

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **042738**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2023.03.21**

(21) Номер заявки  
**202192067**

(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) **2018-235862**

(32) **2018.12.17**

(33) **JP**

(43) **2021.11.18**

(86) **PCT/JP2019/049287**

(87) **WO 2020/129937 2020.06.25**

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

(72) Изобретатель:  
**Охсуги Ясуо, Хираяма Рюи, Такеда  
Кадзутоси (JP)**

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

(56) JP-A-2015136228  
JP-A-2005268589  
JP-A-2018061319  
JP-A-200050539  
JP-A-201123523  
JP-A-2003219585

---

(57) Шихтованный сердечник включает в себя множество электротехнических стальных листов, уложенных друг на друга в направлении по толщине, причем электротехнический стальной лист включает в себя кольцевую часть спинки сердечника и множество зубчатых частей, которые выступают из части спинки сердечника в радиальном направлении и расположены с интервалами в окружном направлении части спинки сердечника, на соответствующем зубчатой части участке части спинки сердечника предусмотрена крепежная часть, а в зубчатой части предусмотрена клеевая часть.

---

**B1**

**042738**

**042738  
B1**

### **Область техники**

Настоящее изобретение относится к шихтованному сердечнику и электродвигателю. Приоритет испрашивается по заявке на патент Японии № 2018-235862, поданной 17 декабря 2018 г., содержание которой включено в настоящий документ по ссылке.

### **Предпосылки изобретения**

В уровне техники известен шихтованный сердечник, описанный в нижеприведенном патентном документе 1. В этом шихтованном сердечнике смежные в направлении укладки листы электротехнической стали приклеены друг к другу слоем клея.

### **Список литературы**

#### **Патентные документы**

Патентный документ 1: Японская нерассмотренная патентная заявка, первая публикация № 2006-353001

### **Сущность изобретения**

#### **Проблемы, решаемые изобретением**

Существует потребность в усовершенствовании магнитных свойств шихтованного сердечника предшествующего уровня техники.

Настоящее изобретение было создано с учетом вышеописанных обстоятельств, и задача настоящего изобретения состоит в том, чтобы улучшить магнитные свойства.

#### **Средства решения проблемы**

Для того, чтобы решить вышеописанные проблемы, настоящее изобретение предлагает следующие средства.

(1) Первый аспект настоящего изобретения представляет собой шихтованный сердечник, который включает в себя множество листов электротехнической стали, уложенных друг на друга в направлении по толщине, причем лист электротехнической стали включает в себя кольцевую часть спинки сердечника и множество зубчатых частей, которые выступают из части спинки сердечника в радиальном направлении и расположены с интервалами в окружном направлении части спинки сердечника, при этом на соответствующем зубчатой части участке части спинки сердечника предусмотрена крепежная часть, и при этом в зубчатой части предусмотрена клеевая часть. В общем, область части спинки сердечника, не соответствующая какой-либо из зубчатых частей (область между смежными зубчатыми частями), является путем магнитного потока (магнитопроводом). В соответствии с этой конфигурацией при обеспечении крепежной части на участке части спинки сердечника, соответствующем зубчатой части, труднее блокировать магнитную цепь по сравнению со случаем, в котором крепежная часть предусмотрена на пути магнитного потока (в магнитопроводе). То есть, на соответствующем зубчатой части участке части спинки сердечника магнитный поток (магнитная цепь), образующийся в зубчатой части, разветвляется в обе стороны от нее в окружном направлении. Поэтому маловероятно, что крепежная часть, предусмотренная на этом участке, будет влиять на магнитную цепь. В результате магнитные потери, возникающие в сердечнике статора, могут быть уменьшены, и магнитные свойства шихтованного сердечника могут быть улучшены.

(2) В шихтованном сердечнике по пункту (1) зубчатые части могут иметь первую зубчатую часть, в которой предусмотрена клеевая часть, и вторую зубчатую часть, в которой клеевая часть не предусмотрена. Обычно клей дает усадку во время отверждения. Поэтому, когда на листе электротехнической стали имеется клей, к листу электротехнической стали прикладывается сжимающее напряжение по мере отверждения клея. При приложении сжимающего напряжения в листе электротехнической стали возникает деформация. В соответствии с этой конфигурацией клеевая часть предусмотрена в первой зубчатой части, но не предусмотрена во второй зубчатой части. Поэтому деформация из-за отверждения клея не возникает во вторых зубчатых частях. Поэтому можно сделать меньшей деформацию, возникающую во всем шихтованном сердечнике.

Если все зубчатые части прикреплены друг к другу клеем, возникает деформация из-за имеющегося на всех зубчатых частях клея. Если деформация возникает во всех зубчатых частях, имеет место опасение, что возникающие в сердечнике статора магнитные потери могут увеличиться. Поэтому только некоторые зубчатые части крепятся клеем. Соответственно, можно сделать меньшей деформацию, возникающую во всем сердечнике статора.

Кроме того, в первой зубчатой части, в которой предусмотрена клеевая часть, первая зубчатая часть приклеена, а значит, подъем первой зубчатой части не происходит. Если обмотка наматывается вокруг поднятых зубчатых частей, поднятая зубчатая часть деформируется обмоткой, и обмотка прикладывает напряжение к зубчатой части. Поэтому можно подавить приложение напряжения из-за обмотки к первой зубчатой части и влияние этого напряжения на магнитное поле. Однако в первой зубчатой части возникает сжимающее напряжение из-за клеевой части. С другой стороны, сжимающее напряжение не возникает во второй зубчатой части, в которой не предусмотрена клеевая часть. Однако подъем происходит во второй зубчатой части, а значит, напряжение из-за обмотки прикладывается ко второй зубчатой части. В соответствии с этой конфигурацией зубчатые части имеют первые зубчатые части и вторые зубчатые части. Поэтому сжимающее напряжение и напряжение из-за обмотки можно подавить и уравновесить.

Поэтому возможно обеспечить шихтованный сердечник с высокими характеристиками, в котором дополнительно улучшены магнитные свойства.

(3) В шихтованном сердечнике по пункту (2) первые зубчатые части и вторые зубчатые части могут быть расположены поочередно в окружном направлении. В соответствии с этой конфигурацией первые зубчатые части, к которым прикладывается сжимающее напряжение, но в которых напряжение из-за обмотки подавлено, и вторые зубчатые части, в которых сжимающее напряжение отсутствует, но к которым прикладывается напряжение из-за обмотки, располагаются поочередно. Поэтому оба напряжения могут подавляться хорошо сбалансированным образом.

