



(51) МПК
H02K 1/24 (2006.01)
H02K 19/14 (2006.01)
H02K 19/06 (2006.01)
H02K 15/02 (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015148539, 27.09.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 27.09.2013

Дата регистрации:
 18.12.2017

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
 12.04.2013 EP 13163492.5;
 15.04.2013 EP 13163688.8

(43) Дата публикации заявки: 18.05.2017 Бюл. № 14

(45) Опубликовано: 18.12.2017 Бюл. № 35

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
 национальной фазе: 12.11.2015

(86) Заявка РСТ:
 EP 2013/070274 (27.09.2013)

(87) Публикация заявки РСТ:
 WO 2014/166555 (16.10.2014)

Адрес для переписки:
 129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр. 3, ООО
 "Юридическая фирма Городиский и Партнеры"

(72) Автор(ы):

**БЮТТНЕР Клаус (DE),
 СЕРНИ Марко (DE),
 ФИШЕР Ральф (DE),
 ВАРМУТ Маттиас (DE)**

(73) Патентообладатель(и):

СИМЕНС АКЦИЕНГЕЗЕЛЛЬШАФТ (DE)

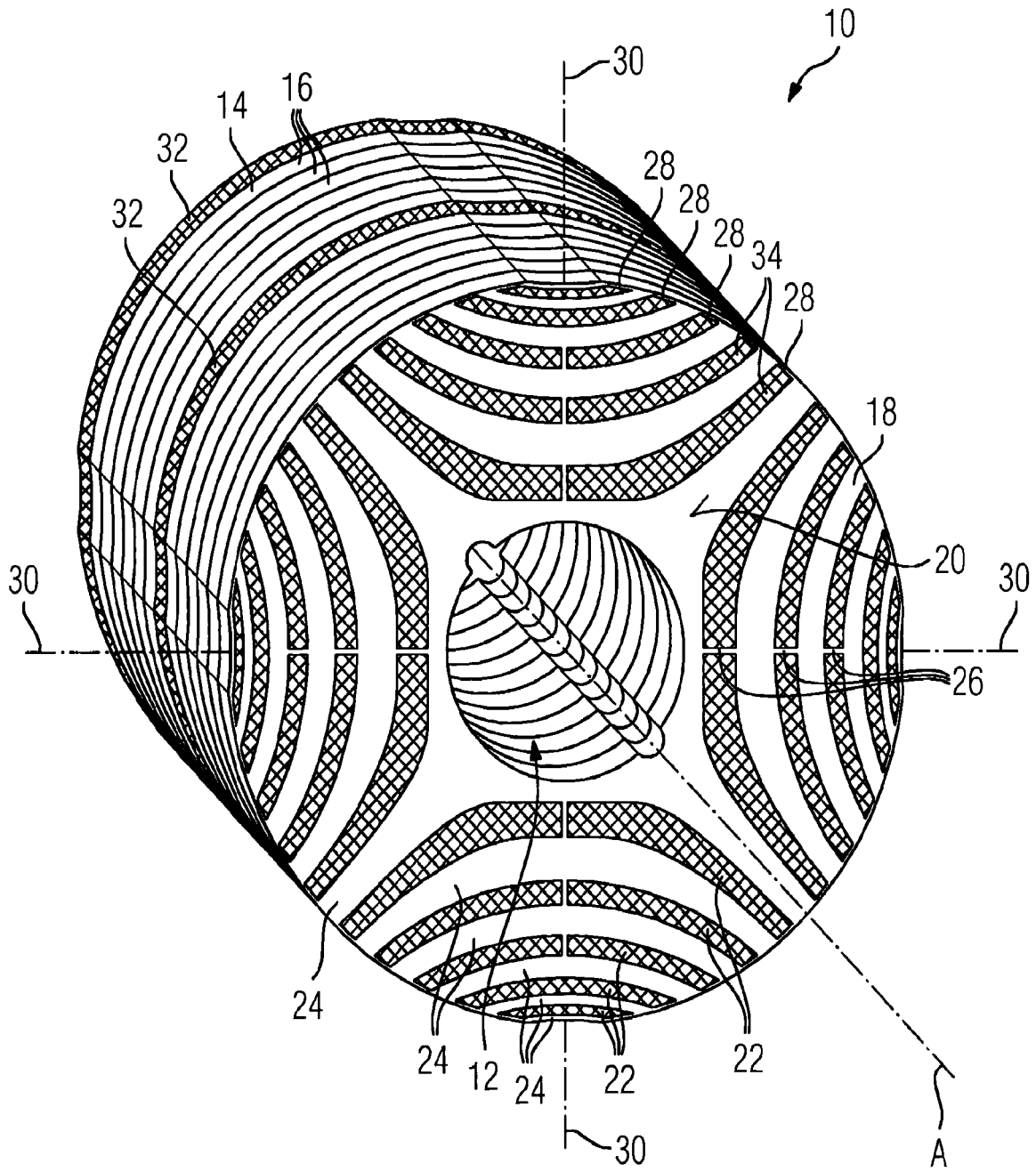
(56) Список документов, цитированных в отчете
 о поиске: US 2975310 A, 14.03.1961. US
 2003090170 A1, 15.05.2003. DE 1282161 B,
 07.11.1968. RU 2153755 C2, 27.07.2000. SU
 1823090 A1, 23.06.1993..

