



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

H02K 1/16 (2017.08)

(21)(22) Заявка: 2016133756, 11.12.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
11.12.2014

Дата регистрации:
06.02.2018

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
20.01.2014 DE 102014200947.2

(45) Опубликовано: 06.02.2018 Бюл. № 4

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 22.08.2016

(86) Заявка РСТ:
EP 2014/077392 (11.12.2014)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2015/106891 (23.07.2015)

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

(72) Автор(ы):

ДИДРИХС Фолькер (DE)

(73) Патентообладатель(и):

ВОББЕН ПРОПЕРТИЗ ГМБХ (DE)

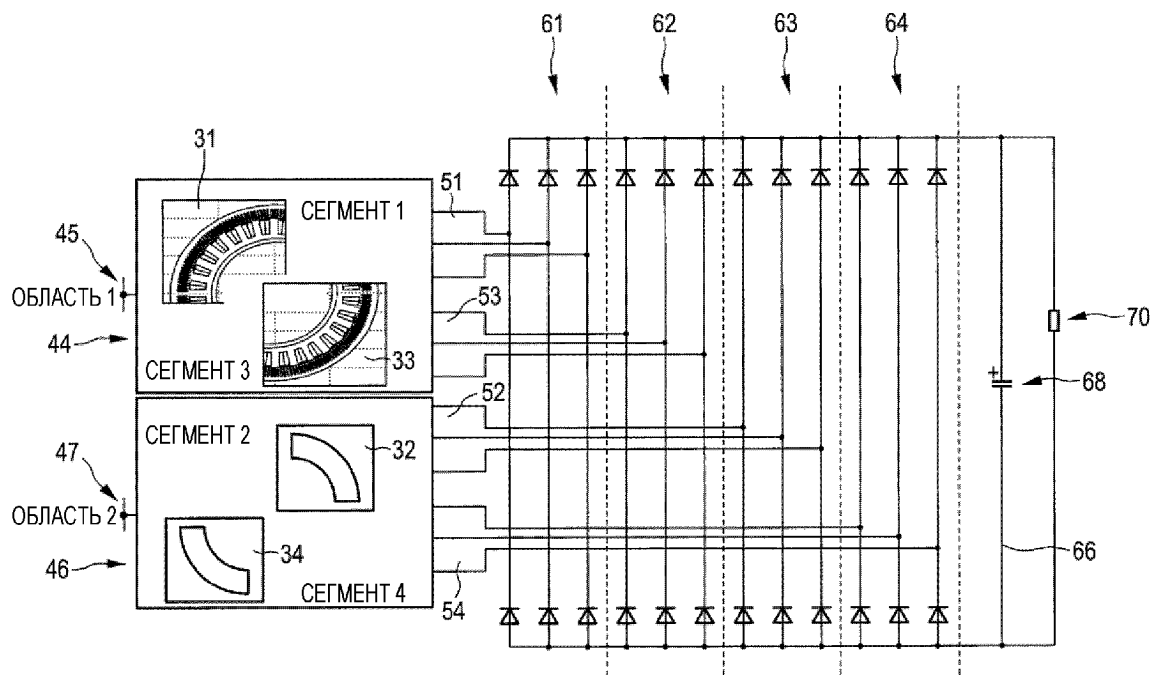
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: WO 03073583 A1, 04.09.2003. WO
2013174566 A2, 28.11.2013. US 2011266811 A1,
03.11.2011. US 2012074797 A1, 29.03.2012. JP
2000287420 A, 13.10.2000. SU 861715 A1,
07.09.1981.

(54) СИНХРОННЫЙ ГЕНЕРАТОР В БЕЗРЕДУКТОРНОЙ ВЕТРОВОЙ ТУРБИНЕ

(57) Реферат:

Изобретение относится к синхронному генератору, в частности к многополюсному синхронному кольцевому генератору безредукторной ветровой турбины для генерирования электрического тока. Технический результат – снижение шума. Синхронный генератор содержит ротор (4) и статор (6), имеющий зубья (8) и пазы (10), размещаемые

между ними для приема обмотки статора. При этом статор (6) разделен в окружном направлении на сегменты (31-34) статора, имеющие множество зубьев (8) и пазов (10). По меньшей мере два сегмента (31-34) статора смещены или чередуются относительно друг друга в окружном направлении. 4 н. и 13 з.п. ф-лы, 9 ил.



ФИГ. 6



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
H02K 1/16 (2017.08)

(21)(22) Application: **2016133756, 11.12.2014**

(24) Effective date for property rights:
11.12.2014

Registration date:
06.02.2018

Priority:

(30) Convention priority:
20.01.2014 DE 102014200947.2

(45) Date of publication: **06.02.2018** Bull. № 4

(85) Commencement of national phase: **22.08.2016**

(86) PCT application:
EP 2014/077392 (11.12.2014)

(87) PCT publication:
WO 2015/106891 (23.07.2015)

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

(72) Inventor(s):

DIDRIKHS Folker (DE)

(73) Proprietor(s):

VOBBEN PROPERTIZ GMBKH (DE)

(54) **SYNCHRONOUS GENERATOR IN DIRECT-DRIVE WIND TURBINE**

(57) Abstract:

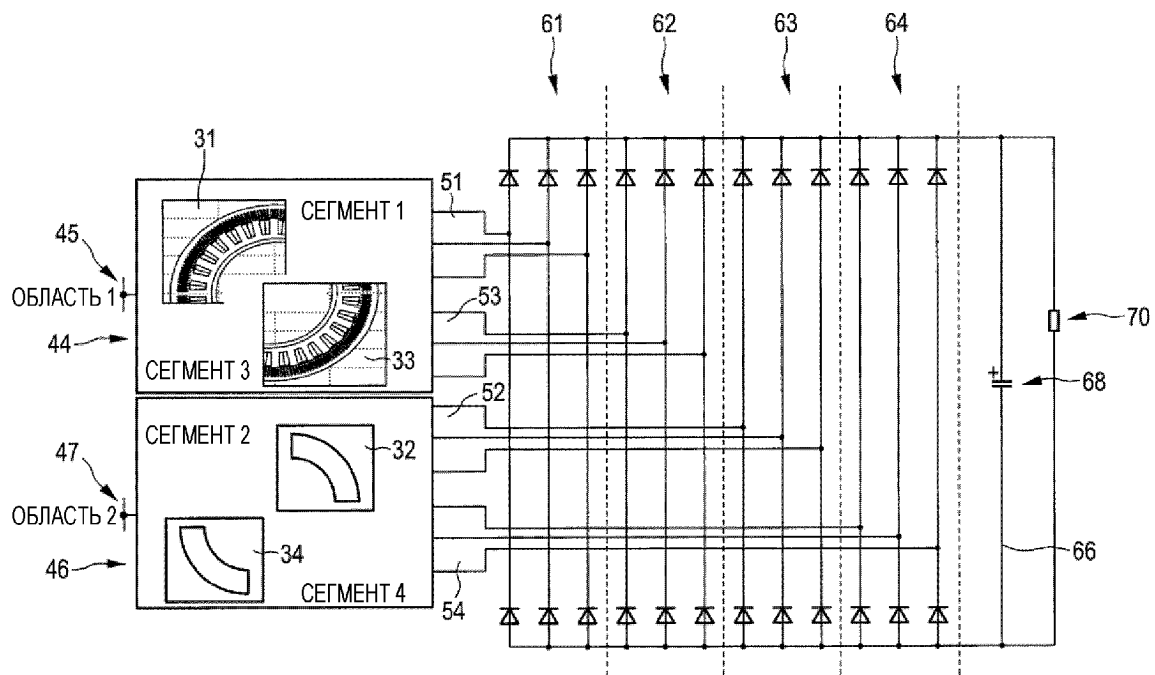
FIELD: electricity.

SUBSTANCE: synchronous generator contains a rotor (4) and a stator (6) having teeth (8) and grooves (10) located between them for receiving the stator winding. In this case, the stator (6) is divided in a circumferential direction into stator segments (31-34)

having a plurality of teeth (8) and grooves (10). At least two segments (31-34) of the stator are biased or alternated with each other in the circumferential direction.

EFFECT: noise reduction.

17 cl, 9 dwg



ФИГ. 6

Настоящее изобретение относится к синхронному генератору, в частности, к многополюсному синхронному кольцевому генератору безредукторной ветровой турбины. Помимо этого, настоящее изобретение относится к набору пластин для формирования пакета статорных пластин для статора такого синхронного генератора и к соответствующему способу для формирования такого пакета пластин статора. Помимо этого, настоящее изобретение относится к ветровой турбине, содержащей синхронный генератор.

Ветровые турбины являются общеизвестными и генерируют электрический ток из ветра посредством генератора. Современные безредукторные ветровые турбины зачастую имеют многополюсный синхронный кольцевой генератор с большим диаметром воздушного зазора. Диаметр воздушного зазора в этом случае составляет, по меньшей мере, 4 метра и, в общем, достигает почти до 5 метров. Собранные синхронные генераторы могут иметь диаметр воздушного зазора даже приблизительно 10 метров.

В ходе работы ветровой турбины, т.е. рассматриваемого синхронного генератора, растет шум, который, вследствие крупной физической формы, также может достигать крупных резонансных корпусов, таких как, например, оболочка гондолы для гондолы, размещающей или, по меньшей мере, частично размещающей синхронный генератор. На основе своей функции, такие синхронные генераторы безредукторной ветровой турбины представляют собой очень медленно вращающиеся генераторы, которые вращаются с типичной частотой вращения приблизительно в 5-35 оборотов в минуту. Эта медленная частота вращения также может генерировать особые шумы, соответственно, в частности, по сравнению с генераторами, которые вращаются при 1500 или 3000 оборотов в минуту.

Такие синхронные генераторы безредукторных ветровых турбин, и в силу этого ветровые турбины, могут становиться постоянным раздражающим источником шума вследствие своей непрерывной работы. В настоящее время, особенно крупные современные ветровые турбины все чаще устанавливаются на большем расстоянии от населенных районов и работают в этих местах, так что шумы из ветровой турбины также являются менее раздражающим.

