

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 202192076 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2021.11.10

(51) Int. Cl. H02K 15/02 (2006.01)
H02K 1/18 (2006.01)
H01F 41/02 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2019.12.17

(54) СЛОИСТЫЙ СЕРДЕЧНИК И ЭЛЕКТРОМОТОР

(31) 2018-235858

(72) Изобретатель:

(32) 2018.12.17

Хираяма Рюи, Такеда Кадзутоси (JP)

(33) JP

(74) Представитель:

(86) PCT/JP2019/049285

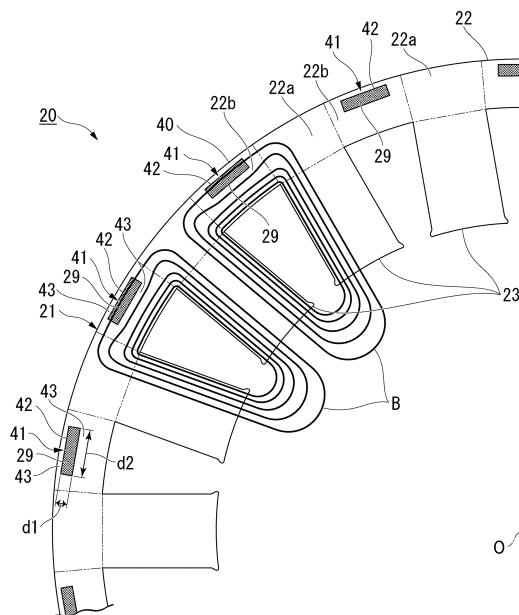
Медведев В.Н. (RU)

(87) WO 2020/129936 2020.06.25

(71) Заявитель:

НИШПОН СТИЛ КОРПОРЕЙШН
(JP)

(57) Слоистый сердечник включает в себя множество листов электротехнической стали, уложенных друг на друга, и клеящую часть, которая предоставляется между листами электротехнической стали рядом друг с другом в направлении укладки и приклеивает листы электротехнической стали друг к другу, при этом лист электротехнической стали включает в себя кольцевую заднюю часть сердечника и множество зубчатых частей, которые протягиваются от задней части сердечника в радиальном направлении задней части сердечника и располагаются с интервалами в периферийном направлении передней части сердечника, область склеивания, в которой предоставляется клеящая часть, формируется в задней части сердечника листа электротехнической стали, и область склеивания протягивается в направлении вдоль магнитного потока, проходящего через область листа электротехнической стали в контакте с областью склеивания.



A1

202192076

202192076

A1

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

2420-570535EA/032

СЛОИСТЫЙ СЕРДЕЧНИК И ЭЛЕКТРОМОТОР

Область техники, к которой относится изобретение

[0001] Настоящее изобретение относится к слоистому сердечнику и к электромотору.

По данной заявке испрашивается приоритет заявки на патент (Япония) номер 2018-235858, поданной 17 декабря 2018 года, содержимое которой содержится в данном документе по ссылке.

Уровень техники

[0002] Традиционно, известен слоистый сердечник, описанный в нижеприведенном патентном документе 1. В этом слоистом сердечнике, листы электротехнической стали рядом друг с другом в направлении укладки склеиваются посредством клеевого слоя.

Список библиографических ссылок

Патентные документы

[0003] *Патентный документ 1*

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

Сущность изобретения

Проблемы, разрешаемые изобретением

[0004] Имеется запас для улучшения магнитных свойств традиционного слоистого сердечника.

[0005] Настоящее изобретение осуществлено с учетом вышеизложенных обстоятельств, и его цель заключается в том, чтобы улучшать магнитные свойства слоистого сердечника.

Средство решения проблемы

[0006] (1) Аспект настоящего изобретения представляет собой слоистый сердечник, включающий в себя множество листов электротехнической стали, уложенных друг на друга, и клеевую часть, которая предоставляется между листами электротехнической стали рядом друг с другом в направлении укладки и приклеивает листы электротехнической стали друг к другу, при этом лист электротехнической стали включает в себя кольцевую заднюю часть сердечника и множество зубчатых частей, которые протягиваются от задней части сердечника в радиальном направлении задней части сердечника и располагаются с интервалами в периферийном направлении задней части сердечника, область склеивания, в которой предоставляется клеевая часть, формируется в задней части сердечника листа электротехнической стали, и область склеивания протягивается в направлении вдоль магнитного потока, проходящего через область листа электротехнической стали в контакте с областью склеивания.

[0007] Согласно вышеописанной конфигурации, клеевая часть протягивается в одном направлении. Площадь склеивания клеевой части может увеличиваться

посредством формирования клеевой части таким образом, что она имеет форму, протягивающуюся в одном направлении, и в силу этого прочность склеивания может увеличиваться по сравнению со случаем, в котором точечные области склеивания прерывисто предоставляются в идентичном диапазоне.

Обычно, клеящий материал усаживается при отверждении. Следовательно, натяжение вследствие усадки при отверждении клеящего материала возникает в области склеивания, которая представляет собой область листа электротехнической стали в контакте с клеевой частью, и потери в железе листа электротехнической стали увеличиваются в области. Здесь, область, которая находится в контакте с областью склеивания, и в которой потери в железе увеличиваются вследствие натяжения, называется "областью ухудшения характеристик". Согласно вышеописанной конфигурации, направление, в котором протягивается область склеивания, совпадает с направлением вдоль магнитного потока, проходящего через область ухудшения характеристик. Таким образом, пропорция области ухудшения характеристик в площади поперечного сечения тракта магнитного потока может уменьшаться, и число линий магнитных индукции, которые проходят через область ухудшения характеристик, может сдерживаться. Дополнительно, магнитный поток может легко обходить область ухудшения характеристик, имеющую высокое магнитное сопротивление, за счет уменьшения пропорции области ухудшения характеристик в площади поперечного сечения тракта магнитного потока. Как результат, можно сдерживать затруднение прохождения магнитного потока, формирующую магнитную схему, вследствие области ухудшения характеристик, и можно улучшать магнитные свойства слоистого сердечника в качестве сердечника статора.

[0008] (2) В слоистом сердечнике согласно (1), задняя часть сердечника может иметь первый участок и второй участок, которые размещаются попеременно в периферийном направлении, первый участок может радиально соединяться с зубчатой частью снаружи зубчатой части в радиальном направлении, второй участок может быть расположен между первыми участками в периферийном направлении, и область склеивания может формироваться дискретно в периферийном направлении, по меньшей мере, одного из первого участка и второго участка.

[0009] Согласно вышеописанной конфигурации, область склеивания дискретно располагается в периферийном направлении в задней части сердечника. Таким образом, листы электротехнической стали могут прикрепляться друг к другу симметрично. Помимо этого, поскольку области ухудшения характеристик, сформированные на листе электротехнической стали, располагаются дискретно, маловероятно, что области ухудшения характеристик должны затруднять прохождение магнитного потока.

[0010] (3) В слоистом сердечнике согласно (2), в вышеописанном слоистом сердечнике, область склеивания может формироваться в первом участке, и область склеивания может не формироваться на обеих сторонах области склеивания в периферийном направлении.

[0011] Согласно вышеописанной конфигурации, области (области без ухудшения характеристик), в которых потери в железе не увеличиваются, предоставляются на обеих сторонах области ухудшения характеристик в периферийном направлении. Таким образом, магнитный поток, формирующий магнитную схему, может обходить область без ухудшения характеристик, и магнитные свойства слоистого сердечника в качестве сердечника статора могут улучшаться.

[0012] (4) В слоистом сердечнике согласно (3), в вышеописанном слоистом сердечнике, область склеивания может протягиваться вдоль центральной линии зубчатой части в радиальном направлении.

[0013] Магнитный поток, который вытекает из зубчатой части в заднюю часть сердечника, протягивается в радиальном направлении в первом участке задней части сердечника и разветвляется в обе стороны в периферийном направлении в середине первого участка в радиальном направлении. Согласно вышеописанной конфигурации, поскольку область склеивания протягивается вдоль центральной линии зубчатой части в радиальном направлении, направление, в котором протягивается область склеивания, совпадает с направлением, в котором магнитный поток протягивается в первом участке. Следовательно, можно сдерживать затруднение прохождения магнитного потока вследствие области ухудшения характеристик, и можно улучшать магнитные свойства сердечника статора.

[0014] (5) В слоистом сердечнике согласно (3) или (4), зубчатая часть может протягиваться внутрь относительно задней части сердечника в радиальном направлении, и область склеивания может протягиваться радиально внутрь относительно внешнего конца задней части сердечника в радиальном направлении.

[0015] Тракт, через который проходит магнитный поток, имеет тенденцию идти по кратчайшему расстоянию с низким магнитным сопротивлением. Согласно вышеописанной конфигурации, поскольку область склеивания протягивается из внешнего конца задней части сердечника в радиальном направлении, сложно затруднять прохождение магнитного потока, проходящего через кратчайшее расстояние.

[0016] (6) В слоистом сердечнике согласно (2), область склеивания может предоставляться во втором участке, и область склеивания может не формироваться на обеих сторонах области склеивания в радиальном направлении.

[0017] Согласно вышеописанной конфигурации, области без ухудшения характеристик предоставляются на обеих сторонах области ухудшения характеристик в радиальном направлении. Таким образом, магнитный поток, формирующий магнитную схему, может обходить область без ухудшения характеристик, и магнитные свойства слоистого сердечника в качестве сердечника статора могут улучшаться.

[0018] (7) В слоистом сердечнике согласно (6), область склеивания может протягиваться в периферийном направлении.

[0019] Магнитный поток, который проходит через заднюю часть сердечника, проходит в периферийном направлении во втором участке. Согласно вышеописанной

конфигурации, поскольку область склеивания протягивается в периферийном направлении, маловероятно, что область ухудшения характеристик должна затруднять прохождение магнитного потока.

[0020] (8) В слоистом сердечнике согласно (6) или (7), зубчатая часть может протягиваться внутрь относительно задней части сердечника в радиальном направлении, и область склеивания может быть неравномерно расположена наружу относительно задней части сердечника в радиальном направлении.

[0021] Согласно вышеописанной конфигурации, поскольку область склеивания неравномерно располагается наружу относительно задней части сердечника в радиальном направлении, маловероятно, что она должна затруднять прохождение магнитного потока, проходящего через кратчайшее расстояние.

[0022] (9) В слоистом сердечнике согласно (2), область склеивания может предоставляться таким образом, что она располагается по обе стороны между одним первым участком и одним вторым участком.

[0023] Согласно вышеописанной конфигурации, область склеивания формируется асимметрично относительно центральной линии зубчатой части. Таким образом, плотности магнитного потока отличаются между одной стороной и другой стороной в периферийном направлении относительно зубчатой части. Такой слоистый сердечник может увеличивать энергоэффективность электромотора, когда он используется в электромоторе, направление вращения которого ограничено одним направлением.

[0024] (10) В слоистом сердечнике согласно любому из (1)-(9), средняя толщина клеевых частей может составлять 1,0-3,0 мкм.

[0025] (11) В слоистом сердечнике согласно любому из (1)-(10), средний модуль Е упругости на растяжение клеевой части может составлять 1500-4500 МПа.

[0026] (12) В слоистом сердечнике согласно любому из (1)-(11), клеевая часть может представлять собой клеевой при комнатной температуре акриловый клеящий материал, содержащий SGA, изготовленный из эластомерсодержащего акрилового клеящего материала.

[0027] (13) Электромотор согласно аспекту настоящего изобретения представляет собой электромотор, включающий в себя слоистый сердечник согласно любому из (1)-(12).

[0028] Согласно электромотору, имеющему вышеописанную конфигурацию, поскольку он имеет слоистый сердечник, имеющий превосходные магнитные свойства, энергоэффективность электромотора может повышаться.

Преимущества изобретения

[0029] Согласно настоящему изобретению, можно улучшать магнитные свойства слоистого сердечника.

