерь в стали листа 40 электротехнической стали. В настоящем варианте осуществления, угол  $\alpha$  предпочтительно составляет  $30^\circ$  или больше и  $90^\circ$  или меньше. Когда угол  $\alpha$  задается равным  $30^\circ$  или больше, и первое направление D1 пересекает направление прокатки под определенным углом или больше, можно минимизировать влияние механического напряжения при сжатии клеящего материала на потери в стали листа 40 электротехнической стали, можно минимизировать натяжение листа 40 электротехнической стали, и как результат, можно обеспечивать достаточные магнитные свойства сердечника 21 статора.

Лист 40 электротехнической стали имеет наибольшие потери в стали в направлении, наклоненном на конкретный угол относительно направления RD прокатки. В этом подробном описании, направление, в котором потери в стали являются наибольшими, называется "конкретным направлением SD". Авторы изобретения обнаружили, что конкретное направление SD листа 40 электротехнической стали представляет собой направление, наклоненное на  $57,3^\circ$  относительно направления RD прокатки. Здесь, конкретное направление SD в настоящем варианте осуществления представляет собой ориентацию кристаллов индекса Миллера  $\{111\}\langle 112\rangle$  в кубическом кристалле, который имеет кристаллическую структуру листа 40 электротехнической стали. Поскольку лист 40 электротехнической стали первоначально имеет большие потери в стали в конкретном направлении SD, даже если натяжение возникает в конкретном направлении SD, ухудшение потерь в стали является относительно небольшим. Следовательно, когда направление, близкое к конкретному направлению SD, задается в качестве направления, в котором возникает натяжение, можно минимизировать ухудшение потерь в стали листа 40 электротехнической стали в целом.

Здесь обобщается конфигурация, в которой ухудшение потерь в стали листа 40 электротехнической стали минимизируется. Главным образом предусмотрены следующие две конфигурации, в которых ухудшение потерь в стали листа 40 электротехнической стали вследствие механического напряжения при сжатии клеящего материала минимизируется.

Первая конфигурация представляет собой конфигурацию, в которой первое направление D1 находится ближе к направлению, ортогональному к направлению RD прокатки листа 40 электротехнической стали. В этой конфигурации, само натяжение листа 40 электротехнической стали предотвращается, и ухудшение потерь в стали минимизируется. Таким образом, в первой конфигурации, угол  $\alpha$  предпочтительно составляет близко к  $90^\circ$ .

Вторая конфигурация представляет собой конфигурацию, в которой первое направление D1 находится ближе к конкретному направлению SD листа 40 электротехнической стали. В этой конфигурации, ухудшение потерь в стали листа 40 электротехнической стали относительно натяжения минимизируется. Таким образом, во второй конфигурации, угол  $\alpha$  предпочтительно составляет близко к  $57,3^\circ$ .

Ухудшение потерь в стали листа 40 электротехнической стали вследствие механического напряжения при сжатии клеящего материала минимизируется посредством вышеуказанных двух конфигураций. Следовательно, когда угол  $\alpha$  задается равным углу между  $57,3^\circ$  и  $90^\circ$ , эффекты вышеуказанных двух конфигураций могут демонстрироваться. Здесь, даже если угол  $\alpha$  изменяется приблизительно на  $\pm 5^\circ$ , отсутствует существенное изменение потерь в стали. Следовательно, угол  $\alpha$ , сформированный посредством первого направления D1 и направления RD прокатки, предпочтительно составляет  $52,3^\circ$  или больше и  $90^\circ$  или меньше. Помимо этого, можно сказать, что  $57,3^\circ$  составляет приблизительно  $60^\circ$ . Таким образом, в настоящем варианте осуществления, можно сказать, что угол  $\alpha$ , сформированный посредством первого

направления D1 и направления RD прокатки, предпочтительно составляет  $60^\circ$  или больше и  $90^\circ$  или меньше.

Как показано на фиг. 4, множество клеевых частей 41 образуют форму полосы с размером d1 по ширине во втором направлении D2 на первой поверхности листа 40 электротехнической стали. Помимо этого, зазор с размером d2 интервала предусматривается между двумя клеевыми частями 41 рядом друг с другом во втором направлении D2. Размер d2 интервала представляет собой размер по ширине области 43 без склеивания. Здесь, размер d1 по ширине клеевой части 41 соответствует размеру по ширине области 42 склеивания, и размер d2 интервала между клеевыми частями 41 соответствует размеру по ширине области 43 без склеивания.

Размер d1 по ширине клеевой части 41 предпочтительно составляет 5% или меньше внешнего диаметра сердечника 21 статора. Когда размер d1 по ширине задается равным 5% или меньше внешнего диаметра сердечника 21 статора, лист 40 электротехнической стали незначительно локально натягивается вследствие механического напряжения при сжатии клеящего материала, и можно минимизировать ухудшение потерь в стали листов 40 электротехнической стали в целом.

Размер d1 по ширине клеевой части 41 предпочтительно меньше размера интервала d2 интервала между клеевыми частями 41 рядом друг с другом во втором направлении D2 ( $d1 < d2$ ). Другими словами, размер d1 по ширине предпочтительно меньше 100% размера d2 интервала. Как описано выше, натяжение возникает в листе 40 электротехнической стали вследствие механического напряжения при сжатии клеящего материала, и потери в стали листа 40 электротехнической стали увеличиваются вследствие натяжения. Согласно настоящему варианту осуществления, когда размер d1 по ширине меньше размера d2 интервала, можно минимизировать натяжение листа 40 электротехнической стали вследствие клеящего материала и обеспечивать магнитные свойства сердечника 21 статора.

Размер d1 по ширине клеевой части 41 более предпочтительно составляет  $67 \pm 5\%$  размера d2 интервала между клеевыми частями 41 рядом друг с другом. Когда размер d1 по ширине является слишком большим относительно размера d2 интервала, натяжение листа 40 электротехнической стали вследствие механического напряжения при сжатии клеящего материала может увеличиваться. С другой стороны, когда размер d1 по ширине является слишком небольшим относительно размера d2 интервала, прочность склеивания между листами 40 электротехнической стали может быть недостаточной. Согласно настоящему варианту осуществления, когда размер d1 по ширине задается равным  $67 \pm 5\%$  размера d2 интервала, можно обеспечивать достаточную прочность склеивания между листами 40 электротехнической стали, минимизировать натяжение листа 40 электротехнической стали и обеспечивать магнитные свойства сердечника 21 статора.

Помимо этого, когда размер d1 по ширине составляет  $67 \pm 5\%$  размера интервала d2 интервала, угол  $\alpha$ , сформированный посредством первого направления D1 и направления RD прокатки, предпочтительно составляет  $75 \pm 5^\circ$ . Следовательно, можно эффективнее минимизировать ухудшение магнитных свойств сердечника 21 статора.

Далее описывается случай, в котором размер d1 по ширине клеевой части 41 больше размера d2 интервала между клеевыми частями 41 рядом друг с другом ( $d1 > d2$ ). Когда размер d1 по ширине клеевой части 41 больше размера d2 интервала, можно увеличивать силу склеивания между листами 40 электротехнической стали.

С другой стороны, натяжение листа 40 электротехнической стали вследствие механического напряжения при сжатии клеящего материала может увеличиваться. Следовательно, когда размер d1 по ширине клеевой части 41 больше размера d2 интервала, направление (первое направление D1), в котором проходит клеевая часть 41, предпочтительно находится ближе к направлению, в котором жесткость является высокой (к направлению, ортогональному к направлению RD прокатки). Более конкретно, когда размер d1 по ширине клеевой части 41 больше размера d2 интервала, угол  $\alpha$ , сформированный посредством первого направления D1 и направления RD прокатки, предпочтительно составляет  $85^\circ$  или больше. Следовательно, можно увеличивать силу склеивания между листами 40 электротехнической стали, минимизировать натяжение листа 40 электротехнической стали и обеспечивать магнитные свойства сердечника 21 статора.

В настоящем варианте осуществления, направления RD прокатки всех листов 40 электротехнической стали, формирующих сердечник 21 статора, совпадают друг с другом. Тем не менее, направления RD прокатки всех листов 40 электротехнической стали могут не совпадать друг с другом. Например, сердечник 21 статора может формироваться посредством укладки витками листов 40 электротехнической стали. В качестве примера, в дальнейшем описывается сердечник статора, в котором листы 40 электротехнической стали укладываются поверх друг друга витками. В сердечнике статора с укладкой витками, следует фокусироваться на слое одной клеевой части 41 и наборе листов 40 электротехнической стали, между которыми размещается слой. Направления RD прокатки набора листов 40 электротехнической стали, между которыми размещается слой клеевой части 41, отличаются друг от друга. В этом случае, угол  $\alpha$ , сформированный посредством первого направления D1 и направления RD прокатки листа 40 электротехнической стали, позиционированного на одной стороне в направлении укладки, должен вклю-

чаться в вышеуказанный предпочтительный диапазон углов, и угол  $\alpha$ , сформированный посредством первого направления D1 и направления RD прокатки листа 40 электротехнической стали на другой стороне в направлении укладки, должен включаться в вышеуказанный предпочтительный диапазон углов. Здесь, в сердечнике статора с укладкой витками, первые направления D1 слоев клеевых частей 41, предоставленных между листами 40 электротехнической стали, могут отличаться друг от друга.