Тем не менее, в силу установки на большем расстоянии, фактическая проблема роста шума не исключается в принципе, а по сути, только отодвигается.

Следовательно, цель настоящего изобретения состоит в разрешении, по меньшей мере, одной из вышеуказанных проблем. В частности, должен уменьшаться рост шума синхронного генератора, как описано выше. Должно быть предложено, по меньшей мере, альтернативное решение относительно известных решений.

Немецкое патентное ведомство нашло следующие документы предшествующего уровня техники для приоритетной заявки в отношении настоящей РСТ-заявки: US 6 321 439 B1, DE 10 2009 015 044 A1, WO 2011/128 095 A2, DE 103 40 114 A1, DE 10 2005 061 892 A1, US 2004/0 036 374 A1, DE 199 23 925 A1, DE 101 10 466 A1, US 4 315 171 A и DE 15 38 772 B2.

Согласно изобретению, предложен синхронный генератор по п. 1, в частности, многополюсный синхронный кольцевой генератор безредукторной ветровой турбины. Такой многополюсный синхронный кольцевой генератор безредукторной ветровой турбины имеет множество полюсов статора, в частности, по меньшей мере, 48 зубьев статора, зачастую даже значительно больше зубьев статора, к примеру, в частности, 96 зубьев статора или еще больше зубьев статора. Магнитно-активная область генератора, а именно, как ротор, который также может упоминаться в качестве якоря,

так и статор, размещаются в кольцеобразной области вокруг оси вращения синхронного генератора. Таким образом, в частности, область 0, по меньшей мере, в 50 процентов радиуса воздушного зазора не содержит материалов, которые проводят электрический ток или электрическое поле синхронного генератора. В частности, эта внутренняя часть является полностью свободной и также в принципе может быть доступной. Зачастую, эта область также составляет более 0-50 процентов радиуса воздушного зазора, в частности, вплоть до 0-70 процентов или даже 0-80 процентов радиуса воздушного зазора. В зависимости от конструктивного решения, в этой внутренней области может предоставляться опорная конструкция, но эта опорная конструкция может аксиально смещаться в некоторых вариантах осуществления.

Следовательно, синхронный генератор имеет ротор и статор. Ротор иногда упоминается в качестве якоря, чтобы также отличать его по формулировке от аэродинамического ротора ветровой турбины.

Статор содержит зубья и пазы, размещаемые между ними. Пазы принимают обмотку статора или множество обмоток статора, так что обмотка статора за счет этого размещается через пазы и вокруг зубьев.

Статор разделен в окружном направлении на сегменты статора, причем каждый из них имеет множество зубьев и множество пазов, и, по меньшей мере, два сегмента статора, смещаются или чередуются относительно друг друга в окружном направлении. Все сегменты статора размещаются рядом друг с другом в окружном направлении и, кроме того, в частности, чередуются или смещаются относительно друг друга приблизительно на четверть ширины паза или другую абсолютную величину, а именно, таким образом, что пазы и зубья сегмента статора сменяются однородно в окружном направлении, и эта однородность прерывается при переходе к следующему смежному сегменту статора в силу размещения более широкого или более узкого паза, более широкого или более узкого зуба, либо дополнительно, возможно более узкого зуба, либо дополнительно, возможно более узкого паза, или исключения зуба. В принципе, переход также может быть реализован другим способом. Затем пазы и зубья снова сменяются однородно, в частности, в каждом случае с идентичной шириной паза или в каждом случае с идентичной шириной зуба, в следующем смежном сегменте статора.

Как результат, полюса ротора или якоря, которые распределены полностью однородно в окружном направлении, в каждом случае достигают теперь зубьев или пазов сегментов статора, которые смещаются или чередуются относительно друг друга, не точно одновременно в ходе вращательного движения ротора, а раньше или позже за счет этого смещения или этого чередования. Следовательно, тогда как полюс ротора достигает зуба статора сегмента статора, соответствующий полюс ротора достигает зуба статора другого чередующегося или смещенного сегмента статора с небольшим сдвигом по времени. Как следствие, колебание, в частности, синусоидальные токи, которые немного сдвигаются относительно друг друга, формируются в этих сегментах статора, которые чередуются или смещаются относительно друг друга. Это, в свою очередь, приводит к способности, посредством этих токов, формирования гармоник с уменьшенной амплитудой при наложении. Аналогично, прямое наложение шумов идентичной частоты, но различной фазы также может приводить к общему уменьшению шума, в частности, уровня шума. Эти два описанных эффекта также могут взаимодействовать друг с другом таким образом, что могут быть использованы синергические эффекты, что может приводить к более явному уменьшению общего уровня шума.

Например, статор может быть разделен на четыре сегмента 1-4 статора, и каждый

сегмент статора может иметь (это также упоминается только в качестве примера) в каждом случае 12 зубьев статора, так что в итоге статор содержит в сумме 48 зубьев, и в этом отношении должен получаться сравнительно меньший многополюсный синхронный кольцевой генератор безредукторной ветровой турбины. Первый и третий
5 сегменты статора и в силу этого пазы и зубья этих сегментов статора должны смещаться или чередоваться относительно второго и четвертого сегментов статора, т.е. их пазов и зубьев, соответственно.

Предпочтительно, по меньшей мере, один зуб формирует полюс статора, и, соответственно, два полюса статора формируют полюсную пару, которая концептуально
10 используется в данном случае для простоты для полюсной пары статора. В принципе, полюс статора также может формироваться из множества зубьев или разделенного зуба, что в данном случае не имеет большого значения. В любом случае, относительно этого варианта осуществления, предлагается, что число полюсных пар каждого сегмента статора является кратным числом двух. В частности, число полюсных пар каждого
15 сегмента статора является кратным числом шести. Такая конфигурация, в силу которой конкретно число полюсных пар каждого сегмента статора составляет, по меньшей мере, кратное число двух, обеспечивает предоставление обмоток деталей для каждого сегмента статора. Таким образом, каждый сегмент статора может иметь форму независимого генератора или независимого виртуального генератора, который в этом
20 отношении делит только ротор с другими сегментами статора.

Если число полюсных пар каждого сегмента является кратным числом шести, описанный независимый сегмент статора может содержать трехфазные обмотки, в частности, даже с двумя независимыми трехфазными обмотками. Обе трехфазных обмотки, соответственно, могут генерировать сигнал трехфазного тока, и сигналы
25 трехфазного тока этих двух независимых трехфазных обмоток могут сдвигаться относительно друг друга. За счет этого улучшается выпрямление в нисходящем направлении. Сигнал тока также может просто упоминаться в качестве тока.

Предпочтительно, предоставляются четыре сегмента статора, и сегменты статора группируются в две группы сегментов, имеющие по два сегмента статора. С этой целью,
30 предлагается, что число полюсных пар каждой группы сегментов является кратным числом четырех. Как результат, каждый сегмент статора, как описано выше, может наматываться независимо, и одновременно сегменты статора могут предоставляться в принципе симметрично, так что, следовательно, в итоге все сегменты статора имеют равный размер, проще говоря, в каждом случае занимают квадрант. Если зуб исключен
35 при переходе между двумя смежными сегментами статора, которые чередуются относительно друг друга, данный (исключенный) зуб все равно должен быть включен в вычисление. Другими словами, в данном случае должен присутствовать полюс статора без выделенного зуба или полюсная пара статора только с одним выделенным зубом. Тем не менее, эффект полюсной пары предоставляется посредством соответствующей
40 секции обмотки, одного зуба и одного или более других зубьев.

Альтернативно, если число полюсных пар каждой группы сегментов не является кратным числом четырех, предлагается, что сегменты статора из группы сегментов имеют различные числа полюсных пар. Например, статор с 84 полюсными парами в сумме, т.е. конкретно с 168 зубьями, может быть разделен на две группы сегментов,
45 имеющие по два сегмента статора. Сегменты статора этих двух групп сегментов сменяются между собой. Таким образом, каждая группа сегментов имеет два сегмента статора, и каждая группа сегментов имеет 42 полюсных пары и в этом случае, например, один сегмент статора с 24 полюсными парами и один сегмент статора с 18 полюсными

парами.

Для этого и других вариантов осуществления, предлагается, что каждая группа сегментов соединена в каждом случае с выпрямителем в форме В12-моста. В этом случае, каждая группа сегментов может наматываться таким образом, что она формирует две трехфазных системы в качестве выходного тока. Эти две трехфазных системы, которые в силу этого в результате формируют шесть различных фазных токов, выпрямляются посредством этого В12-моста. Следовательно, каждая фаза подается в ветвь этого В12-моста, который, известным способом, выпрямляет эту фазу с помощью двух диодов. Выпрямленный ток каждой из этих фаз предоставляется в общий промежуточный контур постоянного тока либо в другое устройство накопления постоянного напряжения или устройство накопления постоянного тока.

В силу того факта, что обе группы сегментов соединяются с В12-мостом, и обе группы сегментов формируют два трехфазных тока, которые выпрямляются, может достигаться выпрямленный полный сигнал с очень несущественными гармониками. Это достигается, в частности, в силу того факта, что, по меньшей мере, два сегмента статора, или две группы сегментов смещаются или чередуются относительно друг друга в окружном направлении. Как результат, шесть фаз одной группы сегментов еще раз сдвигаются относительно шести фаз другой группы сегментов таким образом, что их наложение в выпрямленном полном сигнале уменьшается и в силу этого приводит к максимально небольшому числу гармоник.

Предпочтительно, пазы и зубья в каждом случае одного сегмента статора размещаются равноотстоящим образом, и, по меньшей мере, два сегмента статора смещаются или чередуются относительно друг друга в окружном направлении таким образом, что смежные зубья смежных сегментов статора или смежные пазы смежных сегментов статора имеют другое расстояние друг от друга по сравнению со смежными зубьями или пазами идентичного сегмента статора. Пазы и зубья в силу этого в каждом случае размещаются равноотстоящим образом в своем сегменте статора, в частности, таким образом, что все пазы сегмента статора и, в частности, всего статора имеют идентичную ширину, т.е. протяженность в окружном направлении, за исключением пазов в переходной или контактной области между двумя смежными сегментами статора. Соответственно, все зубья сегмента статора или даже всего статора также имеют идентичную ширину, т.е. протяженность в окружном направлении, за исключением зубьев в переходной или контактной области между двумя смежными сегментами статора.