Краткое описание чертежей

[0030] Фиг. 1 является видом в поперечном сечении электромотора согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 2 является видом сверху статора, включенного в электромотор, показанный на фиг. 1.

Фиг. 3 является видом спереди статора, включенного в электромотор, показанный на фиг. 1.

Фиг. 4 является схематичным видом листа электротехнической стали и области склеивания статора, показанного на фиг. 2 и 3.

Фиг. 5 является схематичным видом области склеивания статора согласно модифицированному примеру 1.

Фиг. 6 является схематичным видом области склеивания статора согласно модифицированному примеру 2.

Фиг. 7 является схематичным видом области склеивания статора согласно модифицированному примеру 3.

Фиг. 8 является схематичным видом области склеивания статора согласно модифицированному примеру 4.

Фиг. 9 является схематичным видом области склеивания статора согласно модифицированному примеру 5.

Фиг. 10 является графиком, показывающим результаты моделирования потерь в железе моделей номер 1-4.

Фиг. 11 является принципиальной схемой сердечника статора модели номер 4 в качестве сравнительного примера.

Варианты осуществления для реализации изобретения

[0031] В дальнейшем в этом документе описывается электромотор согласно варианту осуществления настоящего изобретения со ссылкой на чертежи. В варианте осуществления, электромотор, конкретно, электромотор переменного тока, более конкретно, синхронный электромотор, и еще более конкретно, постоянный магнитный электромотор примерно иллюстрируется в качестве электромотора. Этот тип электромотора надлежащим образом приспособливается, например, для электротранспортного средства.

[0032] Как показано на фиг. 1, электромотор 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 прикрепляется к кожуху 50.

[0033] В электромоторе 10 настоящего варианта осуществления, например, ток возбуждения, имеющий эффективное значение в 10 А и частоту в 100 Гц, прикладывается к каждой из фаз статора 20, и ротор 30 и вращательный вал 60 вращаются на частоте вращения в 1000 об/мин, соответственно.

[0034] В настоящем варианте осуществления, тип с внутренним ротором, в котором ротор 30 располагается внутри статора 20, приспособливается в качестве электромотора 10. Тем не менее, тип с внешним ротором, в котором ротор 30 располагается снаружи статора 20, может приспособливаться в качестве электромотора 10. Дополнительно, в настоящем варианте осуществления, электромотор 10 представляет собой электромотор

трехфазного переменного тока с 12 полюсами и с 18 прорезями. Тем не менее, например, число полюсов, число прорезей, число фаз и т.п. может надлежащим образом изменяться.

[0035] Статор 20 включает в себя сердечник 21 статора (слоистый сердечник) и обмотку (не показана).

Сердечник 21 статора включает в себя кольцевую заднюю часть 22 сердечника и множество зубчатых частей 23. Ниже по тексту, осевое направление (направление центральной оси О сердечника 21 статора) сердечника 21 статора (задней части 22 сердечника) называется "осевым направлением", радиальное направление (направление, ортогональное к центральной оси О сердечника 21 статора) сердечника 21 статора (задней части 22 сердечника) называется "радиальным направлением", и периферийное направление (направление вращения вокруг центральной оси О сердечника 21 статора) сердечника 21 статора (задней части 22 сердечника) называется "периферийным направлением".

[0036] Задняя часть 22 сердечника формируется в кольцевой форме при виде сверху статора 20 при просмотре в осевом направлении.

Множество зубчатых частей 23 протягиваются от задней части 22 сердечника внутрь в радиальном направлении (к центральной оси О задней части 22 сердечника в радиальном направлении). Множество зубчатых частей 23 располагаются с равными интервалами в периферийном направлении. В настоящем варианте осуществления, 18 зубчатых частей 23 предоставляются с интервалом в 20 градусов центрального угла, центрированного на центральной оси О. Множество зубчатых частей 23 формируются с возможностью иметь идентичную форму и идентичный размер между собой.

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

[0037] Ротор 30 располагается в статоре 20 (сердечнике 21 статора) в радиальном направлении. Ротор 30 включает в себя сердечник 31 ротора и множество постоянных магнитов 32.

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

Множество постоянных магнитов 32 прикрепляются к сердечнику 31 ротора. В настоящем варианте осуществления, набор из двух постоянных магнитов 32 формирует один магнитный полюс. Множество наборов постоянных магнитов 32 располагаются с равными интервалами в периферийном направлении. В настоящем варианте осуществления, 12 наборов (24 всего) постоянных магнитов 32 предоставляются с интервалом в 30 градусов центрального угла, центрированного на центральной оси О.

[0038] В настоящем варианте осуществления, электромотор с внутренними постоянными магнитами приспособляется в качестве постоянного магнитного электромотора. Множество сквозных отверстий 33, которые проходят через сердечник 31

ротора в осевом направлении, формируются в сердечнике 31 ротора. Множество сквозных отверстий 33 предоставляются согласно множеству постоянных магнитов 32. Каждый из постоянных магнитов 32 прикрепляется к сердечнику 31 ротора в состоянии, в котором он располагается в соответствующем сквозном отверстии 33. Прикрепление каждого из постоянных магнитов 32 к сердечнику 31 ротора может реализовываться, например, посредством склеивания внешней поверхности постоянного магнита 32 и внутренней поверхности сквозного отверстия 33 с помощью клеящего материала и т.п. В качестве постоянного магнитного электромотора, электромотор с поверхностными постоянными магнитами может приспособливаться вместо электромотора с внутренними постоянными магнитами.

[0039] *Слоистый сердечник*

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

[0040] Толщина укладки сердечника 21 статора, например, составляет 50,0 мм. Внешний диаметр сердечника 21 статора, например, составляет 250,0 мм. Внутренний диаметр сердечника 21 статора, например, составляет 165,0 мм. Тем не менее, эти значения представляют собой примеры, и толщина укладки и внешний диаметр и внутренний диаметр сердечника 21 статора не ограничены этими значениями. Здесь, внутренний диаметр сердечника 21 статора основан на концевом участке вершины зубчатой части 23 сердечника 21 статора. Внутренний диаметр сердечника 21 статора представляет собой диаметр виртуальной окружности, вписываемой в концевые участки вершины всех зубчатых частей 23.

[0041] Каждый из листов 40 электротехнической стали, формирующих сердечник 21 статора и сердечник 31 ротора, формируется, например, посредством перфорации листа электротехнической стали в качестве материала основания. В качестве листа 40 электротехнической стали, может использоваться известный лист электротехнической стали. Химический состав листа 40 электротехнической стали не ограничен конкретным образом. В настоящем варианте осуществления, лист электротехнической стали без ориентированного зерна приспособливается в качестве листа 40 электротехнической стали. В качестве листа электротехнической стали без ориентированного зерна, например, может приспособливаться полоса электротехнической стали без ориентированного зерна JIS C 2552:2014.

Тем не менее, в качестве листа 40 электротехнической стали, также можно приспособлять лист электротехнической стали с ориентированным зерном вместо листа электротехнической стали без ориентированного зерна. В качестве листа электротехнической стали с ориентированным зерном, например, может приспособливаться полоса электротехнической стали с ориентированным зерном JIS C

2553:2012.

[0042] Изоляционные покрытия предоставляются на обеих поверхностях листа 40 электротехнической стали, чтобы улучшить обрабатываемость листа электротехнической стали и потери в железе слоистого сердечника. Например, (1) неорганическое соединение, (2) органический полимер, (3) смесь неорганического соединения и органического полимера и т.п. может применяться в качестве вещества, составляющего изоляционное покрытие. Примеры неорганического соединения включают в себя (1) комплексное соединение бихромата и борной кислоты, (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 и фтористую смолу и т.п.

[0043] Чтобы обеспечивать изоляционные рабочие характеристики между листами 40 электротехнической стали, уложенными друг на друга, толщина изоляционного покрытия (толщина в расчете на одну поверхность листа 40 электротехнической стали), предпочтительно составляет 0,1 мкм или больше.

С другой стороны, изоляционная способность насыщается по мере того, как изоляционное покрытие становится более толстым. Дополнительно, по мере того, как изоляционное покрытие становится более толстым, пропорция изолирующей пленки в сердечнике 21 статора увеличивается, и магнитные свойства сердечника 21 статора ухудшаются. Следовательно, изоляционное покрытие должно быть максимально тонким в пределах диапазона, в котором обеспечиваются изоляционные рабочие характеристики. 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, и более предпочтительно 0,1 мкм или больше и 2 мкм или меньше.

[0044] По мере того, как лист 40 электротехнической стали становится более тонким, эффект улучшения потерь в железе постепенно насыщается. Дополнительно, по мере того, как лист электротехнической 40 стали становится более тонким, затраты на изготовление листа 40 электротехнической стали увеличиваются. Следовательно, толщина листа 40 электротехнической стали предпочтительно составляет 0,10 мм или больше с учетом эффекта улучшения потерь в железе и затрат на изготовление.

С другой стороны, когда лист 40 электротехнической стали является слишком толстым, операция перфорации прессованием листа 40 электротехнической стали становится затруднительной. Следовательно, с учетом операции перфорации прессованием листа 40 электротехнической стали, толщина листа 40 электротехнической стали предпочтительно составляет 0,65 мм или меньше.

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

мм.

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

[0045] Множество листов 40 электротехнической стали, формирующих сердечник 21 статора, склеиваются посредством клеевой части 41. Клеевая часть 41 представляет собой клеящий материал, который предоставляется между листами 40 электротехнической стали рядом друг с другом в направлении укладки и отверждается без разделения. В качестве клеящего материала, например, используется термореактивный клеящий материал посредством полимерного связывания. В качестве состава клеящего материала, может применяться (1) акриловая смола, (2) эпоксидная смола, (3) состав, содержащий акриловую смолу и эпоксидную смолу, и т.п. В качестве такого клеящего материала, клеящий материал на основе радикальной полимеризации и т.п. может использоваться в дополнение к термореактивному клеящему материалу, и с точки зрения производительности, желательно использовать отверждаемый при комнатной температуре клеящий материал. Отверждаемый при комнатной температуре клеящий материал отверждается при 20-30°C. В качестве отверждаемого при комнатной температуре клеящего материала, акриловый клеящий материал является предпочтительным. Типичные акриловые клеящие материалы включают в себя акриловый клеящий материал второго поколения (SGA) и т.п. Анаэробный клеящий материал, мгновенный клеящий материал и эластомерсодержащий акриловый клеящий материал может использоваться при условии, что преимущества настоящего изобретения не нарушаются. Клеящий материал, упоминаемый здесь, означает состояние до отверждения и становится клеевой частью 41 после того, как клеящий материал отверждается.

[0046] Средний модуль E упругости на растяжение клеевой части 41 при комнатной температуре (20-30°C) составляет в диапазоне в 1500-4500 МПа. Когда средний модуль E упругости на растяжение клеевой части 41 меньше 1500 МПа, возникает такая проблема, что жесткость слоистого сердечника снижается. Следовательно, нижний предел среднего модуля E упругости на растяжение клеевой части 41 составляет 1500 МПа, более предпочтительно 1800 МПа. Наоборот, когда средний модуль E упругости на растяжение клеевой части 41 превышает 4500 МПа, возникает такая проблема, что изоляционное покрытие, сформированное на поверхности листа 40 электротехнической стали, отслаивается. Следовательно, верхний предел среднего модуля E упругости на растяжение клеевой части 41 составляет 4500 МПа, и более предпочтительно 3650 МПа.

Средний модуль E упругости на растяжение измеряется посредством резонансного способа. В частности, модуль упругости на растяжение измеряется на основе JIS R 1602:1995.