(54) РЕАКТИВНЫЙ РОТОР, ИМЕЮЩИЙ ПУСКОВОЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО

(57) Реферат:

Изобретение относится к области электротехники и касается ротора для реактивного электродвигателя. Технический результат – повышение пусковых характеристик. Ротор содержит пакет листов, состоящий из нескольких слоев. Каждый слой образован соответственно одним листом ротора, имеющим участки прямой проводимости, посредством которых поперек оси q ротора проводится магнитный поток. Участки прямой проводимости отделены друг от друга немагнитными областями заграждения потока. В нескольких областях заграждения потока расположен обладающий электрической проводимостью

неферромагнитный наполнитель, которым электрически соединены области заграждения потока соседних слоев, так что в осевом направлении образованы стержни беличьей клетки ротора. На противоположных осевых концах пакета листов расположено по одной обладающей электрической проводимостью неферромагнитной пластине, электрически соединяющей клеточные стержни. Ротор также содержит по меньшей мере одну состоящую из наполнителя промежуточную пластину, расположенную между слоями. 3 н. и 11 з.п. ф-лы, 5 ил.



ФИГ.2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
H02K 1/24 (2006.01)
H02K 19/14 (2006.01)
H02K 19/06 (2006.01)
H02K 15/02 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2015148539, 27.09.2013**

(24) Effective date for property rights:
27.09.2013

Registration date:
18.12.2017

Priority:

(30) Convention priority:
12.04.2013 EP 13163492.5;
15.04.2013 EP 13163688.8

(43) Application published: **18.05.2017 Bull. № 14**

(45) Date of publication: **18.12.2017 Bull. № 35**

(85) Commencement of national phase: **12.11.2015**

(86) PCT application:
EP 2013/070274 (27.09.2013)

(87) PCT publication:
WO 2014/166555 (16.10.2014)

Mail address:
129090, Moskva, ul. B. Spasskaya, 25, str. 3, OOO
"Yuridicheskaya firma Gorodisskij i Partnery"

(72) Inventor(s):
BYUTTNER Klaus (DE),
SERNI Marko (DE),
FISHER Ralf (DE),
VARMUT Mattias (DE)

(73) Proprietor(s):
SIMENS AKTSIENGEZELLSHAFT (DE)

(54) **JET-DRIVE ROTOR WITH LAUNCHING SUPPORT DEVICE**

(57) Abstract:

FIELD: electricity.

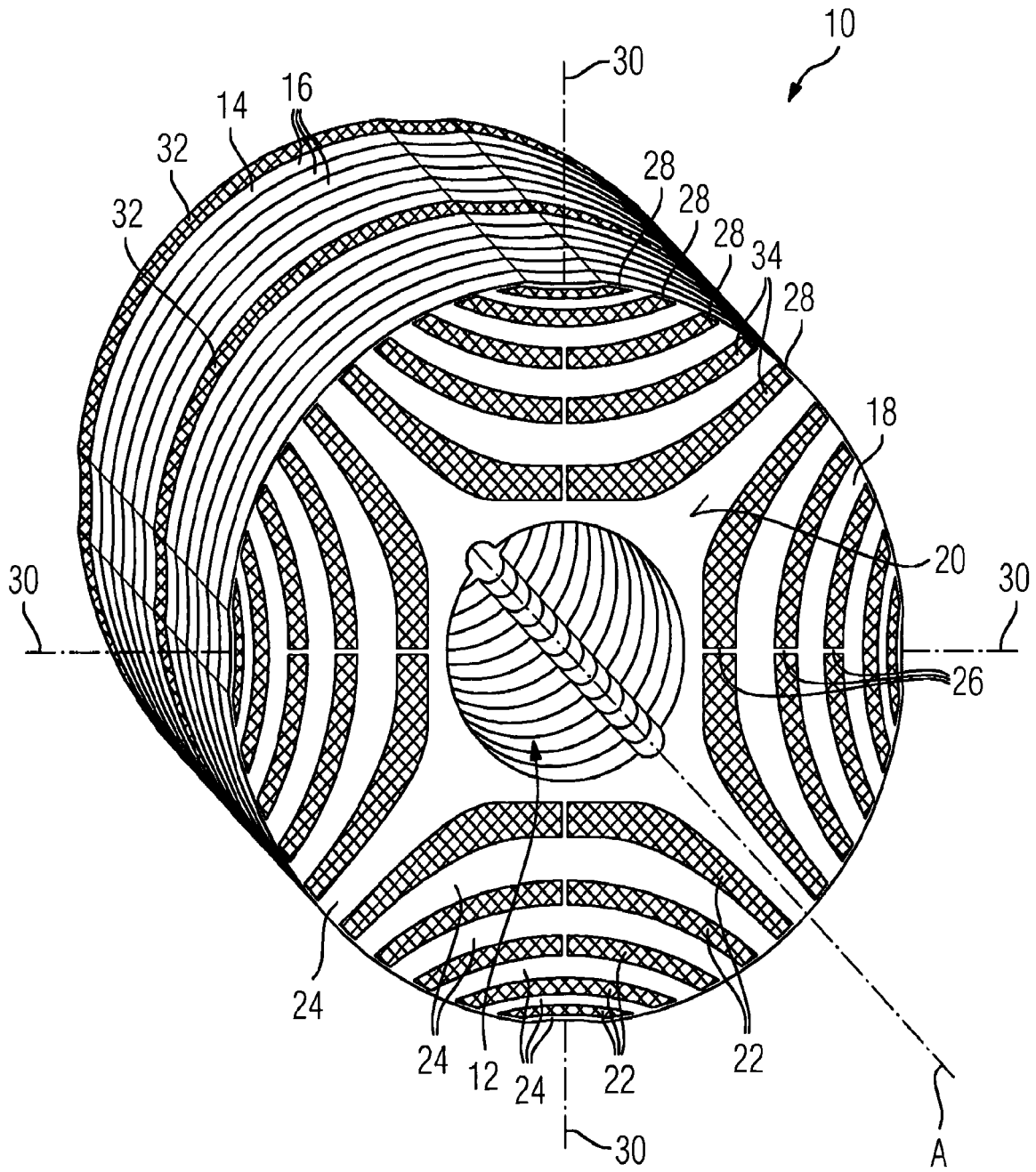
SUBSTANCE: rotor comprises a sheet pile, composed of several layers. Each layer is formed respectively by one rotor sheet that has forward conductance zones in virtue of which the magnetic flux passes through the rotor axle q crosswise. The forward conductance zones are divided from one another by non-magnetic areas that block the flux. The non-ferromagnetic filling compound, having the electrical conductivity, is located at several areas that block the flux. The flux blocking areas of the neighboring layers are electrically-bonded by virtue of the non-

ferromagnetic filling compound in such a way that there are cores of the rotor squirrel cage in the axial direction. At the opposite axle ends of the sheets pile there are non-ferromagnetic plates, having the electrical conductivity, placed one by one. These plates electrically bond the cage cores. The rotor also comprises at a minimum one composed of the filling compound intermediate plate, which is placed among layers.