Следовательно, предложенная конфигурация статора соответствует статору с абсолютно однородными зубьями и пазами в окружном направлении, причем этот статор разделяется на сегменты статора, в частности, на четное число сегментов статора равного размера, и затем, в частности, каждый второй сегмент статора теоретически должен вращаться вокруг оси вращения генератора через пропорцию ширины зуба или ширины паза.

В соответствии с вариантом осуществления, предложен синхронный генератор, содержащий статор, в котором первый и второй паз первого сегмента статора или первый и второй зуб первого сегмента статора имеют среднее расстояние относительно друг друга $n \cdot a$. Переменная в этом случае обозначает среднее расстояние между двумя смежными пазами или зубьями первого сегмента статора. Следовательно, в данном случае описывается расстояние, например, между центром первого паза и центром второго паза либо центром первого зуба и центром второго зуба. Предпочтительно, оно является идентичным среднему числу каждого расстояния между смежными зубьями

всего статора.

Переменная n является числом расстояний между пазами или расстояний между зубьями, т.е. числом, которое меньше числа пазов между рассматриваемыми первым и вторым пазом посредством на значение 1, или числом, которое меньше числа зубьев между рассматриваемыми первым и вторым зубьями на значение 1.

Расстояние между первым и дополнительным пазом, причем дополнительный паз расположен на втором сегменте статора, либо расстояние между первым зубом и дополнительным зубом, который расположен на втором сегменте статора, составляет $n \cdot a + v$ или $n \cdot a - v$.

В этом случае, переменная v обозначает смещение или чередование между первым и вторым сегментами статора. Данное чередование в этом отношении больше 0, но меньше среднего расстояния между пазами или среднего расстояния a между зубьями. То, прибавляется или вычитается это смещение v , зависит от того, является рассматриваемое смещение или чередование в случае двух сегментов статора таким, что упомянутые сегменты статора чередуются или смещаются в направлении друг друга, и в этом случае переменная v должна вычитаться, либо от того, смещаются они или чередуются в направлении друг от друга, и в этом случае переменная v должна прибавляться.

Следовательно, из этого формального описания можно видеть, что зубья или пазы сегмента статора разнесены друг от друга посредством n -кратного среднего расстояния, тогда как, кроме того, также смещение v должно прибавляться или вычитаться из следующего сегмента статора, который чередуется или смещается относительно него. В принципе, в этом отношении, также следует понимать, что смещение v и расстояние a между пазами или расстояние a между зубьями означает расстояние вдоль окружности, либо означает угол на основе оси вращения генератора и в силу этого середины оси статора.

Предпочтительно, смещение или чередование имеет значение в 0,4-0,6 от расстояний между пазами или расстояний a между зубьями. В частности, смещение составляет приблизительно половину такого расстояния между пазами или расстояния a между зубьями. Как результат, шумы и/или токи, сгенерированные в соответствующих сегментах статора, имеют такой сдвиг фаз относительно соответствующих шумов или токов, что рост шума, получающийся в результате во всем синхронном генераторе, является максимально возможно низким. Это достигается, в частности, посредством предпочтительного наложения рассматриваемых компонентов, которые за счет этого уменьшают друг друга.

Предпочтительно, каждый сегмент статора принимает часть обмотки статора или обмоток статора в качестве сегмента обмотки, и сегменты обмотки несмежных сегментов статора соединяются между собой. Как результат, в дополнение к механическому чередованию или механическому смещению сегментов статора, также предоставляется соответствующее электрическое чередование. Это осуществляется, в частности, таким образом, что несмежные сегменты статора, т.е., в частности, каждый второй сегмент статора, соединяются друг с другом, т.е., в частности, в параллельной схеме или в последовательной схеме. Эти сегменты статора генерируют ток с идентичной частотой и фазовым углом в своих сегментах обмотки. Другие сегменты статора, размещаемые между этими несмежными сегментами статора и в силу этого сегментами статора, которые аналогично являются несмежными относительно друг друга, т.е. в принципе вторая группа несмежных сегментов статора, аналогично соединяются между собой и вместе генерируют ток с идентичной частотой и фазовым углом. В этом случае, обычно

присутствует трехфазный ток, который также прикладывается к соответствующей первой группе несмежных сегментов статора. Предпочтительно, чередование выполняется в каждом случае в качестве последовательной схемы, так что в итоге сегменты обмотки могут соединяться непосредственно со следующим сегментом обмотки следующего несмежного сегмента статора. Следовательно, можно исключать маршрутизацию слишком большого числа линий параллельно друг другу.

Предпочтительно, сегменты обмотки соединяются попеременно с первым и вторым выпрямителем. Следовательно, сегменты обмотки первой группы несмежных сегментов статора соединяются с первым выпрямителем, а сегменты обмотки второй группы несмежных сегментов статора соединяются со вторым выпрямителем. Соответственно, ток этих двух групп выпрямляется в ходе работы посредством соответствующего выпрямителя и подается в промежуточный контур постоянного тока, который предпочтительно является общим для обоих выпрямителей. Как результат, эти два выпрямителя также могут принимать токи, которые имеют сдвиг фаз относительно друг друга, и, соответственно, питать общий промежуточный контур постоянного тока, в результате чего гармоники могут уменьшаться в нем. Как результат, гармоники также уменьшаются в данном случае, что, в свою очередь, может иметь положительное влияние на рост шума, т.е. может уменьшать этот рост шума.

Предпочтительно, статор и/или обмотка статора является точечно-симметричной, в частности, точечно-симметричной относительно оси вращения синхронного генератора. Чередование или смещение сегментов статора относительно друг друга может не иметь, в сечении, зеркальной симметрии, но вследствие центральной симметрии, которая целесообразно также может упоминаться в качестве вращательной симметрии, позволяет достигать полностью однородной компоновки, так что вследствие смещения или чередования может достигаться описанное уменьшение шума, но генератор может работать плавно и равномерно.

Предпочтительно, предлагается, что все пазы статора являются идентичными, т.е. не изменяются в силу смещения или чередования. Вместо этого, смещение или чередование достигается посредством, соответственно, согласованных зубьев. Эти зубья с этой целью могут увеличиваться или уменьшаться по размеру, например, в окружном направлении в контактной области смежных сегментов статора. Дополнительный зуб также может предоставляться в каждом случае. Как результат, в частности, также имеет место, что фазы линии обмотки статора могут укладываться аналогичным образом во всех пазах обычным способом.

Предпочтительно, синхронный генератор характеризуется посредством того факта, что обмотка статора или сегменты обмотки имеют, пофазно, ветви обмотки. В каждом случае, одна такая ветвь обмотки укладывается через первый паз, т.е. проходит вперед в принципе и проходит назад через второй паз. Такое укладывание через эти первый и второй пазы повторяется, по меньшей мере, один раз, так что, по меньшей мере, один контур укладывается через эти два паза и в силу этого вокруг зубьев между ними. Предпочтительно, три контура укладываются через эти два паза и вокруг зубьев между ними, так что в итоге с точки зрения электромагнитной эффективности предоставляются четыре витка. Укладывание этой ветви обмотки затем продолжается, соответственно, в третьем и четвертом паду.

Ветви обмотки других фаз укладываются аналогично, соответствующим образом. Предпочтительно, три контура укладываются через эти две катушки и в силу этого вокруг зубьев между ними. Как результат, может достигаться хороший компромисс между сложностью, обусловленной обмоткой, с одной стороны, и эффективностью

синхронного генератора в ходе работы, с другой стороны. В частности, использование трех контуров является особенно преимущественным для синхронного генератора ветровой турбины, которая управляется без зубчатой передачи. Три контура позволяют постоянно укладывать соответствующие ветви обмотки для сегмента статора. Для этого требуются ветви обмотки, которые имеют большое эффективное поперечное сечение линии, которое содержит множество отдельных линий, но по-прежнему может манипулироваться в ходе обмотки. Одновременно исключается излишне большое число шагов обмотки вследствие чрезмерно тонкой ветви обмотки, и исключается ситуация, в силу этого которой чрезмерно толстая ветвь обмотки должна использоваться в случае даже меньшего числа контуров, причем эта чрезмерно толстая ветвь обмотки должна затруднять обработку, либо исключается, по меньшей мере, разделение ветви обмотки на две параллельные ветви обмотки.

Предпочтительно, пять пазов и шесть зубьев расположены между первым и вторым пазами или, по меньшей мере, в одном контуре. Оставшиеся пять пазов могут предоставляться для пяти ветвей обмотки для пяти дополнительных фаз.

Предпочтительно, ветвь обмотки наматывается постоянно через сегмент статора и, в частности, постоянно через все сегменты статора из группы сегментов. Как результат, могут исключаться проблемы в отношении точек соединения, и в случае непрерывной обмотки без прерываний ветви обмотки для всех сегментов статора из группы сегментов, эти сегменты статора могут быть соединены электрически последовательно, соответственно, простым способом.

Согласно изобретению, также предложен набор пластин, содержащий множество пластин статора для сборки, с тем чтобы формировать пакет пластин статора. Этот набор пластин предпочтительно конструируется таким образом, что он позволяет формировать пакет пластин статора синхронного генератора в соответствии с одним из вышеописанных вариантов осуществления.

Пластины статора этого набора пластин все вместе имеют множество пазов и зубьев. Набор пластин в этом случае различает три типа пластин статора, а именно, нормальную пластину, расширенную пластину и сжатую пластину. Нормальная пластина в принципе соответствует традиционной, известной пластине статора синхронного генератора без смещения или чередования. Пакет пластин статора может быть собран из множества таких нормальных пластин. С этой целью, соответственно, большое число нормальных пластин укладывается по кругу в первом слое, и второй слой укладывается на него аналогичным образом, но со смещением относительно пластин первого слоя и т.д. до тех пор, пока пакет пластин статора не будет сформирован посредством множества таких слоев пластин, которые смещаются относительно друг друга.