(4) В шихтованном сердечнике по пункту (2) или (3) крепежная часть может быть предусмотрена в части спинки сердечника, соответствующей первым зубчатым частям. В общем, когда крепежные части предусматриваются на листе электротехнической стали, лист электротехнической стали деформируется, а значит, в листе электротехнической стали возникает деформация. Если крепежная часть предусматривается в части спинки сердечника, соответствующей всем зубчатым частям, есть опасение, что возникающие в шихтованном сердечнике магнитные потери могут увеличиться. Поэтому крепежная часть предусматривается только в части спинки сердечника, соответствующей первой зубчатой части, которая является частью зубчатых частей. Соответственно можно сделать меньшей деформацию, возникающую во всем шихтованном сердечнике.

(5) В шихтованном сердечнике по пункту (2) или (3) крепежная часть может быть предусмотрена в части спинки сердечника, соответствующей второй зубчатой части. Если крепежная часть обеспечивается в части спинки сердечника, соответствующей всем зубчатым частям, есть опасение, что возникающие в шихтованном сердечнике магнитные потери могут увеличиться. Поэтому крепежные части предусматриваются только в части спинки сердечника, соответствующей второй зубчатой части, которая является частью зубчатых частей. Соответственно, можно сделать меньшей деформацию, возникающую во всем шихтованном сердечнике.

(6) В шихтованном сердечнике по любому из пунктов (1)-(5) средняя толщина клеевых частей может составлять от 1,0 до 3,0 мкм.

(7) В шихтованном сердечнике по любому из пунктов (1)-(6) средний модуль упругости на растяжение E клеевых частей может составлять от 1500 до 4500 МПа.

(8) В шихтованном сердечнике по любому из пунктов (1)-(7) клеевая часть может представлять собой отверждающийся при комнатной температуре клей на акриловой основе, содержащий акриловый клей второго поколения (SGA), включающий эластомерсодержащий клей на акриловой основе.

(9) Вторым аспектом настоящего изобретения является электродвигатель, содержащий шихтованный сердечник по любому из пунктов (1)-(8). В соответствии с этой конфигурацией можно улучшить магнитные свойства электродвигателя.

#### **Эффекты изобретения**

В соответствии с настоящим изобретением можно улучшить магнитные свойства.

#### **Краткое описание чертежей**

Фиг. 1 - вид в разрезе электродвигателя в соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 2 - вид сверху статора, входящего в состав электродвигателя, показанного на фиг. 1.

Фиг. 3 - вид сбоку шихтованного сердечника в соответствии с первым вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 4 - вид сверху первой поверхности листа электротехнической стали в шихтованном сердечнике в соответствии с первым вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 5 - вид сверху первой поверхности листа электротехнической стали в шихтованном сердечнике в соответствии со вторым вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 6 - вид сверху первой поверхности листа электротехнической стали в шихтованном сердечнике в соответствии с третьим вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 7 - вид сверху первой поверхности листа электротехнической стали в шихтованном сердечнике в соответствии с четвертым вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 8 - вид сверху первой поверхности листа электротехнической стали в шихтованном сердечнике в соответствии со сравнительным примером.

Фиг. 9 - диаграмма, показывающая относительные значения магнитных потерь в шихтованных сердечниках примеров 1-4 в том случае, когда магнитные потери шихтованного сердечника сравнительного примера приняты за 1.

#### **Варианты осуществления изобретения**

Далее со ссылкой на чертежи будет описан электродвигатель в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. В настоящем варианте осуществления в качестве примера электродвигателя будет описан двигатель, в частности двигатель переменного тока. Электродвигатель переменного тока более конкретно является синхронным двигателем, а более конкретно электродвигателем с постоянными магнитами. Этот тип двигателя подходящим образом используется, например, для электрического транспортного средства (электромобиля) и т.п.

Как показано на фиг. 1 и 2, электродвигатель 10 включает в себя статор 20, ротор 30, корпус 50 и вращающийся вал 60. Статор 20 и ротор 30 размещены в корпусе 50. Статор 20 прикреплен к корпусу 50. В настоящем варианте осуществления в качестве электродвигателя 10 используется электродвигатель с внутренним ротором, в котором ротор 30 располагается внутри статора 20. Однако в качестве электродвигателя 10 может использоваться электродвигатель с внешним ротором, в котором ротор 30 располагается снаружи статора 20. Кроме того, в настоящем варианте осуществления электродвигатель 10 является трехфазным электродвигателем переменного тока с двенадцатью полюсами и восемнадцатью пазами. Однако, например, число полюсов, число пазов, число фаз и т.п. может быть изменено подходящим образом.

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 зубчатых частей 23. Часть 22 спинки сердечника является областью, окруженной внешним окружным краем 22а части спинки сердечника и внутренним окружным краем 22b части спинки сердечника (пунктирной линией, показанной на фиг. 2). В дальнейшем осевое направление сердечника 21 статора (части 22 спинки сердечника) (направление центральной оси О сердечника 21 статора) упоминается как осевое направление. Радиальное направление сердечника 21 статора (части 22 спинки сердечника) (направление, ортогональное центральной оси О сердечника 21 статора) упоминается как радиальное направление. Окружное направление сердечника 21 статора (части 22 спинки сердечника) (направление вращения вокруг центральной оси О сердечника 21 статора) упоминается как окружное направление.

Часть 22 спинки сердечника выполнена круглой формы на виде сверху статора 20 в осевом направлении. Например, зубчатая часть 23 имеет прямоугольную форму на виде сверху. Множество зубчатых частей 23 выступают из части 22 спинки сердечника в радиальном направлении (к центральной оси О части 22 спинки сердечника в радиальном направлении). Множество зубчатых частей 23 расположены с равными интервалами в окружном направлении. В настоящем варианте осуществления предусмотрено восемнадцать зубчатых частей 23 через каждые  $20^\circ$  в терминах центрального угла с центральной осью О в качестве центра. Множество зубчатых частей 23 выполнены имеющими одинаковую форму и одинаковый размер. Обмотка намотана вокруг зубчатых частей 23. Обмотка может быть концентрированной обмоткой или распределенной обмоткой.

Ротор 30 расположен внутри статора 20 (сердечника 21 статора) в радиальном направлении. Ротор 30 включает в себя сердечник 31 ротора и множество постоянных магнитов 32. Сердечник 31 ротора расположен коаксиально со статором 20, образуя кольцевую форму (круглую форму). Вращающийся вал 60 располагается в сердечнике 31 ротора. Вращающийся вал 60 прикреплен к сердечнику 31 ротора. Множество постоянных магнитов 32 прикреплены к сердечнику 31 ротора. В настоящем варианте осуществления набор из двух постоянных магнитов 32 образует один магнитный полюс. Множество наборов постоянных магнитов 32 расположены с равными интервалами в окружном направлении. В настоящем варианте осуществления предусмотрено двенадцать наборов постоянных магнитов 32 (всего 24 магнита) через каждые  $30^\circ$  в терминах центрального угла с центральной осью О в качестве центра.