EFFECT: starting characteristics upgrade.
14 cl, 5 dwg

C 2
2 6 3 8 8 2 6
R U

R U
2 6 3 8 8 2 6
C 2



ФИГ.2

Изобретение касается ротора для реактивного электродвигателя. Ротор имеет пакет листов, отдельные слои листов которого имеют выполненные в виде полос участки прямой проводимости для проведения магнитного потока между осями d ротора. Для этого участки прямой проводимости проходят поперек к соответствующим осям q ротора и разделены между собой немагнитными областями заграждения потока.

Ротор этого типа известен, например, из US 5818140 А. Соответственно этому области заграждения потока образуют в роторе полости.

Изобретение совершенствует ротор, который описан в европейской заявке на патент с номером заявки EP 13 163 492.5 от 12 апреля 2013 г. Соответственно этому в областях заграждения потока установлен опорный элемент для восприятия действующих на ротор центробежных сил, так как наличие воздушных областей заграждения в пакете листов уменьшает его механическую жесткость. Кроме того, с помощью изобретения может также совершенствоваться ротор, который описан в европейской заявке на патент с номером заявки EP 13 163 688.8 от 15 апреля 2013 г. Поэтому содержание этих двух вышеуказанных заявок на патент тоже относится к описанию настоящего изобретения, т.е. с помощью признаков роторов, описанных в названных заявках на патент, может также совершенствоваться описанный в настоящей заявке предлагаемый изобретением ротор.

Электрические машины, имеющие реактивный ротор, то есть реактивные электродвигатели, эксплуатируются в синхронном режиме и поэтому для пуска, то есть разгона, в частности из состояния покоя, нуждаются в инверторе, который, как правило, является составной частью преобразователя. Поэтому реактивные электродвигатели без дополнительных мер не пригодны для работы в сети, то есть осуществляемой сетью работы без управляемого инвертора. Пуск от сети, имеющей заданную постоянную частоту колебаний, невозможен.

Для случаев применения, которые требуют работы в сети, как правило, вместо реактивного электродвигателя применяется асинхронный электродвигатель. Но асинхронные электродвигатели имеют тот недостаток, что их коэффициент полезного действия, как правило, ниже, чем у синхронно работающего реактивного электродвигателя, так как всегда имеющееся скольжение между вращающимся полем статора и ротором приводит к электрическим потерям в роторе.

В основе изобретения лежит задача оснастить описанный выше реактивный электродвигатель пусковым вспомогательным устройством.

Задача решается с помощью предметов независимых пунктов формулы изобретения. Предпочтительные усовершенствования изобретения представлены признаками зависимых пунктов формулы изобретения.

Изобретением создан ротор, который может применяться для реактивного электродвигателя. Ротор имеет описанным образом пакет листов, включающий в себя слои, каждый из которых имеет несколько образованных одним обладающим магнитной проводимостью листом ротора, участков прямой проводимости, которые распространяются каждый поперек оси q . В частности, участки прямой проводимости представляют собой имеющие форму полос листы ротора, которые по своей продольной протяженности распространяются поперек оси q . Для проведения магнитного потока листы ротора содержат ферромагнитный материал, в частности магнитно-мягкий материал, например, железо.

Участки прямой проводимости известным образом отделены друг от друга немагнитными областями заграждения потока. Области заграждения потока являются при этом немагнитными, т.е., в частности, они не содержат ферромагнитного материала.

Но теперь у предлагаемого изобретением ротора в нескольких или всех областях заграждения потока указанных слоев расположен обладающий электрической проводимостью, неферромагнитный материал. Под «обладающим электрической проводимостью» здесь следует понимать, что наполнитель имеет высокую

5 электрическую проводимость, в частности проводимость больше 10^5 См/м (Сименс на метр), предпочтительно больше 10^6 См/м. Неферромагнитный материал в контексте изобретения представляет собой, например, совершенно не магнитный материал, например, керамику, содержащую углеродные нанотрубки, или полимер, содержащий
10 углеродные нанотрубки, или парамагнитный, или диамагнитный материал. Этот наполнитель распространяется, проходя через несколько слоев, т.е. наполнителем также электрически соединены друг с другом области заграждения потока соседних слоев. Другими словами, с помощью наполнителя в областях заграждения потока образуется структура, распространяющаяся в осевом направлении параллельно или
15 скрещиваясь с осью вращения ротора, которая образует в пакете листов клеточные стержни беличьей клетки ротора. Скрещивающееся расположение приводит к сглаживанию волнистой формы кривой момента.

Благодаря предлагаемому изобретением ротору обеспечивается то преимущество, что области заграждения потока с расположенным в них наполнителем образуют
20 клеточные стержни беличьей клетки ротора, и таким образом в предлагаемый изобретением реактивный ротор вместе с короткозамыкающими кольцами может быть интегрирована клетка ротора для асинхронного пуска ротора. Но затем, после пуска или разгона в синхронный режим, ротор работает чисто по принципу синхронного реактивного электродвигателя, имеющего существенно более высокий коэффициент
25 полезного действия или, соответственно, более высокую плотность мощности, чем сравнимый асинхронный электродвигатель, так как в роторе практически не возникает потерь. Потому что при синхронном режиме вращения, когда ротор вращается с частотой вращения магнитного вращающегося поля статора, нет никакого движения поля статора относительно поля ротора, или, соответственно, нет индукции в роторных
30 стержнях беличьей клетки ротора.