Тем не менее, чтобы достигать пакета пластин статора, в котором сегменты статора предоставляются и смещаются или чередуются относительно друг друга, требуются дополнительные пластины, которые учитывают это смещение или чередование. С этой целью, предоставляются расширенная пластина и сжатая пластина. Расширенная пластина в принципе соответствует по своему характеру также нормальной пластине, но имеет расширенную область, в частности, расширенный зуб. Следовательно, эта расширенная область предоставлена для переходной области между двумя сегментами статора, которые чередуются или смещаются относительно друг друга, т.е. которые удаляются друг от друга согласно смещению или чередованию. Это приводит к этой расширенной области, предоставленной посредством этой расширенной пластины.

Соответственно, сжатая пластина имеет сжатую область, которая предоставляется для переходной области между двумя сегментами статора, которые смещаются или

чередуются относительно друг друга.

Предпочтительно, эти расширенные или сжатые области не находятся в центре расширенной пластины или рассматриваемой сжатой пластины, но являются эксцентрическими приблизительно на одну треть. Помимо этого, эти расширенные области или сжатые области являются зеркально-симметричными, так что в итоге их конфигурация остается неизменной, когда соответствующая расширенная или сжатая пластина перевернута с верхней стороны на нижнюю сторону или наоборот.

Таким образом, эти сжатые пластины или расширенные пластины также могут располагаться слоями поверх друг друга таким образом, что они перекрывают друг друга в различных слоях, так что в результате соответствующие расширенные области или сжатые области в итоге укладываются точно поверх друг друга без итоговой полной укладки соответствующих расширенных пластин или сжатых пластин точно поверх друг друга. Следовательно, перекрывающаяся многослойная конструкция может формироваться при формировании пакета пластин даже в области расширенных областей или сжатых областей без необходимости формирования в каждом случае различных пластин. Следовательно, глубина производства для означенного должна содержать только нормальную пластину, расширенную пластину и сжатую пластину. С помощью этих трех различных типов пластин, может формироваться весь пакет пластин, включающий в себя расширенные и сжатые области, т.е. включающий в себя переходные области между сегментами статора, которые смещаются или чередуются относительно друг друга, что включает в себя перекрытие.

Помимо этого, предложен способ для формирования пакета пластин статора, который основывается на производстве пакета пластин статора посредством использования набора пластин в соответствии с одним из вышеописанных вариантов осуществления. Следовательно, в данном случае предлагается, что пакет пластин статора первоначально конструируется слоями обычным способом, при этом в каждом случае одна расширенная пластина или одна сжатая пластина размещается для переходных областей. Для следующего слоя, расширенная пластина или сжатая пластина предоставляется в соответствующей области, но эта расширенная или сжатая пластина перевернута относительно пластины ниже ее в каждом случае, т.е. с верхней стороной снизу или нижней стороной наверху. В силу эксцентрической компоновки расширенной области или сжатой области, переворачивание пластины изменяет позицию упомянутой пластины, и за счет этого перекрывающаяся укладка, т.е. укладка, при которой пластины не покоятся полностью поверх друг друга, может достигаться с помощью одной и той же пластины.

Помимо этого, в соответствии с изобретением, предложена ветровая турбина, содержащая синхронный генератор в соответствии с одним из вышеописанных вариантов осуществления.

Ниже подробнее поясняется изобретение на основе примерных вариантов осуществления в качестве примера со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых показано:

Фиг. 1 схематично ветровая турбина на виде в перспективе.

Фиг. 2 осевой вид в сечении известного синхронного генератора.

Фиг. 3 схематично принципиальная схема известного синхронного генератора с независимым возбуждением, содержащего две трехфазных обмотки и нижерасположенный диодный выпрямитель.

Фиг. 4 синхронный генератор согласно изобретению в осевом виде в сечении.

Фиг. 4А и 4В фрагменты фиг. 4.

Фиг. 5A-5D различные возможные реализации переходной области в качестве вариантов осуществления относительно фрагмента, показанного на фиг. 4A.

Фиг. 6 схематично один вариант для схемы сегментов синхронного генератора с нижерасположенным выпрямителем.

5 Фиг. 7 (A-C) синхронный генератор в осевом виде в сечении в соответствии с дополнительным вариантом осуществления, содержащий сегменты статора с различным количеством полюсных пар.

Фиг. 7A фрагмент фиг. 7.

Фиг. 8 схема обмотки синхронного генератора одного варианта осуществления.

10 Фиг. 9 схема обмотки синхронного генератора дополнительного варианта осуществления.

Фиг. 1 показывает ветровую турбину 100, содержащую башню 102 и гондолу 104. Ротор 106 с тремя лопастями 108 ротора и обтекателем 110 размещается на гондоле 104. Ротор 106 переключается на вращательное движение в ходе работы посредством
15 ветра и за счет этого приводит в действие генератор в гондоле 104.

Фиг. 2 показывает известный синхронный генератор 201 в осевом виде в сечении, т.е. в виде в направлении оси 202 вращения, при этом синхронный генератор 201 секционирован поперечно оси 202 вращения. Синхронный генератор имеет форму синхронного генератора с внутренним ротором и в силу этого имеет ротор или якорь
20 204 внутри и статор 206 снаружи. Синхронный генератор 201 имеет форму многополюсного кольцевого генератора и имеет свободную внутреннюю часть, которая занимает более половины полного диаметра или полного радиуса синхронного генератора 201. 168 зубьев 208 статора предоставляются в качестве примера. Предоставляется идентичное число пазов 210 статора, причем эти пазы статора
25 сменяются зубьями 208 статора или размещаются между ними.

Якорь 204 имеет некоторые полюсы 212 ротора или полюсные башмаки 212, между которыми в каждом случае предоставляются пазы 214 с обмотками. Пазы 214 ротора содержат обмотки для возбуждения ротора.

В ходе работы, ротор 204 вращается относительно статора 206, и полюсы 212 ротора
30 быстро проходят мимо полюсов 208 статора. Узкий воздушный зазор 216 предоставляется между ротором 204 и статором 206.

Фиг. 3 иллюстрирует разводку известного синхронного генератора 201 и схематично показывает схему 220 возбуждения для возбуждения ротора 204 посредством постоянного тока. Схематично показаны, соответственно, первая и вторая трехфазная
35 обмотка 221 и 222 статора. Упомянутые обмотки статора соединяются через первое межкомпонентное соединение 223 или второе межкомпонентное соединение 224 через первый или второй выпрямитель 225 и 226, соответственно, и два выпрямителя 225 и 226 питают общее промежуточный контур 228 постоянного тока, которое символизируется посредством конденсатора.

40 Фиг. 4 теперь показывает, практически аналогично фиг. 2, синхронный генератор 1, содержащий ось 2 вращения, якорь или ротор 4, статор 6 и множество зубьев 8 статора и идентичное число пазов 10 статора. Якорь или ротор 4 имеет полюсы ротора или полюсные башмаки 12 и пазы 14 ротора между ними. Воздушный зазор 16 расположен между статором 6 и якорем 4. Ротор или якорь 4 может быть идентичным ротору или
45 якору 204 на фиг. 2. Тем не менее, статор 6 отличается от статора 206 на фиг. 2 в соответствии с изобретением.

В этом отношении, статор 6 разделен на четыре сегмента 31-34. В каждом случае, смежные сегменты чередуются или смещаются относительно друг друга. Таким образом,

первый и третий сегменты 31, 33 чередуются или смещаются не относительно друг друга, а относительно второго и четвертого сегментов 32, 34, соответственно.

Аналогично, второй и четвертый сегменты 32, 34 не чередуются или смещаются относительно друг друга. В силу этого имеется сжатая область 36 или расширенная область 38 между смежными сегментами, в зависимости от того, соответственно, смежные сегменты смещаются или чередуются в направлении друг друга либо в направлении друг от друга. Фиг. 4А в этом случае подробно показывает часть синхронного генератора 1, которая связана со сжатой областью 36. Варианты для реализации этой сжатой области 36 показаны на фиг. 5А-5D. Фиг. 4В подробно показывает часть синхронного генератора 1, которая включает в себя расширенную область 38.

В отношении расширенной области 38 из фиг. 4В можно видеть, что предоставляется расширенный зуб 8+ статора, тогда как оставшиеся зубья 8 статора имеют меньшую ширину относительно него, а именно, нормальную ширину, а также являются идентичными по ширине друг с другом.

Соответственно, фиг. 4А должен иметь суженный зуб 8- или другую реализацию сжатой области для сжатой области 36, в которой все пазы 10 статора имеют идентичный размер и форму, но это представляет собой только один вариант для реализации. Фиг. 4А является просто прототипом для вариантов реализации, которые конкретно проиллюстрированы на фиг. 5А-5D.

Увеличения на фиг. 4В и 5А-5D также показывают то, что для якоря или ротора 4, зубья 12 и пазы 14 являются нетронутыми посредством сегментации и чередования или сжатия статора 6.

Следовательно, фиг. 5А-5D показывают подробности в соответствии с подробностью или прототипом на фиг. 4А и в этом случае показывают различные варианты для конкретной конфигурации сжатой области 36, которые обозначены, соответственно, как 36А, 36В, 36С и 36D на этих чертежах 5А-5D, соответственно. В этой сжатой области, два сегмента 31 и 32 статора, например, вращаются в направлении друг друга относительно традиционной компоновки, которая показана на фиг. 2. Это приблизительно достигается посредством показателя ширины паза, причем в конфигурации, показанной на фиг. 4, и в силу этого также так, как показано на фиг. 5А-5D, ширина паза приблизительно соответствует ширине перемычки 40 каждого зуба 8.