Более конкретно, сначала производится проба для измерения (не показана). Эта проба получается посредством склеивания двух листов 40 электротехнической стали с помощью клеящего материала, который должен измеряться, и отверждения клеящего материала, с тем чтобы формировать клеевую часть 41. Когда клеящий материал является терморезистивным, отверждение выполняется посредством нагрева и создания повышенного давления при условиях нагрева и создания повышенного давления в фактической операции. С другой стороны, когда клеящий материал является отверждаемым при комнатной температуре, оно выполняется посредством создания повышенного давления при комнатной температуре.

Затем модуль упругости на растяжение этой пробы измеряется посредством резонансного способа. Как описано выше, способ для измерения модуля упругости на растяжение посредством резонансного способа выполняется на основе JIS R 1602:1995. После этого, модуль упругости на растяжение только клеевой части 41 получается посредством удаления влияния самого листа 40 электротехнической стали из модуля упругости на растяжение (измеренного значения) пробы посредством вычисления.

Поскольку модуль упругости на растяжение, полученный из пробы таким образом, равен среднему значению всех слоистых сердечников, это значение рассматривается в качестве среднего модуля E упругости на растяжение. Состав задается таким образом, что средний модуль E упругости на растяжение практически не изменяется в позиции укладки в направлении укладки или в периферийной позиции вокруг осевого направления слоистого сердечника. Следовательно, средний модуль E упругости на растяжение может задаваться равным значению, полученному посредством измерения отвержденной клеевой части 41 в верхней конечной позиции слоистого сердечника.

[0047] Электромотор вырабатывает тепло при приведении в действие. Следовательно, когда точка плавления клеевой части 41 является низкой, клеевая часть 41 расплавляется вследствие тепла, вырабатываемого посредством электромотора, форма области 42 склеивания изменяется, и требуемый эффект не может получаться. Обычно, изоляционное покрытие (эмаль) предоставляется на поверхности обмотки, наматываемой вокруг сердечника 21 статора. Теплостойкая температура покрытия, например, составляет приблизительно 180°C . Следовательно, общий электромотор приводится в действие при 180°C или ниже. Таким образом, электромотор может нагреваться приблизительно вплоть до 180°C . В настоящем варианте осуществления, точка плавления клеевой части 41 предпочтительно составляет 180°C или выше. Дополнительно, точка плавления клеевой части 41 более предпочтительно составляет 200°C или выше с учетом коэффициента надежности, с учетом того факта, что предусмотрен участок, в котором температура является локально высокой.

[0048] В качестве способа склеивания, например, может приспособливаться способ нанесения клеящего материала на листы 40 электротехнической стали и затем их склеивания посредством одного из нагрева и укладки прессованием либо посредством обоих из означенного. Нагревательное средство может представлять собой любое

средство, такое как нагрев в высокотемпературной ванне или в электрической печи либо способ непосредственной подачи питания.

[0049] 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 насыщается. Дополнительно, по мере того, как клеевая часть 41 становится более толстой, поверхностный коэффициент уменьшается, и магнитные свойства, такие как потери в железе слоистого сердечника, ухудшаются. Следовательно, толщина клеевой части 41 предпочтительно составляет 1 мкм или больше и 100 мкм или меньше и более предпочтительно 1 мкм или больше и 10 мкм или меньше.

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

[0050] Средняя толщина клеевой части 41 более 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, нижний предел средней толщины клеевой части 41 составляет 1,0 мкм, и более предпочтительно 1,2 мкм. Наоборот, когда средняя толщина клеевой части 41 становится больше 3,0 мкм, возникают такие проблемы, как значительное увеличение величины натяжения листа 40 электротехнической стали вследствие усадки во время затвердевания. Следовательно, верхний предел средней толщины клеевой части 41 составляет 3,0 мкм, и более предпочтительно 2,6 мкм.

Средняя толщина клеевой части 41 является средним значением всех слоистых сердечников. Средняя толщина клеевой части 41 практически не изменяется в позиции укладки в направлении укладки и периферийной позиции вокруг центральной оси слоистого сердечника. Следовательно, средняя толщина клеевой части 41 может задаваться равной среднему значению числовых значений, измеряемых в 10 или более точек в периферийном направлении в верхней конечной позиции слоистого сердечника.

[0051] Средняя толщина клеевой части 41 может регулироваться, например, посредством изменения количества наносимого клеящего материала. Дополнительно, в случае терморезактивного клеящего материала, средний модуль E упругости на растяжение клеевой части 41 может регулироваться, например, посредством изменения одного либо обоих из условий нагрева и создания повышенного давления, применяемых во время склеивания, и типа отверждающего агента.

[0052] Далее описывается взаимосвязь между листом 40 электротехнической стали, клеевой частью 41 и областью 42 склеивания со ссылкой на фиг. 4.

Как показано на фиг. 4, листы 40 электротехнической стали рядом друг с другом в направлении укладки не приклеиваются полностью друг к другу. Листы 40 электротехнической стали локально приклеиваются друг к другу. Клеевая часть 41 предоставляется на множестве задних частей 22 сердечника листа электротехнической стали. Задние части 22 сердечника склеиваются посредством клеевой части 41. Таким

образом, множество листов 40 электротехнической стали приклеиваются друг к другу посредством клеевой части 41.

[0053] Область 42 склеивания и пустая область 43 (область без склеивания) формируются на поверхности листа 40 электротехнической стали, которая направлена в направлении укладки (в дальнейшем в этом документе называется "первой поверхностью листа 40 электротехнической стали"). Область 42 склеивания представляет собой область на первой поверхности листа 40 электротехнической стали, в которой предоставляется клеевая часть 41. Более конкретно, область 42 склеивания представляет собой область на первой поверхности листа 40 электротехнической стали, в которой предоставляется отвержденный клеящий материал. Пустая область 43 представляет собой область на первой поверхности листа электротехнической стали, в которой не предоставляется клеевая часть 41.

[0054] Здесь, задняя часть 22 сердечника листа 40 электротехнической стали разделяется на первый участок 22a и второй участок 22b. Первый участок 22a и второй участок 22b размещаются попеременно в периферийном направлении. Таким образом, задняя часть 22 сердечника имеет первые участки 22a и вторые участки 22b, которые размещаются попеременно в периферийном направлении. Граничная линия между первым участком 22a и вторым участком 22b протягивается линейно в радиальном направлении. Первый участок 22a соединяется с зубчатой частью 23 на внешней стороне зубчатой части 23 в радиальном направлении. Второй участок 22b расположен между первыми участками 22a в периферийном направлении.

[0055] Область 42 склеивания предоставляется во втором участке 22b задней части 22 сердечника. Дополнительно, область 42 склеивания не предоставляется в первом участке 22a задней части 22 сердечника. Одна область 42 склеивания предоставляется в одном втором участке 22b. Область 42 склеивания расположена в центре второго участка 22b в периферийном направлении. Дополнительно, область 42 склеивания неравномерно располагается наружу во втором участке 22b в радиальном направлении.

[0056] Область 42 склеивания имеет практически прямоугольную форму, направление длинной стороны которой представляет собой направление, ортогональное к радиальному направлению при виде сверху. Таким образом, область 42 склеивания протягивается в периферийном направлении. Согласно настоящему варианту осуществления, площадь склеивания клеевой части 41 может увеличиваться посредством формирования области 42 склеивания таким образом, что она имеет форму, протягивающуюся в одном направлении, и в силу этого прочность склеивания может увеличиваться по сравнению со случаем, в котором точечные области склеивания прерывисто предоставляются в идентичном диапазоне.

[0057] Клеевая часть может легко формироваться в процессе изготовления посредством увеличения размера d_1 по ширине клеевой части 41. Дополнительно, лист 40 электротехнической стали не коробится локально в значительной степени вследствие механического напряжения при сжатии клеящего материала, и ухудшение потерь в железе

листа 40 электротехнической стали в целом может сдерживаться за счет уменьшения размера d_1 по ширине клеевой части 41.

Размер по ширине области 42 склеивания представляет собой размер области 42 склеивания в направлении короткой стороны и представляет собой размер области 42 склеивания в радиальном направлении в настоящем варианте осуществления. В настоящем варианте осуществления, поскольку область 42 склеивания представляет собой область, в которой клеевая часть 41 предоставляется на первой поверхности листа 40 электротехнической стали, размер по ширине области 42 склеивания и размер по ширине клеевой части 41 являются идентичными.

[0058] Отношение (d_2/d_1 , соотношение сторон) продольного размера d_2 к размеру d_1 по ширине области 42 склеивания предпочтительно составляет 3,5 или больше. Можно обеспечивать прочность склеивания между листами 40 электротехнической стали, при том, что коробление листов 40 электротехнической стали сдерживается посредством задания соотношения сторон области 42 склеивания равным 3,5 или больше.

[0059] В настоящем варианте осуществления, клеящий материал усаживается при отверждении. Следовательно, натяжение вследствие усадки при отверждении клеящего материала возникает в области листа 40 электротехнической стали в контакте с клеевой частью 41, и потери в железе листа 40 электротехнической стали увеличиваются в области. Здесь, область, которая находится в контакте с клеевой частью 41, и в которой потери в железе увеличиваются вследствие натяжения, называется "областью 29 ухудшения характеристик". Область 29 ухудшения характеристик представляет собой область, которая перекрывает область 42 склеивания при просмотре в направлении укладки. Область 29 ухудшения характеристик имеет более высокое магнитное сопротивление, чем магнитное сопротивление других областей (областей без ухудшения характеристик).

В этом подробном описании, увеличение значения потерь в железе может называться "ухудшением потерь в железе".

[0060] Магнитный поток В формируется на листе 40 электротехнической стали посредством тока, протекающего через обмотку (не показана) статора 20. Магнитный поток В формирует магнитную схему, которая проходит через зубчатую часть 23 и заднюю часть 22 сердечника. Магнитный поток В протягивается в периферийном направлении во втором участке 22b задней части 22 сердечника.

[0061] Согласно настоящему варианту осуществления, область 42 склеивания расположена во втором участке 22b и протягивается в периферийном направлении. Таким образом, направление, в котором протягивается область 42 склеивания, совпадает с направлением, в котором магнитный поток В протягивается во втором участке 22b. Другими словами, область 42 склеивания протягивается в направлении вдоль магнитного потока В, которое проходит через область 29 ухудшения характеристик листа 40 электротехнической стали в контакте с областью 42 склеивания. Следовательно, пропорция области 29 ухудшения характеристик в площади поперечного сечения тракта

магнитного потока В может уменьшаться, и число линий магнитных индукции, которые проходят через область 29 ухудшения характеристик, может уменьшаться. Дополнительно, магнитный поток В может легко обходить область 29 ухудшения характеристик, имеющую высокое магнитное сопротивление, за счет уменьшения пропорции области 29 ухудшения характеристик в площади поперечного сечения тракта магнитного потока. Как результат, можно сдерживать затруднение прохождения магнитного потока В, формирующего магнитную схему, вследствие области 29 ухудшения характеристик и можно улучшать магнитные свойства сердечника 21 статора по сравнению со случаем, в котором листы электротехнической стали прикрепляются друг к другу посредством крепления.

[0062] Как показано на фиг. 4, пустая область 43, в которой не предоставляется область 42 склеивания, предоставляется наружу относительно области 42 склеивания в радиальном направлении и внутрь относительно области 42 склеивания в радиальном направлении. Таким образом, области 42 склеивания не формируются по обе стороны от области 42 склеивания в периферийном направлении. Область листа 40 электротехнической стали, которая перекрывает пустую область 43, не подвергается механическому напряжению вследствие усадки при отверждении клеящего материала. Следовательно, потери в железе не увеличиваются в этой области по сравнению с областью 29 ухудшения характеристик. В этом подробном описании, область листа 40 электротехнической стали, в которой не возникает увеличение потерь в железе, называется "областью без ухудшения характеристик". Согласно вышеописанной конфигурации, поскольку области без ухудшения характеристик предоставляются на обеих сторонах области 29 ухудшения характеристик в радиальном направлении, магнитный поток В, формирующий магнитную схему, может обходить область без ухудшения характеристик, и в силу этого магнитные свойства сердечника 21 статора могут улучшаться.

