

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **043113**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.04.26

(21) Номер заявки
202192063

(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 И ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ

(31) **2018-235859**

(32) **2018.12.17**

(33) **JP**

(43) **2021.11.24**

(86) **PCT/JP2019/049292**

(87) **WO 2020/129940 2020.06.25**

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

(72) Изобретатель:
**Камикавабата Масахито, Хираяма
Рюи, Такеда Кадзutosи (JP)**

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

(56) JP-A-2015171202
JP-A-2012120299
JP-A-201893704
JP-A-2015136228
JP-A-201123523
JP-A-201561374
JP-A-2014155347

(57) Предложен шихтованный сердечник, который включает в себя множество листов электротехнической стали, размещенных в пакете в направлении толщины, при этом лист электротехнической стали включает в себя кольцевую часть спинки сердечника и множество зубцовых частей, выступающих из части спинки сердечника в радиальном направлении и размещаемых с интервалами в окружном направлении части спинки сердечника, и при этом, из множества листов электротехнической стали, зубцовые части листов электротехнической стали, расположенных на одной стороне снаружи в направлении укладки, приклеены друг к другу посредством клеевой части, предусмотренной между зубцовыми частями рядом друг с другом в направлении укладки, зубцовые части листов электротехнической стали, расположенных на другой стороне снаружи в направлении укладки, приклеены друг к другу посредством клеевой части, предусмотренной между зубцовыми частями рядом друг с другом в направлении укладки, и зубцовые части листов электротехнической стали, расположенных в центральной части в направлении укладки, не приклеены друг к другу.

043113 B1

043113 B1

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к шихтованному сердечнику и к электродвигателю.

Данная заявка испрашивает приоритет заявки на патент (Япония) номер 2018-235859, зарегистрированной 17 декабря 2018 года, содержание которой включено в настоящий документ посредством ссылки.

Предпосылки создания изобретения

Традиционно, известен шихтованный сердечник, описанный в нижеприведенном патентном документе 1. В этом шихтованном сердечнике, листы электротехнической стали склеены рядом друг с другом в направлении укладки.

Список источников информации

Патентные документы.

Патентный документ 1.

Не прошедшая экспертизу заявка на патент (Япония), первая публикация № 2015-136228.

Сущность изобретения

Проблемы, разрешаемые изобретением

В обычном шихтованном сердечнике, имеется запас для улучшения в магнитных свойствах.

Настоящее изобретение осуществлено с учетом вышеуказанных обстоятельств, и цель настоящего изобретения заключается в том, чтобы улучшить магнитные свойства.

Средство решения проблемы

Чтобы достигать вышеуказанных целей, настоящее изобретение предлагает следующие средства.

(1) Согласно первому аспекту настоящего изобретения, предоставляется шихтованный сердечник, включающий в себя множество листов электротехнической стали, размещенных в пакете в направлении толщины, при этом лист электротехнической стали включает в себя кольцевую часть спинки сердечника и множество зубцовых частей, выступающих из части спинки сердечника в радиальном направлении и размещенных с интервалами в окружном направлении части спинки сердечника, и при этом, из множества листов электротехнической стали, зубцовые части листов электротехнической стали, расположенных на одной стороне снаружи в направлении укладки, приклеены друг к другу посредством клеевой части, предусмотренной между зубцовыми частями рядом друг с другом в направлении укладки, зубцовые части листов электротехнической стали, расположенных на другой стороне снаружи в направлении укладки, приклеены друг к другу посредством клеевой части, предусмотренной между зубцовыми частями рядом друг с другом в направлении укладки, и зубцовые части листов электротехнической стали, расположенных в центральной части в направлении укладки, не приклеены друг к другу.

Обычно, клей усаживается во время отверждения. Следовательно, механическое напряжение сжатия прикладывается к листу электротехнической стали по мере того, как клей отверждается. Когда механическое напряжение сжатия прикладывается, в листе электротехнической стали генерируется натяжение. Когда генерируется натяжение, потери в стали шихтованного сердечника увеличиваются. В этом случае, возникает риск того, что магнитные свойства шихтованного сердечника могут снижаться.

Согласно этой конфигурации, зубцовые части листов электротехнической стали, расположенных в центральной части в направлении укладки, из множества листов электротехнической стали, не приклеены друг к другу. Следовательно, можно подавлять формирование натяжения в зубцовой части листа электротехнической стали, расположенного в центральной части в направлении укладки. Таким образом, можно улучшать магнитные свойства шихтованного сердечника по сравнению со случаем, в котором зубцовые части всех листов электротехнической стали, включающие в себя зубцовые части в центральной части в направлении укладки, приклеены друг к другу.

С другой стороны, зубцовые части множества листов электротехнической стали на одной стороне и на другой стороне шихтованного сердечника в направлении укладки приклеивают друг к другу. Следовательно, можно подавлять вспучивание (коробление) зубцовых частей листов электротехнической стали, расположенных на одной стороне и на другой стороне снаружи шихтованного сердечника в направлении укладки, например, по сравнению со случаем, в котором зубцовые части всех листов электротехнической стали, включающие в себя зубцовые части с одной стороны и с другой стороны снаружи шихтованного сердечника в направлении укладки, не приклеивают друг к другу. Таким образом, можно улучшать магнитные свойства шихтованного сердечника.

(2) В шихтованном сердечнике согласно (1), число листов электротехнической стали, расположенных в центральной части в направлении укладки, может превышать число листов электротехнической стали, расположенных на одной стороне снаружи в направлении укладки, и число листов электротехнической стали, расположенных на другой стороне снаружи в направлении укладки.

Обычно, натяжение вследствие усадки клея не формируется в зубцовых частях, которые не приклеены друг к другу посредством клея. С другой стороны, натяжение вследствие усадки клея формируется в зубцовых частях, которые приклеиваются друг к другу посредством клея. Согласно этой конфигурации, число зубцовых частей, в которых не генерируется натяжение, становится больше числа зубцовых частей, расположенных на одной стороне и на другой стороне снаружи в направлении укладки, и в которых генерируется натяжение. Следовательно, можно дополнительно уменьшать натяжение, сформированное во всем шихтованном сердечнике.

(3) В шихтованном сердечнике согласно (1) или (2), число листов электротехнической стали, расположенных на одной стороне снаружи в направлении укладки, может быть идентичным числу листов электротехнической стали, расположенных на другой стороне снаружи в направлении укладки.

Согласно этой конфигурации, толщина одной стороны снаружи шихтованного сердечника в направлении укладки является идентичной толщине другой стороны снаружи шихтованного сердечника в направлении укладки. Дополнительно, величина натяжения, генерируемая на одной стороне снаружи шихтованного сердечника в направлении укладки, является идентичной величине натяжения, генерируемой на другой стороне снаружи шихтованного сердечника в направлении укладки. Соответственно, можно подавлять неравномерность натяжения, генерируемого во всем шихтованном сердечнике.

(4) В шихтованном сердечнике согласно любому из (1)-(3), отношение числа листов электротехнической стали, расположенных на одной стороне снаружи в направлении укладки, относительно общего числа из множества листов электротехнической стали шихтованного сердечника, может быть равно 1% или больше и 10% или меньше.

Когда это отношение меньше 1%, сила склеивания клеевой части, приклеенной к зубцовой части, расположенной на одной стороне снаружи в направлении укладки, снижается. Следовательно, затруднительно поддерживать форму шихтованного сердечника в целом. С другой стороны, когда это отношение превышает 10%, сила склеивания клеевой части, позволяющая зубцовым частям, расположенным на одной стороне снаружи в направлении укладки, приклеиваться друг к другу, стремится к насыщению. Когда это отношение равно 1% или больше и 10% или меньше, можно поддерживать форму шихтованного сердечника в целом при уменьшении величины а клеевой части, используемой для приклеивания зубцовых частей.

(5) В шихтованном сердечнике согласно любому из (1)-(4), клеевая часть может предусматриваться на всей поверхности плоскости, которая должна склеиваться в зубцовой части.