Предпочтительно, это вращение двух смежных областей в направлении друг друга соответствует приблизительно половине среднего расстояния между зубьями или расстояния между пазами, т.е. половине расстояния от центра зуба до центра следующего зуба или от центра паза до центра следующего смежного паза.

Чтобы реализовывать сжатую область 36А, вариант осуществления, показанный на фиг. 5А, предлагает конфигурировать пазы 10А' и 10А" непосредственно рядом друг с другом, так что они являются более узкими, а также предоставлять разделительную перемычку 42А между ними. Эта разделительная перемычка 42А может отделять эти два паза 10А' и 10А" друг от друга и за счет этого также отделять все вставленные линии обмотки статора друг от друга. В этом отношении, эта разделительная перемычка 42А также может иметь электроизоляционную функцию. Одна проблема в данном случае состоит в том, что пазы 10А' и 10А" уменьшаются по размеру по сравнению с пазами 10 и в силу этого могут также принимать линии обмотки статора в меньшей или менее оптимальной степени.

В качестве альтернативы, в силу этого предложена конфигурация, как показано на

фиг. 5В, в которой два ограничительных паза 10В' и 10В" предоставляются в сжатой области 36В, причем эти ограничительные пазы имеют большую глубину по сравнению с оставшимися пазами 10. Ограничительные пазы 10В' и 10В" в силу этого являются более тонкими, но более глубокими, и за счет этого могут принимать приблизительно

5 идентичное число линий или сердечников линий с другими пазами 10. Два ограничительных паза 10В' и 10В" отделены посредством разделительной перемычки 42В, которая в любом случае может содержать материал, идентичный материалу оставшихся зубьев 8 и пакета пластин статора 6.

Фиг. 5С показывает конфигурацию, почти идентичную конфигурации, показанной на фиг. 5В, но предоставляется разделительная перемычка 42С, которая изготовлена из материала, отличного от материала пакета пластин статора, т.е. из оставшихся зубьев 8 статора. Материал разделительной перемычки 42С изготовлен из высокопроницаемого материала, по меньшей мере, из материала, который имеет более высокую степень проницаемости по сравнению с пластиной статора. Для этого может использоваться,

15 например, так называемый металл Му. Вследствие этого высокопроницаемого материала уменьшенное поперечное сечение этой разделительной перемычки 42С может полностью или частично компенсироваться. В отличие от варианта осуществления, показанного на фиг. 5В, разделительная перемычка 42С также не перфорируется из соответствующей пластины, но может вставляться, как только пакет пластин статора 6 завершен,

20 возможно также вместе со вставкой линий обмотки статора.

На фиг 5D показана дополнительная конфигурация, в которой два ограничительных паза 10D' и 10D"" теперь являются непосредственно смежными друг с другом без зуба статора между ними. Для разделения, например, может предоставляться разделительная перемычка 42D в качестве изоляционной бумаги, либо можно обходиться вообще без

25 нее. Ограничительные пазы 10D' и 10D"" в этом случае имеют форму, идентичную форме оставшихся пазов 10, и, соответственно, имеют идентичный объем пространства или идентичный размер пространства для приема линий обмотки статора. Когда такие линии обмотки статора вставляются, необходимо обращать внимание на обеспечение того, что они в итоге укладываются максимально возможно равномерно в этих двух

30 ограничительных пазах 10D', 10D"", которые являются смежными друг с другом без промежуточного зуба.

Фиг. 6 схематично иллюстрирует разводку обмоток статора синхронного генератора согласно изобретению в соответствии с одним вариантом осуществления. В этом случае, синхронный генератор с разделенным статором, как показано на фиг. 4, используется

35 в качестве основы. Следовательно, предоставляются четыре сегмента 31-34 статора, при этом первый и третий сегменты 31 и 33 не смещаются или чередуются относительно друг друга, а чередуются относительно второго и четвертого сегментов 32 и 34. Второй и четвертый сегменты 32, 34 аналогично не чередуются или смещаются относительно друг друга. Следовательно, первый и третий сегменты 31, 33 схематично иллюстрируются

40 в качестве первой области 44 или в качестве первой группы 44 сегментов, и, соответственно, второй и четвертый сегменты 32, 34 схематично иллюстрируются в качестве второй области 46 или второй группы 46 сегментов.

Две группы 44 и 46 сегментов имеют две трехфазные обмотки 51 и 53 и 52 и 54 статора, соответственно. В этом случае, в каждом случае, обе обмотки 51 и 53 и 52 и 54 статора

45 проходят в каждом случае через оба сегмента 31 и 33 и 32 и 34, соответственно, рассматриваемой группы 44 и 46 сегментов. Ветви обмотки в каждом случае для одной обмотки 51-54 статора соединены электрически последовательно в группе 44 или 46 сегментов, а именно, из нейтральной точки 45 или 47 (указывается просто) через первый

сегмент 51 или 52 статора, дополнительно через второй сегмент 53 или 54 статора и в завершение с одним из выпрямителей 61-64. Следовательно, две из обмоток 51-54 статора проходят через каждый сегмент.

В показанном варианте осуществления, в этом случае, каждая из четырех обмоток 51-54 статора соединена по отдельности с первым-четвертым выпрямителем 61-64. Все четыре выпрямителя 61-64 в этом случае используют один и тот же промежуточный контур 66 постоянного тока, в который все они в силу этого совместно подают питание. Промежуточный контур постоянного тока также символизируется посредством конденсатора 68, и нагрузочное сопротивление 70 символически выражает дополнительные элементы, которые должны быть соединены, а именно, в частности, один или более повышающих преобразователей, которые должны быть соединены, и/или один или более инверторов, которые должны быть соединены для формирования синусоидального переменного тока для подачи в питающую электросеть.

Показанные выпрямители 61-64 сконфигурированы в качестве пассивных, так называемых В-6-выпрямителей.

Вследствие того факта, что обмотки как первой области 44, так и второй области 46 соединены отдельно в каждом случае с выпрямителем или с набором выпрямителей, токи, сгенерированные по-разному в отношении любых гармоник вследствие чередования или смещения, также могут проходить, соответственно, отдельно в соответствующий выпрямитель и в силу этого отдельно в промежуточный контур 66 постоянного тока и подаются в него посредством выпрямителей. Сгенерированные переменные токи выпрямляются посредством выпрямления, но любые гармоники или накладываемая пульсация остаются присутствующими в значительной степени и затем могут присутствовать в промежуточном контуре постоянного тока, возможно в ослабленной форме в качестве пульсации напряжения или флуктуаций напряжения. В этом случае, пульсация, которая должна быть назначена для первой области 44, сдвигается относительно пульсации, которая должна быть назначена для второй области 46, и в процессе они накладываются в промежуточном контуре постоянного тока, и в силу этого могут ослаблять друг друга. В оптимальном, по меньшей мере, теоретическом случае, пульсация первой области 44 может компенсироваться посредством пульсации второй области 46.

Помимо этого, в силу дополнительно отдельного межкомпонентного соединения отдельных сегментов 31-34 может увеличиваться степень резервирования генератора, а именно, в частности, статора.

Следовательно, предложен многополюсный синхронный кольцевой генератор ветровой турбины, который может работать с уменьшенными уровнями шума, в частности, по сравнению с ранее известными синхронными генераторами с идентичной в остальных отношениях конструкцией.

В частности, генератор, содержащий шесть фаз, а именно, первую и вторую систему в каждом случае с тремя фазами и статор с 12 пазами в расчете на шаг полюсов и диодный выпрямитель, также используется в качестве основы. Такой многополюсный синхронный кольцевой генератор в соответствии с предшествующим уровнем техники, в числе прочего, может генерировать пульсирующие крутящие моменты с содержаниями гармоник двенадцатого порядка. Такие пульсирующие крутящие моменты могут допускать, например, частоту приблизительно в 120 Гц, которая, естественно, зависит от частоты вращения и может быть раздражающей.

Следовательно, предложенное решение состоит в разделении обмотки статора, или обмоток статора на сегменты, в частности, на четыре сегмента. Пазы сегментов

чередуются таким образом, что сдвиг в половину шага по пазам формируется между сегментами, как показано на фиг. 4 с помощью увеличений 4А и 4В. В результате получают соответствующие краевые области обмотки, которые могут иметь форму сжатой области 36 или расширенной области 38, которые сменяются по окружности статора. Конфигурация этих краевых областей обмотки может быть такой, как показано на фиг. 5А-5D. Дополнительные возможные конфигурации аналогично не исключаются.

Помимо этого, предлагается соединять в каждом случае два несмежных сегмента, а именно, формировать одну область. Типично, это межкомпонентное соединение может осуществляться посредством последовательной схемы. Межкомпонентное соединение в этом случае связано с фазами трехфазной обмотки в каждом случае. Следовательно, каждая соединенная область в каждом случае состоит из двух фаз трехфазной обмотки. Предпочтительно, каждая область соединяется со схемой 12-импульсного диодного выпрямления и с параллельной схемой на стороне постоянного напряжения.

Предложенное решение подробно пояснено с использованием примера подразделения статора на четыре сегмента. Тем не менее, другие подразделения также могут выполняться, в простейшем случае подразделение на два сегмента, причем в этом случае каждый отдельный сегмент также формирует область в смысле первой или второй области 44, 46. Аналогично, может выполняться подразделение на значительно большее число, чем четыре сегмента, например, на четное число сегментов.

Фиг. 7 показывает в виде в сечении синхронный генератор 701, содержащий статор 706 с четырьмя сегментами статора или сегментами 731-734. Сегменты 731 и 733 статора формируют первую группу сегментов, а сегменты 732 и 734 статора формируют вторую группу сегментов. Каждая из этих групп 731, 733 и 732, 734 сегментов имеет 42 полюсных пары и в силу этого число полюсных пар, которое не является кратным числом четырех. Соответственно, сегменты статора из группы сегментов имеют различные числа полюсных пар, а именно, первый сегмент 731 статора имеет 24 полюсных пары, а второй сегмент 733 статора имеет 18 полюсных пар. Соответственно, из второй группы сегментов, сегмент 732 статора имеет 24 полюсных пары и, из этой же группы сегментов, сегмент 734 статора имеет 18 полюсных пар. Следовательно, каждый из этих четырех сегментов 731-734 статора также имеет, в качестве числа полюсных пар, кратное число шести, или другими словами число полюсных пар каждого из сегментов 731-734 статора может делиться на число шесть без остатка.