В настоящем варианте осуществления, сердечник 31 ротора представляет собой шихтованный сердечник, аналогично сердечнику 21 статора. Таким образом, сердечник 31 ротора включает в себя множество листов электротехнической стали, уложенных друг на друга в направлении толщины. В настоящем варианте осуществления, толщина укладки сердечника 31 ротора равна толщине укладки сердечника 21 статора и, например, составляет 50,0 мм. Внешний диаметр сердечника 31 ротора, например, составляет 163,0 мм. Внутренний диаметр сердечника 31 ротора, например, составляет 30,0 мм. Тем не менее, эти значения представляют собой примеры, и толщина укладки, внешний диаметр и внутренний диаметр сердечника 31 ротора не ограничены этими значениями.

В настоящем варианте осуществления, множество листов электротехнической стали, формирующих сердечник 31 ротора, прикрепляются друг к другу посредством крепления С (шканта, см. фиг. 1). Тем не менее, множество листов 40 электротехнической стали, формирующих сердечник 31 ротора, могут склеиваться посредством клеевых частей, идентичных клеевым частям для сердечника 21 статора.

Второй вариант осуществления.

Далее описывается электродвигатель 110 второго варианта осуществления со ссылкой на фиг. 5 и фиг. 6.

Как показано на фиг. 5, электродвигатель 110 второго варианта осуществления включает в себя ротор 30, кожух 50, вращательный вал 60 и статор 120, которые являются идентичными элементами первого варианта осуществления.

Статор 120 включает в себя сердечник 121 статора (шихтованный сердечник), крепежное кольцо 129 и обмотку (не показана).

Сердечник 121 статора представляет собой разъемный сердечник. Следовательно, сердечник 121 статора включает в себя множество блоков 124 сердечника (шихтованных сердечников). Множество блоков 124 сердечника сцепляются в кольцевой форме, чтобы формировать сердечник 121 статора. Крепежное кольцо 129 располагается за пределами множества блоков 124 сердечника в радиальном направлении. Множество блоков 124 сердечника прикрепляются друг к другу посредством посадки в крепежное кольцо 129.

Здесь, сердечник 121 статора настоящего варианта осуществления представляет собой разъемный сердечник, и другие конфигурации, такие как размеры соответствующих частей, являются идентичными конфигурациям первого варианта осуществления.

Далее описывается блок 124 сердечника.

Блок 124 сердечника представляет собой аспект шихтованного сердечника. Блок 124 сердечника включает в себя дугообразную часть 122 спинки сердечника, который проходит в окружном направлении и зубчатой части 123.

Часть 122 спинки сердечника образует дугообразную форму, центрированную на центральной оси О при виде сверху, когда статор 120 просматривается в осевом направлении.

Зубчатая часть 123 выступает внутрь в радиальном направлении из части 122 спинки сердечника (к центральной оси О части 122 спинки сердечника в радиальном направлении). Когда множество блоков 124 сердечника размещаются в кольцевой форме в окружном направлении, чтобы формировать сердечник 121 статора, множество зубчатых частей 123 размещаются с равными интервалами в окружном направлении. В статоре 120 настоящего варианта осуществления, 18 зубчатых частей 123 предусматриваются с интервалами в  $20^\circ$ , центрированных на центральной оси О. Множество зубчатых частей 123 формируются с возможностью иметь идентичную форму и идентичный размер.

Обмотка обматывается вокруг зубчатой части 123. Обмотка может представлять собой концентрированную обмотку или распределенную обмотку.

Блок 124 сердечника формируется посредством укладки множества отрезков 140 листов электротехнической стали, сформированных посредством вырубki листа электротехнической стали в осевом направлении. Таким образом, блок 124 сердечника включает в себя множество отрезков 140 листов электротехнической стали, уложенных друг на друга. Следовательно, сердечник 121 статора представляет собой шихтованный сердечник. Каждый из множества из отрезков 140 листов электротехнической стали имеет Т-образную форму при рассмотрении в осевом направлении.

Фрагменты 140 листов электротехнической стали, формирующие блок 124 сердечника, формируются, например, посредством вырубki прокатанного листового основания. Идентичные листы электротехнической стали с первым вариантом осуществления могут использоваться в качестве отрезков 140 листов электротехнической стали.

Множество отрезков 140 листов электротехнической стали, формирующих блок 124 сердечника, склеиваются посредством клеевых частей 141. Относительно клеящего материала, формирующего кле-

вую часть 141 настоящего варианта осуществления, используется идентичный клеящий материал с первым вариантом осуществления.

Далее описывается взаимосвязь между отрезками 140 листов электротехнической стали и клеевой частью 141 со ссылкой на фиг. 6. На фиг. 6, клеевая часть 141 выделяется с помощью точечного шаблона.

При рассмотрении в направлении укладки, множество клеевых частей 141 формируются в форме полосы в целом. Фрагменты 140 листов электротехнической стали рядом друг с другом в направлении укладки не склеиваются полностью, а локально приклеиваются и прикрепляются друг к другу.

При рассмотрении в направлении укладки, множество клеевых частей 141 образуют форму полосы в первом направлении D1, и клеевые части 141 размещаются с равными интервалами во втором направлении D2. Другими словами, поверхность отрезков 140 листов электротехнической стали, обращенная к направлению укладки (в дальнейшем называется "первой поверхностью" отрезков 140 листов электротехнической стали), включает в себя область 142 склеивания, в которой предусматривается клеевая часть 141 и, область 143 без склеивания (пустую область), в которой не предусматривается клеевая часть 141. Здесь, область 142 склеивания отрезков 140 листов электротехнической стали, в которых предусматривается клеевая часть 141, представляет собой область первой поверхности отрезков 140 листов электротехнической стали, в которой предусматривается клеящий материал, отверждаемый без разделения. Помимо этого, область 143 без склеивания отрезков 140 листов электротехнической стали, в которых не предусматривается клеевая часть 141, представляет собой область первой поверхности отрезков 140 листов электротехнической стали, в которых не предусматривается клеящий материал, отверждаемый без разделения. Клеевые части 141 образуют форму полосы, которая проходит в первом направлении D1, и размещаются с равными интервалами во втором направлении D2. Следовательно, область 142 склеивания и область 143 без склеивания первой поверхности отрезков 140 листов электротехнической стали образуют форму полосы, которая проходит в первом направлении D1, и область 142 склеивания и область 143 без склеивания попеременно формируются во втором направлении D2.

В блоке 124 сердечника настоящего варианта осуществления, направление RD прокатки отрезков 140 листов электротехнической стали является практически параллельным направлению, в котором проходит зубчатая часть 123. Таким образом, зубчатая часть 123 проходит в направлении RD прокатки. Фрагменты 140 листов электротехнической стали имеют наименьшие потери в стали в направлении RD прокатки. Поскольку магнитный поток протекает через зубчатую часть 123 в направлении, в котором зубчатая часть 123 проходит, если направление RD прокатки является практически параллельным направлению, в котором проходит зубчатая часть 123, можно улучшать магнитные свойства блока 124 сердечника. Здесь, термины "протягиваться в" и "практически параллельный" включают в себя, не только "строго параллельный", но также и "протягиваться параллельно в пределах диапазона  $\pm 5^\circ$ ". Таким образом, в настоящем варианте осуществления, угол, сформированный посредством направления, в котором проходит зубчатая часть 123, и направления RD прокатки, составляет в пределах  $5^\circ$ .

На фиг. 6, показывается угол  $\alpha$ , сформированный посредством первого направления D1 и направления RD прокатки отрезков 140 листов электротехнической стали. Аналогично вышеописанному варианту осуществления, отрезки 140 листов электротехнической стали имеют наибольшую жесткость в направлении, ортогональном к направлению RD прокатки, и практически никогда не натягиваются посредством механического напряжения при сжатии. Следовательно, когда угол  $\alpha$ , сформированный посредством первого направления D1 и направления RD прокатки, составляет близко к  $90^\circ$ , можно минимизировать натяжение отрезков 140 листов электротехнической стали.

Помимо этого, как описано выше, потери в стали отрезков 140 листов электротехнической стали являются наименьшими в направлении RD прокатки, но с другой стороны, когда натяжение возникает в направлении RD прокатки, ухудшение потерь в стали становится наиболее существенным. Следовательно, когда первое направление D1 совпадает с направлением RD прокатки отрезков 140 листов электротехнической стали (угол  $\alpha=0^\circ$ ), магнитные свойства блока 124 сердечника ухудшаются в максимальной степени. Следовательно, когда угол  $\alpha$ , сформированный посредством первого направления D1 и направления RD прокатки, составляет значение, сильно отличающееся от  $0^\circ$ , можно минимизировать ухудшение потерь в стали отрезков 140 листов электротехнической стали.

В настоящем варианте осуществления, когда угол  $\alpha$ , сформированный посредством первого направления D1 и направления RD прокатки, составляет значение, сильно отличающееся от  $0^\circ$  и более близкое к  $90^\circ$ , можно минимизировать натяжение отрезков 140 листов электротехнической стали, и можно минимизировать ухудшение потерь в стали отрезков 140 листов электротехнической стали.

В настоящем варианте осуществления, угол  $\alpha$  предпочтительно составляет  $45^\circ$  или больше и  $90^\circ$  или меньше. Когда угол  $\alpha$  задается равным  $45^\circ$  или больше, и первое направление D1 пересекает направление прокатки под определенным углом или больше, можно минимизировать влияние механического напряжения при сжатии клеящего материала на потери в стали отрезков 140 листов электротехнической стали, можно минимизировать натяжение отрезков 140 листов электротехнической стали, и как результат, можно обеспечивать достаточные магнитные свойства блока 124 сердечника.