Таким образом, посредством выбора наполнителя обеспечивается также возможность оптимизации режима пуска ротора, независимо от режима его синхронного вращения. Наполнитель предпочтительно имеет такую жесткость, что он придает ротору
35 устойчивость по отношению к центробежным силам, так что этот ротор рассчитан на работу при частоте вращения больше 3000 об/мин (оборотов в минуту), в частности больше 7000 об/мин.

Предпочтительно наполнитель включает в себя металл и/или металлический сплав. При этом могут быть предусмотрены различные области, в каждой из которых может
40 быть расположен другой наполнитель, чтобы, например, регулировать электрическое сопротивление беличьей клетки ротора по принципу вытеснения тока при различных частотах вращения. По одному из вариантов осуществления изобретения наполнитель по меньшей мере в одной области всегда включает в себя по меньшей мере один из
следующих материалов: медь, алюминий, магний, сплав, причем предпочтительно
алюминиевый сплав, в частности силумин.

45 Другая возможность адаптации режима пуска по одному из вариантов осуществления заключается в том, чтобы области заграждения потока были только частично заполнены наполнителем. Разумеется, области заграждения потока могут быть также полностью заполнены наполнителем. Предусмотрены также варианты осуществления изобретения, при которых не все области заграждения потока содержат наполнитель. То есть может

быть предусмотрено, чтобы область заграждения потока частично или полностью была заполнена электрически изолирующим материалом или воздухом. В качестве электрически изолирующего материала может быть предусмотрен, например, полимер или керамика.

5 По одному из усовершенствований изобретения на противоположных осевых концах пакета листов расположено по одной обладающей электрической проводимостью и неферромагнитной пластине, с помощью которой электрически соединены клеточные стержни, и поэтому пластины образуют короткозамыкающее кольцо короткозамкнутого ротора. Пластины предпочтительным образом могут с низкими издержками
10 изготавливаться способом литья под давлением или способом формования под давлением. Пластины могут состоять из наполнителя.

Но по одному из вариантов осуществления изобретения предусмотрено, что пластины изготовлены из материала, который имеет более низкую электрическую проводимость, чем обладающий электрической проводимостью наполнитель в областях заграждения
15 потока. Тем самым обеспечивается то преимущество, что посредством выбора материала пластин может задаваться электрическое сопротивление беличьей клетки ротора для регулирования момента разгона ротора.

Другая, реализуемая с меньшими издержками возможность регулирования электрического сопротивления беличьей клетки ротора обеспечивается по одному из
20 вариантов осуществления, при котором соответствующее эффективное проводящее поперечное сечение пластин между двумя клеточными стержнями настолько мало, что пластины в этом проводящем поперечном сечении всегда имеют большее электрическое сопротивление, чем клеточные стержни. Например, толщина пластины, измеренная в осевом направлении, может быть настолько мала, что цепь тока в переходе от одного
25 клеточного стержня к следующему в пластине имеет большее электрическое сопротивление, чем в клеточных стержнях. Пластины могут быть также выполнены в виде кольца, то есть иметь выемку, посредством чего тоже может задаваться проводящее поперечное сечение.

По одному из вариантов осуществления внутри пакета листов предусмотрена также
30 по меньшей мере одна промежуточная пластина, которая тоже может состоять из наполнителя или материала двух находящихся на концах пакета пластин. Но эта промежуточная пластина расположена между двумя слоями пакета листов. Благодаря этому обеспечивается то преимущество, что повышается механическая жесткость ротора и вместе с тем обеспечена возможность более высокой частоты вращения ротора.

35 Наполнитель и пластины на концах пакета листов предпочтительно залиты наполнителем с получением прочного узла, что обеспечивает возможность особенно простого монтажа ротора в электрической машине.

В этой связи изобретением создан также способ изготовления одного из вариантов осуществления предлагаемого изобретением ротора. В соответствии с этим способом
40 для образования каждого слоя пакета листов предоставляется по одному обладающему магнитной проводимостью листу, который имеет участки прямой проводимости слоя и у которого в качестве областей заграждения потока предусмотрены выемки, которые, например, могут представлять собой выштамповки листа. Листы собираются в стопу или надеваются с получением пакета листов. Затем после надевания пакет листов
45 заливается обладающим электрической проводимостью наполнителем. При этом может особенно предпочтительно применяться способ литья под давлением или способ формования под давлением.

Здесь делается различие между листами для образования каждого слоя, с одной

стороны, и листами ротора, образующими участки прямой проводимости. Каждый лист может иметь один или несколько листов ротора. Во время изготовления ротора отдельные, имеющие форму полос участки прямой проводимости должны быть по возможности соединены друг с другом для упрощения шага изготовления. Для этого участки прямой проводимости могут быть, например, соединены друг с другом наружным кольцом. Затем после надевания листов по одному из вариантов осуществления предлагаемого изобретением способа это наружное кольцо каждого обладающего магнитной проводимостью листа удаляется способом со снятием стружки, и вследствие этого каждый из листов разделяется на несколько отделенных друг от друга листов ротора.

Наконец, изобретением создается также система электрического привода, которая имеет электрическую машину, включающую в себя ротор по одному из вариантов осуществления изобретения. При этом электрическая машина рассчитана на работу в качестве синхронного реактивного электродвигателя или в качестве асинхронного электродвигателя. Преимуществом электрической машины является то, что она может разгоняться в асинхронном режиме и работать с высоким коэффициентом полезного действия в синхронном режиме. В случае асинхронного электродвигателя преимущество заключается в том, что при низкой нагрузке ротор может также входить в синхронизм с вращающимся полем статора, и при этом получается синхронный реактивный режим, при котором сокращены до минимума электрические потери в роторе.