[0063] Магнитный поток В имеет тенденцию протекать вдоль кратчайшего расстояния с наименьшим магнитным сопротивлением. Следовательно, в задней части 22 сердечника, плотность магнитного потока снижается от внутренней стороны в радиальном направлении к внешней стороне в радиальном направлении. В настоящем варианте осуществления, область 42 склеивания располагается неравномерно наружу относительно задней части 22 сердечника в радиальном направлении. Следовательно, область 29 ухудшения характеристик листа 40 электротехнической стали может формироваться в области, имеющей низкую плотность магнитного потока, и ухудшение магнитных свойств сердечника 21 статора вследствие предоставления клеевой части 41 может сдерживаться.

[0064] Согласно настоящему варианту осуществления, область 42 склеивания предоставляется во втором участке 22b и не предоставляется в первом участке 22a. Следовательно, область 42 склеивания дискретно располагается в периферийном направлении в задней части 22 сердечника. Как результат, листы 40 электротехнической стали могут прикрепляться друг к другу симметрично. Помимо этого, поскольку области

29 ухудшения характеристик, сформированные на листе 40 электротехнической стали, располагаются дискретно, маловероятно, что области 29 ухудшения характеристик должны затруднять прохождение магнитного потока В. Такой эффект представляет собой эффект, который может получаться, даже когда область 42 склеивания предоставляется в первом участке 22а и не предоставляется во втором участке 22b. Таким образом, вышеописанный эффект может получаться, когда область 42 склеивания предоставляется дискретно в периферийном направлении, по меньшей мере, одного из первого участка 22а и второго участка 22b.

[0065] В настоящем варианте осуществления, аналогично сердечнику 21 статора, сердечник 31 ротора представляет собой слоистый сердечник. Таким образом, сердечник 31 ротора включает в себя множество листов электротехнической стали, уложенных друг на друга в направлении толщины. В настоящем варианте осуществления, толщина укладки сердечника 31 ротора равна толщине укладки сердечника 21 статора и, например, составляет 50,0 мм. Внешний диаметр сердечника 31 ротора, например, составляет 163,0 мм. Внутренний диаметр сердечника 31 ротора, например, составляет 30,0 мм. Тем не менее, эти значения представляют собой примеры, и толщина укладки, внешний диаметр и внутренний диаметр сердечника 31 ротора не ограничены этими значениями.

[0066] В настоящем варианте осуществления, множество листов электротехнической стали, формирующих сердечник 31 ротора, прикрепляются друг к другу посредством крепления С (шканта, см. фиг. 1). Тем не менее, множество листов 40 электротехнической стали, формирующих сердечник 31 ротора, могут приклеиваться друг к другу посредством клеевой части, идентичной клеевой части в сердечнике 21 статора.

[0067] *Модифицированный пример 1*

Далее описываются клеевая часть 141 и область 142 склеивания модифицированного примера 1, которые могут приспособливаться в вышеописанном варианте осуществления, со ссылкой на фиг. 5. Компоненты, имеющие аспекты, идентичные аспектам вышеописанном варианте осуществления, обозначаются посредством идентичных ссылок с номерами, и их описание опускается.

[0068] Аналогично вышеописанному варианту осуществления, область 142 склеивания, в которой предоставляется клеевая часть 141, формируется в задней части 22 сердечника. Область 142 склеивания настоящего модифицированного примера предоставляется в первом участке 22а задней части 22 сердечника. Дополнительно, область 142 склеивания не предоставляется во втором участке 22b задней части 22 сердечника. Одна область 142 склеивания предоставляется в одном первом участке 22а. Область 142 склеивания расположена в центре первого участка 22а в периферийном направлении.

[0069] Область 142 склеивания имеет практически прямоугольную форму, направление длинной стороны которой представляет собой радиальное направление при виде сверху. Соотношение сторон ($d2/d1$) области 142 склеивания предпочтительно составляет 3,5 или больше, аналогично вышеописанному варианту осуществления.

[0070] Область 142 склеивания протягивается вдоль центральной линии CL зубчатой части 23 в радиальном направлении. Центральная линия CL представляет собой виртуальную линию, которая проходит через круговой центр зубчатой части 23 в радиальном направлении. Внешний концевой участок области 142 склеивания в радиальном направлении расположен на внешнем конце задней части 22 сердечника в радиальном направлении. Таким образом, область 142 склеивания протягивается радиально внутрь относительно внешнего конца задней части 22 сердечника в радиальном направлении. Дополнительно, внутренний концевой участок области 142 склеивания в радиальном направлении расположен радиально наружу относительно внутреннего конца задней части 22 сердечника в радиальном направлении.

[0071] Магнитный поток В формируется на листе 40 электротехнической стали посредством тока, протекающего через обмотку (не показана) статора 20. Магнитный поток В формирует магнитную схему, которая проходит через зубчатую часть 23 и заднюю часть 22 сердечника. Магнитный поток В протягивается в радиальном направлении в первом участке 22а задней части 22 сердечника и разветвляется в обе стороны в периферийном направлении в середине первого участка 22а в радиальном направлении. Магнитный поток В разветвляется в симметричном направлении относительно центральной линии CL зубчатой части 23.

[0072] Согласно настоящему модифицированному примеру, область 142 склеивания расположена в первом участке 22а и протягивается вдоль центральной линии CL зубчатой части 23 в радиальном направлении. Таким образом, направление, в котором протягивается область 142 склеивания, совпадает с направлением, в котором, по меньшей мере, часть магнитного потока В протягивается в первом участке 22а. Другими словами, область 142 склеивания протягивается в направлении вдоль, по меньшей мере, части магнитного потока, проходящего через область 129 ухудшения характеристик листа 40 электротехнической стали в контакте с областью 142 склеивания. Следовательно, пропорция области 129 ухудшения характеристик в площади поперечного сечения тракта магнитного потока В может уменьшаться, и число линий магнитных индукции, проходящих через область 129 ухудшения характеристик, может сдерживаться. Дополнительно, магнитный поток В может легко обходить область 129 ухудшения характеристик, имеющую высокое магнитное сопротивление, за счет уменьшения пропорции области 129 ухудшения характеристик в площади поперечного сечения тракта магнитного потока В. Дополнительно, в настоящем модифицированном примере, поскольку область 142 склеивания протягивается вдоль центральной линии CL зубчатой части 23, магнитный поток В, разветвляющийся в симметричном направлении относительно центральной линии CL, может легко обходить область 129 ухудшения характеристик. Как результат, можно сдерживать затруднение прохождения магнитного потока В, формирующего магнитную схему вследствие области 129 ухудшения характеристик, и можно улучшать магнитные свойства сердечника 21 статора по сравнению со случаем, в котором листы электротехнической стали прикрепляются друг к

другу посредством крепления.

[0073] Как показано на фиг. 5, пустые области 143, в которых не предоставляется область 142 склеивания, предоставляются на обеих сторонах области 142 склеивания в периферийном направлении. Область без ухудшения характеристик, в которой механическое напряжение вследствие усадки при отверждении клеящего материала не прикладывается, формируется в области листа 40 электротехнической стали, которая перекрывает пустую область 143. Согласно вышеописанной конфигурации, поскольку область без ухудшения характеристик предоставляется на обеих сторонах области 129 ухудшения характеристик в периферийном направлении, магнитный поток В, формирующий магнитную схему, может обходить область без ухудшения характеристик, и магнитные свойства сердечника 21 статора могут улучшаться.

[0074] Поскольку магнитный поток В имеет тенденцию протекать вдоль кратчайшего расстояния с низким магнитным сопротивлением, плотность магнитного потока в задней части 22 сердечника снижается от внутренней стороны в радиальном направлении к внешней стороне в радиальном направлении. В настоящем модифицированном примере, область 142 склеивания протягивается из внешнего конца задней части 22 сердечника в радиальном направлении. Следовательно, область 129 ухудшения характеристик листа 40 электротехнической стали может формироваться в области, имеющей низкую плотность магнитного потока, и ухудшение магнитных свойств сердечника 21 статора вследствие предоставления области 142 склеивания может сдерживаться.

[0075] *Модифицированный пример 2*

Далее описываются клеевая часть 241 и область 242 склеивания модифицированного примера 2, которые могут приспосабливаться в вышеописанном варианте осуществления, со ссылкой на фиг. 6. Компоненты, имеющие аспекты, идентичные аспектам вышеописанном варианте осуществления, обозначаются посредством идентичных ссылок с номерами, и их описание опускается.

[0076] Аналогично вышеописанному варианту осуществления, область 242 склеивания, в которой предоставляется клеевая часть 241, формируется в задней части 22 сердечника. Область 242 склеивания настоящего модифицированного примера предоставляется в первом участке 22а задней части 22 сердечника. Дополнительно, область 242 склеивания не предоставляется во втором участке 22b задней части 22 сердечника. Одна область 242 склеивания предоставляется в одном первом участке 22а. Область 242 склеивания расположена в центре первого участка 22а в периферийном направлении. Дополнительно, область 242 склеивания неравномерно располагается внутрь в радиальном направлении в первом участке 22а.

[0077] Область 242 склеивания имеет практически прямоугольную форму, направление длинной стороны которой представляет собой направление, ортогональное к радиальному направлению при виде сверху. Дополнительно, соотношение сторон ($d2/d1$) области 242 склеивания предпочтительно составляет 3,5 или больше, аналогично

вышеописанному варианту осуществления.

[0078] Магнитный поток В формируется на листе 40 электротехнической стали посредством тока, протекающего через обмотку (не показана) статора 20. Магнитный поток В формирует магнитную схему, которая проходит через зубчатую часть 23 и заднюю часть 22 сердечника. Магнитный поток В протягивается в радиальном направлении в первом участке 22а задней части 22 сердечника и разветвляется в обе стороны в периферийном направлении в середине первого участка 22а в радиальном направлении.

[0079] Согласно настоящему модифицированному примеру, область 242 склеивания расположена в первом участке 22а и протягивается в периферийном направлении. Таким образом, направление, в котором область 242 склеивания протягивается частично, совпадает с направлением магнитного потока В, который разветвляется в первом участке 22а и протягивается в периферийном направлении. Другими словами, по меньшей мере, часть области 242 склеивания протягивается в направлении вдоль магнитного потока В, проходящего через область 229 ухудшения характеристик листа 40 электротехнической стали в контакте с областью 242 склеивания. Следовательно, пропорция области 229 ухудшения характеристик в площади поперечного сечения тракта магнитного потока В может уменьшаться, и также магнитный поток В может легко обходить область 229 ухудшения характеристик, имеющую высокое магнитное сопротивление. Как результат, можно сдерживать затруднение прохождения магнитного потока В, формирующего магнитную схему, вследствие области 229 ухудшения характеристик, и можно улучшать магнитные свойства сердечника 21 статора по сравнению со случаем, в котором листы электротехнической стали прикрепляются друг к другу посредством крепления.

[0080] Как показано на фиг. 6, пустые области 243, в которых не предоставляется область 242 склеивания, предоставляются на обеих сторонах области 242 склеивания в периферийном направлении. В области листа 40 электротехнической стали, которая перекрывает пустую область 243, не формируется область без ухудшения характеристик, к которой механическое напряжение вследствие усадки при отверждении клеящего материала не прикладывается. Согласно вышеописанной конфигурации, поскольку области без ухудшения характеристик предоставляются на обеих сторонах области 229 ухудшения характеристик в периферийном направлении, магнитный поток В, формирующий магнитную схему, может проходить через область без ухудшения характеристик, и магнитные свойства сердечника 21 статора могут улучшаться.

[0081] *Модифицированный пример 3*

Далее описываются клеевая часть 341 и область 342 склеивания модифицированного примера 3, которые могут приспособливаться в вышеописанном варианте осуществления, со ссылкой на фиг. 7. Компоненты, имеющие аспекты, идентичные аспектам вышеописанном варианте осуществления, обозначаются посредством идентичных ссылок с номерами, и их описание опускается.