Поскольку отрезки 140 листов электротехнической стали первоначально имеют большие потери в

стали в конкретном направлении SD, даже если натяжение возникает в конкретном направлении SD, ухудшение потерь в стали является относительно небольшим. Следовательно, когда направление, близкое к конкретному направлению SD, задается в качестве направления, в котором возникает натяжение, можно минимизировать ухудшение потерь в стали отрезков 140 листов электротехнической стали в целом.

Здесь обобщается конфигурация, в которой ухудшение потерь в стали отрезков 140 листов электротехнической стали минимизируется. Главным образом предусмотрены следующие две конфигурации, в которых ухудшение потерь в стали отрезков 140 листов электротехнической стали вследствие механического напряжения при сжатии клеящего материала минимизируется.

Первая конфигурация представляет собой конфигурацию, в которой первое направление D1 находится ближе к направлению, ортогональному к направлению RD прокатки отрезков 140 листов электротехнической стали. В этой конфигурации, само натяжение отрезков 140 листов электротехнической стали предотвращается, и ухудшение потерь в стали минимизируется. Таким образом, в первой конфигурации, угол  $\alpha$  предпочтительно составляет близко к  $90^\circ$ .

Вторая конфигурация представляет собой конфигурацию, в которой первое направление D1 находится ближе к направлению SD отрезков 140 листов электротехнической стали. В этой конфигурации, ухудшение потерь в стали отрезков 140 листов электротехнической стали относительно натяжения минимизируется. Таким образом, во второй конфигурации, угол  $\alpha$  предпочтительно составляет близко к  $57,3^\circ$ .

Ухудшение потерь в стали отрезков 140 листов электротехнической стали вследствие механического напряжения при сжатии клеящего материала минимизируется посредством вышеуказанных двух конфигураций. Следовательно, когда угол  $\alpha$  задается равным углу между  $57,3$  и  $90^\circ$ , эффекты вышеуказанных двух конфигураций могут демонстрироваться. Здесь, даже если угол  $\alpha$  изменяется приблизительно на  $\pm 5^\circ$ , поскольку отсутствует существенное изменение потерь в стали, угол  $\alpha$ , сформированный посредством первого направления D1 и направления RD прокатки, предпочтительно составляет  $52,3^\circ$  или больше и  $90^\circ$  или меньше. Помимо этого, поскольку можно сказать, что  $57,3^\circ$  составляет приблизительно  $60^\circ$ , в настоящем варианте осуществления можно сказать, что угол  $\alpha$ , сформированный посредством первого направления D1 и направления RD прокатки, предпочтительно составляет  $60^\circ$  или больше и  $90^\circ$  или меньше.

Множество клеевых частей 141 образуют форму полосы с размером d1 по ширине во втором направлении D2 на первой поверхности отрезков 140 листов электротехнической стали. Помимо этого, зазор с размером d2 интервала предусматривается между двумя клеевыми частями 141 рядом друг с другом во втором направлении D2. Размер d2 интервала представляет собой размер по ширине области 143 без склеивания. Здесь, размер d1 по ширине клеевой части 141 соответствует размеру по ширине области 142 склеивания, и размер d2 интервала между клеевыми частями 141 соответствует размеру по ширине области 143 без склеивания.

Размер d1 по ширине клеевой части 141 предпочтительно составляет 5% или меньше внешнего диаметра сердечника 121 статора. Когда размер d1 по ширине задается равным 5%, или меньше внешнего диаметра сердечника 121 статора, отрезки 140 листов электротехнической стали незначительно локально натягиваются вследствие механического напряжения при сжатии клеящего материала, и можно минимизировать ухудшение потерь в стали отрезков 140 листов электротехнической стали в целом.

Размер d1 по ширине клеевой части 141 предпочтительно меньше размера d2 интервала между клеевыми частями 141 рядом друг с другом во втором направлении D2 ( $d1 < d2$  интервала). Другими словами, размер d1 по ширине предпочтительно меньше 100% размера d2 интервала. Как описано выше, натяжение возникает во отрезках 140 листов электротехнической стали вследствие механического напряжения при сжатии клеящего материала, и потери в стали отрезков 140 листов электротехнической стали увеличиваются вследствие натяжения. Согласно настоящему варианту осуществления, когда размер d1 по ширине меньше размера d2 интервала, можно минимизировать натяжение отрезков 140 листов электротехнической стали вследствие клеящего материала и обеспечивать магнитные свойства блока 124 сердечника.

Размер d1 по ширине клеевой части 141 более предпочтительно составляет 60% или меньше относительно размера d2 интервала между клеевыми частями 141 рядом друг с другом. Следовательно, можно более надежно минимизировать натяжение отрезков 140 листов электротехнической стали вследствие клеящего материала и обеспечивать магнитные свойства блока 124 сердечника. Помимо этого, по идентичной причине, размер d1 по ширине клеевой части 141 еще более предпочтительно составляет 43% или меньше относительно размера d2 интервала между клеевыми частями 141 рядом друг с другом.

Далее описывается случай, в котором размер d1 по ширине клеевой части 141 больше размера d2 интервала между клеевыми частями 141 рядом друг с другом ( $d1 > d2$  интервала). Когда размер d1 по ширине клеевой части 141 больше размера d2 интервала, можно увеличивать силу склеивания между отрезками 140 листов электротехнической стали.

С другой стороны, натяжение отрезков 140 листов электротехнической стали вследствие механиче-

ского напряжения при сжатии клеящего материала может увеличиваться. Следовательно, когда размер  $d_1$  по ширине клеевой части 141 больше размера  $d_2$  интервала, направление, в котором проходит клеевая часть 141 (первое направление D1), предпочтительно находится ближе к направлению, в котором жесткость является высокой (к направлению, ортогональному к направлению RD прокатки). Более конкретно, когда размер  $d_1$  по ширине клеевой части 141 больше размера  $d_2$  интервала, угол  $\alpha$ , сформированный посредством первого направления D1 и направления RD прокатки, предпочтительно составляет  $85^\circ$  или больше. Следовательно, можно увеличивать силу склеивания между отрезками 140 листов электротехнической стали, можно минимизировать натяжение отрезков 140 листов электротехнической стали и можно обеспечивать магнитные свойства блока 124 сердечника.

Далее описывается способ производства блока 124 сердечника и сердечника 121 статора настоящего варианта осуществления. Способ производства блока 124 сердечника главным образом включает в себя первый процесс и второй процесс.

Во-первых, в первом процессе, множество T-образных отрезков 140 листов электротехнической стали вырубается из прокатанного листа электротехнической стали. В первом процессе, отрезки 140 листов электротехнической стали вырубаются таким образом, что зубчатые части протягиваются в направлении RD прокатки листа электротехнической стали.

После этого, во втором процессе, множество отрезков 140 листов электротехнической стали укладываются поверх друг друга с клеевыми частями 141, предусмотренными между ними. Во втором процессе, множество клеевых частей 141 образуют форму полосы, которая проходит в первом направлении D1 при рассмотрении в направлении укладки. Помимо этого, множество клеевых частей 141 размещаются во втором направлении D2. Помимо этого, множество отрезков 140 листов электротехнической стали укладываются поверх друг друга таким образом, что угол, сформированный посредством первого направления D1 и направления RD прокатки, становится  $45^\circ$  или больше и  $90^\circ$  или меньше. Когда клеевая часть 141 отверждается, множество отрезков 140 листов электротехнической стали прикрепляются друг к другу.

Модифицированный пример.

Далее описываются клеевые части 241 модифицированного примера, которые могут применяться к вышеуказанным вариантам осуществления, со ссылкой на фиг. 7. Здесь, компоненты, идентичные компонентам в вышеописанных вариантах осуществления, обозначаются с помощью идентичных ссылок с номерами, и их описания опускаются.

Аналогично вышеописанному варианту осуществления, множество клеевых частей 241 предусматриваются между листами 40 электротехнической стали (или отрезками 140 листов электротехнической стали) этого модифицированного примера. Клеевые части 241 образуют форму полосы в первом направлении D1 на первой поверхности листа 40 электротехнической стали при рассмотрении в направлении укладки. Помимо этого, множество клеевых частей 241 размещаются с равными интервалами во втором направлении D2. Две клеевые части рядом друг с другом во втором направлении D2 выполнены с возможностью быть отделенными посредством размера  $d_2$  интервала.

Клеевые части 241 этого модифицированного примера включают в себя множество элементных клеевых частей 241с, размещаемых в первом направлении D1. В настоящем варианте осуществления, элементные клеевые части 241с представляют собой массу множества клеящих материалов, которые размещаются в первом направлении D1 и формируют клеевые части 241. Множество клеящих материалов имеют практически идентичную форму. Элементные клеевые части 241с рядом друг с другом в первом направлении D1 сцепляются между собой. Элементные клеевые части 241с имеют практически овальную форму с первым направлением D1 в качестве главной оси при рассмотрении в направлении укладки. Следовательно, оба конца клеевых частей 241 в направлении ширины наматываются и протягиваются в первом направлении D1. Элементные клеевые части 241с могут иметь практически круглую форму, в дополнение к практически овальной форме, показанной в этом модифицированном примере.

Как показано в этом модифицированном примере, "клеевая часть, которая проходит в форме полосы" в этом подробном описании не должна обязательно быть линейной с обоих концов в направлении ширины и может наматываться в первом направлении D1.