В настоящем варианте осуществления в качестве электродвигателя с постоянными магнитами используется электродвигатель с внутренними постоянными магнитами. В сердечнике 31 ротора выполнено множество сквозных отверстий 33, которые пронизывают сердечник 31 ротора в осевом направлении. Множество сквозных отверстий 33 предусмотрены соответствующими количеством постоянных магнитов 32. Каждый постоянный магнит 32 крепится к сердечнику 31 ротора в состоянии расположения в соответствующем сквозном отверстии 33. Например, наружная поверхность постоянного магнита 32 и внутренняя поверхность сквозного отверстия 33 приклеены друг к другу клеем, и таким образом каждый постоянный магнит 32 крепится к сердечнику 31 ротора. В качестве электродвигателя с постоянными магнитами вместо электродвигателя с внутренними постоянными магнитами может использоваться электродвигатель с поверхностными постоянными магнитами.

Каждый из сердечника 21 статора и сердечника 31 ротора является шихтованным сердечником. Шихтованный сердечник образован множеством уложенных друг на друга листов 40 электротехнической стали. Толщина укладки каждого из сердечника 21 статора и сердечника 31 ротора составляет, например, 50,0 мм. Наружный диаметр сердечника 21 статора составляет, например, 250,0 мм. Внутренний диаметр сердечника 21 статора составляет, например, 165,0 мм. Наружный диаметр сердечника 31 ротора составляет, например, 163,0 мм. Внутренний диаметр сердечника 31 ротора составляет, например, 30,0 мм. Однако эти значения являются примерными, и толщина укладки, наружный диаметр и внутренний диаметр сердечника 21 статора, а также толщина укладки, наружный диаметр и внутренний диаметр сердечника 31 ротора не ограничены этими значениями. Здесь внутренний диаметр сердечника 21 статора определяется по внутренней кромке зубчатой части 23 сердечника 21 статора. Внутренний диаметр сердечника 21 статора - это диаметр виртуальной окружности, вписанной во внутренние кромки всех зубчатых частей 23.

Каждый из листов 40 электротехнической стали для формирования сердечника 21 статора и сердечника 31 ротора формируется, например, путем пробивки листа электротехнической стали, служащего

основным материалом. В качестве листа 40 электротехнической стали может использоваться известный лист электротехнической стали. Химический состав листа 40 электротехнической стали конкретно не ограничен. В настоящем варианте осуществления в качестве листа 40 электротехнической стали используется лист изотропной электротехнической стали. В качестве листа изотропной электротехнической стали может использоваться, например, полоса изотропной электротехнической стали по японскому промышленному стандарту (JIS) C 2552:2014. Однако в качестве листа 40 электротехнической стали также возможно использовать лист анизотропной электротехнической стали вместо листа изотропной электротехнической стали. В качестве листа анизотропной электротехнической стали может использоваться полоса анизотропной электротехнической стали по JIS C 2553:2012.

Изоляционное покрытие обеспечивается на каждой из обеих поверхностей листа 40 электротехнической стали, чтобы улучшить обрабатываемость листа электротехнической стали и уменьшить магнитные потери шихтованного сердечника. В качестве вещества, составляющего изоляционное покрытие, может использоваться, например, (1) неорганическое соединение, (2) органическая смола, (3) смесь неорганического соединения и органической смолы и т.п. Примеры неорганического соединения включают (1) комплексное соединение дихромата и борной кислоты, (2) комплексное соединение фосфата и диоксида кремния и т.п. Примеры органической смолы включают эпоксидные смолы, акриловые смолы, акрилстирольные смолы, полиэфирные смолы, силиконовые смолы, фторкаучуки и т.п.

Чтобы гарантировать характеристики изоляции между уложенными друг на друга листами 40 электротехнической стали, толщина изоляционного покрытия (толщина в расчете на одну поверхность листа 40 электротехнической стали) предпочтительно составляет 0,1 мкм или больше. С другой стороны, по мере роста толщины изоляционного покрытия изолирующий эффект насыщается. Кроме того, по мере роста толщины изоляционного покрытия коэффициент заполнения уменьшается, и характеристики шихтованного сердечника ухудшаются. Поэтому изоляционное покрытие предпочтительно делается как можно более тонким в диапазоне, в котором может быть обеспечена характеристика изоляции. Толщина изоляционного покрытия (толщина в расчете на одну поверхность листа 40 электротехнической стали) предпочтительно составляет 0,1 мкм или больше и 5 мкм или меньше, а более предпочтительно 0,1 мкм или больше и 2 мкм или меньше.

По мере уменьшения толщины листа 40 электротехнической стали эффект улучшения магнитных потерь постепенно насыщается. Кроме того, по мере уменьшения толщины листа 40 электротехнической стали стоимость производства листа 40 электротехнической стали увеличивается. Поэтому с учетом эффекта улучшения магнитных потерь и стоимости производства толщина листа 40 электротехнической стали предпочтительно составляет 0,10 мм или больше. С другой стороны, если лист 40 электротехнической стали является слишком толстым, операция пробивки листа 40 электротехнической стали затрудняется. Поэтому с учетом операции пробивки листа 40 электротехнической стали толщина листа 40 электротехнической стали предпочтительно составляет 0,65 мм или меньше. Кроме того, по мере того, как лист 40 электротехнической стали становится более толстым, магнитные потери увеличиваются. Поэтому с учетом характеристики магнитных потерь листа 40 электротехнической стали толщина листа 40 электротехнической стали предпочтительно составляет 0,35 мм или меньше. Толщина листа 40 электротехнической стали более предпочтительно составляет 0,20 или 0,25 мм. С учетом вышеупомянутых моментов 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 предпочтительно составляет 0,10 мм или больше и 0,35 мм или меньше, а более предпочтительно 0,20 или 0,25 мм. Толщина листа 40 электротехнической стали также включает толщину изоляционного покрытия.

Как показано на фиг. 3, множество листов 40 электротехнической стали для формирования сердечника 21 статора укладываются друг на друга в направлении по толщине. Направление по толщине представляет собой направление по толщине листа 40 электротехнической стали. Направление по толщине соответствует направлению укладки листов 40 электротехнической стали. Множество листов 40 электротехнической стали располагаются коаксиально с центральной осью O. Лист 40 электротехнической стали включает в себя часть 22 спинки сердечника и множество зубчатых частей 23. Как показано на фиг. 4, множество листов 40 электротехнической стали для формирования сердечника 21 статора крепятся друг к другу клеевыми частями 41 и крепежными частями 25, которые предусмотрены на поверхности (первой поверхности) 40а листа 40 электротехнической стали. Например, хотя это и не показано, крепежная часть 25 состоит из выпуклой части (шпонки) и вогнутой части, которые сформированы в листе 40 электротехнической стали. Выпуклая часть выступает из листа 40 электротехнической стали в направлении укладки. Вогнутая часть расположена на том участке листа 40 электротехнической стали, который располагается на обратной стороне выпуклой части. Вогнутая часть утоплена в направлении укладки относительно поверхности листа 40 электротехнической стали. Выпуклая часть и вогнутая часть формируются, например, с помощью процесса прессования листа 40 электротехнической стали. Из пары листов 40 электротехнической стали, перекрывающихся в направлении укладки, выпуклая часть крепежной части 25 одного листа 40 электротехнической стали входит (садится) в вогнутую часть крепежной части 25 другого листа 40 электротехнической стали.