[0082] Аналогично вышеописанному варианту осуществления, область 342 склеивания, в которой предоставляется клеевая часть 341, формируется в задней части 22 сердечника. Область 342 склеивания настоящего модифицированного примера является аналогичной конфигурации области 242 склеивания модифицированного примера 2. Область 342 склеивания настоящего модифицированного примера отличается от области 242 склеивания модифицированного примера 2 тем, что она неравномерно располагается наружное из первого участка 22а в радиальном направлении.

[0083] Поскольку магнитный поток В имеет тенденцию протекать вдоль кратчайшего расстояния с низким магнитным сопротивлением, плотность магнитного потока задней части 22 сердечника снижается от внутренней стороны в радиальном направлении к внешней стороне в радиальном направлении. В настоящем модифицированном примере, область 342 склеивания располагается неравномерно наружу относительно задней части 22 сердечника в радиальном направлении. Следовательно, область 329 ухудшения характеристик листа 40 электротехнической стали может формироваться в области, имеющей низкую плотность магнитного потока, и ухудшение магнитных свойств сердечника 21 статора вследствие предоставления области 342 склеивания может сдерживаться.

[0084] Согласно настоящему модифицированному примеру, область 342 склеивания располагается неравномерно наружу относительно первого участка 22а в радиальном направлении и протягивается в периферийном направлении. Следовательно, область 342 склеивания более широко протягивается параллельно направлению магнитного потока В, который разветвляется в первом участке 22а, и протягивается в периферийном направлении, по сравнению с областью 242 склеивания модифицированного примера 2. Следовательно, не только пропорция области 329 ухудшения характеристик в площади поперечного сечения тракта магнитного потока В дополнительно может уменьшаться, но также и магнитный поток В может более легко обходить область 329 ухудшения характеристик, имеющую высокое магнитное сопротивление. Как результат, можно сдерживать затруднение прохождения магнитного потока В, формирующего магнитную схему, вследствие области 329 ухудшения характеристик, и можно дополнительно улучшать магнитные свойства сердечника 21 статора по сравнению с Модифицированным примером 2.

[0085] *Модифицированный пример 4*

Далее описываются клеевая часть 441 и область 442 склеивания модифицированного примера 4, которые могут приспособливаться в вышеописанном варианте осуществления, со ссылкой на фиг. 8. Компоненты, имеющие аспекты, идентичные аспектам вышеописанном варианте осуществления, обозначаются посредством идентичных ссылок с номерами, и их описание опускается.

[0086] Аналогично вышеописанному варианту осуществления, область 442 склеивания, в которой предоставляется клеевая часть 441, формируется в задней части 22 сердечника. Область 442 склеивания настоящего модифицированного примера

предоставляется таким образом, что она располагается по обе стороны между одним первым участком 22а и одним вторым участком 22b. Дополнительно, область 442 склеивания настоящего модифицированного примера неравномерно располагается наружу относительно задней части 22 сердечника в радиальном направлении и протягивается в периферийном направлении.

[0087] В настоящем модифицированном примере, область 442 склеивания предоставляется на граничной линии между одним первым участком 22а и вторым участком 22b на одной стороне в периферийном направлении и не предоставляется на граничной линии между первым участком 22а и вторым участком 22b на другой стороне в периферийном направлении. Следовательно, область 442 склеивания формируется асимметрично относительно центральной линии CL зубчатой части 23. Плотность магнитного потока В, протекающего из зубчатой части 23 в заднюю часть 22 сердечника, с большей вероятностью должна увеличиваться на другой стороне в периферийном направлении, в которой область 442 склеивания не предоставляется, чем на одной стороне в периферийном направлении, в которой область 442 склеивания предоставляется. Таким образом, согласно настоящему варианту осуществления, плотности магнитного потока отличаются между одной стороной и другой стороной в периферийном направлении относительно центральной линии CL. Такой слоистый сердечник может увеличивать энергоэффективность электромотора, когда он используется в электромоторе, направление вращения которого ограничено одним направлением.

[0088] *Модифицированный пример 5*

Далее описываются клеевая часть 541 и область 542 склеивания модифицированного примера 5, которые могут приспособливаться в вышеописанном варианте осуществления, со ссылкой на фиг. 9. Компоненты, имеющие аспекты, идентичные аспектам вышеописанном варианте осуществления, обозначаются посредством идентичных ссылок с номерами, и их описание опускается.

[0089] Аналогично вышеописанному варианту осуществления, область 542 склеивания, в которой предоставляется клеевая часть 541, формируется в задней части 22 сердечника. Область 542 склеивания настоящего модифицированного примера имеет Т-образную форму при виде сверху и может считаться представляющей собой комбинацию области 142 склеивания модифицированного примера 1 и области 342 склеивания модифицированного примера 3. Согласно настоящему модифицированному примеру, эффекты модифицированных примеров 1 и модифицированного примера 3 могут демонстрироваться, достаточная площадь области 542 склеивания может обеспечиваться, и прочность склеивания может увеличиваться. Как показано в настоящем модифицированном примере, конфигурация, которая комбинирует конфигурации варианта осуществления и каждого из модифицированных примеров, может приспособливаться для того, чтобы получать комбинированные эффекты.

[0090] Объем настоящего изобретения не ограничен вышеописанным вариантом осуществления и его модифицированными примерами, и различные модификации могут

вноситься без отступления от цели настоящего изобретения.

[0091] В сердечниках статора вышеописанного варианта осуществления и его модифицированных примеров, множество листов электротехнической стали прикрепляются друг к другу в области склеивания, предоставленной в задней части сердечника. Тем не менее, листы электротехнической стали могут прикрепляться друг к другу не только в задней части сердечника, но также и в зубчатой части. В этом случае, крепление может предоставляться в зубчатой части, или отдельная область склеивания может предоставляться на зубчатой части. Дополнительно, листы электротехнической стали могут привариваться и прикрепляться друг к другу в дополнение к закреплению за счет склеивания вследствие области склеивания.

[0092] В вышеописанном варианте осуществления и в его модифицированных примерах, описывается случай, в котором размер по ширине области склеивания является однородным по всей длине области склеивания. Тем не менее, размер по ширине области склеивания не обязательно должен быть однородным. В качестве примера, оба концевых участка области склеивания в направлении ширины могут наматываться и могут протягиваться в направлении по длине.

[0093] Форма сердечника статора не ограничена формой, показанной в вышеописанном варианте осуществления. В частности, размеры внешнего диаметра и внутреннего диаметра сердечника статора, толщина укладки, число прорезей, отношение размеров зубчатой части в периферийном направлении и в радиальном направлении, отношение размеров зубчатой части и задней части сердечника в радиальном направлении и т.п. могут произвольно рассчитываться согласно требуемым характеристикам электромотора.

[0094] В роторе вышеописанного варианта осуществления, хотя набор из двух постоянных магнитов 32 формирует один магнитный полюс, настоящее изобретение не ограничено этим. Например, один постоянный магнит 32 может формировать один магнитный полюс, либо три или более постоянных магнита 32 могут формировать один магнитный полюс.

[0095] В вышеописанном варианте осуществления, хотя постоянный магнитный электромотор описывается в качестве примера электромотора 10, конструкция электромотора 10 не ограничена этим, как проиллюстрировано в качестве примера ниже, и также могут приспособляться различные известные конструкции, не проиллюстрированные в качестве примера ниже.

В вышеописанном варианте осуществления, хотя постоянный магнитный электромотор описывается в качестве примера синхронного электромотора, настоящее изобретение не ограничено этим. Например, электромотор может представлять собой реактивный электромотор или электромотор на электромагнитном поле (двухобмоточный электромотор).

В вышеописанном варианте осуществления, хотя синхронный электромотор описывается в качестве примера электромотора переменного тока, настоящее изобретение

не ограничено этим. Например, электромотор может представлять собой асинхронный электромотор.

В вышеописанном варианте осуществления, хотя электромотор переменного тока описывается в качестве примера электромотора, настоящее изобретение не ограничено этим. Например, электромотор может представлять собой электромотор постоянного тока.

В вариантах осуществления, хотя электромотор описывается в качестве примера электромотора, настоящее изобретение не ограничено этим. Например, электромотор может представлять собой генератор.

[0096] В вышеописанном варианте осуществления, хотя примерно иллюстрируется случай, в котором слоистый сердечник согласно настоящему изобретению применяется к сердечнику статора, он также может применяться к сердечнику ротора.

[0097] Помимо этого, можно заменять компоненты в вышеописанном варианте осуществления и в его модифицированных примерах известными компонентами надлежащим образом без отступления от цели настоящего изобретения, и вышеописанные модифицированные примеры могут надлежащим образом комбинироваться.

Пример

[0098] Проверочное испытание проведено для того, чтобы проверять подавление ухудшения потерь в железе листов электротехнической стали вследствие механического напряжения при сжатии клеевой части. Это проверочное испытание выполнено посредством моделирования с использованием программного обеспечения. В качестве программного обеспечения, использовано программное обеспечение моделирования электромагнитного поля на основе конечно-элементного способа JMAG, созданное компанией JSOL Corporation. В качестве модели, используемой для моделирования, предполагаются сердечники статора (слоистые сердечники) моделей номер 1-4. Лист электротехнической стали, используемый для каждой из моделей, изготовлен посредством перфорации тонкого листа, имеющего толщину в 0,25 мм. Форма листа электротехнической стали является идентичной форме, показанной на фиг. 2.

[0099] Сердечники статора моделей номер 1-3 отличаются от сердечника статора номер 4 по конструкции закрепления листов электротехнической стали. В сердечниках статора моделей номер 1-3, клеевая часть предоставляется между листами электротехнической стали, и листы электротехнической стали приклеиваются и прикрепляются друг к другу. С другой стороны, в сердечнике статора модели номер 4, листы электротехнической стали прикрепляются друг к другу посредством крепления.

[0100] Клеевая часть модели номер 1 соответствует клеевой части 41, показанной на фиг. 4. Область склеивания клеевой части модели номер 1 протягивается в периферийном направлении во втором участке задней части сердечника.

[0101] Клеевая часть модели номер 2 соответствует клеевой части 141, показанной на фиг. 5. Область склеивания клеевой части модели номер 2 протягивается в периферийном направлении в первом участке задней части сердечника.

[0102] Клеевая часть модели номер 3 соответствует клеевой части 241, показанной

на фиг. 6. Область склеивания клеевой части модели номер 3 протягивается в периферийном направлении в первом участке задней части сердечника.

[0103] Сердечник 1021 статора модели номер 4 показывается на фиг. 11. Сердечник 1021 статора формируется посредством укладки листов 40 электротехнической стали, имеющих форму, идентичную форме сердечника 21 статора вышеописанного варианта осуществления в направлении толщины. Сердечник 1021 статора отличается от сердечника 21 статора вышеописанного варианта осуществления тем, что листы 40 электротехнической стали крепятся и прикрепляются друг к другу. Таким образом, листы 40 электротехнической стали сердечника 1021 статора прикрепляются друг к другу посредством крепления 1042 (шканта). Крепление 1042 расположено во втором участке 22b задней части 22 сердечника.

[0104] Фиг. 10 показывает результаты вычисления потерь в железе листа электротехнической стали, вычисленных посредством программного обеспечения моделирования для каждой из моделей. Дополнительно, в потерях в железе (по вертикальной оси) результата вычисления, показанного на фиг. 10, потери в железе модели номер 4 задаются равными 1,0, и потери в железе другой модели указывается в качестве отношения относительно потерь в железе модели номер 4.

[0105] Как показано на фиг. 10, подтверждается то, что сердечники статора моделей номер 1-3 имеют меньшие значения потерь в железе, чем значения потерь в железе сердечника статора модели номер 4.