Клеевые части 241 протягиваются вдоль центральной линии CL, центрированной на центральной линии CL, параллельной первому направлению D1. Клеевые части 241 имеют симметричную форму, центрированную на центральной линии CL.

Как показано в этом модифицированном примере, когда оба конца клеевых частей 241 в направлении ширины наматываются и протягиваются, размер  $d_1$  по ширине клеевых частей 241 может задаваться следующим образом. Таким образом, виртуальная линия VL, которая линейно аппроксимирует оба конца клеевых частей 241 в направлении ширины, задается, и размер  $d_1$  по ширине клеевых частей 241 задается. Виртуальная линия VL проходит практически параллельно центральной линии CL. Пара виртуальных линий VL представляют собой виртуальные прямые линии, которые задаются таким образом, что площадь области, размещенной между парой виртуальных линий VL, равна площади клеевых частей 241 при рассмотрении в направлении укладки.

В этом модифицированном примере, размер  $d_1$  по ширине клеевых частей 241 представляет собой размер по расстоянию между парой виртуальных линий VL во втором направлении D2. Помимо этого, в

этом модифицированном примере, размер  $d_2$  интервала представляет собой размер по расстоянию между виртуальными линиями VL клеевых частей 241 рядом друг с другом.

Клеевая часть 241, показанная в этом модифицированном примере, может иметь эффекты, идентичные эффектам клеевой части 41 в вышеуказанном варианте осуществления. Клеевая часть 241 этого типа формируется, например, посредством нанесения клеящего материала на множество точек на листе 40 электротехнической стали в точечных формах из множества распылителей в первом направлении D1 и затем прижатия листа 40 электротехнической стали к другому листу 40 электротехнической стали и сжатия клеящего материала между двумя листами 40 электротехнической стали. Таким образом, даже если размер по ширине клеевых частей 241 является неоднородным, могут получаться идентичные эффекты с вышеописанным вариантом осуществления.

Здесь, объем настоящего изобретения не ограничен вышеуказанными вариантами осуществления и их модифицированными примерами, и различные модификации могут вноситься без отступления от сущности настоящего изобретения.

В вышеописанных вариантах осуществления, описывается случай, в котором клеевые части предусматриваются во всей области в плоскости листа 40 электротехнической стали или отрезка 140 листа электротехнической стали. Тем не менее, клеевые части могут частично предоставляться в плоскости листа 40 электротехнической стали или отрезка 140 листа электротехнической стали. В качестве примера, полосковые клеевые части могут предоставляться только в области, перекрывающей часть спинки сердечника листа электротехнической стали. Помимо этого, полосковые клеевые части могут предоставляться только в области, перекрывающей зубчатую часть листа электротехнической стали.

Форма сердечника статора не ограничена формой, показанной в вышеуказанных вариантах осуществления. В частности, размеры внешнего диаметра и внутреннего диаметра сердечника статора, толщина укладки, число прорезей, отношение размеров окружного направления и радиального направления зубчатой части, отношение размеров зубчатой части и части спинки сердечника в радиальном направлении и т.п. могут произвольно рассчитываться согласно требуемым характеристикам электродвигателя.

Помимо этого, в блоке 124 сердечника второго варианта осуществления, выпуклая форма может предоставляться на одной концевой стороне части 122 спинки сердечника в окружном направлении, и вогнутая форма может предоставляться на другой его концевой стороне в окружном направлении. В этом случае, когда выпуклая форма вставляется в вогнутую форму, можно минимизировать позиционное отклонение, когда множество блоков 124 сердечника сцепляются в окружном направлении. Помимо этого, блок сердечника может иметь две или более зубчатых частей для одной части спинки сердечника. Помимо этого, часть спинки сердечника и зубчатая часть могут представлять собой отдельный блок сердечника.

В роторе в вышеописанных вариантах осуществления, набор из двух постоянных магнитов 32 формирует один магнитный полюс, но настоящее изобретение не ограничено этим. Например, один постоянный магнит 32 может формировать один магнитный полюс, и три или более постоянных магнита 32 могут формировать один магнитный полюс.

В вышеописанных вариантах осуществления, электродвигатель с возбуждением постоянными магнитами примерно проиллюстрирован в качестве электродвигателя, но конструкция электродвигателя не ограничена этим, как проиллюстрировано ниже, и дополнительно, также могут использоваться различные известные конструкции, не проиллюстрированные примерно ниже.

В вышеописанных вариантах осуществления, электродвигатель с возбуждением постоянными магнитами примерно проиллюстрирован в качестве синхронного электродвигателя, но настоящее изобретение не ограничено этим. Например, электродвигатель может представлять собой реактивный электродвигатель или электродвигатель на электромагнитном поле (двухобмоточный электродвигатель).

В вышеописанных вариантах осуществления, синхронный электродвигатель примерно проиллюстрирован в качестве электродвигателя переменного тока, но настоящее изобретение не ограничено этим. Например, электродвигатель может представлять собой асинхронный электродвигатель.

В вышеописанных вариантах осуществления, электродвигатель переменного тока примерно проиллюстрирован в качестве электродвигателя, но настоящее изобретение не ограничено этим. Например, электродвигатель может представлять собой электродвигатель постоянного тока.

В вышеописанных вариантах осуществления, электродвигатель примерно проиллюстрирован в качестве электродвигателя, но настоящее изобретение не ограничено этим. Например, электродвигатель может представлять собой генератор.

В вышеописанных вариантах осуществления, примерно иллюстрируется случай, в котором шихтованный сердечник согласно настоящему изобретению применяется к сердечнику статора, но шихтованный сердечник также может применяться к сердечнику ротора. Помимо этого, шихтованный сердечник согласно настоящему изобретению может применяться к шихтованному сердечнику, отличному от электродвигателя, такому как трансформатор.

Помимо этого, компоненты в вышеописанных вариантах осуществления могут надлежащим образом заменяться известными компонентами без отступления от сущности настоящего изобретения, и вышеуказанные модифицированные примеры могут надлежащим образом комбинироваться.

### Примеры

После этого, проверочные испытания выполняются для того, чтобы доказать вышеуказанные операции и преимущества. Проверочное испытание выполняется посредством моделирования с использованием программного обеспечения. В качестве программного обеспечения, использовано программное обеспечение моделирования электромагнитного поля на основе конечно-элементного способа JMAG (предлагается на рынке компанией JSOL Corporation).

Первое проверочное испытание.

Во-первых, в качестве первого проверочного испытания, проверен интегрированный сердечник, примерно проиллюстрированный в первом варианте осуществления. В качестве моделей, используемых для моделирования, предполагаются сердечники статора (шихтованные сердечники) моделей номер A1-A22, которые описываются ниже. Лист электротехнической стали, используемый для каждой модели, представляет собой лист электротехнической стали без ориентированной зеренной структуры с толщиной пластины в 0,25 мм. Форма листа электротехнической стали является идентичной форме, показанной на фиг. 2.

В сердечниках статора моделей номер A1-A21, множество клеевых частей, показанных на фиг. 4, предусматриваются между листами электротехнической стали. Таким образом, в сердечниках статора моделей номер A1-A21, множество клеевых частей протягиваются в форме полосы в первом направлении D1. С другой стороны, в сердечнике статора модели номер A22, между листами электротехнической стали, клеевые части предусматриваются на всей первой поверхности листа электротехнической стали. Таким образом, клеевые части модели номер A22 предусматриваются на всей первой поверхности листа электротехнической стали. Сердечник статора модели номер A22 представляет собой модель, подготовленную для того, чтобы определять опорное значение потерь в стали. В дальнейшем в этом документе, сердечник статора модели номер A22 называется "опорной моделью".

Сердечники статора моделей номер A1-A7 представляют собой модели группы A1. В моделях группы A1, размер d1 по ширине клеевой части составляет 233% относительно размера d2 интервала между клеевыми частями рядом друг с другом. В моделях группы A1, размер d1 по ширине клеевой части составляет 7 мм, и размер d2 интервала между клеевыми частями составляет 3 мм.

Сердечники статора моделей номер A8-A14 представляют собой модели группы A2. В моделях группы A2, размер d1 по ширине клеевой части составляет 167% относительно размера d2 интервала между клеевыми частями рядом друг с другом. В моделях группы A2, размер d1 по ширине клеевой части составляет 5 мм, и размер d2 интервала между клеевыми частями составляет 3 мм.

Сердечники статора моделей номер A15-A21 представляют собой модели группы A3. В моделях группы A3, размер d1 по ширине клеевой части составляет 67% относительно размера d2 интервала между клеевыми частями рядом друг с другом. В моделях группы A3, размер d1 по ширине клеевой части составляет 2 мм, и размер d2 интервала между клеевыми частями составляет 3 мм.

В группе A1, группе A2 и группе A3, подготавливаются модели, в которых угол  $\alpha$ , сформированный посредством первого направления D1 и направления RD прокатки (см. фиг. 4), задается равным 0, 15, 30, 45, 60, 75 и 90°.

Табл. 1 показывает результаты моделирования потерь в стали листа электротехнической стали для каждой модели. Здесь, потери в стали каждой модели выражаются как процентная доля на основе значения потерь в стали опорной модели (сердечника статора модели номер A22). Помимо этого, табл. 1 показывает результаты испытания на падение на макете, в котором предусматриваются клеевые части, идентичные клеевым частям в каждой модели. При испытании на падение, каждая модель падает 10 раз с высоты в 1 м. Оценка A указывает то, что клеевые части не отслаиваются после падения 10 раз. Помимо этого, оценка A- указывает то, что клеевые части не отслаиваются после падения 5 раз, но отслаиваются на 10-й раз.