Кроме того, пазы статора идентифицируются посредством ссылки с номером 710, и зубья статора идентифицируются посредством ссылки с номером 708 на фиг. 7. Ротор 4 может соответствовать ротору 4 на фиг. 4, и в этом отношении также следует обратиться к пояснению в отношении фиг. 4 на предмет дополнительного описания упомянутого ротора.

Разделение между отдельными сегментами 731-734 статора указывается посредством соответствующих черт 735. По сравнению с вариантом осуществления, показанным на фиг. 4, в силу этого имеется сдвиг расширенной области 738, которая аналогично имеет расширенный зуб 708+ статора. Эта расширенная область 738 с расширенным зубом 708+ размещается в подробности В на фиг. 7, которая проиллюстрирована в увеличенной форме на фиг. 7А. Помимо сдвига этой расширенной области 738 или расширенного зуба 708+, остальная часть описания в этом отношении применяется к варианту осуществления, показанному на фиг. 4, и увеличенная иллюстрация на фиг. 4В, соответственно, также служит для варианта осуществления на фиг. 7 или 7А.

Сжатая область 736 в принципе является неизменной и также расположена в метке

А на фиг. 7. Для этой метки А, также возможны различные разновидности, которые описываются на фиг. 5А-5D. В этом отношении, следует обратиться к данным чертежам 5А-5D.

Фиг. 8 иллюстрирует схему обмотки для синхронного генератора в соответствии с одним вариантом осуществления для сегмента статора, такого как, например, сегмент 733 статора на фиг. 7 с 18 полюсными парами. Этот сегмент статора, которому присвоена ссылка с номером 833 на фиг. 8, проиллюстрирован в качестве расширенного элемента без искривления на фиг. 8, чтобы за счет этого упрощать иллюстрацию схемы обмотки. Фиг. 8 в этом случае показывает вид сверху соответствующих зубьев 808 и пазов 810 в виде 8А, вид сбоку сегмента статора 3 в виде 8В, вид сбоку аналогично линейно проиллюстрированной части ротора 804 в виде 8С, причем иллюстрация в этом случае также является схематической и без искривления, и вид сверху зубьев ротора или полюсных башмаков ротора 804 в иллюстрации 8D.

Вид 8А на фиг. 8 иллюстрирует схему обмотки, в принципе начинающуюся слева с ветви 850 обмотки, которая укладывается через первый паз 851, т.е. в принципе в прямом направлении и проходит назад через второй паз 852. Эта ветвь 850 обмотки затем проходит в первый паз 851 и проходит через него еще раз и проходит назад снова через второй паз 852. Это повторяется еще два раза, так что ветвь 850 обмотки затем укладывается приблизительно вокруг шести зубьев 808 в трех полных контурах 858. Тем не менее, как результат, четыре витка являются электромагнитно эффективными, поскольку ветвь обмотки, входящая в начале, т.е. слева, как показано на фиг. 8, вид 8А, электрически эффективно соединяется в завершение с этой частью ветви 850 обмотки, которая оставляет второй паз 852 вправо в завершение, как только, по меньшей мере, показанный сегмент 833 статора полностью намотан.

После того, как ветвь 850 обмотки проходит назад через второй паз 852 в четвертый раз, она теперь вставляется в третий паз 853 и проходит назад через четвертый паз 854, и это повторяется до тех пор, пока не будут сформированы снова три контура или четыре электромагнитно эффективных витка. Тем не менее, это повторяется в пятом и шестом пазах 855 и 856, соответственно, до тех пор, пока ветвь 850 обмотки не перейдет в правую часть на фиг. 8, вид 8А. Исходя из этого, ветвь 850 обмотки может проходить в дополнительный сегмент статора или соединяться с выводом, чтобы предоставлять ток, который должен генерироваться в нем.

Вид 8В схематично показывает все зубья 808 и пазы 810 сегмента 833 статора. В качестве иллюстрации, пазы 810 идентифицируются посредством А-F, при этом в каждом случае одна буква означает одну ветвь обмотки одной фазы. Обмотка, проиллюстрированная в виде 8А в этом случае, связана с фазой обмотки для фазы, которая идентифицируется посредством буквы D. В этом случае, D+ в каждом случае обозначает ветвь 850 обмотки, проходящую вперед, а D- в каждом случае идентифицирует ветвь 850 обмотки, проходящую назад. Оставшиеся буквы А-С и Е и F предоставляются с соответствующими символами, т.е. "+" для "вперед" и "-" для "назад".

Вид 8В на фиг. 8 также показывает то, что ветвь обмотки предоставляется в каждом случае в четырех слоях в каждом пазах 810 статора. Кроме того, вид 8В также указывает то, что в каждом случае соответствующая обмотка предоставляется для других фаз А в С, Е и F, как проиллюстрировано посредством вида только для одной фазы, а именно, фазы D.

Вид 8С подробно показывает, для ротора 804, часть с шестью полюсными башмаками 860, которые имеют смысл чередования направления, чтобы генерировать в каждом

случае магнитное поле с обратным направлением относительно соответствующего смежного полюсного башмака в случае возбуждения посредством постоянного тока в фазах 862 обмотки возбуждения. Каждый полюсный башмак 860 имеет головку 864 полюсного башмака, который имеет приблизительно форму стрелки, как видно из вида 8D. Направление перемещения ротора 804 является корректным в направлении стрелки 866 перемещения. Два полюсных башмака 860 и в силу этого два полюса ротора, т.е. полюсная пара ротора, охватывают всего 12 зубьев 808 статора или 12 пазов 810 статора и в силу этого шесть полюсных пар статора.

Фиг. 9 показывает или иллюстрирует схему обмотки для двенадцатиполюсного двенадцатифазового синхронного генератора в иллюстрации, почти идентичной иллюстрации, показанной на фиг. 8. Основной синхронный генератор имеет четыре сегмента 931-934. Первый и третий сегменты 931 и 933 формируют первую группу сегментов, а второй и четвертый сегменты 932 и 934 формируют вторую группу сегментов. Каждая из этих двух групп сегментов имеет две трехфазных обмотки, т.е. в каждом случае шесть обмоток. Тем не менее, в качестве иллюстрации, в каждом случае проиллюстрирована только одна обмотка или только одна фаза 950 или 980 обмотки. Фиг. 9 аналогично показывает четыре вида в смысле видов 8A-8D, а именно, соответственно, в качестве видов 9A-9D. Тем не менее, только иллюстрация 9A показывает непрерывную ветвь 950 или 980 обмотки.

Для первой группы сегментов, состоящей из первого и третьего сегментов 931 и 933, ветвь 950 обмотки начинается в общей нейтральной точке 995. ветвь 950 обмотки является частью трехфазной обмотки с двумя дополнительными фазами обмотки (не проиллюстрировано на фиг. 9). Следовательно, эти три ветви обмотки формируют трехфазную систему и соединяются относительно друг друга в нейтральной точке 995. Из этой нейтральной точки 995, ветвь 950 обмотки сначала проходит через первый паз 951 и проходит обратно через второй паз 952 и укладывается через два паза 951, 952 в трех контурах 958 и в силу этого в четырех электромагнитно эффективных витках. Затем эта ветвь 950 обмотки проходит в первый сегмент 931 и укладывается в нем через третий паз 953 и проходит назад через четвертый паз 954 до тех пор, пока не будут сформированы три контура. Ветвь обмотки затем продолжается в пятом пазу 955 и проходит назад через шестой паз 956 множество раз, с тем чтобы сформировать три контура. В завершение, иллюстрация для ветви 950 обмотки завершается в точке 996 соединения. Из этой точки соединения, фаза 950 обмотки или другая соединенная электрическая линия проходит в выпрямитель, к примеру, в В-6-выпрямитель 61, показанный на фиг. 6, а именно, в ветвь с двумя диодами.

Аналогичным образом, оставшиеся пазы содержат оставшиеся пять ветвей обмотки этих двух трехфазных систем, так что в итоге все пазы этой первой группы сегментов первого и второго сегментов 931 и 933 затем заполняются.

Соответственно, выполняется обмотка второго и четвертого сегментов 932 и 934 второй группы сегментов с ветвью 980 обмотки. Упомянутая ветвь 980 обмотки наматывается из общей нейтральной точки 998 через первый-шестой паз 981-986 с соответствующими контурами 988 и завершается в точке 999 соединения для соединения с выпрямителем.

Синхронный генератор, показанный на фиг. 9, имеет первую и вторую группу сегментов, имеющих 18 полюсных пар. Следовательно, предоставляются четыре сегмента 931-934 статора, которые сгруппированы в две группы 931 и 933 и 932 и 934 сегментов. Каждая группа сегментов в силу этого не имеет числа полюсных пар, которое является кратным числом четырех, и за счет этого сегменты статора из группы сегментов

имеют различные числа полюсных пар, а именно, соответственно, больший сегмент 931 или 932 статора имеет двенадцать полюсных пар, и, соответственно, меньший сегмент 933 или 934 статора имеет шесть полюсных пар. Следует упомянуть, что предоставленное чередование не показано на фиг. 9 по причинам упрощенной иллюстрации схемы обмотки. Фиг. 9 служит для того, чтобы прояснять схему обмотки.

(57) Формула изобретения

1. Синхронный генератор (1), в частности многополюсный синхронной кольцевой генератор (1) безредукторной ветровой турбины (101) для генерирования электрического тока, содержащий:

- ротор (4) и
- статор (6), имеющий зубья (8) и пазы (10), размещаемые между ними, для приема обмотки статора, при этом статор (6) разделен в окружном направлении на сегменты (31-34) статора, имеющие множество зубьев (8) и пазов (10), и по меньшей мере два сегмента (31-34) статора смещены или чередуются относительно друг друга в окружном направлении.