[0106] Сердечник статора модели номер 3 имеет большие потери в железе, чем потери в железе сердечников статора модели номер 1 и модели номер 2. В сердечнике статора модели номер 3, как показано на фиг. 6, область склеивания расположена около границы между зубчатой частью и задней частью сердечника. Следовательно, считается, что магнитный поток, проходящий через область ухудшения характеристик вследствие области склеивания, увеличивается, и магнитное сопротивление увеличивается. Следовательно, в сердечнике статора модели номер 3, как показано на фиг. 7, считается, что значение потерь в железе может уменьшаться посредством расположения области склеивания неравномерно наружу относительно задней части сердечника в радиальном направлении.

Промышленная применимость

[0107] Согласно настоящему изобретению, можно улучшать магнитные свойства. Следовательно, промышленная применимость является широкой.

Краткое описание ссылок с номерами

[0108] 10 - электромотор

20 - статор

21 - сердечник статора (слоистый сердечник)

22 - задняя часть сердечника

22a - первый участок

22b - второй участок

23 - зубчатая часть

40 - лист электротехнической стали

41, 141, 241, 341, 441, 541 - клеевая часть

42, 142, 242, 342, 442, 542 - область склеивания

43, 143, 243 - пустая область

B - магнитный поток

CL - центральная линия

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Слоистый сердечник, содержащий:

множество листов электротехнической стали, уложенных друг на друга; и клеевую часть, которая выполнена между листами электротехнической стали рядом друг с другом в направлении укладки и приклеивает листы электротехнической стали друг к другу,

при этом лист электротехнической стали включает в себя:

кольцевую заднюю часть сердечника, и

множество зубчатых частей, которые проходят от задней части сердечника в радиальном направлении задней части сердечника и расположены с интервалами в периферийном направлении задней части сердечника,

в задней части сердечника листа электротехнической стали сформирована область склеивания, в которой выполнена клеевая часть, и

область склеивания проходит в направлении вдоль магнитного потока, проходящего через область листа электротехнической стали в контакте с областью склеивания.

2. Слоистый сердечник по п. 1,

в котором задняя часть сердечника имеет первый участок и второй участок, которые расположены попеременно в периферийном направлении,

первый участок радиально соединен с зубчатой частью снаружи зубчатой части в радиальном направлении,

второй участок расположен между первыми участками в периферийном направлении, и

область склеивания сформирована дискретно в периферийном направлении, по меньшей мере, одного из первого участка и второго участка.

3. Слоистый сердечник по п. 2,

в котором область склеивания сформирована в первом участке, и

область склеивания не сформирована на обеих сторонах области склеивания в периферийном направлении.

4. Слоистый сердечник по п. 3, в котором область склеивания проходит вдоль центральной линии зубчатой части в радиальном направлении.

5. Слоистый сердечник по п. 3 или 4,

в котором зубчатая часть проходит внутрь относительно задней части сердечника в радиальном направлении, и

область склеивания проходит радиально внутрь относительно внешнего конца задней части сердечника в радиальном направлении.

6. Слоистый сердечник по п. 2,

в котором область склеивания выполнена во втором участке, и

область склеивания не сформирована на обеих сторонах области склеивания в радиальном направлении.

7. Слоистый сердечник по п. 6, в котором область склеивания проходит в периферийном направлении.

8. Слоистый сердечник по п. 6 или 7, в котором зубчатая часть проходит внутрь относительно задней части сердечника в радиальном направлении, и

область склеивания неравномерно расположена наружу относительно задней части сердечника в радиальном направлении.

9. Слоистый сердечник по п. 2, в котором область склеивания выполнена таким образом, что она расположена по обе стороны между одним первым участком и одним вторым участком.

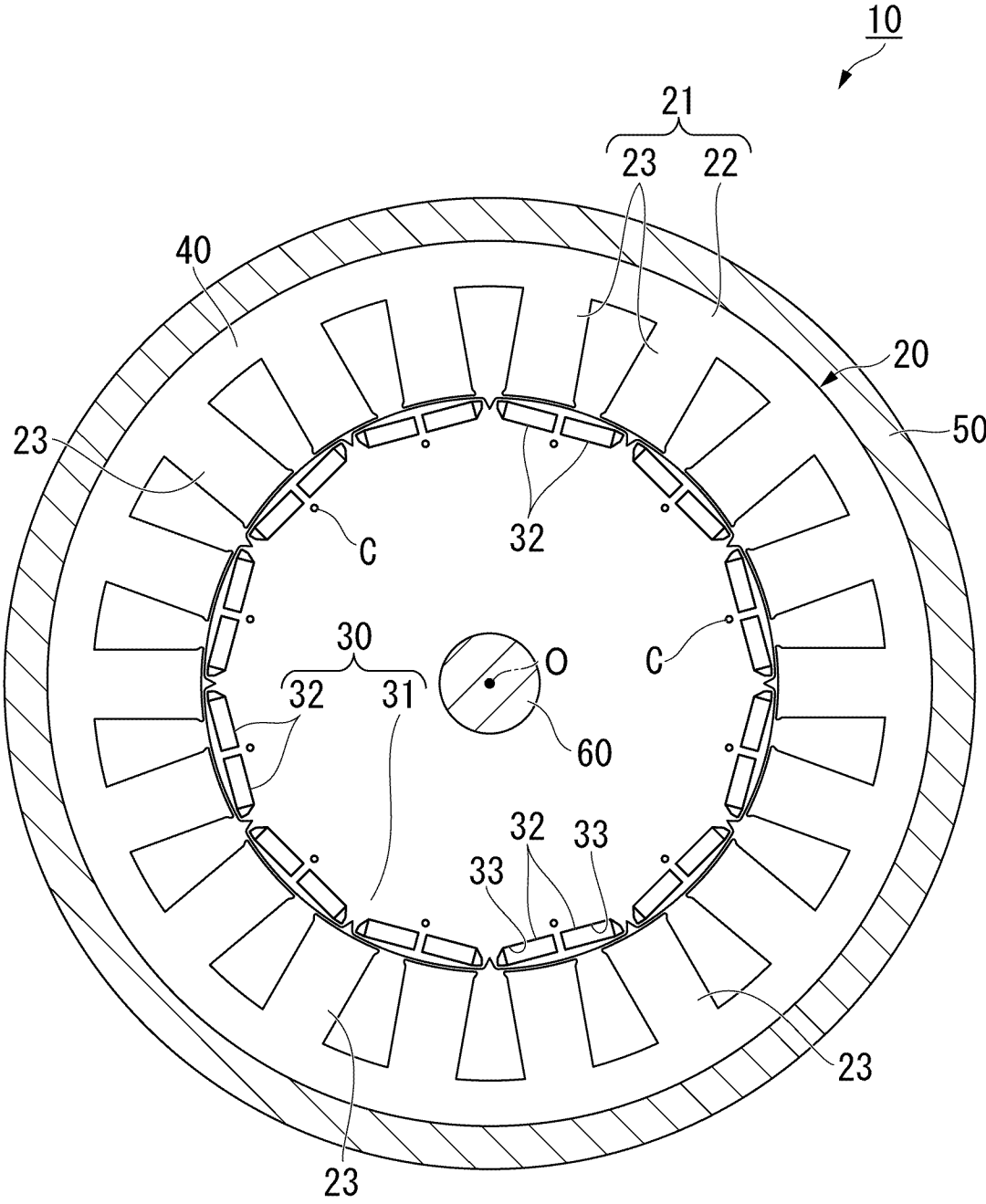
10. Слоистый сердечник по любому из пп. 1-9, в котором средняя толщина клеевой части составляет 1,0-3,0 мкм.

11. Слоистый сердечник по любому из пп. 1-10, в котором средний модуль Е упругости на растяжение клеевой части составляет 1500-4500 МПа.

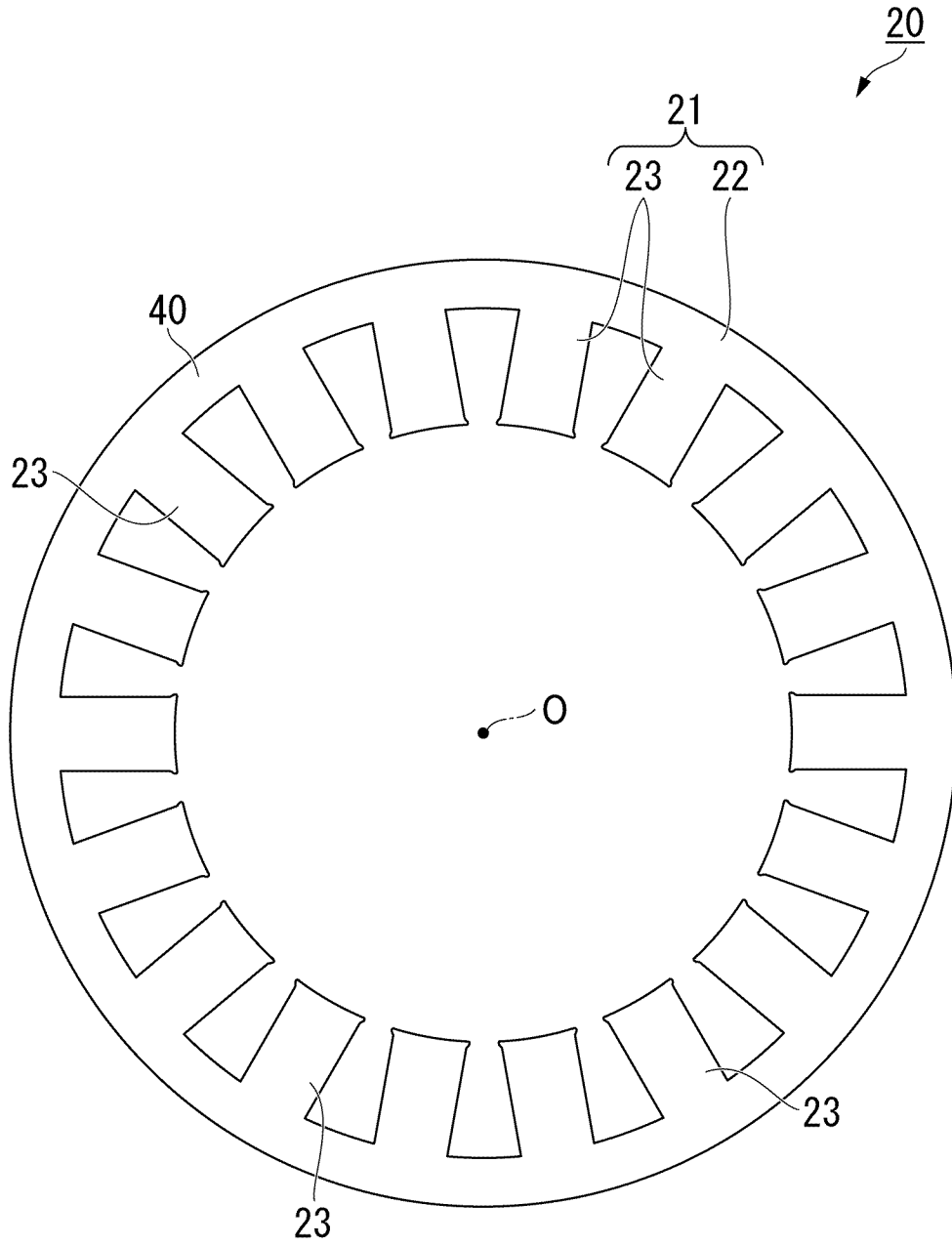
12. Слоистый сердечник по любому из пп. 1-11, в котором клеевая часть представляет собой клеевой при комнатной температуре акриловый клеящий материал, содержащий SGA, изготовленный из эластомерсодержащего акрилового клеящего материала.

13. Электромотор, включающий в себя слоистый сердечник по любому из пп. 1-12.