В простейшем случае система электрического привода представляет собой просто отдельную электрическую машину. Но предлагаемая изобретением система привода может также включать в себя несколько электрических машин, то есть к описанной электрической машине может быть добавлена по меньшей мере одна дополнительная электрическая машина, имеющая соответственно один ротор, который представляет собой один из вариантов осуществления предлагаемого изобретением ротора. Все машины в этом варианте осуществления подключены к одному общему инвертору. При таком групповом приводе, как правило, существует проблема обеспечения синхронного режима у всех электрических машин с помощью общего инвертора. У предлагаемой изобретением системы привода этой проблемы нет, так как выходящий из синхронизма ротор посредством своей беличьей клетки снова автоматически ускоряется до синхронной частоты вращения.

У системы привода может быть также предусмотрено, чтобы одна из электрических машин имела ротор, который выполнен не в соответствии с изобретением. Тогда инвертор может быть выполнен для синхронной работы для этой одной электрической машины. Тогда все остальные электрические машины благодаря их способности запускаться также асинхронно тоже могут работать от этого инвертора.

Ниже описан один из примеров осуществления изобретения.

В этой связи показано:

фиг.1: схематичное изображение поперечного сечения одного из вариантов осуществления предлагаемой изобретением системы привода;

фиг.2: схематичное изображение вида в перспективе ротора электрической машины с фиг.1;

фиг.3: схематичное изображение вида в перспективе части сечения беличьей клетки ротора с фиг.2;

фиг.4: схематичное изображение слоя пакета листов ротора с фиг.2 и

фиг.5: схематичное изображение слоя пакета листов другого варианта осуществления предлагаемого изобретением ротора.

В поясняемом ниже примере осуществления речь идет об одном из предпочтительных вариантов осуществления изобретения. Но в этом примере осуществления описанные компоненты этого варианта осуществления представляют собой каждый отдельные, рассматриваемые независимо друг от друга признаки изобретения, каждый из которых также, независимо друг от друга, совершенствуют изобретение и при этом также по отдельности или в другой, отличающейся от показанной комбинации, должны считаться составной частью изобретения. Кроме того, описанный вариант осуществления может также дополняться другими из уже описанных признаков изобретения.

На фиг.1 показана электрическая машина E, которая может представлять собой, например, синхронный реактивный электродвигатель или асинхронный электродвигатель. На фиг.1 ось A вращения является также осью симметрии изображения. Электрическая машина E включает в себя статор S, в котором расположены обмотки W электрических катушек, при этом на фиг.1 изображена только одна из обмоток W. Обмотки W поочередно снабжаются током посредством источника C переменного тока, вследствие чего внутри статора S в воздушном зазоре L электрической машины E возникает магнитное вращающееся поле. Источник C переменного тока может быть, например, инвертором или сетью электроснабжения с постоянной частотой.

Внутри статора S находится ротор 10, который без возможности вращения соединен с валом D. Вал D оперт в статоре S с возможностью вращения вокруг оси A вращения. Ротор 10 является одним из вариантов осуществления предлагаемого изобретением ротора.

На фиг.2 ротор изображен отдельно.

Через проходное отверстие 12 ротора 10 вставлен (уже не изображенный на фиг.2) вал D. Диаметр ротора 10 в радиальном относительно оси A направлении может составлять больше 20 см. Длина ротора 10 в осевом направлении может составлять больше 30 см.

Ротор 10 в качестве магнитно активной части имеет пакет 14 листов, который состоит из нескольких слоев 16, содержащих каждый ферромагнитный, в частности магнитно-мягкий материал. На фиг.2 для упрощения изображения ссылочным обозначением снабжены только некоторые из магнитных слоев 16. Между слоями собственно известным образом находится по одному электрически изолирующему слою для блокирования вихревых токов в пакете 14 листов. Каждый слой 16 в показанном на фиг.2 примере образован соответственно одним листом 18 ротора. На фиг.2 ссылочным обозначением снабжен только лист 18 ротора, который находится на торцевой стороне 20 в осевом направлении по оси A на переднем конце пакета листов. Лист 18 ротора (и соответственно также остальные листы ротора остальных слоев 16) имеет выемки 22, которые образуют заграждения для магнитного потока, то есть области заграждения потока. Выемки 22 могут быть, например, выполнены в виде выштамповок соответствующих форм из листа 18 ротора.

Таким образом, у листа 18 ротора имеются только участки 24 прямой проводимости и перемычки 26 для механического соединения участков 24 прямой проводимости, а также наружное кольцо 28 для механического соединения участков 24 прямой проводимости. Все листы ротора слоев 16 могут иметь одинаковую форму. Посредством участков 24 прямой проводимости в реактивном электродвигателе поперек осей q 30 ротора 10 в предпочтительном направлении намагничивания проводится магнитный поток, который создается электрическими катушками статора.

Листы ротора могут быть расположены в пакете 14 листов соосно в осевом

направлении друг за другом таким образом, чтобы выемки 22 и соответственно также участки 24 прямой проводимости в осевом направлении были расположены соосно. Выемки 22 всех расположенных друг за другом листов 18 ротора вместе образуют в пакете 14 листов углубления или пространства, в которых может находиться

5 неферромагнитный материал.