Согласно этой конфигурации, можно подавлять неравномерность натяжения, генерируемого в зубцовой части вследствие клеевой части. Таким образом, можно подавлять неравномерность натяжения, сформированного во всем шихтованном сердечнике.

(6) В шихтованном сердечнике согласно любому из (1)-(4), клеевая часть может предусматриваться на внешнем периферийном краю плоскости, которая должна склеиваться в зубцовой части.

Согласно этой конфигурации, можно подавлять разделение между внешними периферийными краями склеиваемых зубцовых частей рядом друг с другом в направлении укладки.

(7) В шихтованном сердечнике согласно любому из (1)-(6), зубцовые части листов электротехнической стали, расположенных в центральной части в направлении укладки, могут не крепиться и привариваться друг к другу, и части спинки сердечника листов электротехнической стали, расположенных в центральной части в направлении укладки, могут не приклеиваться, крепиться и привариваться друг к другу.

Обычно, когда зубцовая часть и часть спинки сердечника крепятся или привариваются друг к другу, межслойное короткое замыкание возникает в зубцовой части и части спинки сердечника.

Согласно этой конфигурации, поскольку зубцовая часть и часть спинки сердечника не крепятся и привариваются друг к другу, можно подавлять межслойное короткое замыкание, возникающее в зубцовых частях и частях спинки сердечника листов электротехнической стали, расположенных в центральной части в направлении укладки.

Дополнительно, поскольку части спинки сердечника не приклеиваются друг к другу, можно уменьшать натяжение, генерируемое в частях спинки сердечника листов электротехнической стали, расположенных в центральной части в направлении укладки.

(8) В шихтованном сердечнике согласно любому из (1)-(7), зубцовые части листов электротехнической стали, расположенных на одной стороне снаружи в направлении укладки, могут не крепиться и привариваться к зубцовым частям, которые находятся рядом в направлении укладки, и части спинки сердечника листов электротехнической стали, расположенных на одной стороне снаружи в направлении укладки, могут не приклеиваться, крепиться и привариваться к частям спинки сердечника рядом в направлении укладки.

Согласно этой конфигурации, поскольку зубцовая часть и часть спинки сердечника не крепятся и привариваются друг к другу, можно подавлять межслойное короткое замыкание, возникающее в зубцовых частях и частях спинки сердечника листов электротехнической стали, расположенных на одной стороне снаружи в направлении укладки.

Дополнительно, поскольку части спинки сердечника не приклеиваются друг к другу, можно уменьшать натяжение, сформированное в частях спинки сердечника листов электротехнической стали, расположенных на одной стороне снаружи в направлении укладки.

(9) В шихтованном сердечнике согласно любому из (1)-(8), средняя толщина клеевой части может составлять 1,0-3,0 мкм.

(10) В шихтованном сердечнике согласно любому из (1)-(9), средний модуль Е упругости при растяжении клеевой части может составлять 1500-4500 МПа.

(11) В шихтованном сердечнике согласно любому из (1)-(10), клеевая часть может представлять собой адгезивный при комнатной температуре клей на акриловой основе, включающий в себя SGA, изго-

товленный из эластомерсодержащего клея на акриловой основе.

(12) Согласно второму аспекту настоящего изобретения, предоставляется электродвигатель, включающий в себя шихтованный сердечник согласно любому из (1)-(11).

Согласно этой конфигурации, можно улучшать магнитные свойства электродвигателя.

Преимущества изобретения

Согласно настоящему изобретению, можно улучшать магнитные свойства.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1 является видом в сечении электродвигателя согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 2 является видом сверху статора электродвигателя, показанного на фиг. 1.

Фиг. 3 является видом в перспективе сердечника статора согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 4 является видом сверху сердечника статора согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 5 является видом сверху сердечника статора согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

Варианты осуществления для реализации изобретения

В дальнейшем в этом документе описываются шихтованный сердечник и электродвигатель согласно варианту осуществления настоящего изобретения со ссылкой на чертежи.

Дополнительно, в этом варианте осуществления, в дальнейшем в качестве примера описывается электродвигатель, который представляет собой электромотор, а именно, электродвигатель переменного тока. Электродвигатель переменного тока конкретно представляет собой синхронный электродвигатель, а более конкретно представляет собой электродвигатель с возбуждением от постоянных магнитов. Этот тип электродвигателя надлежащим образом используется, например, в электротранспортном средстве и т.п.

Как показано на фиг. 1 и 2, электродвигатель 10 включает в себя статор 20, ротор 30, кожух 50 и вращательный вал 60. Статор 20 и ротор 30 размещаются в кожухе 50. Статор 20 крепится к кожуху 50.

В этом варианте осуществления, электродвигатель с внутренним ротором, в котором ротор 30 расположен в статоре 20, используется в качестве электродвигателя 10. Тем не менее, электродвигатель с внешним ротором, в котором ротор 30 расположен снаружи статора 20, также может использоваться в качестве электродвигателя 10. Дополнительно, в этом варианте осуществления, электродвигатель 10 представляет собой электродвигатель трехфазного переменного тока с 12-полюсами и 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 и обмотку (не показана).

Сердечник 21 статора включает в себя кольцевую часть 22 спинки сердечника и множество зубцовых частей 23. В дальнейшем в этом документе, осевое направление (направление центральной оси О сердечника 21 статора) сердечника 21 статора (части 22 спинки сердечника) называется "осевым направлением". Радиальное направление (направление, ортогональное к центральной оси О сердечника 21 статора) сердечника 21 статора (части 22 спинки сердечника) называется "радиальным направлением". Окружное направление (направление движения по орбите вокруг центральной оси О сердечника 21 статора) сердечника 21 статора (части 22 спинки сердечника) называется "окружным направлением".

Часть 22 спинки сердечника формируется в виде замкнутой кольцевой формы при виде сверху статора 20 при рассмотрении из осевого направления.

Множество зубцовых частей 23 выступают из части 22 спинки сердечника в радиальном направлении (к центральной оси О части 22 спинки сердечника в радиальном направлении). Множество зубцовых частей 23 размещены с равными интервалами в окружном направлении. В этом варианте осуществления, восемнадцать зубцовых частей 23 предусмотрены с интервалами центральных углов в 20° вокруг центральной оси О. Множество зубцовых частей 23 формируются чтобы иметь идентичную форму и идентичный размер.

Обмотка наматывается вокруг зубцовой части 23. Обмотка может представлять собой концентрированную обмотку или распределенную обмотку.

Ротор 30 располагается на внутренней стороне статора 20 (сердечника 21 статора) в радиальном направлении. Ротор 30 включает в себя сердечник 31 ротора и множество постоянных магнитов 32.

Сердечник 31 ротора имеет кольцевую форму (замкнутую кольцевую форму) с возможностью размещаться 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 этом варианте осуществления, набор из двух постоянных магнитов 32 формирует один магнитный полюс. Множество наборов постоянных магнитов 32 размещаются с равными интервалами в окружном направлении. В этом варианте осуществления, двенадцать наборов (двадцать четыре всего) постоянных магнитов 32 предоставляются с интервалами центральных углов в 30° вокруг центральной оси О.

В этом варианте осуществления, электродвигатель с внутренними постоянными магнитами используется в качестве электродвигателя с возбуждением постоянными магнитами.

Множество сквозных отверстий 33, проходящих через сердечник 31 ротора в осевом направлении, сформированы в сердечнике 31 ротора. Множество сквозных отверстий 33 предусмотрены таким образом, что они соответствуют множеству постоянных магнитов 32. Каждый постоянный магнит 32 прикреплен к сердечнику 31 ротора при расположении в соответствующем сквозном отверстии 33. Например, каждый постоянный магнит 32 прикрепляется к сердечнику 31 ротора, так что внешняя поверхность постоянного магнита 32 приклеивается к внутренней поверхности сквозного отверстия 33 посредством клея. Дополнительно, в качестве электродвигателя с возбуждением постоянными магнитами, электродвигатель с поверхностными постоянными магнитами может использоваться вместо электродвигателя с внутренними постоянными магнитами.