Как показано на фиг. 4, крепежная часть 25 предусмотрена на соответствующем зубчатой части 23

участке 24 части 22 спинки сердечника листа 40 электротехнической стали. Клеевая часть 41 предусмотрена на склеиваемой поверхности зубчатой части 23 (поверхности 23а, показанной на фиг. 4). Соответствующий зубчатой части 23 участок 24 части 22 спинки сердечника является участком, расположенным между парой опорных линий в части 22 спинки сердечника, которые проходят наружу от обоих боковых краев зубчатой части 23 в радиальном направлении на виде сверху в направлении укладки. Каждая пара опорных линий проходит в радиальном направлении. Состояние, в котором крепежная часть 25 предусмотрена на соответствующем зубчатой части 23 участке 24 части 22 спинки сердечника, означает состояние, в котором каждая крепежная часть 25 обеспечена таким образом, что каждая крепежная часть 25 целиком располагается внутри участка, расположенного между парой опорных линий в части 22 спинки сердечника. Как описано выше, зубчатые части 23 являются участками, которые выступают из части 22 спинки сердечника в радиальном направлении. На фиг. 4 клеевые части 41 предусмотрены во всех зубчатых частях 23. Клеевая часть 41 расположена на центральном участке зубчатой части 23.

Крепежная часть 25 и клеевая часть 41 расположены практически на одной и той же прямой линии, проходящей в радиальном направлении. Крепежная часть 25 и клеевая часть 41 располагаются в положении, соответствующем центру зубчатой части 23 в окружном направлении. Крепежная часть 25 располагается в центре части 22 спинки сердечника в радиальном направлении. Крепежная часть 25 предпочтительно располагается в окрестности внешнего окружного края части 22 спинки сердечника. Используемый здесь термин "в окрестности внешнего окружного края части 22 спинки сердечника" означает диапазон в 30% радиальной длины части 22 спинки сердечника от радиально внешнего конца части 22 спинки сердечника.

Как показано на фиг. 5, на соответствующем зубчатой части 23 участке 24 части 22 спинки сердечника листа 40 электротехнической стали крепежная часть 25 может быть предусмотрена в каждой зубчатой части 23 в окружном направлении.

Как показано на фиг. 6, зубчатые части 23 листа 40 электротехнической стали могут иметь первую зубчатую часть 23А, в которой предусмотрена клеевая часть 41, и вторую зубчатую часть 23В, в которой клеевая часть 41 не предусмотрена. Кроме того, как показано на фиг. 6, первые зубчатые части 23А и вторые зубчатые части 23В могут располагаться поочередно в окружном направлении. Кроме того, как показано на фиг. 6, крепежная часть 25 может быть предусмотрена в части 24А спинки сердечника, соответствующей первой зубчатой части 23А (участке части 22 спинки сердечника, находящемся на радиально внешней стороне от первой зубчатой части 23А и именуемом в дальнейшем "первой частью спинки сердечника"). В этом случае одна крепежная часть 25 целиком может быть предусмотрена в первой части 24А спинки сердечника. В общем, область части спинки сердечника, не соответствующая какой-либо из зубчатых частей, является путем магнитного потока (магнитопроводом). За счет обеспечения одной крепежной части 25 целиком в первой части 24А спинки сердечника, которая не является путем магнитного потока, можно сделать так, чтобы крепежная часть 25 не мешала магнитной цепи. Кроме того, крепежная часть 25 может быть предусмотрена на внешнем окружном краю первой части 24А спинки сердечника или в центре первой части 24А спинки сердечника в окружном направлении.

Как показано на фиг. 7, зубчатые части 23 листа 40 электротехнической стали могут иметь первую зубчатую часть 23А, в которой предусмотрена клеевая часть 41, и вторую зубчатую часть 23В, в которой клеевая часть 41 не предусмотрена. Кроме того, как показано на фиг. 7, первые зубчатые части 23А и вторые зубчатые части 23В могут располагаться поочередно в окружном направлении. Кроме того, как показано на фиг. 7, крепежные части 25 могут быть предусмотрены в части 24В спинки сердечника, соответствующей второй зубчатой части 23В (именуемой в дальнейшем "второй частью спинки сердечника"). В этом случае одна крепежная часть 25 целиком может быть предусмотрена во второй части 24В спинки сердечника. За счет обеспечения одной крепежной части 25 целиком во второй части 24В спинки сердечника, которая не является путем магнитного потока (магнитопроводом), можно сделать так, чтобы крепежная часть 25 не мешала магнитной цепи. Кроме того, крепежная часть 25 может быть предусмотрена на внешнем окружном краю второй части 24В спинки сердечника или в центре второй части 24В спинки сердечника в окружном направлении.

Множество клеевых частей 41 приклеивают смежные в направлении укладки листы 40 электротехнической стали друг к другу. Клеевая часть 41 представляет собой клей, который обеспечен между смежными в направлении укладки листами 40 электротехнической стали и был отвержден без разделения. В качестве клея используется, например, термореактивный клей с полимерным связыванием и т.п. Что касается состава клея, то может использоваться (1) смола на акриловой основе, (2) смола на эпоксидной основе, (3) композиция, содержащая смолу на акриловой основе и смолу на эпоксидной основе, и т.п.

В качестве клея в дополнение к термореактивному клею может также использоваться клей радикальной полимеризации и т.п. С точки зрения производительности желательным является отверждающийся при комнатной температуре клей. Отверждающийся при комнатной температуре клей отверждается при 20-30°C. В дополнение к этому в настоящем описании диапазон значений, выраженный с использованием "-", означает диапазон, включающий в себя значения нижнего предела и верхнего предела. В качестве отверждающегося при комнатной температуре клея предпочтителен клей на акриловой осно-

ве. Типичные клеи на акриловой основе включают акриловый клей второго поколения (SGA) и т.п. Могут использоваться анаэробный клей, любой клей-момент и эластомерсодержащий клей на акриловой основе при условии, что не нарушаются эффекты настоящего изобретения. Упомянутый здесь клей относится к клею в состоянии перед отверждением. После отверждения клея он становится клеевой частью 41.