В ротор 10 интегрирована беличья клетка К ротора, которая позволяет осуществлять привод ротора 10 также асинхронно с магнитным вращающимся полем статора S, т.е. с проскальзыванием. На фиг.3 беличья клетка К ротора показана без заделанных в нее магнитных участков 24 прямой проводимости. Беличья клетка ротора может быть

10 также изготовлена посредством заполнения заграждений потока, т.е. образованных выемками 22 углублений в пакете 14 листов, неферромагнитным, но обладающим электрической проводимостью наполнителем. При этом в выемках 22 выполнены клеточные стержни 34 из неферромагнитного, обладающего электрической

15 проводимостью наполнителя. Для электрического замыкания клеточных стержней 34 накоротко эти находящиеся в выемках 22 клеточные стержни 34 электрически соединены полностью залитыми отдельными областями в виде обладающих электрической проводимостью цилиндрических пластин 32. При этом под «полностью залитыми»

20 подразумевается, что в пластинах 32, конечно, предусмотрено также проходное отверстие 12 для вала. Пластины 32 образуют короткозамыкающие кольца беличьей клетки К ротора.

Две из пластин 32 предусмотрены на двух торцевых сторонах, т.е. торцевой стороне 20 и противоположной в осевом направлении стороне пакета 14 листов. На фиг.2 передняя пластина 32, которая находится на торцевой стороне 20, не изображена, чтобы можно было представить структуру листа 18 ротора. Может быть также предусмотрено,

25 чтобы электрической проводимостью обладали только пластины 32, находящиеся в осевом направлении снаружи на концах пакета листов, и одна или несколько промежуточных пластин в пакете листов были из электрически изолирующего материала.

Заливочная масса из обладающего электрической проводимостью наполнителя, например, способом формования под давлением или литья под давлением после

30 надевания, т.е. последовательного расположения листов 18 ротора, может быть введена в выемки 22 и в область пластин 32. Для задания толщины пластин 32 и их положения в пакете 14 листов ротора при надевании с помощью дистанционных элементов, например, колец или колодок, могут создаваться промежутки, так чтобы при заливке

35 получались цилиндрические пластины 32 из заливочной массы.

С помощью беличьей клетки К ротора, образованной посредством заливки выемок 22, получается сочетание полученного с помощью участков 24 прямой проводимости эффекта магнитного сопротивления с короткозамыкающей клеткой или беличьей

40 клеткой К ротора, соответствующее асинхронному электродвигателю. Благодаря этому возможен асинхронный пуск от сети электроснабжения даже без преобразователя.

При этом сначала ротор 10 вращается асинхронно вращающемуся полю статора. Однако посредством соответствующего расчета двигателя, т.е. регулирования электрических сопротивлений пластин 32 и клеточных стержней 34, можно создать

45 возможность вхождения в синхронизм так, чтобы ротор 10 попадал в синхронную частоту вращения вращающегося поля статора.

Заграждения потока могут быть, как показано, полностью наполнены обладающим электрической проводимостью материалом. Но может быть также предусмотрено частичное наполнение. В качестве обладающего электрической проводимостью

материала может применяться один единственный материал или могут также применяться несколько материалов, имеющих различные свойства, в различных областях заграждений потока, т.е. выемках 22. Возможными, предпочтительно применяемыми материалами являются медь, алюминий, силумин, магний.

5 С целью влияния на свойства электрической машины Е, как электродвигателя, может также применяться различный материал в находящихся в заграждениях потока клеточных стержнях 34, с одной стороны, и для короткозамыкающих колец, т.е. пластин 32, с другой стороны. Высокая электрическая проводимость материала в заграждениях потока, т.е. клеточных стержней 34, приводит к меньшему проскальзыванию и вместе
10 с тем частоте вращения, которая очень близка к синхронной частоте вращения. Когда дополнительно также достигается высокий вращающий момент, то для короткозамыкающего кольца может применяться материал, имеющий более низкую электрическую проводимость. Повышение вращательного момента возможно также посредством уменьшения поперечного сечения короткозамыкающего кольца, так как
15 оно требуется только для пуска.

По этим двум параметрам (электрическая проводимость и поперечное сечение короткозамыкающего кольца) электрическая машина Е может оптимизированным образом рассчитываться на максимальную частоту вращения при асинхронном пуске от сети и вращающий момент для данного случая применения электрической машины.

20 Посредством электрической проводимости заливочного материала можно, например, влиять на режим разгона или пуска. Параметрами, которые регулируются посредством заливочной массы, являются, например, пусковой момент, коэффициент полезного действия, режим разгона, режим вхождения в синхронизм и частота вращения при асинхронной работе в сети.

25 При заливке могут также формироваться два короткозамыкающих кольца на концах пакета листов, благодаря чему получается механически прочный узел пакета 14 листов. Пакет 14 листов может применяться в качестве отдельного конструктивного элемента. Можно избежать трудоемкого процесса посадки отдельных листов на вал W, вместе с концевыми пластинами 32 для стягивания, в результате чего сокращаются
30 производственные затраты. Кроме того, заливка препятствует радиальным и осевым вибрациям отдельных листов 14 ротора, так как речь идет о жесткой структуре.

Другое преимущество обеспечивается за счет того, что с помощью только одного сечения листа может получаться вариант осуществления как с работой от преобразователя, так и с работой от сети, а также при применении заливки, и вариант
35 осуществления, работающий чисто от сети.

При использовании беличьей клетки 10 ротора в синхронной реактивной технологии достигается то преимущество, что реализуется высокий коэффициент полезного действия при одновременной возможности пуска от сети. При этом можно обойтись без преобразователя. Благодаря заливке становится возможен пакет листов ротора в виде
40 цельного конструктивного элемента, который облегчает монтаж ротора.

Приспособленность к частоте вращения может повышаться посредством материала, имеющего высокую прочность на растяжение, и материалов, имеющих надлежащие ингредиенты, например, волокна.

При применении предлагаемого изобретением ротора могут совершенствоваться
45 следующие области применения. Возможно применение взамен чисто асинхронного электродвигателя по уровню техники, но при этом возможна более компактная конструкция, благодаря более высокой плотности мощности в роторе 10 и его более высокому коэффициенту полезного действия вследствие комбинации асинхронной

работы и магнитного сопротивления. Возможно применение взамен чисто синхронного реактивного электродвигателя по уровню техники, при этом достигнута способность к асинхронному пуску и обеспечена возможность работы без преобразователя.