Как сердечник 21 статора, так и сердечник 31 ротора представляют собой шихтованные сердечники. Шихтованные сердечники формируются посредством укладки множества листов 40 электротехнической стали.

Дополнительно, толщина укладки каждого из сердечника 21 статора и сердечника 31 ротора, 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. 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 или внутренний диаметр сердечника 21 статора и толщина укладки, внешний диаметр или внутренний диаметр сердечника 31 ротора не ограничены этими значениями.

Здесь, внутренний диаметр сердечника 21 статора относится к вершине зубцовой части 23 сердечника 21 статора. Внутренний диаметр сердечника 21 статора представляет собой диаметр виртуальной окружности, вписываемой в вершины всех зубцовых частей 23.

Каждый из листов 40 электротехнической стали, формирующих сердечник 21 статора и сердечник 31 ротора, формируется, например, посредством вырубki листа электротехнической стали, служащего в качестве основного материала. Известные листы электротехнической стали могут использоваться в качестве листов 40 электротехнической стали. Химический состав листов 40 электротехнической стали не ограничен конкретным образом. В этом варианте осуществления, лист электротехнической стали без ориентированной зеренной структуры используется в качестве листа 40 электротехнической стали. В качестве листа электротехнической стали без ориентированной зеренной структуры, например, может использоваться полоса электротехнической стали без ориентированной зеренной структуры согласно JIS (Японским промышленным стандартам) C2552:2014.

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

Чтобы улучшать обрабатываемость листа электротехнической стали и потери в стали шихтованного сердечника, изоляционное покрытие обеспечивается на обеих поверхностях листа 40 электротехнической стали. В качестве материала, составляющего изоляционное покрытие, например, может применяться (1) неорганическое соединение, (2) органический полимер, (3) смесь неорганического соединения и органического полимера и подобное. Примеры неорганического соединения включают в себя (1) комплексное соединение бихромата и борной кислоты и (2) комплексное соединение фосфата и диоксида кремния и т.п. Примеры органического полимера включают в себя эпоксидную смолу, акриловую смолу, акрил-стирольную смолу, полиэфирную смолу, силиконовую смолу, фтористую смолу и т.п.

Чтобы обеспечивать изоляционные характеристики между листами 40 электротехнической стали, наслаиваемыми 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, эффект изоляции становится насыщенным по мере того, как изоляционное покрытие становится более толстым. Дополнительно, по мере того, как изоляционное покрытие становится более толстым, коэффициент заполнения уменьшается, и рабочие характеристики в качестве шихтованного сердечника ухудшаются. Таким образом, изоляционное покрытие должно быть максимально возможно тонким, с тем чтобы обеспечивать 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. Толщина изоляционного покрытия более предпочтительно составляет 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 становится насыщенным. Дополнительно, затраты на изготовление листа 40 электротехнической стали увеличиваются по мере того, как лист 40 электротехнической стали становится более тонким. Следовательно, толщина листа 40 электротехнической стали предпочтительно составляет 0,10 мм или больше с учетом эффекта улучшения потерь в стали и затрат на изготовление.

С другой стороны, когда лист 40 электротехнической стали является слишком толстым, обработка вырубкой листа 40 электротехнической стали становится затруднительной.

Следовательно, толщина листа 40 электротехнической стали предпочтительно составляет 0,65 мм или меньше с учетом обработки вырубкой листа 40 электротехнической стали.

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

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

Как показано на фиг. 3, множество листов 40 электротехнической стали, составляющих сердечник 21 статора, укладываются пакетом в направлении толщины. Направление толщины представляет собой направление толщины листа 40 электротехнической стали. Направление толщины соответствует направлению укладки листа 40 электротехнической стали. Дополнительно, зубцовая часть 23 не показана на фиг. 3 для удобства описания. Множество листов 40 электротехнической стали размещаются коаксиально с центральной осью О. Лист 40 электротехнической стали включает в себя часть 22 спинки сердечника и множество зубцовых частей 23.

В сердечнике 21 статора, зубцовые части 23 листов 40 электротехнической стали (на фиг. 3, листов электротехнической стали, расположенных в верхней концевой части 71 (первой концевой части) сердечника 21 статора в направлении укладки) (в дальнейшем в этом документе, называемых "первым комплектом 76 стальных листов"), расположенных на одной стороне снаружи в направлении укладки из множества листов 40 электротехнической стали, приклеивают друг к другу посредством клеевой части 41 (показана на фиг. 2), предусмотренной между зубцовыми частями 23 рядом друг с другом в направлении укладки.

Зубцовые части 23 листов 40 электротехнической стали, расположенных в верхней концевой части 71 сердечника 21 статора, закрепляются только посредством склеивания. Зубцовые части 23 листов 40 электротехнической стали, расположенных в верхней концевой части 71 сердечника 21 статора, не закрепляются посредством другого средства (например, крепления и т.п.). Таким образом, как показано на фиг. 2, поверхность 40а (первая поверхность) листа 40 электротехнической стали, расположенного в верхней концевой части 71 сердечника 21 статора, содержит область склеивания, содержащую клеевую часть 41, и область без склеивания, не содержащую клеевую часть 41.

Дополнительно, область склеивания листа 40 электротехнической стали, снабженная клеевой частью 41, означает область, который не разделяется и содержит отвержденный клей на первой поверхности 40а листа 40 электротехнической стали. Дополнительно, область без склеивания листа 40 электротехнической стали, не содержащая клеевую часть 41, означает область, в котором отвержденный клей не предусматривается в сплошном виде на первой поверхности 40а листа 40 электротехнической стали.

Дополнительно, в сердечнике 21 статора, зубцовые части 23 листов 40 электротехнической стали (на фиг. 3, листов электротехнической стали, расположенных в нижней концевой части 72 (второй концевой части) сердечника 21 статора в направлении укладки) (в дальнейшем в этом документе, называемых "вторым комплектом 77 стальных листов"), расположенных на другой стороне снаружи в направлении укладки, из множества листов 40 электротехнической стали, приклеивают друг к другу посредством клеевой части 41, предусмотренной между зубцовыми частями 23 рядом друг с другом в направлении укладки.

Зубцовые части 23 листов 40 электротехнической стали, расположенных в нижней концевой части 72 сердечника 21 статора, закрепляются только посредством приклеивания и не закрепляются посредством другого средства (например, крепления и т.п.). Таким образом, поверхность 40а (первая поверхность) листа 40 электротехнической стали, расположенного в нижней концевой части 72 сердечника 21 статора, содержит область склеивания, содержащую клеевую часть 41, и область без склеивания, не содержащую клеевую часть 41.

Дополнительно, в сердечнике 21 статора, зубцовые части 23 листов 40 электротехнической стали (на фиг. 3, листов электротехнической стали, расположенных в центральной части 73 сердечника 21 статора в направлении укладки) (в дальнейшем в этом документе, называемых "третьим комплектом 78 стальных листов"), расположенных в центральной части 73 в направлении укладки, из множества листов 40 электротехнической стали, не приклеивают друг к другу.

Как показано на фиг. 2, листы 40 электротехнической стали (зубцовые части 23 первого комплекта 76 стальных листов и зубцовые части 23 второго комплекта 77 стальных листов), расположенные в верхней концевой части 71 и нижней концевой части 72 сердечника 21 статора, не приклеивают друг к другу на всей поверхности. Эти листы 40 электротехнической стали локально приклеивают друг к другу в зубцовой части 23.

Здесь, клей, который не разделяется и отверждается между листами 40 электротехнической стали рядом друг с другом в направлении укладки, называется "одной клеевой частью 41".

В этом варианте осуществления, листы 40 электротехнической стали рядом друг с другом в направлении укладки приклеивают друг к другу посредством клеевой части 41 в восемнадцати отдельных позициях (в восемнадцати зубцовых частях 23) при виде сверху, когда лист 40 электротехнической стали рассматривается из направления укладки. Каждая клеевая часть 41 имеет форму полосы при взгляде сверху и располагается вдоль внешней формы зубцовой части 23.

Здесь, форма полосы также включает в себя форму, в которой ширина полосы изменяется в середине. Например, форма, в которой круглые точки являются непрерывными в одном направлении без разделения, также включается в форму полосы, проходящую в одном направлении.