2. Синхронный генератор (1) по п. 1,
- отличающийся тем, что
- по меньшей мере один зуб (8) формирует полюс статора, и два полюса статора формируют полюсную пару, и число полюсных пар каждого сегмента (31-34) статора является кратным двум, в частности кратным шести.

3. Синхронный генератор (1) по п. 1 или 2,
- отличающийся тем, что
- предусмотрено четыре сегмента (31-34) статора, и сегменты (31-34) статора группируются в две группы (31, 33; 32, 34) сегментов, при этом число полюсных пар каждой группы (31, 33; 32, 34) сегментов является кратным четырем, или сегменты (31-34) статора из группы (31, 33; 32, 34) сегментов имеют различное количество полюсных пар.

4. Синхронный генератор (1) по п. 1,
- отличающийся тем, что
- пазы (10) и зубья (8) в каждом случае одного сегмента (31-34) статора размещаются равноотстоящим образом, и
- по меньшей мере два сегмента (31-34) статора смещаются или чередуются относительно друг друга в окружном направлении таким образом, что смежные зубья (8) смежных сегментов (31-34) статора либо смежные пазы (10) смежных сегментов (31-34) статора имеют другое расстояние друг от друга по сравнению со смежными зубьями (8) или пазами (10) идентичного сегмента (31-34) статора.

5. Синхронный генератор (1) по п. 1,
отличающийся тем, что
- первый и второй паз (10) первого сегмента (31) статора, или
- первый и второй зуб (8) первого сегмента (31) статора имеет среднее расстояние друг от друга $n \cdot a$, где:
- a является средним расстоянием двух смежных пазов (10) или зубьев (8) первого сегмента (31) статора, и
- n является числом пазов (10) между первым и вторым пазами (10) или зубьев (8) между первым и вторым зубьями (8) и составляет меньше единицы, при этом:
- первый паз (10), относительно дополнительного паза (10), который находится на втором сегменте (32) статора, или

- первый зуб (8), относительно дополнительного зуба (8), который находится на втором сегменте (32) статора, имеет среднее расстояние, составляющее $n \cdot a + v$ или $n \cdot a - v$, где v описывает смещение или чередование между первым и вторым сегментами (31, 32) статора и составляет больше 0, но меньше a .

5 6. Синхронный генератор (1) по п. 5, отличающийся тем, что

смещение или чередование (v) имеет значение в диапазоне от $0,2 \cdot a$ до $0,3 \cdot a$, в частности $0,25a$.

10 7. Синхронный генератор (1) по п. 1, отличающийся тем, что

каждый сегмент (31-34) статора принимает часть обмотки статора в качестве сегмента (51-54) обмотки, и сегменты (51, 53; 52, 54) обмотки несмежных сегментов (31, 33; 32, 34) статора, в частности, группы (31, 33; 32, 34) сегментов, соединяются друг с другом, и/или сегмент (51-54) обмотки соединяется попеременно с первым и вторым
15 выпрямителем (61-64), при этом оба выпрямителя предпочтительно питают общий промежуточный контур постоянного тока, в частности, каждая группа (31, 33; 32, 34) сегментов соединена в каждом случае с выпрямителем в форме В12-моста.

8. Синхронный генератор (1) по п. 7, отличающийся тем, что

20 сегменты (51, 53; 52, 54) обмотки несмежных сегментов (31, 33; 32, 34) статора соединяются относительно друг друга электрически последовательно.

9. Синхронный генератор (1) по п. 1, отличающийся тем, что

обмотка статора или сегменты обмотки имеют, пофазно, ветви (850) обмотки,
25 - ветвь (850) обмотки укладывается в первом сегменте (31) статора через первый паз (851) и проходит назад через второй паз (852),

- укладывание через эти первые и вторые пазы (851, 852) повторяется, в частности, таким образом, что по меньшей мере один, в частности три контура укладываются
30 через оба эти паза (851, 852) и тем самым вокруг зубьев (8), расположенных между ними, так что образуется электромагнитно эффективное число витков, равное четырем, и

- укладывание этой ветви (850) обмотки затем продолжается в этом смысле в третьем и четвертом пазу (853, 854) и возможно в соответствующих дополнительных пазах (855, 856) до тех пор, пока ветвь (850) обмотки не пройдет в первый паз к дополнительному
35 сегменту (833) статора, либо до тех пор, пока не соединится в нем с ветвью обмотки дополнительного сегмента статора, либо с выводом.

10. Синхронный генератор (1) по п. 1, отличающийся тем, что

40 пять пазов (8) и шесть зубьев (10) расположены между первым и вторым пазами (851, 852) или по меньшей мере в одном контуре.

11. Синхронный генератор (1) по п. 9, отличающийся тем, что ветвь (850) обмотки наматывается постоянно через сегмент

(31-34) статора и/или через все сегменты (31, 33; 32, 34) статора из группы (31, 33; 32, 34) сегментов.

45 12. Синхронный генератор (1) по п. 1, отличающийся тем, что

- статор (6) и/или обмотка статора является точечно-симметричной, в частности, относительно оси (2) вращения синхронного генератора (1).

13. Синхронный генератор (1) по п. 5,

- отличающийся тем, что:

- все пазы (10) в статоре (6) являются идентичными, и смещение или чередование (v) сегментов (31-34) статора достигается посредством, соответственно, согласованных 5 зубьев (8+, 8-), в частности, посредством зубьев (8+, 8-), которые увеличиваются или уменьшаются по размеру в окружном направлении в контактной области смежных сегментов (31-34) статора.

14. Набор пластин, содержащий множество пластин статора для сборки, с тем чтобы формировать пакет пластин статора, в частности, синхронного генератора (1) по одному 10 из предшествующих пунктов, при этом каждая пластина статора имеет множество областей пазов и множество областей зубьев для формирования пазов (10) и зубьев (8), и набор пластин содержит:

- по меньшей мере одну нормальную пластину с областями зубьев и областями пазов для формирования идентичных пазов (10) и зубьев (8), соответственно,

- по меньшей мере одну расширенную пластину с расширенной областью (38):

- для формирования зуба (8+) или области зуба, которая расширяется в окружном направлении, или

- для формирования паза или области паза, которая расширяется в окружном направлении, и

- по меньшей мере одну сжатую пластину со сжатой областью (36):

- для формирования зуба (8-) или области зуба, которая сужается в окружном направлении, или

- для формирования паза или области паза, которая сужается в окружном направлении.

15. Набор пластин по п. 14,

- отличающийся тем, что:

- каждая расширенная пластина имеет свою расширенную область (38) эксцентрически в окружном направлении, в частности, приблизительно в первой или последней трети, и/или

- расширенная область (38) является зеркально-симметричной в окружном направлении,

- и/или

- каждая сжатая пластина имеет свою сжатую область (36) эксцентрически в окружном направлении, в частности, приблизительно в первой или последней трети, и/или

- сжатая область (36) является зеркально-симметричной в окружном направлении.

16. Способ для формирования пакета пластин статора, содержащий следующие этапы, на которых:

- формируют первый слой пластины из нормальных пластин, расширенных пластин и сжатых пластин из набора пластин по п. 14, при этом

- расширенные пластины размещают в областях, в которых сегменты статора примыкают друг к другу с положительным смещением, и

- сжатые пластины размещают в областях, в которых сегменты статора примыкают друг к другу с отрицательным смещением,

- формируют второй слой пластин, при этом:

- расширенные пластины и сжатые пластины:

- переворачивают относительно расширенных пластин и сжатых пластин, соответственно, первого слоя таким образом, что их верхняя сторона указывает вниз, а их нижняя сторона указывает вверх, и

- их укладывают поверх друг друга их расширенной областью или сжатой областью, в результате чего возникает частичное перекрытие соответствующих пластин за счет того, что расширенные области или сжатые области размещаются эксцентрически.

5 17. Ветровая турбина (101), содержащая синхронный генератор (1) по одному из пп. 1-13.