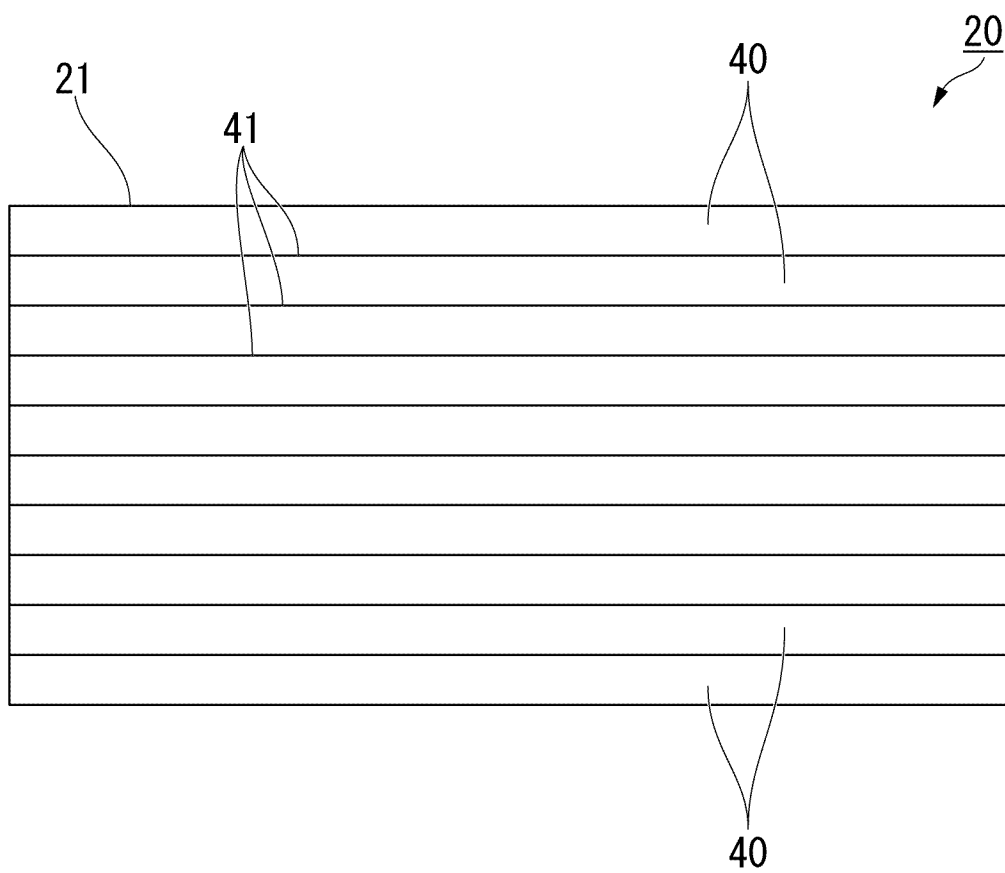
ФИГ. 1



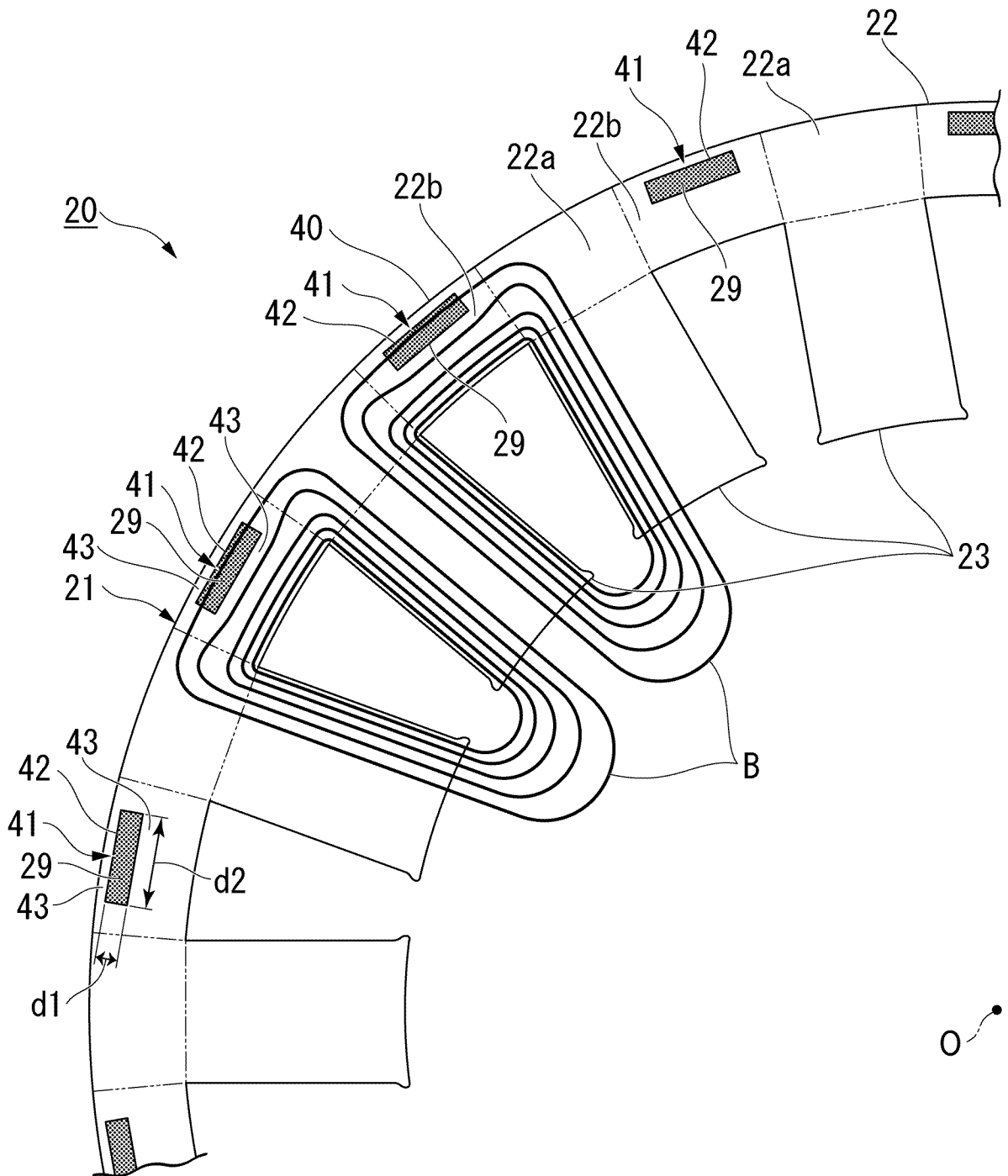
ФИГ. 2



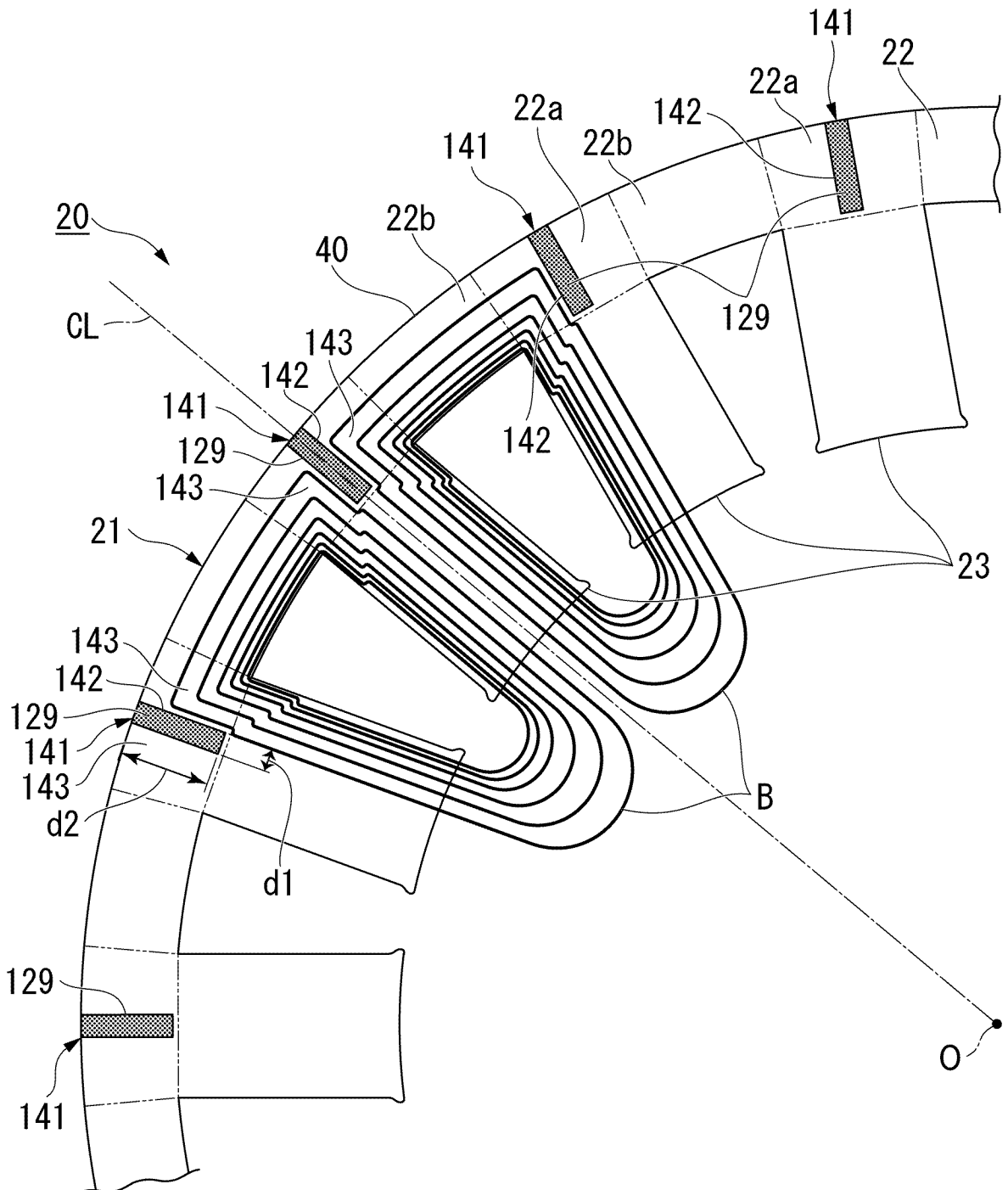
ФИГ. 3



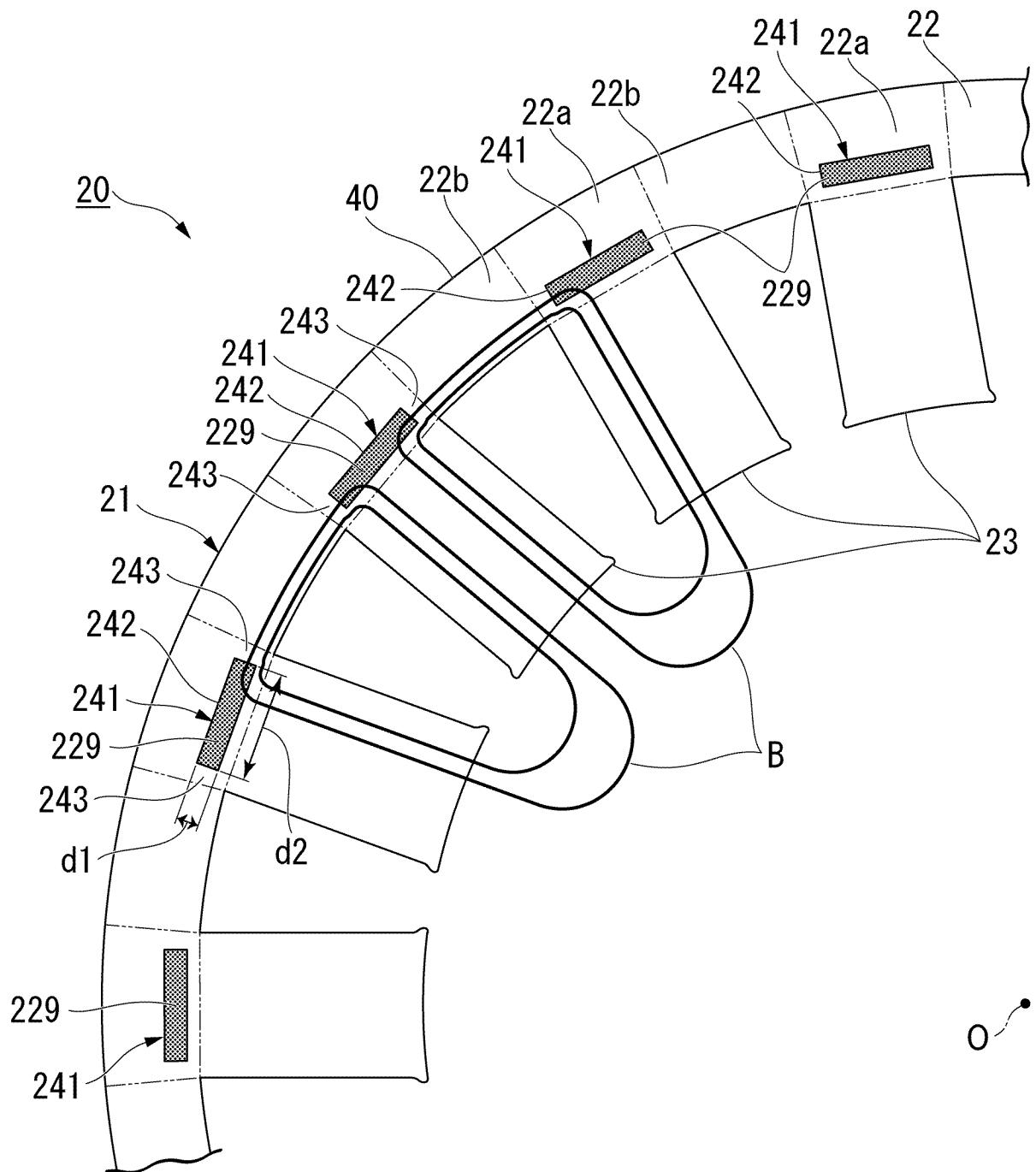
ФИГ. 4