Клеевая часть 41 располагается в центральной части поверхности 23а (плоскости), которая должна склеиваться, зубцовой части 23. Клеевая часть 41 проходит к внешнему периферийному краю непрерывно до части 22 спинки сердечника на поверхности 23а.

Поскольку зубцовая часть 23 склеивается посредством клеевой части 41, площадь склеивания (площадь связывания) может легко обеспечиваться по сравнению со случаем, в котором зубцовая часть 23 прикрепляется.

Число листов 40 электротехнической стали, составляющих верхнюю концевую часть 71 сердечника 21 статора, равно двум или больше. Число листов 40 электротехнической стали, составляющих нижнюю концевую часть 72 сердечника 21 статора, равно двум или больше. Число листов 40 электротехнической стали, составляющих центральную часть 73 сердечника 21 статора, равно двум или больше.

Число листов 40 электротехнической стали, составляющих центральную часть 73 сердечника 21 статора, предпочтительно превышает число листов 40 электротехнической стали, составляющих верхнюю концевую часть 71 сердечника 21 статора, и число листов 40 электротехнической стали, составляющих нижнюю концевую часть 72 сердечника 21 статора.

Таким образом, число листов 40 электротехнической стали, составляющих центральную часть 73 сердечника 21 статора, предпочтительно превышает число листов 40 электротехнической стали, составляющих верхнюю концевую часть 71 сердечника 21 статора. В таком случае, число листов 40 электротехнической стали, составляющих центральную часть 73 сердечника 21 статора, предпочтительно превышает число листов 40 электротехнической стали, составляющих нижнюю концевую часть 72 сердечника 21 статора.

Число листов 40 электротехнической стали, составляющих верхнюю концевую часть 71 сердечника 21 статора, предпочтительно является идентичным числу листов 40 электротехнической стали, составляющих нижнюю концевую часть 72 сердечника 21 статора.

Дополнительно, отношение числа листов 40 электротехнической стали, расположенных в верхней концевой части 71 сердечника 21 статора в направлении укладки, относительно общего числа (толщины) множества листов 40 электротехнической стали сердечника 21 статора, предпочтительно составляет 1% или больше и 10% или меньше. Это отношение более предпочтительно составляет 2% или больше и 8% или меньше и наиболее предпочтительно составляет 5%. Листы 40 электротехнической стали, расположенные в нижней концевой части 72 сердечника 21 статора в направлении укладки, также являются идентичными листам 40 электротехнической стали, расположенным в верхней концевой части 71 сердечника 21 статора в направлении укладки.

Клеевая часть 41 в верхней концевой части 71 и нижней концевой части 72 сердечника 21 статора предпочтительно предусматривается на всей поверхности плоскости (поверхности 23а, показанной на фиг. 2), приклеенной к зубцовой части 23 листа 40 электротехнической стали, как показано на фиг. 4. Таким образом, вся поверхность поверхности 23а зубцовой части 23 листа 40 электротехнической стали в верхней концевой части 71 и нижней концевой части 72 сердечника 21 статора предпочтительно является слоистой через клеевую часть 41.

Дополнительно, как показано на фиг. 5, клеевая часть 41 предпочтительно предусматривается на внешнем периферийном краю поверхности 23а зубцовой части 23. В этом примере, клеевая часть 41 не предусматривается в части внешнего периферийного края поверхности 23а. Эта часть представляет собой центральную часть в направлении прохождения внешнего периферийного края в части, соединенной с частью 22 спинки сердечника во внешнем периферийном краю.

Например, терморезактивный клей посредством полимерного связывания и т.п. используется в клеевой части 41. В качестве состава клея, применимой является (1) акриловая смола, (2) эпоксидная смола, (3) композиция из акриловой смолы и эпоксидной смолы и т.п.

В качестве клея, также может использоваться клей на основе радикальной полимеризации и т.п., в дополнение к терморезактивному клеящему материалу. С точки зрения производительности, отверждаемый при комнатной температуре (клеевой при комнатной температуре) клей является предпочтительным. Отверждаемый при комнатной температуре клей отверждается при 20-30°C. В настоящем описании изобретения, диапазон числовых значений, представленный посредством использования "-", означает диапазон, включающий в себя числовые значения до и после "-" в качестве нижнего предельного значения и верхнего предельного значения.

В качестве отверждаемого при комнатной температуре клея, акриловый клей является предпочтительным. В качестве характерного акрилового клея и т.п., известен акриловый клей второго поколения

(SGA). Все из анаэробного клея, мгновенного клея и эластомерсодержащего акрилового клея может использоваться при условии, что преимущества настоящего изобретения не исчезают.

Дополнительно, клей, упомянутый в данном документе, означает состояние перед отверждением. Когда клей отверждается, образуется клеевая часть 41.

Средний модуль E упругости при растяжении при комнатной температуре (20-30°C) клеевой части 41 задается в диапазоне 1500-4500 МПа. Когда средний модуль E упругости при растяжении клеевой части 41 меньше 1500 МПа, возникает проблема в том, что жесткость шихтованного сердечника уменьшается. Следовательно, нижнее предельное значение среднего модуля E упругости при растяжении клеевой части 41 задается равным 1500 МПа, а более предпочтительно 1800 МПа. Напротив, когда средний модуль E упругости при растяжении клеевой части 41 превышает 4500 МПа, возникает такая проблема, что изоляционное покрытие, сформированное на поверхности листа 40 электротехнической стали, отслаивается. Следовательно, верхнее предельное значение среднего модуля E упругости при растяжении клеевой части 41 задается равным 4500 МПа, а более предпочтительно 3650 МПа.

Дополнительно, средний модуль E упругости при растяжении измеряется посредством резонансного способа. В частности, модуль упругости при растяжении измеряется на основе JISR1602:1995.

Более конкретно, сначала подготавливается образец для измерений (не показана). Этот образец может получаться посредством приклеивания между двумя листами 40 электротехнической стали посредством клея для объекта для измерений и отверждения клея, с тем чтобы формировать клеевую часть 41. Когда клей имеет термореактивный тип, это отверждение выполняется посредством нагрева и создания повышенного давления при условиях нагрева и создания повышенного давления в фактической операции. С другой стороны, когда клей имеет отверждаемый при комнатной температуре тип, это отверждение выполняется посредством создания повышенного давления при комнатной температуре.

Затем модуль упругости при растяжении для этого образца измеряется посредством резонансного способа. Способ измерения модуля упругости при растяжении согласно резонансному способу выполняется на основе JISR1602:1995, как описано выше. Затем модуль упругости при растяжении только клеевой части 41 может получаться посредством удаления влияния самого листа 40 электротехнической стали из модуля упругости при растяжении (измеренного значения) образца посредством вычисления.

Модуль упругости при растяжении, полученный для образца таким образом, становится равным среднему значению всего сердечника 21 статора, который представляет собой шихтованный сердечник. Следовательно, 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 неизменным в позиции укладки в направлении укладки или в периферийной позиции вокруг центральной оси сердечника 21 статора. Следовательно, средний модуль E упругости при растяжении может задаваться равным значению, полученному посредством измерения отвержденной клеевой части 41 в верхней конечной позиции сердечника 21 статора.

В качестве способа склеивания с использованием термореактивного клея, например, может использоваться способ применения клея к листу 40 электротехнической стали и затем приклеивания клея посредством нагрева и/или укладки прессованием. Помимо этого, в качестве нагревательного средства, например, используется способ нагрева с использованием высокотемпературного бака или электрической печи либо способ прямой подачи питания. В качестве нагревательного средства, может использоваться любой способ.

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 насыщенной. Дополнительно, по мере того, как клеевая часть 41 становится толстой, поверхностный коэффициент уменьшается, и магнитные свойства, такие как потери в стали шихтованного сердечника, уменьшаются. Таким образом, толщина клеевой части 41 равна 1 мкм или больше и 100 мкм или меньше. Толщина клеевой части 41 более предпочтительно составляет 1 мкм или больше и 10 мкм или меньше.