Средний модуль упругости на растяжение  $E$  клеевых частей 41 при комнатной температуре (20-30°C) находится в диапазоне 1500-4500 МПа. Если средний модуль упругости на растяжение  $E$  клеевых частей 41 составляет менее 1500 МПа, возникает проблема уменьшения жесткости шихтованного сердечника. Поэтому значение нижнего предела среднего модуля упругости на растяжение  $E$  клеевых частей 41 составляет 1500 МПа, а более предпочтительно 1800 МПа. С другой стороны, если средний модуль упругости на растяжение  $E$  клеевых частей 41 превышает 4500 МПа, возникает проблема отслаивания изоляционного покрытия, сформированного на поверхности листа 40 электротехнической стали. Поэтому значение верхнего предела среднего модуля упругости на растяжение  $E$  клеевых частей 41 составляет 4500 МПа, а более предпочтительно 3650 МПа.

Средний модуль упругости на растяжение  $E$  измеряется резонансным методом. В частности, модуль упругости на растяжение измеряется в соответствии со стандартом JIS R 1602:1995. Более конкретно, сначала изготавливается образец для измерения (не показан). Этот образец получается путем склеивания двух листов 40 электротехнической стали с использованием измеряемого клея и его отверждения с образованием клеевой части 41. В том случае, когда клей является термореактивным, отверждение выполняется путем нагревания и приложения давления при условиях, используемых в реальной операции. С другой стороны, когда клей является отверждающимся при комнатной температуре, отверждение выполняется путем приложения давления при комнатной температуре. Затем модуль упругости на растяжение этого образца измеряется резонансным методом. Как описано выше, резонансный метод измерения модуля упругости на растяжение осуществляют в соответствии со стандартом JIS R 1602:1995. После этого модуль упругости на растяжение клеевых частей 41 получается путем исключения влияния самого листа 40 электротехнической стали из модуля упругости образца на растяжение (измеренного значения) с помощью вычисления. Полученный таким образом модуль упругости на растяжение образца равен среднему значению для всего сердечника 21 статора, который является шихтованным сердечником. Следовательно, это значение рассматривается как средний модуль упругости на растяжение  $E$ . Состав среднего модуля упругости на растяжение  $E$  устанавливается таким образом, чтобы средний модуль упругости на растяжение  $E$  практически не изменялся в зависимости от положения укладки в направлении укладки и окружного положения вокруг центральной оси сердечника 21 статора. Поэтому значение, получаемое измерением модуля упругости на растяжение отвержденной клеевой части 41 в верхнем концевом положении сердечника 21 статора, может рассматриваться как средний модуль упругости на растяжение  $E$ .

В качестве метода склеивания с использованием термореактивного клея может использоваться, например, способ нанесения клея на листы 40 электротехнической стали с последующим склеиванием листов 40 электротехнической стали друг с другом с помощью одного или обоих из нагревания и опрессовывания. В качестве средства нагрева используется, например, способ нагрева в высокотемпературном резервуаре или электрической печи, способ прямого подвода энергии или т.п. Средство нагрева может быть любыми средствами.

Для того, чтобы получить устойчивую и достаточную прочность адгезии, толщина клеевой части 41 предпочтительно составляет 1 мкм или больше. С другой стороны, когда толщина клеевых частей 41 превышает 100 мкм, сила адгезии насыщается. Кроме того, по мере того, как клеевая часть 41 становится более толстой, коэффициент заполнения уменьшается и магнитные свойства шихтованного сердечника по магнитным потерям и т.п. ухудшаются. Поэтому толщина клеевой части 41 составляет 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 более предпочтительно составляет 1,0 мкм или больше и 3,0 мкм или меньше. Если средняя толщина клеевой части 41 составляет менее 1,0 мкм, достаточная сила адгезии не может быть обеспечена, как было описано выше. Поэтому значение нижнего предела средней толщины клеевой части 41 составляет 1,0 мкм, а более предпочтительно 1,2 мкм. С другой стороны, если средняя толщина клеевой части 41 становится больше 3,0 мкм, возникают проблемы, такие как значительное увеличение величины деформации листа 40 электротехнической стали из-за происходящей в ходе термоотверждения усадки. Поэтому значение верхнего предела средней толщины клеевой части 41 составляет 3,0 мкм, а более предпочтительно 2,6 мкм. Средняя толщина клеевой части 41 является средним значением для всего сердечника 21 статора в целом. Средняя толщина клеевой части 41 практически не изменяется в зависимости от положения укладки в направлении укладки и окружного положения вокруг центральной оси сердечника 21 статора. Поэтому среднее значение значений, полученных измерением толщин клеевой части 41 в положении верхнего конца в сердечнике 21 статора в десяти или более точках в окружном направлении, может рассматриваться как средняя толщина клеевой части 41.

Средняя толщина клеевой части 41 может регулироваться, например, путем изменения наносимого

количества клея. Кроме того, например, в случае термореактивного клея средний модуль упругости на растяжение  $E$  клеевых частей 41 можно регулировать путем изменения любого одного или обоих из условий нагрева и повышения давления, применяемых во время склеивания, и типа отвердителя.

В настоящем варианте осуществления множество листов 40 электротехнической стали для формирования сердечника 31 ротора крепятся друг к другу крепежными деталями 42 (шкантами, см. фиг. 1). Однако множество листов 40 электротехнической стали для формирования сердечника 31 ротора может быть уложено друг на друга посредством клеевых частей 41. Шихтованный сердечник, такой как сердечник 21 статора и сердечник 31 ротора, может быть сформирован путем так называемой укладки намоткой.

Как описано выше, в сердечнике 21 статора (шихтованном сердечнике) в соответствии с настоящим вариантом осуществления крепежная часть 25 предусмотрена на соответствующем зубчатой части 23 участке части 22 спинки сердечника листа 40 электротехнической стали. Клеевая часть 41 предусмотрена в зубчатой части 23. Зубчатые части 23 смежных в направлении укладки листов 40 электротехнической стали частично приклеиваются друг к другу. В общем, область части спинки сердечника, не соответствующая какой-либо из зубчатых частей (область между смежными зубчатыми частями), является путем магнитного потока. Следовательно, за счет обеспечения крепежной части 25 на соответствующем зубчатой части 23 участке части 22 спинки сердечника, как в сердечнике 21 статора по настоящему варианту осуществления, труднее заблокировать магнитную цепь по сравнению со случаем, в котором крепежная часть 25 предусмотрена на пути магнитного потока. Таким образом, на соответствующем зубчатой части 23 участке части 22 спинки сердечника магнитный поток (магнитная цепь), образующийся в зубчатой части 23, разветвляется в обе стороны от нее в окружном направлении. Поэтому маловероятно, что крепежная часть 25, предусмотренная на этом участке, будет влиять на магнитную цепь. В результате возникающие в сердечнике 21 статора магнитные потери могут быть уменьшены, а магнитные свойства сердечника 21 статора могут быть улучшены.