10

15

20

25

30

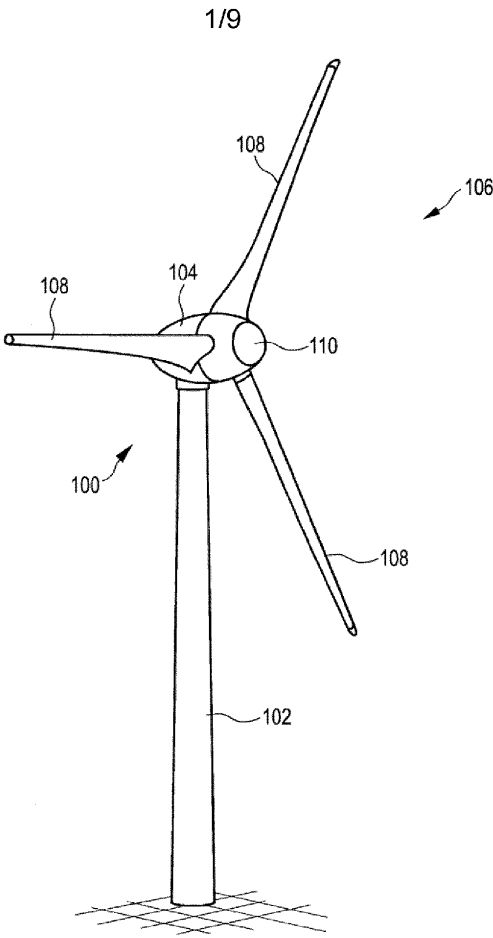
35

40

45

1

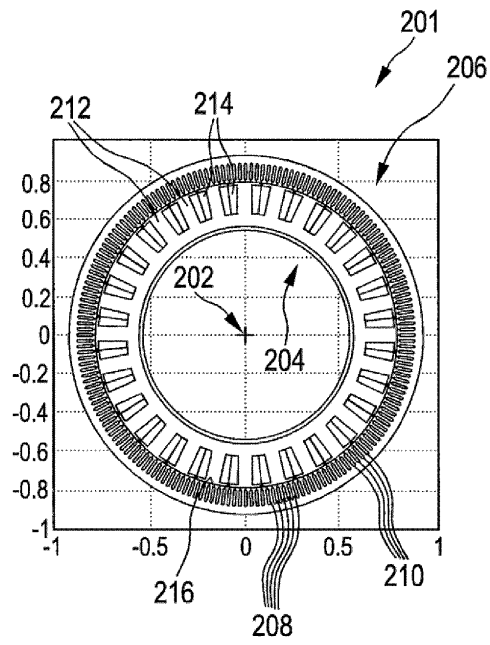
535900



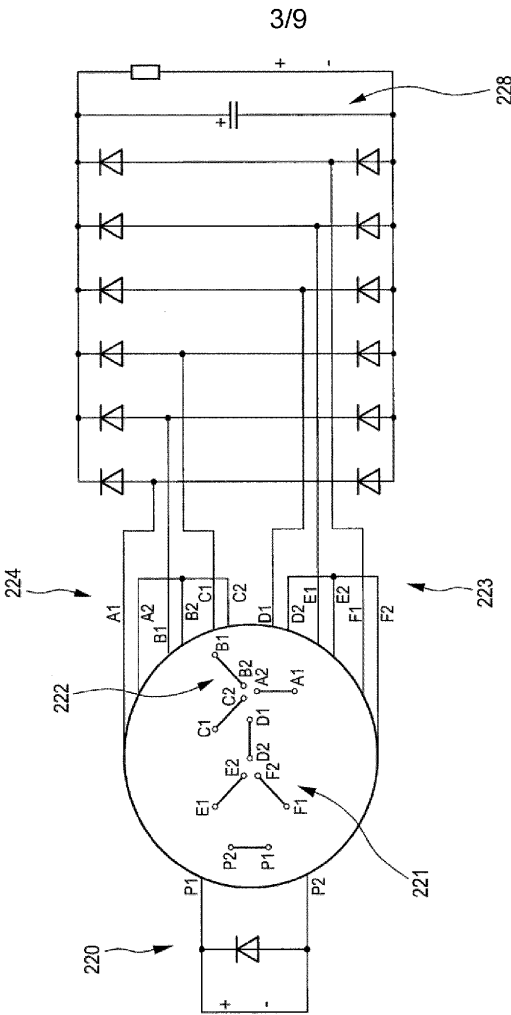
ФИГ. 1

2

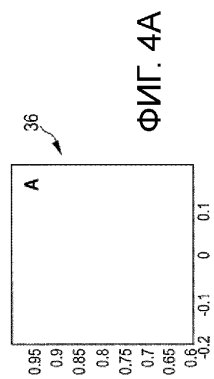
2/9



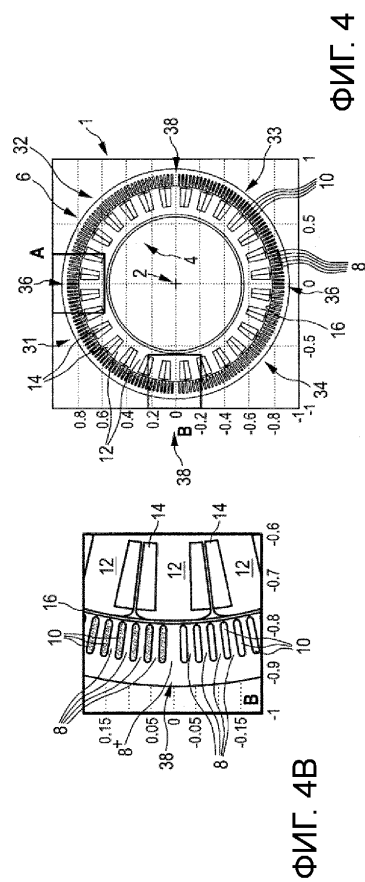
ФИГ. 2



ФИГ. 3



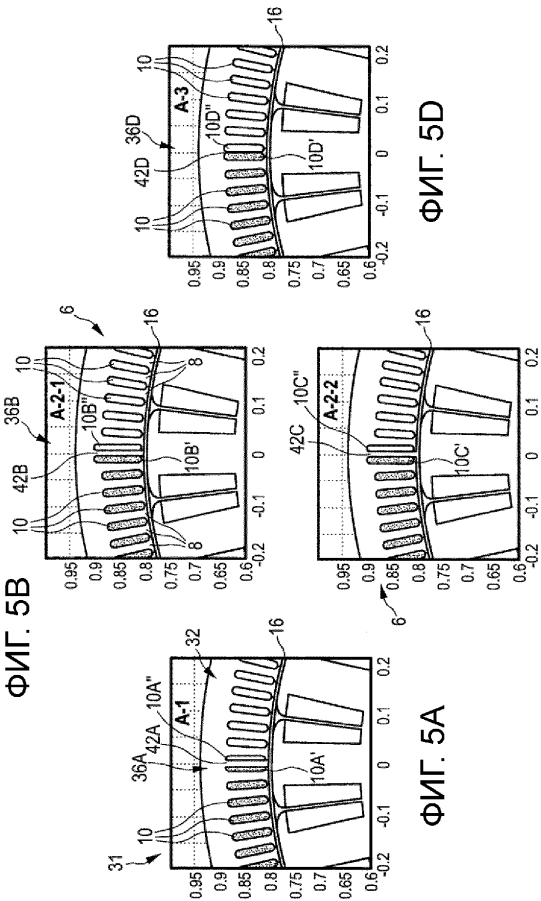
ФИГ. 4А

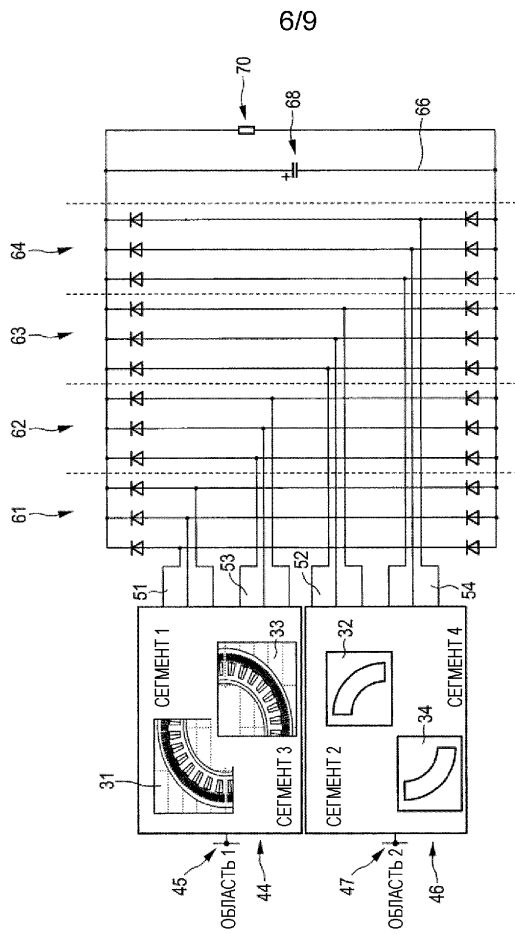


ΦΙΓ. 4

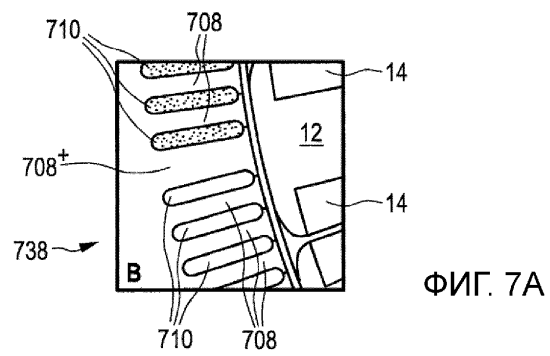
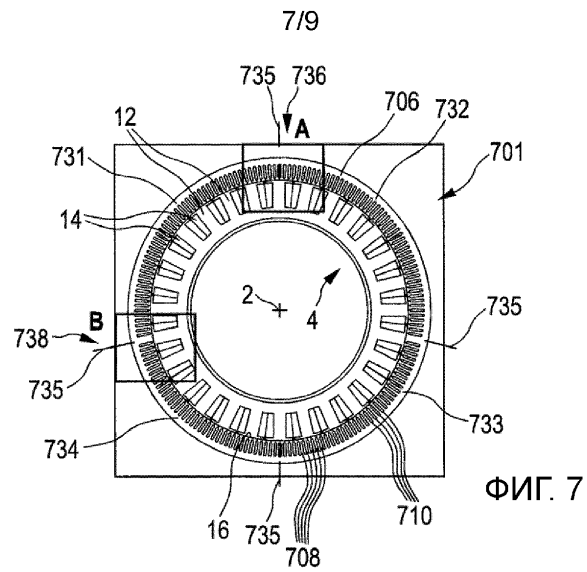
Фиг. 4В

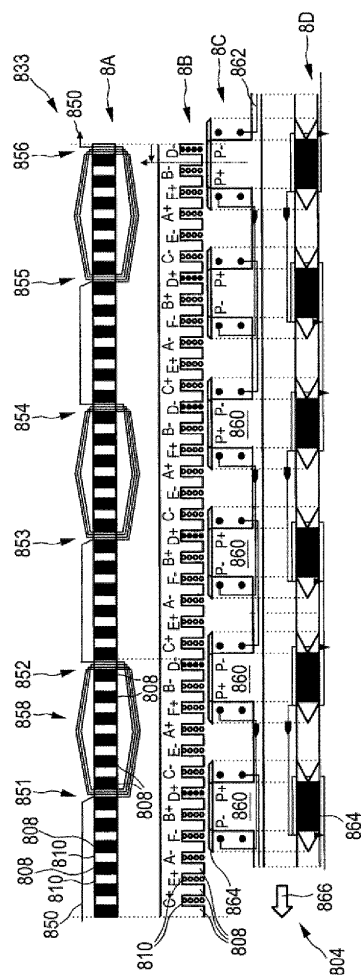
5/9





ФИГ. 6





Φιν. 8