В вышеприведенном описании, толщина клеевой части 41 означает среднюю толщину клеевой части 41.

Средняя толщина клеевой части 41 предпочтительно составляет 1,0 мкм или больше и 3,0 мкм или меньше. Когда средняя толщина клеевой части 41 меньше 1,0 мкм, достаточная сила склеивания не может обеспечиваться, как описано выше. Следовательно, нижнее предельное значение средней толщины клеевой части 41 составляет 1,0 мкм, а более предпочтительно 1,2 мкм. Напротив, когда средняя толщина клеевой части 41 становится большей 3,0 мкм, возникает такая проблема, что величина натяжения листа 40 электротехнической стали существенно увеличивается вследствие усадки во время затвердевания. Следовательно, верхнее предельное значение средней толщины клеевой части 41 составляет 3,0 мкм, а более предпочтительно 2,6 мкм.

Средняя толщина клеевой части 41 является средним значением сердечника 21 статора в целом. Средняя толщина клеевой части 41 является почти неизменной в позиции укладки в направлении укладки или периферийной позиции вокруг центральной оси сердечника 21 статора. Следовательно, средняя толщина клеевой части 41 может задаваться равной среднему значению из числовых значений, измеряемых в

десяти или более позиций в окружном направлении в верхней конечной позиции сердечника 21 статора.

Дополнительно, средняя толщина клеевой части 41 может регулироваться посредством изменения, например, применяемого количества клея. Дополнительно, средний модуль Е упругости при растяжении клеевой части 41 может регулироваться посредством изменения одного или обоих из условий нагрева и создания повышенного давления, применяемых во время склеивания, и типов отверждающего агента, например, в случае термореактивного клея.

Зубцовые части 23 множества листов 40 электротехнической стали, составляющих центральную часть 73 сердечника 21 статора, не прикрепляются (приклеиваются) друг к другу посредством клеевой части 41. Зубцовые части 23 не закрепляются (крепятся) друг к другу посредством крепления (шканта). Зубцовые части 23 не закрепляются (привариваются) друг к другу посредством сварки. Зубцовые части 23 не прикрепляются друг к другу посредством любого средства, такого как клеевая часть 41, крепление и сварка.

Дополнительно, части 22 спинки сердечника множества листов 40 электротехнической стали, составляющих центральную часть 73 сердечника 21 статора, не прикрепляются (приклеиваются) друг к другу посредством клеевой части 41. Части 22 спинки сердечника не закрепляются (крепятся) друг к другу посредством крепления (шканта). Части 22 спинки сердечника не закрепляются (привариваются) друг к другу посредством сварки. Части 22 спинки сердечника не прикрепляются друг к другу посредством любого средства, к примеру, клеевая часть 41, крепление или сварка.

Зубцовая часть 23 листа 40 электротехнической стали, составляющего верхнюю концевую часть 71 сердечника 21 статора, не закрепляется (крепится) к зубцовой части 23, которая находится рядом в направлении укладки, посредством крепления (шканта). Зубцовые части 23 не закрепляются (привариваются) друг к другу посредством сварки.

Часть 22 спинки сердечника листа 40 электротехнической стали, составляющего верхнюю концевую часть 71 сердечника 21 статора, может приклеиваться к части 22 спинки сердечника, которая находится рядом в направлении укладки, посредством клеевой части 41, предоставленной между частями 22 спинки сердечника рядом друг с другом в направлении укладки. Эти части 22 спинки сердечника могут не приклеиваться друг к другу. Дополнительно, часть 22 спинки сердечника листа 40 электротехнической стали, составляющего верхнюю концевую часть 71 сердечника 21 статора, может закрепляться посредством крепления (шканта) между частями 22 спинки сердечника рядом друг с другом в направлении укладки. Эти части 22 спинки сердечника могут не крепиться друг к другу. Дополнительно, часть 22 спинки сердечника листа 40 электротехнической стали, составляющего верхнюю концевую часть 71 сердечника 21 статора, может закрепляться посредством сварки между частями 22 спинки сердечника рядом друг с другом в направлении укладки. Эти части 22 спинки сердечника могут не привариваться друг к другу.

Зубцовая часть 23 листа 40 электротехнической стали, составляющего нижнюю концевую часть 72 сердечника 21 статора, не закрепляется (крепится) к зубцовой части 23, которая находится рядом в направлении укладки, посредством крепления (шканта). Зубцовые части 23 не закрепляются (привариваются) друг к другу посредством сварки.

Часть 22 спинки сердечника листа 40 электротехнической стали, составляющего нижнюю концевую часть 72 сердечника 21 статора, может склеиваться посредством клеевой части 41, предоставленной между частями 22 спинки сердечника рядом друг с другом в направлении укладки. Эти части 22 спинки сердечника могут не приклеиваться друг к другу. Дополнительно, часть 22 спинки сердечника листа 40 электротехнической стали, составляющего нижнюю концевую часть 72 сердечника 21 статора, может закрепляться посредством крепления (шканта) между частями 22 спинки сердечника рядом друг с другом в направлении укладки. Эти части 22 спинки сердечника могут не крепиться друг к другу. Дополнительно, часть 22 спинки сердечника листа 40 электротехнической стали, составляющего нижнюю концевую часть 72 сердечника 21 статора, может прикрепляться друг к другу посредством сварки между частями 22 спинки сердечника рядом друг с другом в направлении укладки. Эти части 22 спинки сердечника могут не привариваться друг к другу.

Дополнительно, в этом варианте осуществления, множество листов 40 электротехнической стали, составляющих сердечник 31 ротора, могут прикрепляться друг к другу посредством крепления 42 (шканта) (см. фиг. 1). Тем не менее, множество листов 40 электротехнической стали, составляющих сердечник 31 ротора, могут укладываться пакетом, при этом клеевая часть 41 размещается между ними.

Дополнительно, шихтованный сердечник, такой как сердечник 21 статора или сердечник 31 ротора, может формироваться посредством так называемой вращательной укладки.

Дополнительно, зубцовые части 23 листов 40 электротехнической стали, расположенных в верхней концевой части 71 и нижней концевой части 72 сердечника 21 статора в направлении укладки, приклеиваются друг к другу посредством клеевой части 41, предоставленной между зубцовыми частями 23 рядом друг с другом в направлении укладки. Поскольку зубцовые части 23 приклеиваются друг к другу посредством клеевой части 41, каждый из них поддерживается с постоянной формой.

С другой стороны, зубцовые части 23 листов 40 электротехнической стали, расположенных в центральной части 73 сердечника 21 статора в направлении укладки, размещаются посередине между ли-

тами 40 электротехнической стали, расположенными в верхней концевой части 71 и нижней концевой части 72 в направлении укладки сердечника 21 статора, поддерживаемого с постоянной формой. Следовательно, например, когда ось сердечника 21 статора располагается вдоль вертикального направления, зубцовые части 23 листов 40 электротехнической стали, расположенных в центральной части 73 сердечника 21 статора в направлении укладки, прижимаются вниз посредством веса зубцовых частей 23 листов 40 электротехнической стали, расположенных в верхней концевой части 71 сердечника 21 статора в направлении укладки. Таким образом, зубцовые части 23 листов 40 электротехнической стали, расположенных в центральной части 73 сердечника 21 статора в направлении укладки, поддерживаются с постоянной формой.

Сердечник 21 статора с вышеуказанной конфигурацией изготавливается так, как пояснено ниже.

Предварительно определенное число листов 40 электротехнической стали, в которых клей применяется к зубцовой части 23, укладываются пакетом, чтобы сформировать листы 40 электротехнической стали, расположенные в верхней концевой части 71 сердечника 21 статора в направлении укладки. Аналогично, предварительно определенное число листов 40 электротехнической стали, в которых клей применяется к зубцовой части 23, укладываются пакетом, чтобы сформировать листы 40 электротехнической стали, расположенные в нижней концевой части 72 сердечника 21 статора в направлении укладки. Когда отверждаемый при комнатной температуре клей используется, клей отверждается при комнатной температуре таким образом, что получается клеевая часть 41.