5 Возможно применение в групповом приводе, при котором реализовано параллельное или одновременное применение нескольких синхронных реактивных электродвигателей только с одним преобразователем частоты, причем этот преобразователь частоты может быть выполнен очень просто, так как он не нуждается в обратной связи с текущей частотой вращения двигателей.

10 На фиг.4 и 5 показаны альтернативные варианты осуществления роторов, у которых отдельные магнитные слои 16 выполнены иначе. Эти варианты осуществления обладают тем преимуществом, что необходимое для получения магнитного сопротивления проведение магнитного потока в еще меньшей степени, чем у ротора 10, подвержено влиянию опорных элементов, таких как перемычки 26 и наружное кольцо 28. Для лучшей ориентации на фиг.4 и фиг.5 элементы, которые по своей функции соответствуют 15 элементам, показанным на фиг.1 или фиг.2, снабжены теми же самыми ссылочными обозначениями, что и на фиг.1 или, соответственно, фиг.2.

На фиг.4 показан магнитный слой 16 ротора, у которого созданы несколько участков 24 прямой проводимости, также отделенных друг от друга выемками 22, которые, однако, удерживаются вместе только наружной перемычкой или кольцом 28. В местах 20 36, в которых у листов 18 ротора 10 имеются перемычки 26, у магнитного слоя 16 на фиг.4 тоже есть немагнитная область, которая образована выемками 22.

На фиг.5 показан магнитный слой ротора, у которого отдельные участки прямой проводимости состоят из отделенных друг от друга листов 18' ротора, между которыми всегда находятся немагнитные области 22', то есть, в частности, синтетическая смола. 25 Ротор, имеющий магнитные слои 16, которые показаны на фиг.5. может, например, представлять собой ротор, имеющий один магнитный слой, который показан на фиг.4. Когда на роторе с фиг.4 способом со снятием стружки снимается наружное кольцо 28, получается ротор, имеющий один магнитный слой 16, который изображен на фиг.4.

В целом изобретением создан реактивный ротор, имеющий интегрированную беличью 30 клетку ротора, который, в частности, может, принося преимущества, применяться в синхронном реактивном электродвигателе.

(57) Формула изобретения

1. Ротор (10) для реактивного электродвигателя (E), причем ротор имеет пакет (14) 35 листов, который состоит из нескольких слоев (16), причем каждый слой образован соответственно одним листом (18) ротора, причем лист (18) ротора имеет участки (24) прямой проводимости, посредством которых поперек оси (30) q ротора в предпочтительном направлении намагничивания проводится магнитный поток, причем 40 участки (24) прямой проводимости отделены друг от друга немагнитными областями (22) заграждения потока,

причем в нескольких или во всех областях (22) заграждения потока слоев (16) расположен обладающий электрической проводимостью и неферромагнитный наполнитель, которым электрически соединены области (22) заграждения потока соседних слоев, так что наполнителем в областях (22) заграждения потока образованы 45 распространяющиеся в осевом направлении, параллельно оси (A) вращения или скрещиваясь с ней, клеточные стержни (34) беличьей клетки (K) ротора (10),

причем на противоположных осевых концах (20) пакета (14) листов расположено по одной обладающей электрической проводимостью и неферромагнитной пластине

(32), с помощью которой электрически соединены клеточные стержни (34), и поэтому пластины (32) образуют соответственно короткозамыкающее кольцо беличьей клетки (К) ротора,

и причем ротор (10) имеет по меньшей мере одну, состоящую из наполнителя, промежуточную пластину (32), которая расположена между слоями (16).

2. Ротор (10) по п. 1, в котором наполнитель по меньшей мере в одной области всегда включает в себя по меньшей мере один из следующих материалов: медь, алюминий, магний, сплав, причем предпочтительно алюминиевый сплав, в частности силумин.

3. Ротор (10) по любому из пп. 1 или 2, в котором области (22) заграждения потока были только частично заполнены наполнителем.

4. Ротор (10) по п. 3, в котором на противоположных осевых концах (20) пакета (14) листов расположено по одной обладающей электрической проводимостью и неферромагнитной пластине (32), с помощью которой электрически соединены клеточные стержни (34), и поэтому пластины (32) образуют соответственно короткозамыкающее кольцо беличьей клетки (К) ротора.

5. Ротор (10) по п. 1, в котором пластины (32) изготовлены из материала, который имеет более низкую электрическую проводимость, чем наполнитель.

6. Ротор (10) по любому из пп. 1, 2, 4, 5, в котором соответствующее поперечное сечение пластин (32) между двумя клеточными стержнями (34) настолько мало, что пластины (32) в этом поперечном сечении всегда имеют большее электрическое сопротивление, чем каждый из клеточных стержней (34).

7. Ротор (10) по п. 3, в котором поперечное сечение пластин (32) между двумя клеточными стержнями (34) настолько мало, что пластины (32) в этом поперечном сечении всегда имеют большее электрическое сопротивление, чем каждый из клеточных стержней (34).

8. Ротор (10) по любому из пп. 1, 2, 4, 5, 7, в котором обладающие магнитной проводимостью листы (18) ротора имеют участки прямой проводимости и выемки, причем листы (18) ротора собираются в стопу или надеваются с получением пакета (14) листов, и затем пакет (14) листов заливается обладающим электрической проводимостью наполнителем.

9. Ротор (10) по п. 3, в котором обладающие магнитной проводимостью листы (18) ротора имеют участки прямой проводимости и выемки, в стопу или надеваются с получением пакета (14) листов, и затем пакет (14) листов заливается обладающим электрической проводимостью наполнителем.