Таблица 1

	Модель номер	Размер d1 по ширине/размер d2 интервала	Угол $\alpha$ [°]	Отношение потерь в стали [%]	Испытание на падение	Комментарий
Группа A1	A1	233%	0°	96,661	A	

	A2	233%	15°	96,695	A	
	A3	233%	30°	96,593	A	
	A4	233%	45°	96,525	A	
	A5	233%	60°	96,457	A	
	A6	233%	75°	96,354	A	
	A7	233%	90°	96,252	A	
Группа A2	A8	167%	0°	95,843	A	
	A9	167%	15°	95,741	A	
	A10	167%	30°	95,639	A	
	A11	167%	45°	95,537	A	
	A12	167%	60°	95,434	A	
	A13	167%	75°	95,366	A	
	A14	167%	90°	95,332	A	
Группа A3	A15	67%	0°	92,572	A-	
	A16	67%	15°	92,504	A-	
	A17	67%	30°	92,334	A-	
	A18	67%	45°	92,266	A-	
	A19	67%	60°	92,164	A-	
	A20	67%	75°	92,095	A-	
	A21	67%	90°	92,129	A-	
	A22	-	-	100	-	Опорная модель

Если сравнивать сердечники статора моделей номер A1-A21, подтверждается то, что в модели, принадлежащей любой из групп 1-A3, когда угол  $\alpha$ , сформированный посредством первого направления D1 и направления RD прокатки, составляет 30° или больше, можно минимизировать потери в стали. Помимо этого, подтверждается то, что когда угол  $\alpha$  составляет 60° или больше, можно дополнительно минимизировать потери в стали.

Если сравнивать группу A1, группу A2 и группу A3 друг с другом, потери в стали модели группы A3 являются наименьшими. В модели группы A3, размер d1 по ширине составляет 67% относительно размера d2 интервала. Таким образом, в модели группы A3, размер d1 по ширине меньше размера d2 интервала. Следовательно, считается, что натяжение листа 40 электротехнической стали вследствие клеящего материала минимизируется, и можно обеспечивать магнитные свойства сердечника 21 статора. Помимо этого, подтверждается то, что когда размер d1 по ширине составляет 67% относительно размера d2 интервала, можно минимизировать ухудшение потерь в стали листа 40 электротехнической стали. Даже если отношение размера d1 по ширине к размеру d2 интервала изменено приблизительно на  $\pm 5\%$ , не возникает существенного изменения потерь в стали. Следовательно, можно сказать, что, даже если размер d1 по ширине составляет  $67\pm 5\%$  относительно размера d2 интервала, можно минимизировать ухудшение потерь в стали листа 40 электротехнической стали.

Если сравнивать соответствующие модели в группе A3, сердечник статора модели номер A20, в котором угол  $\alpha$ , сформированный посредством первого направления D1 и направления RD прокатки, составляет 75°, имеет наименьшие потери в стали. Таким образом, подтверждается то, что когда размер d1 по ширине составляет 67% относительно размера d2 интервала, если угол  $\alpha$  задается равным 75°, можно значительно минимизировать ухудшение потерь в стали. Здесь, даже если угол  $\alpha$  изменен приблизительно на  $\pm 5^\circ$ , не возникает существенного изменения потерь в стали. Помимо этого, даже если отношение размера d1 по ширине к размеру d2 интервала изменено приблизительно на  $\pm 5\%$ , не возникает существенного изменения потерь в стали. Следовательно, можно сказать, что когда размер d1 по ширине составляет  $67\pm 5\%$  относительно размера d2 интервала, если угол  $\alpha$  задается равным  $75\pm 5^\circ$ , можно значительно минимизировать ухудшение потерь в стали.

В модели группы A2, размер d1 по ширине составляет 167% относительно размера d2 интервала. Если сравнивать соответствующие модели в группе A2, сердечник статора модели номер A14, в котором угол  $\alpha$ , сформированный посредством первого направления D1 и направления RD прокатки, составляет 90°, имеет наименьшие потери в стали. Таким образом, подтверждается то, что когда размер d1 по ширине составляет 167% относительно размера d2 интервала, если угол  $\alpha$  задается равным 75°, можно значительно минимизировать ухудшение потерь в стали. Как описано выше, даже если угол  $\alpha$  изменен приблизительно на  $\pm 5^\circ$ , не возникает существенного изменения потерь в стали. Помимо этого, даже если

отношение размера  $d_1$  по ширине к размеру  $d_2$  интервала изменено приблизительно на  $\pm 5\%$ , не возникает существенного изменения потерь в стали. Следовательно, можно сказать, что когда размер  $d_1$  по ширине составляет  $167 \pm 5\%$  относительно размера  $d_2$  интервала, если угол  $\alpha$  задается равным  $85^\circ$  или больше, можно значительно минимизировать ухудшение потерь в стали.

В модели группы A1, размер  $d_1$  по ширине составляет  $233\%$  относительно размера интервала  $d_2$  интервала. Если сравнивать соответствующие модели в группе A1, сердечник статора модели номер A7, в котором угол  $\alpha$ , сформированный посредством первого направления D1 и направления RD прокатки, составляет  $90^\circ$ , имеет наименьшие потери в стали. Таким образом, подтверждается то, что когда размер  $d_1$  по ширине составляет  $233\%$  относительно размера  $d_2$  интервала, если угол  $\alpha$  задается равным  $75^\circ$ , можно значительно минимизировать ухудшение потерь в стали. Как описано выше, даже если угол  $\alpha$  изменен приблизительно на  $\pm 5^\circ$ , не возникает существенного изменения потерь в стали. Помимо этого, даже если отношение размера  $d_1$  по ширине к размеру  $d_2$  интервала изменено приблизительно на  $\pm 5\%$ , не возникает существенного изменения потерь в стали.

Следовательно, можно сказать, что когда размер  $d_1$  по ширине составляет  $233 \pm 5\%$  относительно размера  $d_2$  интервала, если угол  $\alpha$  задается равным  $85^\circ$  или больше, можно значительно минимизировать ухудшение потерь в стали.

Как показано в табл. 1, макеты группы A1 и группы A2 имеют лучшую прочность при падении, чем макет группы A3. В макетах группы A1 и группы A2, размер  $d_1$  по ширине клеевой части больше размера  $d_2$  интервала, и в макете группы A3, размер  $d_1$  по ширине клеевой части меньше размера  $d_2$  интервала. Соответственно, подтверждается то, что когда размер  $d_1$  по ширине клеевой части больше размера  $d_2$  интервала между клеевыми частями рядом друг с другом во втором направлении D2, можно увеличивать прочность склеивания.

После этого, в дополнение к вышеуказанным моделям номера A1-A21, моделирование выполняется для моделей, в которых размер  $d_1$  по ширине/ размер  $d_2$  интервала и угол  $\alpha$  изменяются в широком диапазоне. Более конкретно, подготавливаются модели для проведения моделирования, в которых размер  $d_1$  по ширине/ размер  $d_2$  интервала изменяется на 0, 50, 67, 100, 150, 167, 200, 233, 250, 300, 350, 400, 450 и 500%, и угол  $\alpha$  изменяется на 0, 15, 30, 45, 60, 75 и  $90^\circ$ , и вычисляются потери в стали. Помимо этого, на основе этих результатов моделирования, пороговое значение, при котором потери в стали улучшены, проверено для опорной модели номер A22 предшествующего уровня техники.

Фиг. 8 является графиком, на котором горизонтальная ось представляет размер  $d_1$  по ширине/размер  $d_2$  интервала, и вертикальная ось представляет угол  $\alpha$ , и отношение потерь в стали относительно опорной модели номер 22 указывается посредством полутонового оттенка. На фиг. 8, область, в которой полутоновая плотность является низкой, указывает то, что потери в стали улучшаются (т.е. отношение потерь в стали составляет 100% или меньше) по сравнению с опорной моделью номер A22.

Как показано на фиг. 8, когда размер  $d_1$  по ширине/размер  $d_2$  интервала составляет 368% или меньше, потери в стали улучшены по сравнению с опорной моделью номер A22 предшествующего уровня техники независимо от угла  $\alpha$ . Таким образом, подтверждается то, что размер  $d_1$  по ширине клеевой части предпочтительно составляет 368% или меньше относительно размера  $d_2$  интервала между клеевыми частями рядом друг с другом во втором направлении D2. Когда размер  $d_1$  по ширине/ размер  $d_2$  интервала меньше, потери в стали улучшены, и размер  $d_1$  по ширине/размер  $d_2$  интервала предпочтительно составляет 233% или меньше, более предпочтительно 167% или меньше и еще более предпочтительно 67% или меньше.

Второе проверочное испытание.

После этого, во втором проверочном испытании, проверен разъемный сердечник, примерно проиллюстрированный во втором варианте осуществления.

В качестве моделей, используемых для моделирования, предполагаются сердечники статора (шихтованные сердечники) моделей номер B1-B21, которые описываются ниже. Сердечники статора моделей номер B1-B21 имеют множество блоков сердечника, сцепленных в окружном направлении. Блок сердечника для каждого сердечника статора формируется из отрезка листа электротехнической стали без ориентированной зеренной структуры с толщиной пластины в 0,25 мм. Форма отрезка листа электротехнической стали является идентичной форме, показанной на фиг. 6, и направление RD прокатки отрезка листа электротехнической стали совпадает с направлением, в котором проходит зубчатая часть.