Предварительно определенное число листов 40 электротехнической стали, к которым не применяется клей, укладываются пакетом, чтобы сформировать листы 40 электротехнической стали, расположенные в центральной части 73 сердечника 21 статора в направлении укладки.

Листы 40 электротехнической стали, расположенные в центральной части 73 сердечника 21 статора в направлении укладки, размещаются посередине в направлении укладки между листами 40 электротехнической стали, расположенными в верхней концевой части 71 и нижней концевой части 72 сердечника 21 статора в направлении укладки.

За счет вышеуказанных этапов изготавливается сердечник 21 статора.

В изготовленном сердечнике 21 статора, предпочтительно более надежно поддерживать форму сердечника 21 статора посредством размещения посередине части 22 спинки сердечника с обеих сторон в направлении укладки, например, посредством зажима (не показан).

Когда обмотка обматывается вокруг зубцовой части 23 сердечника 21 статора, поддерживаемого с постоянной формой посредством зажима, статор 20 изготавливается. Даже когда зажим удаляется из статора 20, форма сердечника 21 статора более надежно поддерживается посредством обмотки.

Электродвигатель 10 может вращаться при частоте вращения в 1000 об/мин, например, посредством приложения тока возбуждения, имеющего эффективное значение в 10 А и частоту в 100 Гц, к каждой фазе.

Обычно, клей усаживается во время отверждения. Следовательно, механическое напряжение при сжатии прикладывается к листу 40 электротехнической стали по мере того, как клей отверждается. Когда механическое напряжение при сжатии прикладывается, натяжение формируется в листе 40 электротехнической стали. Когда натяжение формируется, потери в стали сердечника 21 статора увеличиваются. В этом случае, возникает риск того, что магнитные свойства сердечника 21 статора могут снижаться.

В сердечнике 21 статора в вышеуказанном варианте осуществления, зубцовые части 23 листов 40 электротехнической стали, расположенных в центральной части 73 (третьего комплекта 78 стальных листов) в направлении укладки, из множества листов 40 электротехнической стали, не приклеиваются друг к другу. Следовательно, можно подавлять формирование натяжения в зубцовых частях 23 листов 40 электротехнической стали, расположенных в центральной части 73 в направлении укладки. Таким образом, можно улучшать магнитные свойства сердечника 21 статора по сравнению со случаем, в котором зубцовые части всех листов электротехнической стали, включающие в себя зубцовые части в центральной части в направлении укладки, приклеиваются друг к другу.

С другой стороны, только зубцовые части 23 множества листов 40 электротехнической стали в верхней концевой части 71 сердечника 21 статора (первого комплекта 76 стальных листов) и нижней концевой части 72 (второго комплекта 77 стальных листов) приклеиваются друг к другу. Следовательно, можно подавлять вспучивание (коробление) зубцовых частей 23 листов 40 электротехнической стали, составляющих верхнюю концевую часть 71 и нижнюю концевую часть 72 сердечника 21 статора, например, по сравнению со случаем, в котором зубцовые части всех листов электротехнической стали, включающие в себя зубцовые части с одной стороны и с другой стороны сердечника статора в направлении укладки, не приклеиваются друг к другу. Таким образом, можно улучшать магнитные свойства сердечника 21 статора.

Дополнительно, зубцовые части 23 листов 40 электротехнической стали, расположенных в верхней концевой части 71 и нижней концевой части 72 сердечника 21 статора во множестве листов 40 электротехнической стали, приклеиваются друг к другу. С другой стороны, зубцовые части 23 листов 40 электротехнической стали, расположенных в центральной части 73 в направлении укладки, из множества листов 40 электротехнической стали, не приклеиваются друг к другу. Соответственно, поскольку сердечник 21 статора может отделяться в направлении укладки посредством листов 40 электротехнической

стали, расположенных в центральной части 73 в направлении укладки, сердечник 21 статора не формирует выполненную как единое целое конструкцию.

Обычно, в выполненной как единое целое конструкции, резонансная частота определяется в качестве постоянного значения. С другой стороны, в не выполненной как единое целое конструкции, резонансная частота не определяется в качестве постоянного значения, и конструкция с меньшей вероятностью должна резонировать. Таким образом, сердечник 21 статора этого варианта осуществления может демонстрировать эффект подавления резонанса.

В сердечнике 21 статора (шихтованном сердечнике) согласно этому варианту осуществления, число листов 40 электротехнической стали, составляющих центральную часть 73 сердечника 21 статора, превышает число листов 40 электротехнической стали, составляющих верхнюю концевую часть 71 сердечника 21 статора. Дополнительно, число листов 40 электротехнической стали, составляющих центральную часть 73 сердечника 21 статора, превышает число листов 40 электротехнической стали, составляющих нижнюю концевую часть 72 сердечника 21 статора.

Обычно, натяжение вследствие усадки клея не формируется в зубцовых частях, которые не приклеиваются друг к другу посредством клея. С другой стороны, натяжение вследствие усадки клея формируется в зубцовых частях, которые приклеиваются друг к другу посредством клея. В сердечнике 21 статора согласно этому варианту осуществления, число зубцовых частей 23 без натяжения превышает число зубцовых частей 23 с натяжением, расположенных в верхней концевой части 71 и нижней концевой части 72 в направлении укладки. Таким образом, можно уменьшать натяжение, сформированное во всем сердечнике 21 статора.

В сердечнике 21 статора (шихтованном сердечнике) согласно этому варианту осуществления, число листов 40 электротехнической стали, составляющих верхнюю концевую часть 71 сердечника 21 статора, является идентичным числу листов 40 электротехнической стали, составляющих нижнюю концевую часть 72 сердечника 21 статора. Таким образом, верхняя концевая часть 71 и нижняя концевая часть 72 сердечника 21 статора имеют идентичную толщину. Дополнительно, верхняя концевая часть 71 и нижняя концевая часть 72 сердечника 21 статора также имеют идентичную величину натяжения. Соответственно, можно подавлять неравномерность натяжения, сформированную во всем сердечнике 21 статора.

Отношение числа листов 40 электротехнической стали, расположенных в верхней концевой части 71 сердечника 21 статора в направлении укладки, относительно общего числа из множества листов 40 электротехнической стали сердечника 21 статора равно 1% или больше и 10% или меньше. Когда отношение меньше 1%, сила склеивания клеевой части 41, позволяющая зубцовым частям 23 верхней концевой части 71 сердечника 21 статора в направлении укладки приклеиваться друг к другу, снижается. Следовательно, затруднительно поддерживать форму сердечника 21 статора в целом. С другой стороны, когда отношение превышает 10%, сила склеивания клеевой части 41, позволяющая зубцовым частям 23 верхней концевой части 71 в направлении укладки приклеиваться друг к другу, становится насыщенной. Когда это отношение равно 1% или больше и 10% или меньше, можно поддерживать форму сердечника 21 статора в целом при снижении количества клеевой части 41, используемого для приклеивания зубцовых частей 23. Это отношение более предпочтительно составляет 2% или больше и 8% или меньше.

В сердечнике 21 статора (шихтованном сердечнике) согласно этому варианту осуществления, клеевая часть 41 предусматривается на всей поверхности плоскости (поверхности 23а) в зубцовой части 23 листа 40 электротехнической стали в верхней концевой части 71 и нижней концевой части 72 сердечника 21 статора. Соответственно, можно подавлять неравномерность натяжения, сформированную в зубцовой части 23 вследствие клеевой части 41. Таким образом, можно подавлять неравномерность натяжения, сформированного во всем сердечнике 21 статора.

В сердечнике 21 статора (шихтованном сердечнике) согласно этому варианту осуществления, клеевая часть 41 в верхней концевой части 71 и нижней концевой части 72 сердечника 21 статора предусматривается на внешнем периферийном краю поверхности 23а зубцовой части 23 листа 40 электротехнической стали. Таким образом, можно подавлять разделение между внешними периферийными краями склеиваемых зубцовых частей 23 и рядом друг с другом в направлении укладки.