10. Ротор (10) по п. 6, в котором обладающие магнитной проводимостью листы (18) ротора имеют участки прямой проводимости и выемки, причем листы (18) ротора собираются в стопу или надеваются с получением пакета (14) листов, и затем пакет (14) листов заливается обладающим электрической проводимостью наполнителем.

11. Система электрического привода, которая имеет электрическую машину (E), включающую в себя ротор (10) по любому из пп. 1-10, причем эта электрическая машина (E) рассчитана на работу в качестве синхронного реактивного электродвигателя или в качестве асинхронного электродвигателя.

12. Система электрического привода по п. 11, в которой предусмотрена по меньшей мере одна дополнительная электрическая машина, и при этом все машины подключены к одному общему инвертору.

13. Способ изготовления ротора (10) по любому из пп. 1-10, в котором для образования каждого слоя (16) пакета (14) листов предоставляется по одному обладающему магнитной проводимостью листу (18) ротора, который имеет участки

прямой проводимости (24) слоя (16) и у которого в качестве областей (22, 22') заграждения потока предусмотрены выемки (22, 22'), и листы надеваются с получением пакета (14) листов, и после надевания пакет (14) листов заливается обладающим электрической проводимостью наполнителем.

- 5 14. Способ по п. 12, в котором после надевания листов (18) ротора наружное кольцо (28) каждого обладающего магнитной проводимостью листа (18) ротора удаляется способом со снятием стружки, и вследствие этого каждый из листов (18) разделяется на несколько отдельных друг от друга листов (18') ротора.

10

15

20

25

30

35

40

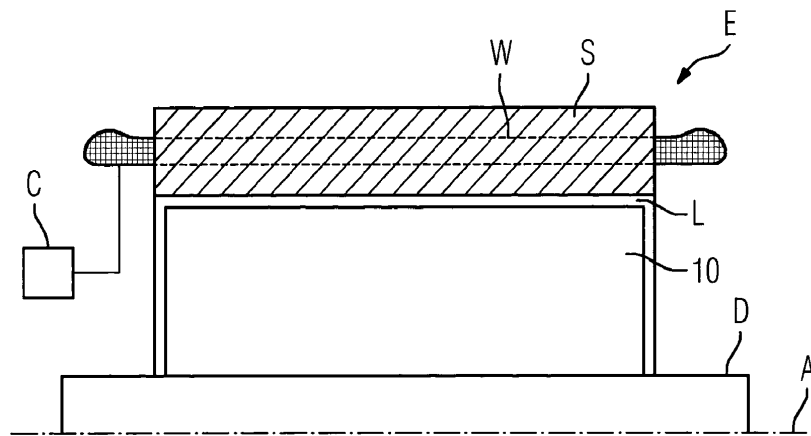
45

1

1/4

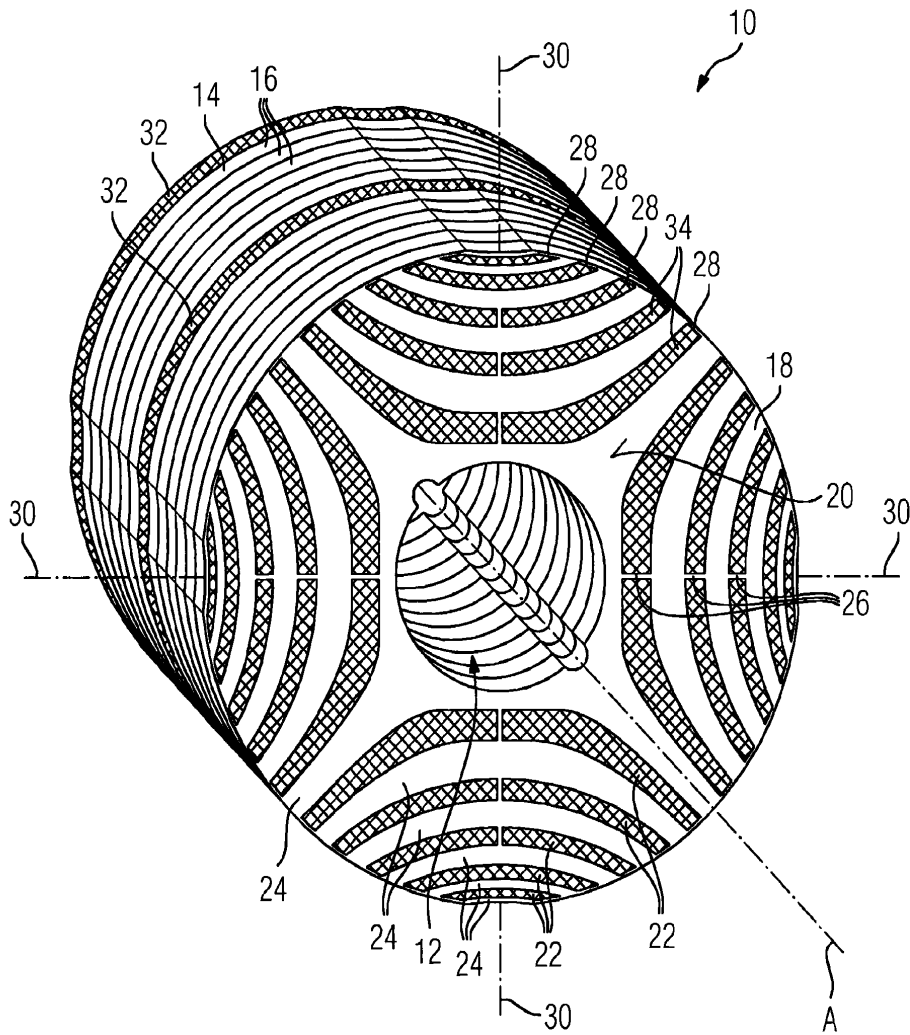
529196

ФИГ.1



2

ФИГ.2



ФИГ.3