Обычно клей дает усадку во время отверждения. Следовательно, когда клей имеется на листе электротехнической стали, сжимающее напряжение прикладывается к листу электротехнической стали по мере отверждения клея. При приложении сжимающего напряжения в листе электротехнической стали возникает деформация. Кроме того, когда крепежные части предусматриваются на листе электротехнической стали, лист электротехнической стали деформируется, а значит, в листе электротехнической стали возникает деформация. Крепежные части и клеевая область образуют фиксирующую часть. Фиксирующая часть фиксирует листы электротехнической стали, смежные друг другу в направлении укладки. По мере того, как площадь фиксирующей части увеличивается, увеличивается деформация листа электротехнической стали. В сердечнике 21 статора (шихтованном сердечнике) в соответствии с настоящим вариантом осуществления зубчатые части 23 листа 40 электротехнической стали имеют первую зубчатую часть 23А, в которой предусмотрена клеевая часть 41, и вторую зубчатую часть 23В, в которой клеевая часть 41 не предусмотрена. Поэтому деформация из-за отверждения клея не возникает во вторых зубчатых частях 23В. Соответственно, площадь фиксирующей части на виде сверху в направлении укладки уменьшается. Поэтому можно сделать меньшей деформацию, возникающую во всем сердечнике 21 статора.

Если все зубчатые части 23 крепятся друг к другу клеем, возникает деформация из-за клея, нанесенного на все зубчатые части 23. Если деформация возникает во всех зубчатых частях 23, есть опасение, что возникающие в сердечнике 21 статора магнитные потери могут увеличиться. Поэтому только некоторые зубчатые части 23 крепятся клеем. Следовательно, площадь фиксирующей части, которая фиксирует смежные друг другу в направлении укладки листы 40 электротехнической стали, уменьшается. Соответственно, можно сделать меньшей деформацию, возникающую во всем сердечнике 21 статора.

Кроме того, в первой зубчатой части 23А, в которой предусмотрена клеевая часть 41, первая зубчатая часть 23А приклеивается, а значит, подъем первой зубчатой части 23А не происходит. Если обмотка наматывается вокруг поднятой зубчатой части, поднятая плавающая зубчатая часть деформируется обмоткой, и обмотка прикладывает напряжение к зубчатой части. Поэтому можно подавить приложение напряжения из-за обмотки к первой зубчатой части 23А и влияние этого напряжения на магнитное поле. Однако в первой зубчатой части 23А возникает сжимающее напряжение из-за клеевых частей 41. С другой стороны, сжимающее напряжение не возникает во второй зубчатой части 23В, в которой не предусмотрена клеевая часть 41. Однако подъем происходит во второй зубчатой части 23В, а значит напряжение из-за обмотки прикладывается ко второй зубчатой части 23В. В соответствии с этой конфигурацией зубчатые части 23 имеют первые зубчатые части 23А и вторые зубчатые части 23В. Поэтому сжимающее напряжение и напряжение из-за обмотки можно подавить и уравновесить. Следовательно, возможно обеспечить сердечник 21 статора с высокими характеристиками, в котором дополнительно улучшены магнитные свойства.

В сердечнике 21 статора (шихтованном сердечнике) в соответствии с настоящим вариантом осуществления первые зубчатые части 23А и вторые зубчатые части 23В располагаются поочередно в окружном направлении. В соответствии с этой конфигурацией первые зубчатые части 23А, к которым прикладывается сжимающее напряжение, но в которых напряжение из-за обмотки подавлено, и вторые зубча-

тые части 23В, в которых сжимающее напряжение отсутствует, но к которым прикладывается напряжение из-за обмотки, располагаются поочередно. Таким образом, оба напряжения могут подавляться хорошо сбалансированным образом.

В сердечнике 21 статора (шихтованном сердечнике) в соответствии с настоящим вариантом осуществления крепежная часть 25 предусмотрена в первой части 24А спинки сердечника, соответствующей первой зубчатой части 23А. Если крепежные части 25 предусмотрены в части 22 спинки сердечника, соответствующей всем зубчатым частям 23, есть опасение, что возникающие в сердечнике 21 статора магнитные потери могут увеличиться. Поэтому крепежная часть 25 предусматривается только в первой части 24А спинки сердечника, соответствующей первой зубчатой части 23А, которая является частью зубчатых частей 23. Следовательно, площадь фиксирующей части уменьшается. Соответственно, можно сделать меньшей деформацию, возникающую во всем сердечнике 21 статора.

В сердечнике 21 статора (шихтованном сердечнике) в соответствии с настоящим вариантом осуществления крепежная часть 25 предусмотрена во второй части 24В спинки сердечника, соответствующей второй зубчатой части 23В. Если крепежные части 25 предусмотрены в части 22 спинки сердечника, соответствующей всем зубчатым частям 23, есть опасение, что возникающие в сердечнике 21 статора магнитные потери могут увеличиться. Поэтому крепежная часть 25 предусматривается только во второй части 24В спинки сердечника, соответствующей второй зубчатой части 23В, которая является частью зубчатых частей 23. Следовательно, площадь фиксирующей части уменьшается. Соответственно, можно сделать меньшей деформацию, возникающую во всем сердечнике 21 статора.

Электродвигатель 10 в соответствии с настоящим вариантом осуществления включает в себя сердечник 21 статора (шихтованный сердечник) в соответствии с настоящим вариантом осуществления. Поэтому возможно улучшить магнитные свойства электродвигателя 10.

Технический объем настоящего изобретения не ограничен вышеописанными вариантами осуществления, и могут быть проделаны различные модификации без отступлений от сути настоящего изобретения.

Форма сердечника статора не ограничена формами, показанными в вышеописанных вариантах осуществления. В частности, размеры наружного диаметра и внутреннего диаметра сердечника статора, толщина укладки, число пазов, соотношение размеров зубчатой части в окружном направлении и радиальном направлении, соотношение размеров между зубчатой частью и частью спинки сердечника в радиальном направлении и т.п. могут быть спроектированы произвольно в соответствии с характеристиками желательного электродвигателя.

В роторе по вышеописанным вариантам осуществления набор из двух постоянных магнитов 32 образует один магнитный полюс, но настоящее изобретение не ограничено этим. Например, один постоянный магнит 32 может образовывать один магнитный полюс, или три или более постоянных магнитов 32 могут образовывать один магнитный полюс.