Обычно, когда зубцовые части и части спинки сердечника крепятся или привариваются друг к другу, межслойное короткое замыкание возникает в зубцовых частях и частях спинки сердечника.

В сердечнике 21 статора (шихтованном сердечнике) согласно этому варианту осуществления, зубцовые части 23 листов 40 электротехнической стали, расположенных в центральной части 73 сердечника 21 статора, не крепятся и привариваются друг к другу. В таком случае, части 22 спинки сердечника листов 40 электротехнической стали, расположенных в центральной части 73 сердечника 21 статора, не приклеиваются, крепятся и привариваются друг к другу.

Поскольку зубцовая часть 23 и часть 22 спинки сердечника не крепятся и привариваются друг к другу, можно подавлять межслойное короткое замыкание, возникающее между зубцовой частью 23 и частью 22 спинки сердечника листов 40 электротехнической стали, расположенных в центральной части 73 в направлении укладки.

Дополнительно, поскольку части 22 спинки сердечника не приклеиваются друг к другу, можно уменьшать натяжение, сформированное в частях 22 спинки сердечника листов 40 электротехнической

стали, расположенных в центральной части 73 в направлении укладки.

В сердечнике 21 статора (шихтованном сердечнике) согласно этому варианту осуществления, зубцовые части 23 листов 40 электротехнической стали в верхней концевой части 71 сердечника 21 статора не крепятся и привариваются друг к другу. В таком случае, части 22 спинки сердечника листов 40 электротехнической стали в верхней концевой части 71 сердечника 21 статора могут не приклеиваться, крепиться и привариваться друг к другу.

В этом случае, поскольку зубцовая часть 23 и часть 22 спинки сердечника не крепятся и привариваются друг к другу, можно подавлять межслойное короткое замыкание, возникающее в зубцовой части 23 и части 22 спинки сердечника в верхней концевой части 71 сердечника 21 статора.

Дополнительно, поскольку части 22 спинки сердечника не приклеиваются друг к другу, натяжение, сформированное в части 22 спинки сердечника в верхней концевой части 71 сердечника 21 статора, может уменьшаться.

Поскольку электродвигатель 10 согласно этому варианту осуществления включает в себя сердечник 21 статора согласно этому варианту осуществления, можно улучшать магнитные свойства электродвигателя 10.

Дополнительно, объем настоящего изобретения не ограничен вышеуказанным вариантом осуществления и может модифицироваться в различные формы в диапазоне без отступления от сущности настоящего изобретения.

Например, форма сердечника статора не ограничена формой, показанной в вышеуказанном варианте осуществления. В частности, размеры внешнего диаметра и внутреннего диаметра сердечника статора, толщина укладки, число прорезей, отношение размеров между окружным направлением и радиальным направлением зубцовой части, отношение размеров между зубцовой частью и частью спинки сердечника в радиальном направлении и т.п. могут произвольно рассчитываться согласно характеристике требуемого электродвигателя.

В роторе вышеуказанного варианта 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.

Зубцовые части 23 листов 40 электротехнической стали, расположенных в центральной части 73 сердечника 21 статора в направлении укладки, могут крепиться к зубцовым частям 23, которые находятся рядом в направлении укладки. Эта зубцовая часть 23 может привариваться к зубцовой части 23, которая находится рядом в направлении укладки.

Части 22 спинки сердечника листов 40 электротехнической стали, расположенных в центральной части 73 сердечника 21 статора в направлении укладки, могут приклеиваться к частям 22 спинки сердечника, которые находятся рядом в направлении укладки. Эта часть 22 спинки сердечника может крепиться к части 22 спинки сердечника, которая находится рядом в направлении укладки. Эта часть 22 спинки сердечника может привариваться к части 22 спинки сердечника, которая находится рядом в направлении укладки.

Зубцовые части 23 листов 40 электротехнической стали, расположенных в верхней концевой части 71 сердечника 21 статора в направлении укладки, могут крепиться к зубцовым частям 23, которые находятся рядом в направлении укладки. Эта зубцовая часть 23 может привариваться к зубцовой части 23, которая находится рядом в направлении укладки.

Зубцовые части 23 листов 40 электротехнической стали, расположенных в нижней концевой части 72 сердечника 21 статора в направлении укладки, могут крепиться к зубцовым частям 23, которые находятся рядом в направлении укладки. Эта зубцовая часть 23 может привариваться к зубцовой части 23, которая находится рядом в направлении укладки.

В вышеуказанном варианте осуществления, описывается пример, в котором электродвигатель представляет собой электродвигатель с возбуждением постоянными магнитами, но конструкция электродвигателя не ограничена этим, как показано ниже. Конструкция электродвигателя дополнительно может использовать различные известные конструкции (не показаны ниже).

В вышеуказанном варианте осуществления, описывается пример, в котором синхронный электродвигатель представляет собой электродвигатель с возбуждением постоянными магнитами. Тем не менее, настоящее изобретение не ограничено этим. Например, электродвигатель может представлять собой реактивный электродвигатель или электродвигатель на электромагнитном поле (двухобмоточный электродвигатель).

В вышеуказанном варианте осуществления, описывается пример, в котором электродвигатель переменного тока представляет собой синхронный электродвигатель. Тем не менее, настоящее изобретение не ограничено этим. Например, электродвигатель может представлять собой асинхронный электродвигатель.

В вышеуказанном варианте осуществления, описывается пример, в котором электродвигатель представляет собой электродвигатель переменного тока. Тем не менее, настоящее изобретение не ограничено этим. Например, электродвигатель может представлять собой электродвигатель постоянного тока.

В вышеуказанном варианте осуществления, описывается пример, в котором электродвигатель пред-

ставляет собой электромотор. Тем не менее, настоящее изобретение не ограничено этим. Например, электродвигатель может представлять собой генератор.

В вышеописанном варианте осуществления, примерно проиллюстрирован случай, в котором шихтованный сердечник согласно настоящему изобретению применяется к сердечнику статора. Шихтованный сердечник согласно настоящему изобретению также может применяться к сердечнику ротора.

Помимо этого, можно заменять компоненты в вышеуказанном варианте осуществления известными компонентами надлежащим образом без отступления от сущности настоящего изобретения. Дополнительно, вышеуказанные модифицированные примеры могут надлежащим образом комбинироваться друг с другом.

Промышленная применимость

Согласно настоящему изобретению, можно предоставлять шихтованный сердечник, имеющий улучшенные магнитные свойства, и электродвигатель, включающий в себя шихтованный сердечник. Таким образом, промышленная применимость является широкой.

Краткое описание ссылок с номерами:

- 10 - электродвигатель;
- 20 - статор;
- 21 - сердечник статора (шихтованный сердечник);
- 22 - часть спинки сердечника;
- 23 - зубцовая часть;
- 23а - поверхность (плоскость);
- 30 - ротор;
- 31 - сердечник ротора (шихтованный сердечник);
- 32 - постоянный магнит;
- 33 - сквозное отверстие;
- 40 - лист электротехнической стали;
- 41 - клеевая часть;
- 50 - корпус;
- 60 - вращательный вал.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Шихтованный сердечник, содержащий множество листов электротехнической стали, уложенных пакетом в направлении толщины, при этом лист электротехнической стали включает в себя кольцевую часть спинки сердечника и множество зубцовых частей, выступающих из части спинки сердечника в радиальном направлении и размещенных с интервалами в окружном направлении части спинки сердечника, при этом, из множества листов электротехнической стали, зубцовые части листов электротехнической стали, расположенных на одной стороне снаружи в направлении укладки, склеены друг с другом посредством клеевой части, размещенной между зубцовыми частями рядом друг с другом в направлении укладки, зубцовые части листов электротехнической стали, расположенных на другой стороне снаружи в направлении укладки, приклеиваются друг к другу посредством клеевой части, размещенной между зубцовыми частями рядом друг с другом в направлении укладки, и зубцовые части листов электротехнической стали, расположенных в центральной части в направлении укладки, не приклеены друг к другу, при этом число листов электротехнической стали, расположенных на одной стороне снаружи в направлении укладки, равно двум или больше, число листов электротехнической стали, расположенных на другой стороне снаружи в направлении укладки, равно двум или больше, и число листов электротехнической стали, расположенных в центральной части в направлении укладки, равно двум или больше.
2. Шихтованный сердечник по п.1, в котором число листов электротехнической стали, расположенных в центральной части в направлении укладки, превышает число листов электротехнической стали, расположенных на одной стороне снаружи в направлении укладки, и число листов электротехнической стали, расположенных на другой стороне снаружи в направлении укладки.
3. Шихтованный сердечник по п.1 или 2, в котором число листов электротехнической стали, расположенных на одной стороне снаружи в направлении укладки, является идентичным числу листов электротехнической стали, расположенных на другой стороне снаружи в направлении укладки.
4. Шихтованный сердечник по любому из пп.1-3, в котором отношение числа листов электротехнической стали, расположенных на одной стороне снаружи в направлении укладки, относительно общего числа из множества листов электротехнической стали шихтованного сердечника, равно 1% или больше и 10% или меньше.
5. Шихтованный сердечник по любому из пп.1-4, в котором клеевая часть размещается на всей поверхности плоскости, которая должна склеиваться в зубцовой части.