В блоках сердечника моделей номер B1-B21, множество клеевых частей, как показано на фиг. 6, предусматриваются между отрезками листов электротехнической стали. Таким образом, в блоках сердечника моделей номер B1-B21, множество клеевых частей протягиваются в форме полосы в первом направлении D1.

Сердечники статора моделей номер B1-B7 представляют собой модели группы B1. В моделях группы B1, размер  $d_1$  по ширине клеевой части составляет 150% относительно размера  $d_2$  интервала между клеевыми частями рядом друг с другом. Размер  $d_1$  по ширине клеевой части моделей группы B1 составляет 3 мм, и размер  $d_2$  интервала между клеевыми частями составляет 2 мм. Сердечники статора в группе B1, в которой угол  $\alpha$ , сформированный посредством первого направления D1 и направления RD про-

катки (см. фиг. 6), задается равным 0, 15, 30, 45, 60, 75 и 90°, используются в качестве моделей номер В1-В7.

Сердечники статора моделей номер В8-В14 представляют собой модели группы В2. В моделях группы В2, размер d1 по ширине клеевой части составляет 60% относительно размера d2 интервала между клеевыми частями рядом друг с другом. В моделях группы В2, размер d1 по ширине клеевой части составляет 3 мм, и размер d2 интервала между клеевыми частями составляет 5 мм. Сердечники статора в группе В2, в которой угол  $\alpha$ , сформированный посредством первого направления D1 и направления RD прокатки (см. фиг. 6), задается равным 0, 15, 30, 45, 60, 75 и 90°, используются в качестве моделей номер В8-В14.

Сердечники статора моделей номер В15-В21 представляют собой модели группы В3. В моделях группы В3, размер d1 по ширине клеевой части составляет 43% относительно размера d2 интервала между клеевыми частями рядом друг с другом. В моделях группы В3, размер d1 по ширине клеевой части составляет 3 мм, и размер d2 интервала между клеевыми частями составляет 7 мм. Сердечники статора в группе В3, в которой угол  $\alpha$ , сформированный посредством первого направления D1 и направления RD прокатки (см. фиг. 6), задается равным 0, 15, 30, 45, 60, 75 и 90°, используются в качестве моделей номер В15-В21.

Помимо этого, в качестве цели сравнения, как показано на фиг. 9, определяются потери в стали сердечника 121X статора модели номер В22, в которой множество отрезков 140 листов электротехнической стали без ориентированной зеренной структуры крепятся во всех слоях. Сердечник 121X статора модели номер В22 представляет собой модель, подготовленную для сравнения потерь в стали между традиционной конфигурацией и настоящим изобретением. В дальнейшем в этом документе, сердечник статора модели номер В22 называется "опорной моделью". Сердечник 121X статора опорной модели имеет множество блоков 124X сердечника. В сердечнике 121X статора опорной модели, толщина пластины отрезков 140 листов электротехнической стали составляет 0,25 мм, и направление RD прокатки отрезка листа электротехнической стали совпадает с направлением, в котором проходит зубчатая часть. В блоке сердечника для сердечника 121X статора опорной модели, предусматриваются первое крепление С1, предоставленное в части 122 спинки сердечника, и два вторых крепления С2, предоставленные в зубчатой части 123. Первое крепление С1 позиционируется в центре части 122 спинки сердечника в окружном направлении. Два вторых крепления С2 размещаются в радиальном направлении в центре зубчатой части 123 в окружном направлении. Отношение площади креплений С1 и С2 в первой поверхности отрезков 140 листов электротехнической стали составляет приблизительно 3,2%.

Табл. 2 показывает результаты моделирования потерь в стали отрезка листа электротехнической стали для каждой модели. Помимо этого, табл. 2 показывает результаты, полученные посредством выполнения испытания на падение для макетов, в которых предусматриваются клеевые части, идентичные клеевым частям каждой модели. Испытание на падение выполняется в процедуре, идентичной процедуре в вышеуказанном первом проверочном испытании. Помимо этого, критерии оценки для испытания на падение в этом тесте являются идентичными критериям оценки в первом проверочном испытании.

Здесь, скорость Rt замедления потерь в стали, показанная в табл. 2, составляет значение, полученное посредством деления разности между потерями в стали каждой модели и потерями в стали опорной модели (сердечника статора модели номер В22) на потери в стали опорной модели, и выражается как процентная доля. Таким образом, скорость замедления потерь в стали в таблице выражается посредством следующей формулы (1), когда потери в стали каждой модели задаются в качестве W, и потери в стали опорной модели задаются в качестве Worg.

Математическое выражение 1.

$$Rt = \frac{W - W_{org}}{W_{org}} \times 100 \quad [\%] \quad (1)$$

Таблица 2

	Модель номер	Размер d1 по ширине/размер d2 интервала	Угол $\alpha$ [°]	Скорость Rt замедления потерь в стали [%]	Испытание на падение	Комментарий
Группа В1	В1	150%	0°	-6,9	А	
	В2	150%	15°	-7,2	А	
	В3	150%	30°	-7,5	А	

	B4	150%	45°	-7,9	A	
	B5	150%	60°	-8,0	A	
	B6	150%	75°	-7,8	A	
	B7	150%	90°	-8,3	A	
Группа В2	B8	60%	0°	-7,5	A-	
	B9	60%	15°	-7,8	A-	
	B10	60%	30°	-7,8	A-	
	B11	60%	45°	-7,9	A-	
	B12	60%	60°	-8,1	A-	
	B13	60%	75°	-8,3	A-	
	B14	60%	90°	-8,5	A-	
Группа В3	B15	43%	0°	-7,5	A-	
	B16	43%	15°	-7,7	A-	
	B17	43%	30°	-8,0	A-	
	B18	43%	45°	-8,2	A-	
	B19	43%	60°	-8,2	A-	
	B20	43%	75°	-8,6	A-	
	B21	43%	90°	-8,9	A-	
	B22	-	-	0	-	Опорная модель

Если сравнивать сердечники статора моделей номер В1-В21, подтверждается то, что в модели, принадлежащей любой из групп 1-В3, когда угол  $\alpha$ , сформированный посредством первого направления D1 и направления RD прокатки, составляет 45° или больше, можно в достаточной степени минимизировать потери в стали (скорость Rt замедления потерь в стали составляет -7,8% или меньше). Помимо этого, подтверждается то, что когда угол  $\alpha$  составляет 60° или больше, можно дополнительно минимизировать потери в стали (скорость Rt замедления потерь в стали составляет -7,9% или меньше).

Если сравнивать группу В1, группу В2 и группу В3 друг с другом, потери в стали модели группы В2 меньше потерь в стали модели группы В1, и дополнительно, потери в стали модели группы В3 являются наименьшими. В моделях группы В2 и группы В3, размер d1 по ширине меньше размера интервала d2 интервала. Следовательно, считается, что натяжение отрезков 140 листов электротехнической стали вследствие клеящего материала минимизируется, и можно обеспечивать магнитные свойства сердечника 121 статора. В модели группы В2, размер d1 по ширине составляет 60% относительно размера d2 интервала, и в модели группы В3, размер d1 по ширине составляет 43% относительно размера d2 интервала. Таким образом, в модели группы В3, отношение размера d1 по ширине к размеру d2 интервала меньше отношения модели группы В2. Подтверждается то, что можно минимизировать ухудшение потерь в стали отрезков 140 листов электротехнической стали эффективнее в модели группы В3, чем в модели группы В2. Таким образом, согласно этому проверочному испытанию, подтверждается то, что когда размер d1 по ширине составляет 60% или меньше относительно размера d2 интервала, можно минимизировать потери в стали, и когда размер d1 по ширине составляет 43% или меньше относительно размера d2 интервала, можно дополнительно минимизировать потери в стали.

Поскольку отношение размера d1 по ширине к размеру d2 интервала отличается для каждой из группы В1, группы В2 и группы В3, предпочтительные диапазоны углов  $\alpha$  отличаются друг от друга. Скорость Rt замедления потерь в стали в табл. 2 предпочтительно составляет -8% или меньше в качестве одного стандарта.

В модели группы В1, размер d1 по ширине составляет 150% относительно размера d2 интервала. Если сравнивать соответствующие модели в группе В1 только в сердечнике статора модели номер В7, в котором угол  $\alpha$ , сформированный посредством первого направления D1 и направления RD прокатки, задается равным 90°, потери в стали меньше -8%. Таким образом, подтверждается то, что когда размер d1 по ширине составляет 150% относительно размера d2 интервала, если угол  $\alpha$  задается равным 90°, можно в значительной и достаточной степени минимизировать ухудшение потерь в стали. Здесь, даже если угол  $\alpha$  изменен приблизительно на  $\pm 5^\circ$ , не возникает существенного изменения потерь в стали. Помимо этого, даже если отношение размера d1 по ширине к размеру d2 интервала изменено приблизительно на  $\pm 5\%$ , не возникает существенного изменения потерь в стали. Следовательно, можно сказать, что когда размер d1 по ширине составляет  $150 \pm 5\%$  относительно размера интервала d2 интервала, если угол  $\alpha$  задается равным 85° или больше, можно в достаточной степени минимизировать ухудшение потерь в стали.