В вышеописанных вариантах осуществления в качестве примера электродвигателя был описан электродвигатель с постоянными магнитами, но конструкция электродвигателя не ограничена этим, как будет проиллюстрировано ниже. В качестве конструкции электродвигателя также могут использоваться различные известные конструкции, которые не проиллюстрированы ниже. В вышеописанных вариантах осуществления электродвигатель с постоянными магнитами был описан в качестве примера синхронного двигателя. Однако настоящее изобретение не ограничено этим. Например, электродвигатель может быть реактивным двигателем или электродвигателем с электромагнитным возбуждением (двухобмоточным электродвигателем). В вышеописанных вариантах осуществления синхронный двигатель был описан в качестве примера электродвигателя переменного тока. Однако настоящее изобретение не ограничено этим. Например, электродвигатель может быть асинхронным двигателем. В вышеописанных вариантах осуществления в качестве примера двигателя был описан двигатель переменного тока. Однако настоящее изобретение не ограничено этим. Например, электродвигатель может быть электродвигателем постоянного тока. В вышеописанных вариантах осуществления двигатель был описан в качестве примера электродвигателя. Однако настоящее изобретение не ограничено этим. Например, электродвигатель может быть электрическим генератором.

В вышеописанных вариантах осуществления был проиллюстрирован случай, в котором шихтованный сердечник в соответствии с настоящим изобретением применяется в сердечнике статора. Шихтованный сердечник в соответствии с настоящим изобретением также может быть применен в сердечнике ротора.

В дополнение, возможно подходящим образом заменить конструктивные элементы в вышеописанных вариантах осуществления известными конструктивными элементами без отступления от сути настоящего изобретения. Кроме того, вышеописанные примеры модификации могут быть подходящим образом скомбинированы.

### Примеры

Далее настоящее изобретение будет описано более конкретно с примерами и сравнительным примером, но настоящее изобретение не ограничено следующими примерами.

**Пример 1.**

Как показано на фиг. 4, крепежную часть 25 обеспечивали на соответствующем зубчатой части 23 участке 24 части 22 спинки сердечника листа 40 электротехнической стали. Кроме того, клеевую часть 41 обеспечивали на поверхности 23а зубчатой части 23. Множество листов 40 электротехнической стали, снабженных крепежными частями 25 и клеевыми частями 41, укладывали друг на друга, сформировав шихтованный сердечник. Два типа шихтованных сердечников с разными толщинами листа 40 электротехнической стали были сформированы с использованием листа 40 электротехнической стали с толщиной 0,20 мм и листа 40 электротехнической стали с толщиной 0,25 мм.

**Пример 2.**

Как показано на фиг. 5, на соответствующем зубчатой части 23 участке 24 части 22 спинки сердечника листа 40 электротехнической стали крепежную часть 25 обеспечивали в каждой зубчатой части 23 в окружном направлении. За исключением этого момента, как и в примере 1, были сформированы два типа шихтованных сердечников с разными толщинами листа 40 электротехнической стали.

**Пример 3.**

Как показано на фиг. 6, зубчатые части 23 листа 40 электротехнической стали выполняли имеющими первую зубчатую часть 23 А, в которой предусмотрена клеевая часть 41, и вторую зубчатую часть 23В, в которой клеевая часть 41 не предусмотрена. Кроме того, первые зубчатые части 23А и вторые зубчатые части 23В располагали поочередно в окружном направлении. Кроме того, крепежная часть 25 была предусмотрена в первой части 24А спинки сердечника, соответствующей первой зубчатой части 23А. В остальных моментах, как и в примере 1, были сформированы два типа шихтованных сердечников с разными толщинами листа 40 электротехнической стали.

**Пример 4.**

Как показано на фиг. 7, зубчатые части 23 листа 40 электротехнической стали выполняли имеющими первую зубчатую часть 23А, в которой клеевая часть 41 предусмотрена, и вторую зубчатую часть 23В, в которой клеевая часть 41 не предусмотрена. Кроме того, первые зубчатые части 23А и вторые зубчатые части 23В располагали поочередно в окружном направлении. Кроме того, крепежная часть 25 была предусмотрена во второй части 24В спинки сердечника, соответствующей второй зубчатой части 23В. В остальных моментах, как и в примере 1, были сформированы два типа шихтованных сердечников с разными толщинами листа 40 электротехнической стали.

**Сравнительный пример.**

Как показано на фиг. 8, крепежную часть 25 обеспечивали на не соответствующем зубчатой части 23 участке 26 части 22 спинки сердечника листа 40 электротехнической стали. Клеевую часть 41 обеспечивали на поверхности 23а зубчатой части 23. За исключением этих моментов, как и в примере 1, были сформированы два типа шихтованных сердечников с разными толщинами листа 40 электротехнической стали. Не соответствующий зубчатой части 23 участок 26 части 22 спинки сердечника является тем участком части 22 спинки сердечника, который не находится с внешней стороны от зубчатой части 23 в радиальном направлении.

**Оценка магнитных потерь**

В шихтованных сердечниках, произведенных в примерах 1-4 и сравнительном примере, на обмотку каждой фазы подавали ток возбуждения, имеющий эффективное значение 10 А и частоту 100 Гц. Затем оценивали магнитные потери при условии, что скорость вращения ротора составляла 1000 об/мин. Оценку магнитных потерь выполняли путем моделирования с использованием программного обеспечения. В качестве программного обеспечения использовали программное обеспечение для моделирования электромагнитного поля JMAG, основанное на методе конечных элементов и произведенное компанией JSOL Corporation. Значения магнитных потерь шихтованных сердечников примеров 1-4 относительно принятых за 1 магнитных потерь шихтованного сердечника сравнительного примера показаны на фиг. 9. Исходя из результатов, показанных на фиг. 9, было найдено, что магнитные потери шихтованных сердечников примеров 1-4 являются более низкими, чем у шихтованного сердечника сравнительного примера, независимо от толщины листа 40 электротехнической стали. Следовательно, было найдено, что в шихтованных сердечниках примеров 1-4 маловероятно, что крепежная часть будет влиять на магнитную цепь из-за наличия крепежной части на соответствующем зубчатой части участке части спинки сердечника. Кроме того, было найдено, что возникающие в шихтованном сердечнике потери могут быть уменьшены, и магнитные свойства шихтованного сердечника могут быть улучшены.

**Промышленная применимость**

В соответствии с настоящим изобретением возможно обеспечить шихтованный сердечник, имеющий улучшенные магнитные свойства, а также электродвигатель, включающий этот шихтованный сердечник. Следовательно, промышленная применимость является большой.