6. Шихтованный сердечник по любому из пп.1-4, в котором клеевая часть размещается на внешнем периферийном краю плоскости, которая должна склеиваться в зубцовой части.

7. Шихтованный сердечник по любому из пп.1-6, в котором зубцовые части листов электротехнической стали, расположенных в центральной части в направлении укладки, не крепятся и привариваются друг к другу, и

при этом части спинки сердечника листов электротехнической стали, расположенных в центральной части в направлении укладки, не приклеиваются, крепятся и привариваются друг к другу.

8. Шихтованный сердечник по любому из пп.1-7, в котором зубцовые части листов электротехнической стали, расположенных на одной стороне снаружи в направлении укладки, не крепятся и привариваются к зубцовым частям, которые находятся рядом в направлении укладки, и

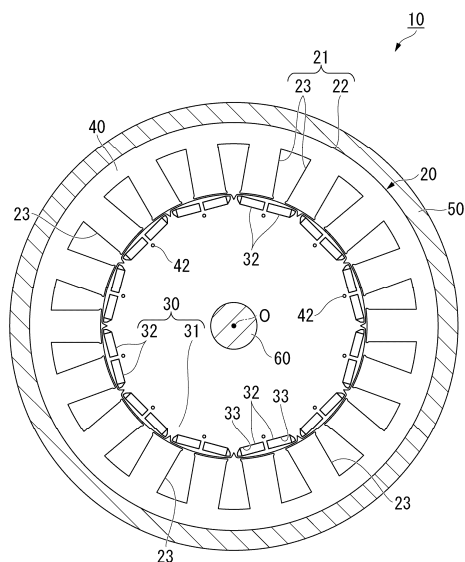
при этом части спинки сердечника листов электротехнической стали, расположенных на одной стороне снаружи в направлении укладки, не приклеиваются, крепятся и привариваются к частям спинки сердечника рядом в направлении укладки.

9. Шихтованный сердечник по любому из пп.1-8, в котором средняя толщина клеевой части составляет 1,0-3,0 мкм.

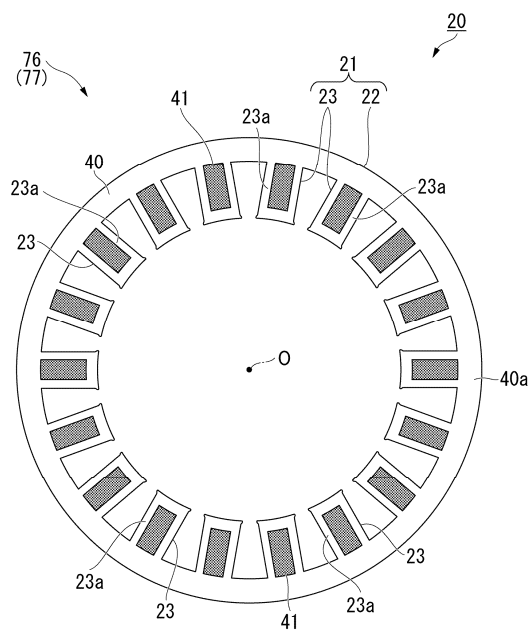
10. Шихтованный сердечник по любому из пп.1-9, в котором средний модуль E упругости при растяжении клеевой части составляет 1500-4500 МПа.

11. Шихтованный сердечник по любому из пп.1-10, в котором клеевая часть представляет собой адгезивный при комнатной температуре клей на акриловой основе, включающий в себя SGA, изготовленный из эластомерсодержащего клея на акриловой основе.

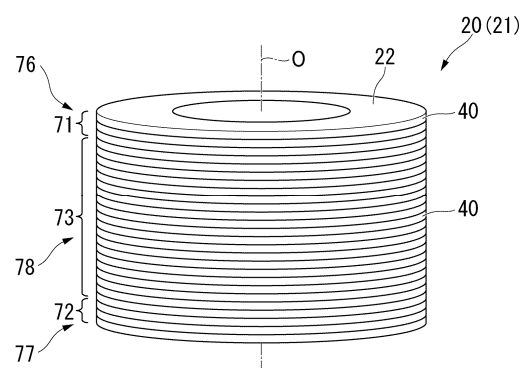
12. Электродвигатель, содержащий шихтованный сердечник по любому из пп.1-11.



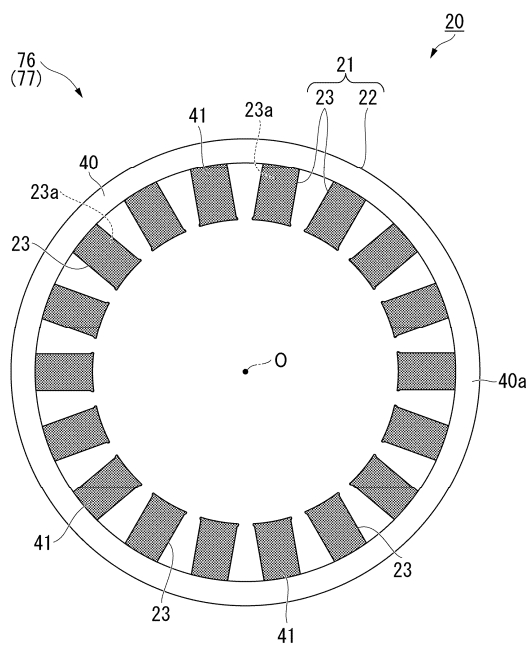
Фиг. 1



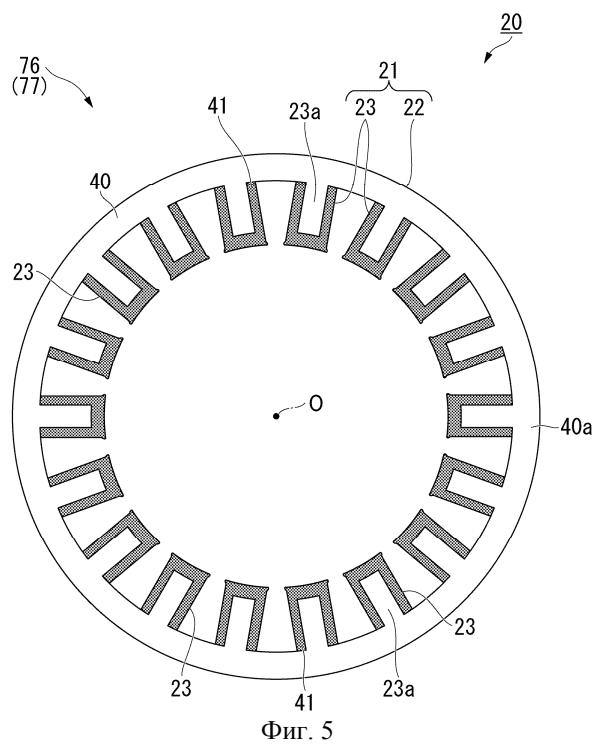
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Евразийская патентная организация, ЕАПВ
Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2