В модели группы В2, размер d1 по ширине составляет 60% относительно размера интервала d2 ин-

тервала. Если сравнивать соответствующие модели в группе В2, в сердечниках статора модели номера В12, 13 и 14, в которых угол  $\alpha$ , сформированный посредством первого направления D1 и направления RD прокатки, составляет  $60^\circ$  или больше, потери в стали меньше -8%. Таким образом, подтверждается то, что когда размер d1 по ширине составляет 60% относительно размера d2 интервала, если угол  $\alpha$  задается равным  $60^\circ$  или больше, можно в достаточной степени минимизировать ухудшение потерь в стали. Как описано выше, даже если отношение размера d1 по ширине к размеру d2 интервала изменено приблизительно на  $\pm 5\%$ , не возникает существенного изменения потерь в стали. Следовательно, можно сказать, что когда размер d1 по ширине составляет  $60 \pm 5\%$  относительно размера d2 интервала, если угол  $\alpha$  задается равным  $60^\circ$  или больше, можно в значительной и достаточной степени минимизировать ухудшение потерь в стали.

В модели группы В3, размер d1 по ширине составляет 43% относительно размера d2 интервала. Если сравнивать соответствующие модели в группе В3, в сердечниках статора модели номера В18, 19, 20 и 21, в которых угол  $\alpha$ , сформированный посредством первого направления D1 и направления RD прокатки, составляет  $45^\circ$  или больше, потери в стали меньше -8%. Таким образом, подтверждается то, что когда размер d1 по ширине составляет 43% относительно размера d2 интервала, если угол  $\alpha$  задается равным  $45^\circ$  или больше, можно в достаточной степени минимизировать ухудшение потерь в стали. Как описано выше, даже если отношение размера d1 по ширине к размеру d2 интервала изменено приблизительно на  $\pm 5\%$ , не возникает существенного изменения потерь в стали. Следовательно, можно сказать, что когда размер d1 по ширине составляет  $43 \pm 5\%$  относительно размера d2 интервала, если угол  $\alpha$  задается равным  $60^\circ$  или больше, можно в значительной и достаточной степени минимизировать ухудшение потерь в стали.

Как показано в табл. 2, макет группы В1 имеет лучшую прочность при падении, чем макеты группы В2 и группы В3. В макете группы В1, размер d1 по ширине клеевой части больше размера d2 интервала, и в макетах группы В2 и группы В3, размер d1 по ширине клеевой части меньше размера d2 интервала. Соответственно, подтверждается то, что, также в разъемном сердечнике, когда размер d1 по ширине клеевой части больше размера d2 интервала между клеевыми частями рядом друг с другом во втором направлении D2, можно увеличивать прочность склеивания.

Промышленная применимость.

Согласно настоящему изобретению, можно улучшать магнитные свойства. Следовательно, промышленная применимость является широкой.

#### Краткое описание ссылок с номерами

10, 110 - электродвигатель,  
 21 - сердечник статора (шихтованный сердечник),  
 22, 122 - часть спинки сердечника,  
 23, 123 - зубчатая часть,  
 40 - лист электротехнической стали,  
 41, 141, 241 - клеевая часть,  
 124, 124X - блок сердечника,  
 140 - отрезок листа электротехнической стали,  
 D1 - первое направление,  
 D2 - второе направление,  
 d1 - размер по ширине,  
 d2 - размер интервала,  
 RD - направление прокатки,  
 $\alpha$  - угол.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Шихтованный сердечник, содержащий:
  - множество листов электротехнической стали, уложенных пакетом друг на друга; и
  - множество клеевых частей, которые размещаются между листами электротехнической стали рядом друг с другом в направлении укладки и приклеивают листы электротехнической стали друг к другу, причем каждая из множества клеевых частей представляет собой отвержденный клеящий материал из терморезистивного клеящего материала, отверждаемого при комнатной температуре клеящего материала или клеящего материала на основе радикальной полимеризации, при этом при рассмотрении в направлении укладки:
    - множество клеевых частей образуют форму полосы, которая проходит в первом направлении,
    - множество клеевых частей размещаются с интервалами во втором направлении, ортогональном к первому направлению, и
    - угол, сформированный посредством первого направления и направления прокатки листа электротехнической стали, составляет  $30^\circ$  или больше и  $90^\circ$  или меньше.
2. Шихтованный сердечник по п.1, в котором угол, сформированный посредством первого направления и направления прокатки листа электротехнической стали, составляет  $52,3^\circ$  или больше.

3. Шихтованный сердечник по п.1 или 2, в котором размер по ширине клеевой части меньше размера интервала между клеевыми частями рядом друг с другом во втором направлении.

4. Шихтованный сердечник по п.3, в котором размер по ширине клеевой части составляет  $67\pm 5\%$  относительно размера интервала между клеевыми частями рядом друг с другом во втором направлении.

5. Шихтованный сердечник по п.4, в котором угол, сформированный посредством первого направления и направления прокатки листа электротехнической стали, составляет  $75\pm 5^\circ$ .

6. Шихтованный сердечник по п.1 или 2, в котором размер по ширине клеевой части больше размера интервала между клеевыми частями рядом друг с другом во втором направлении.

7. Шихтованный сердечник по п.6, в котором размер по ширине клеевой части составляет  $167\pm 5\%$  относительно размера интервала между клеевыми частями рядом друг с другом во втором направлении, и

при этом угол, сформированный посредством первого направления и направления прокатки листа электротехнической стали, составляет  $85^\circ$  или больше.

8. Шихтованный сердечник по п.6, в котором размер по ширине клеевой части составляет  $233\pm 5\%$  относительно размера интервала между клеевыми частями рядом друг с другом во втором направлении, и

при этом угол, сформированный посредством первого направления и направления прокатки листа электротехнической стали, составляет  $85^\circ$  или больше.

9. Шихтованный сердечник по п.1 или 2, в котором размер по ширине клеевой части составляет  $368\%$  или меньше относительно размера интервала между клеевыми частями рядом друг с другом во втором направлении.

10. Шихтованный сердечник по любому из пп.1-9, в котором средняя толщина клеевых частей составляет 1,0-3,0 мкм.

11. Шихтованный сердечник по любому из пп.1-10, в котором средний модуль Е упругости при растяжении клеевых частей составляет 1500-4500 МПа.

12. Шихтованный сердечник по любому из пп.1-11, в котором клеевая часть представляет собой клеевой при комнатной температуре клеящий материал на акриловой основе, содержащий SGA, изготовленный из эластомерсодержащего клеящего материала на акриловой основе.

13. Шихтованный сердечник по любому из пп.1-12, в котором клеевая часть представляет собой отвержденный клеящий материал из термореактивного клеящего материала, причем точка плавления клеевой части составляет  $200^\circ\text{C}$  или выше.

14. Блок сердечника, который составляет шихтованный сердечник посредством сцепления множества блоков сердечника в кольцевой форме, содержащий:

множество отрезков листов электротехнической стали, уложенных друг на друга; и

множество клеевых частей, которые размещаются между отрезками листов электротехнической стали рядом друг с другом в направлении укладки и приклеивают отрезки листов электротехнической стали друг к другу,

причем каждая из множества клеевых частей представляет собой отвержденный клеящий материал из термореактивного клеящего материала, отверждаемого при комнатной температуре клеящего материала или клеящего материала на основе радикальной полимеризации,

при этом при рассмотрении в направлении укладки:

множество клеевых частей образуют форму полосы, которая проходит в первом направлении,

множество клеевых частей размещаются с интервалами во втором направлении, ортогональном к первому направлению, и

угол, сформированный посредством первого направления и направления прокатки отрезка листа электротехнической стали, составляет  $45^\circ$  или больше и  $90^\circ$  или меньше.

15. Блок сердечника по п.14, в котором угол, сформированный посредством первого направления и направления прокатки отрезка листа электротехнической стали, составляет  $52,3^\circ$  или больше.

16. Блок сердечника по п.14 или 15, содержащий:

дугобразную часть спинки сердечника и зубчатую часть, которая выступает из части спинки сердечника в радиальном направлении части спинки сердечника,

при этом зубчатая часть проходит в направлении прокатки.

17. Блок сердечника по любому из пп.14-16, в котором размер по ширине клеевой части меньше размера интервала между клеевыми частями рядом друг с другом во втором направлении.

18. Блок сердечника по п.17, в котором размер по ширине клеевой части составляет  $60\%$  или меньше относительно размера интервала между клеевыми частями рядом друг с другом во втором направлении.

19. Блок сердечника по п.18, в котором размер по ширине клеевой части составляет  $43\%$  или меньше относительно размера интервала между клеевыми частями рядом друг с другом во втором направлении.

20. Блок сердечника по п.18, в котором размер по ширине клеевой части составляет  $43\pm 5\%$  относительно размера интервала между клеевыми частями рядом друг с другом во втором направлении, и

при этом угол, сформированный посредством первого направления и направления прокатки отрезка листа электротехнической стали, составляет  $45^\circ$  или больше.

21. Блок сердечника по п.17, в котором размер по ширине клеевой части составляет  $60\pm 5\%$  относительно размера интервала между клеевыми частями рядом друг с другом во втором направлении, и при этом угол, сформированный посредством первого направления и направления прокатки отрезка листа электротехнической стали, составляет  $60^\circ$  или больше.

22. Блок сердечника по любому из пп.14-16, в котором размер по ширине клеевой части больше размера интервала между клеевыми частями рядом друг с другом во втором направлении.