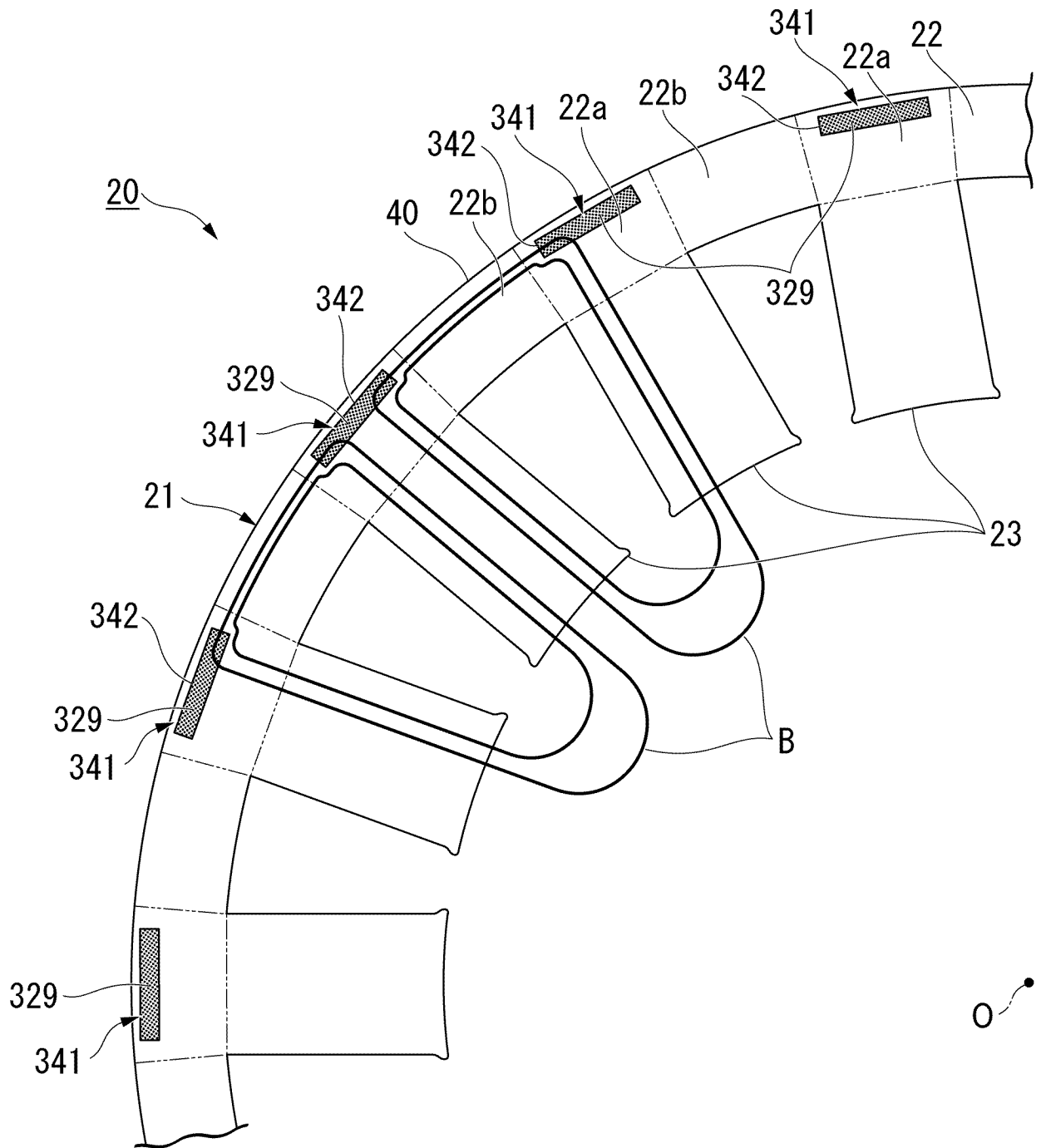
ФИГ. 5



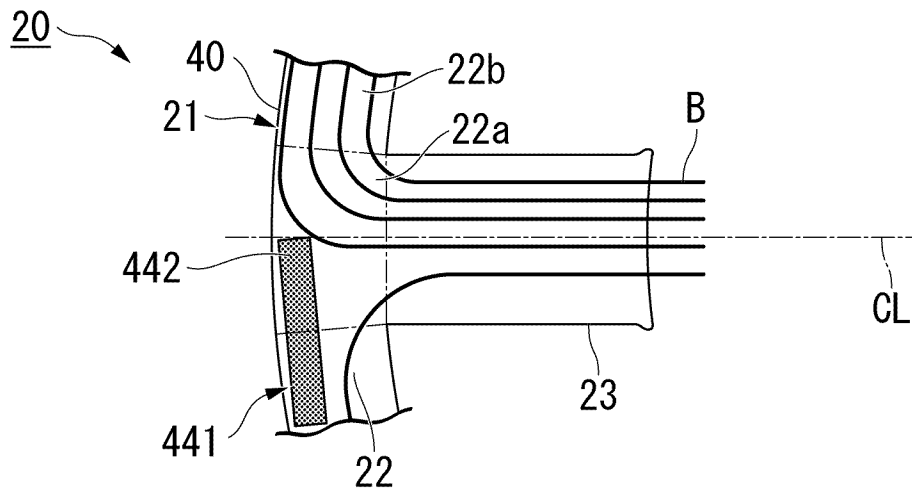
ФИГ. 6



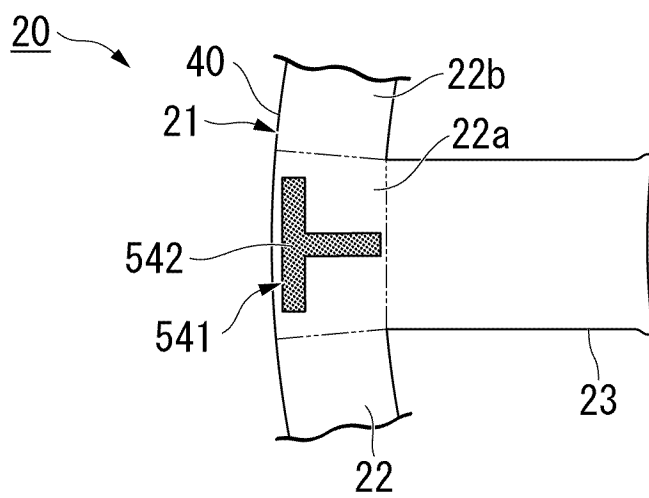
ФИГ. 7



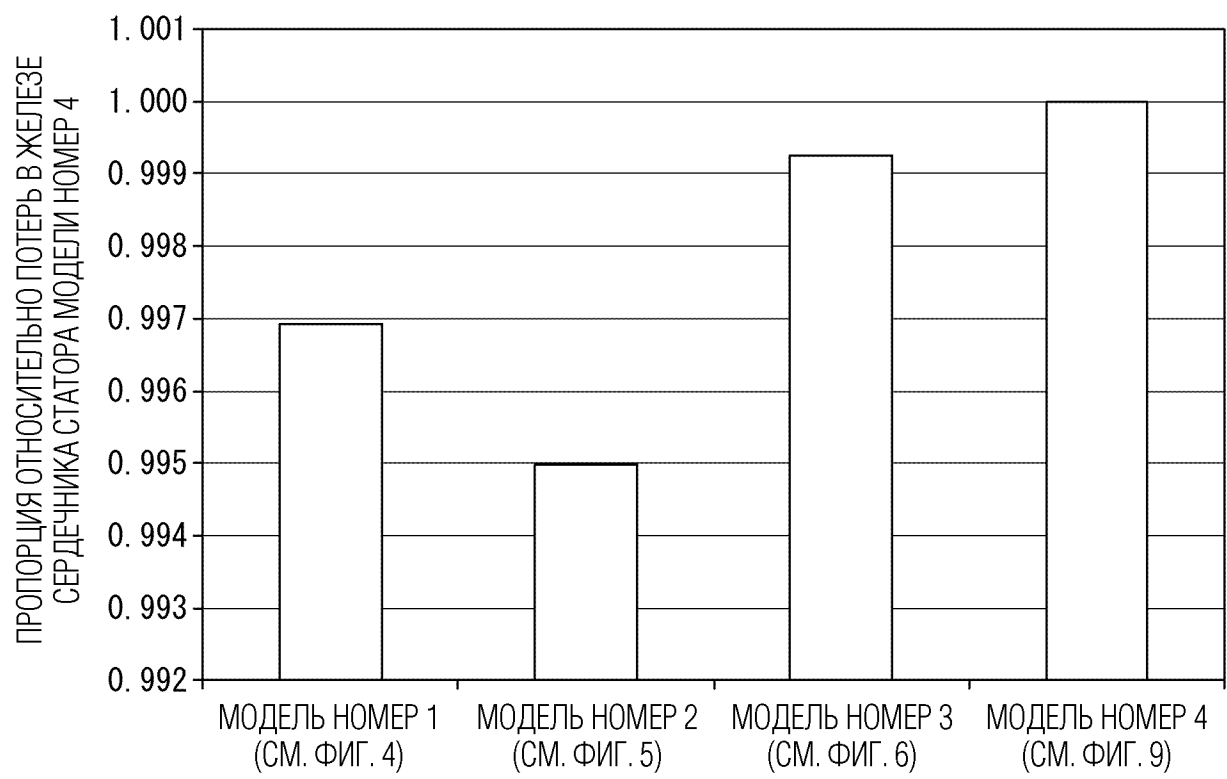
ФИГ. 8



ФИГ. 9



ФИГ. 10



ФИГ. 11