**Краткое описание ссылочных обозначений**

- 10 - Электродвигатель
- 20 - Статор
- 21 - Сердечник статора (шихтованный сердечник)
- 22 - Часть спинки сердечника

- 23 - Зубчатая часть
- 23А - Первая зубчатая часть
- 23В - Вторая зубчатая часть
- 25 - Крепежная часть
- 30 - Ротор
- 31 - Сердечник ротора (шихтованный сердечник)
- 32 - Постоянный магнит
- 33 - Сквозное отверстие
- 40 - Лист электротехнической стали
- 41 - Клеевая часть
- 50 - Корпус
- 60 - Вращающийся вал

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Шихтованный сердечник, содержащий множество листов электротехнической стали, уложенных друг на друга в направлении по толщине,

при этом лист электротехнической стали включает в себя кольцевую часть спинки сердечника и множество зубчатых частей, которые выступают из части спинки сердечника в радиальном направлении и расположены с интервалами в окружном направлении части спинки сердечника,

при этом на участке части спинки сердечника, расположенном в радиальном направлении от зубчатой части, предусмотрена крепежная часть,

при этом в зубчатой части предусмотрена клеевая часть,

при этом зубчатые части имеют первую зубчатую часть, в которой клеевая часть предусмотрена, и вторую зубчатую часть, в которой клеевая часть не предусмотрена,

при этом крепежная часть состоит из выпуклой части и вогнутой части, которые сформированы в листе электротехнической стали, и

при этом из пары листов электротехнической стали, перекрывающихся в направлении укладки, выпуклая часть крепежной части одного листа электротехнической стали садится в вогнутую часть крепежной части другого листа электротехнической стали.

2. Шихтованный сердечник по п.1, в котором первые зубчатые части и вторые зубчатые части расположены поочередно в окружном направлении.

3. Шихтованный сердечник по п.2, в котором крепежная часть предусмотрена в части спинки сердечника, соответствующей первой зубчатой части.

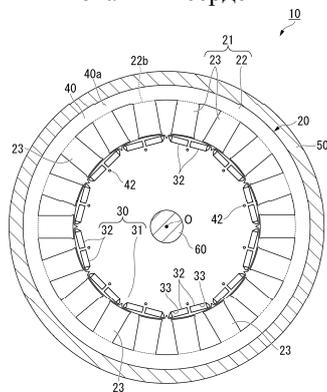
4. Шихтованный сердечник по п.2, в котором крепежная часть предусмотрена в части спинки сердечника, соответствующей второй зубчатой части.

5. Шихтованный сердечник по любому из пп.1-4, в котором средняя толщина клеевых частей составляет от 1,0 до 3,0 мкм.

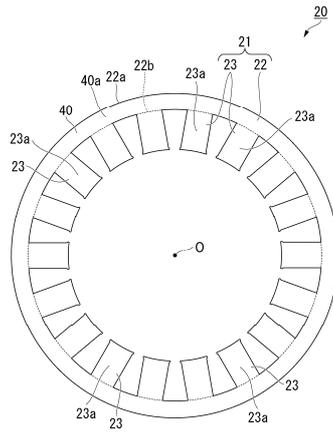
6. Шихтованный сердечник по любому из пп.1-5, в котором средний модуль упругости на растяжение  $E$  клеевых частей составляет от 1500 по 4500 МПа.

7. Шихтованный сердечник по любому из пп.1-6, в котором клеевая часть представляет собой отверждающийся при комнатной температуре клей на акриловой основе, включающий SGA, выполненный из эластомерсодержащего клея на акриловой основе.

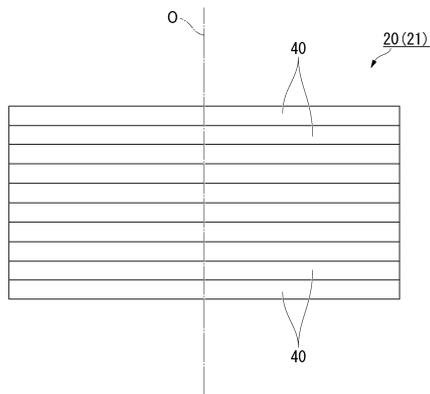
8. Электродвигатель, содержащий шихтованный сердечник по любому из пп.1-7.



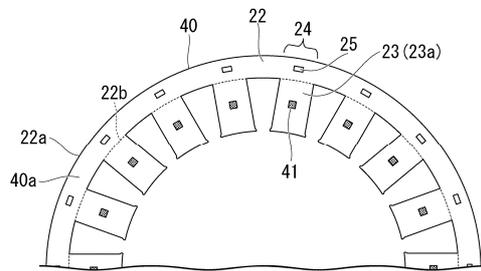
Фиг. 1



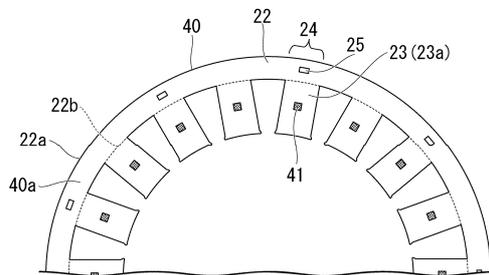
Фиг. 2



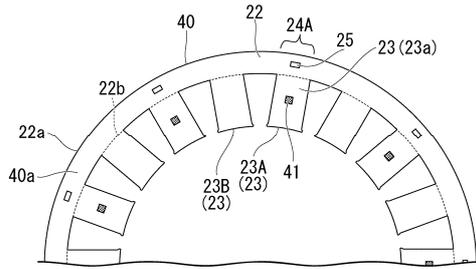
Фиг. 3



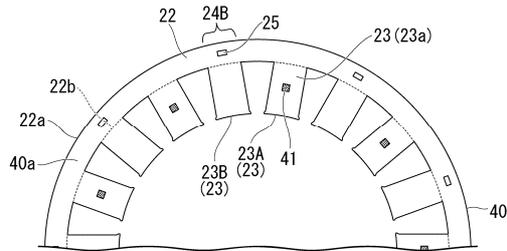
Фиг. 4



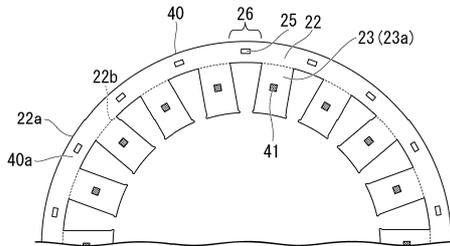
Фиг. 5



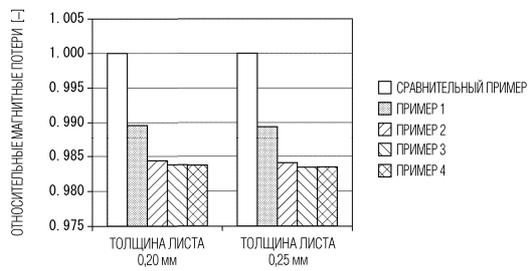
Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9