23. Блок сердечника по п.22, в котором размер по ширине клеевой части составляет  $150\pm 5\%$  относительно размера интервала между клеевыми частями рядом друг с другом во втором направлении, и при этом угол, сформированный посредством первого направления и направления прокатки отрезка листа электротехнической стали, составляет  $85^\circ$  или больше.

24. Блок сердечника по любому из пп.14-23, в котором средняя толщина клеевых частей составляет 1,0-3,0 мкм.

25. Блок сердечника по любому из пп.14-24, в котором средний модуль  $E$  упругости при растяжении клеевых частей составляет 1500-4500 МПа.

26. Блок сердечника по любому из пп.14-25, в котором клеевая часть представляет собой клеевой при комнатной температуре клеящий материал на акриловой основе, содержащий SGA, изготовленный из эластомерсодержащего клеящего материала на акриловой основе.

27. Блок сердечника по любому из пп.14-26, в котором клеевая часть представляет собой отвержденный клеящий материал из термореактивного клеящего материала, причем точка плавления клеевой части составляет  $200^\circ\text{C}$  или выше.

28. Шихтованный сердечник, сформированный посредством сцепления множества блоков сердечника по любому из пп.14-27 в кольцевой форме.

29. Электродвигатель, содержащий шихтованный сердечник по любому из пп.1-13 и 28.

30. Способ производства блока сердечника, содержащий:

первый процесс, в котором множество отрезков листов электротехнической стали вырубается из листа электротехнической стали; и

второй процесс, в котором множество отрезков листов электротехнической стали укладываются поверх друг друга с клеевыми частями, размещенными между ними,

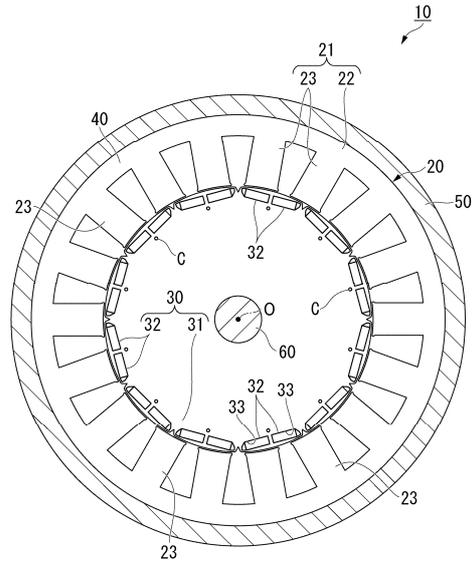
причем каждая из клеевых частей представляет собой отвержденный клеящий материал из термореактивного клеящего материала, отверждаемого при комнатной температуре клеящего материала или клеящего материала на основе радикальной полимеризации,

при этом в первом процессе, отрезок листа электротехнической стали вырубается таким образом, что зубчатая часть проходит в направлении прокатки листа электротехнической стали,

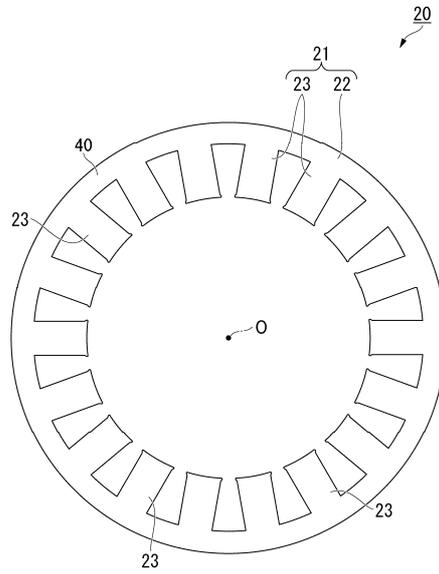
при этом во втором процессе, множество клеевых частей образуют форму полосы, которая проходит в первом направлении при рассмотрении в направлении укладки, множество клеевых частей размещаются с интервалами во втором направлении, ортогональном к первому направлению, и множество отрезков листов электротехнической стали укладываются поверх друг друга таким образом, что угол, сформированный посредством первого направления и направления прокатки, составляет  $45^\circ$  или больше и  $90^\circ$  или меньше.

31. Способ производства блока сердечника по п.30, в котором размер по ширине клеевой части меньше размера интервала между клеевыми частями рядом друг с другом во втором направлении.

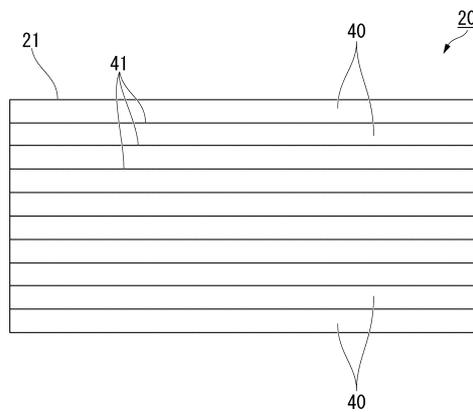
32. Способ производства блока сердечника по п.30 или 31, в котором клеевая часть представляет собой отвержденный клеящий материал из термореактивного клеящего материала, причем точка плавления клеевой части составляет  $200^\circ\text{C}$  или выше.



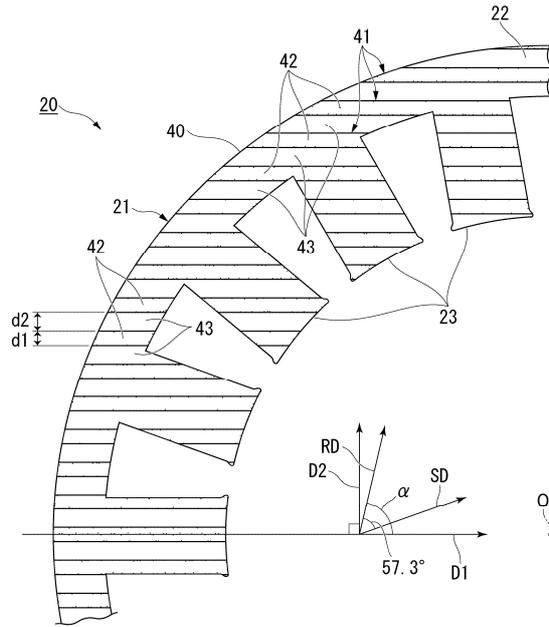
Фиг. 1



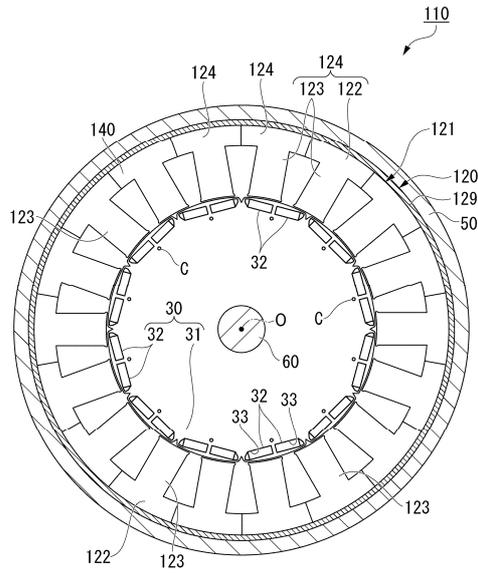
Фиг. 2



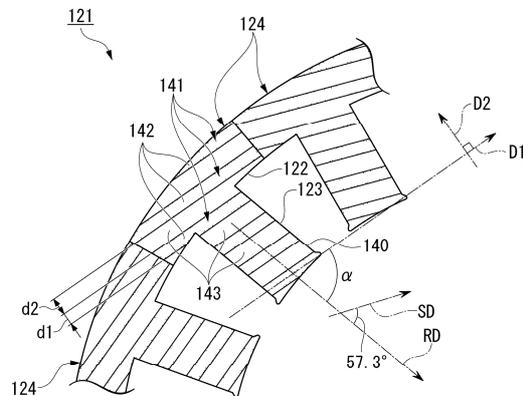
Фиг. 3



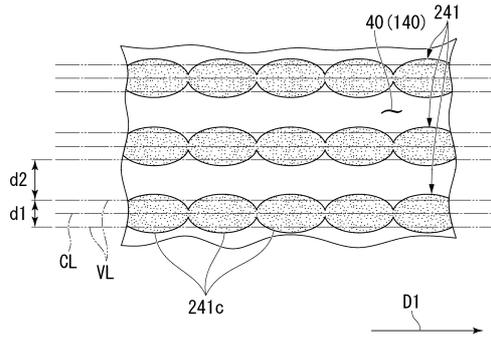
Фиг. 4



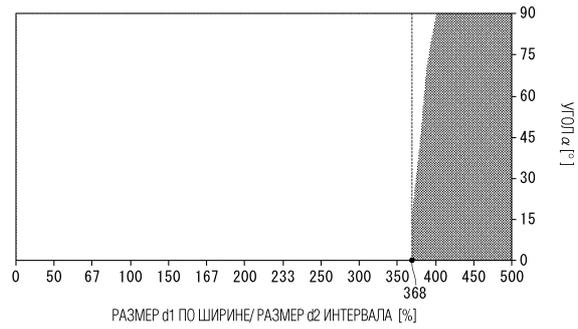
Фиг. 5



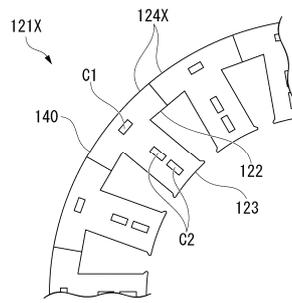
Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9