



(19) **RU**⁽¹¹⁾ **2 180 766**⁽¹³⁾ **C2**
(51) МПК⁷ **H 02 K 29/08, 29/03**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 99112947/09, 19.11.1997
(24) Дата начала действия патента: 19.11.1997
(30) Приоритет: 20.11.1996 RO 96-02188
(43) Дата публикации заявки: 10.06.2001
(46) Дата публикации: 20.03.2002
(56) Ссылки: WO 90/11641 A, 04.10.1996. SU 1460757 A1, 23.02.1986. SU 1120459 A, 23.10.1984. WO 96/09683 A, 28.03.1996. EP 0605247 A, 06.07.1994. US 4584513 A, 22.04.1986.
(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу: 21.06.1999
(86) Заявка РСТ: RO 97/00007 (19.11.1997)
(87) Публикация РСТ: WO 98/23024 (28.05.1998)
(98) Адрес для переписки: 129010, Москва, ул. Большая Спасская 25, стр.3, ООО "Юридическая фирма Городисский и Партнеры", Емельянову Е.И.

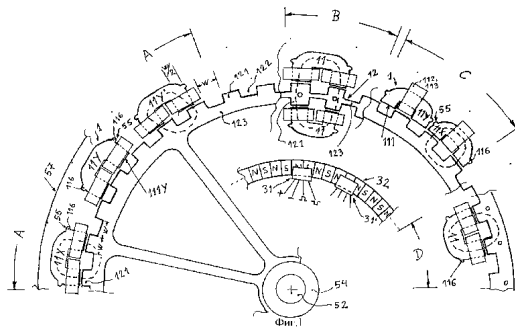
(71) Заявитель:
ЛУНГУ Янку (RO)
(72) Изобретатель: ЛУНГУ Янку (RO)
(73) Патентообладатель:
ЛУНГУ Янку (RO)
(74) Патентный поверенный:
Емельянов Евгений Иванович

(54) ДВУХФАЗНАЯ, ЭЛЕКТРОННО-КОММУТИРУЕМАЯ РЕАКТИВНАЯ МАШИНА

(57)
Изобретение относится к электротехнике и касается особенностей коммутируемых реактивных машин, применяемых в качестве двигателей постоянного тока, имеющих дополнительную функцию генератора. Коммутируемая реактивная машина имеет, по меньшей мере, шесть U-образных магнитных ярм (11) на стороне статора. Ярма размещены кругообразно и несут на себе обмотки (112). Ярма (11) могут размещаться на внутренней стороне и/или на внешней стороне ротора (12). Указанные ярма, выполненные с магнитной изоляцией между собой, взаимодействуют с выступающими полюсами (121) ротора (12). Две фазы (X, Y) данной машины снабжаются током, по меньшей мере, через один мощный полупроводник (21X, 21Y). При этом предусмотрены диоды (22),

которыми энергия размагничивания фазы (X или Y) передается на другую фазу (Y или X). Согласно изобретению имеет место первое статорное устройство с U-образными ярмами (11X, 11Y) первой половины машины и второе статорное устройство с U-образными ярмами (11X', 11Y') второй половины машины. Ярма (11X, 11Y) соотнесены с первыми фазами (X, Y) машины, а ярма (11X', 11Y') - со вторыми фазами (X', Y'). При этом ярма (11X, 11Y) расположены со смещением по отношению к ярмам (X', Y') в направлении периметра. Технический результат от использования данного изобретения состоит в создании простой, легкой и эффективной реактивной машины с двумя фазами и с высоким передаваемым или воспринимаемым вращающим моментом. 11 з.п. ф-лы, 4 ил.

RU 2180766 C2



RU 2180766 C2



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 180 766** ⁽¹³⁾ **C2**
 (51) Int. Cl.⁷ **H 02 K 29/08, 29/03**

RUSSIAN AGENCY
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 99112947/09, 19.11.1997
 (24) Effective date for property rights: 19.11.1997
 (30) Priority: 20.11.1996 RO 96-02188
 (43) Application published: 10.06.2001
 (46) Date of publication: 20.03.2002
 (85) Commencement of national phase: 21.06.1999
 (86) PCT application:
 RO 97/00007 (19.11.1997)
 (87) PCT publication:
 WO 98/23024 (28.05.1998)
 (98) Mail address:
 129010, Moskva, ul. Bol'shaja Spasskaja 25,
 str.3, OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij
 i Partnery", Emel'janovu E.I.

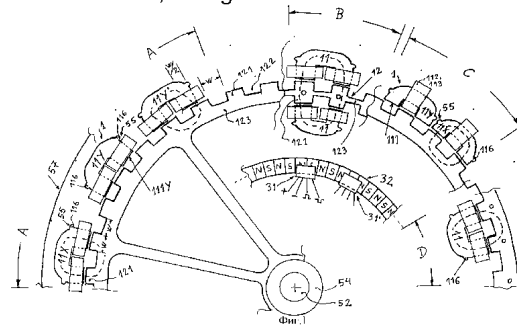
(71) Applicant:
 LUNGU Janku (RO)
 (72) Inventor: LUNGU Janku (RO)
 (73) Proprietor:
 LUNGU Janku (RO)
 (74) Representative:
 Emel'janov Evgenij Ivanovich

(54) **ELECTRONICALLY COMMUTATED TWO-PHASE RELUCTANCE MACHINE**

(57) Abstract:

FIELD: electrical engineering; dc motors that can also function as generators. SUBSTANCE: reluctance machine has at least six U-shaped magnetic yokes 11 on stator end. Yokes are arranged in circular manner and carry windings 112. Yokes 11 may be mounted on inner and/or outer side of rotor 12. Mentioned yokes magnetically isolated from each other are interacting with salient poles 121 of rotor 12. Two phases X and Y of this machine are supplied with current through at least one high-power semiconductor 21X, 21Y. Machine incorporates diodes 22 used to transmit phase X or Y demagnetizing energy to other phase (Y or X). Novelty is that machine has first stator assembly with U-shaped yokes 11X and 11Y in its first part and second stator assembly with U-shaped yokes 11X' and 11Y' in its second part. Yokes 11X and 11Y relate to

first phases X and Y of machine and yokes 11X' and 11Y', to second phases X' and Y'. In this case yokes 11X, 11Y are offset relative to yokes 11X', 11Y' towards perimeter. EFFECT: simplified design, reduced mass, improved effectiveness, enhanced imparted and taken torque of machine. 12 cl, 4 dwg



RU 2 180 766 C2

RU 2 180 766 C2

Изобретение относится, в частности, к двигателю по принципу электронно-коммутируемой реактивной машины, известной также как машина SR (из английского: Switched reluctance - коммутируемая реактивная), применяемому в качестве двигателя постоянного тока и имеющему возможность дополнительной функции генератора.

Электромагнитная часть (статор) такой машины состоит из четного числа электромагнитов, независимых друг от друга и подключенных таким образом, что они образуют две последовательно управляемые фазы.

Реактивный двигатель такого типа известен из международной заявки PCT-RO 95/00012(WO/96/09683).

В этом двигателе содержится в общем четыре электромагнита, которые располагаются диаметрально противоположно и образуют фазы X и Y.

Такая машина развивает максимальную удельную, соотношенную с весом, мощность (Вт/кг) при числе оборотов, которое при некоторых применениях является часто слишком большим (например, превышает 10 000 оборотов в минуту).

Из заявки WO 90/11641 известен электронно-коммутируемый реактивный двигатель, статор которого содержит расположенные на разном расстоянии полюса, объединенные в пары. Напротив, полюса ротора располагаются друг от друга на одинаковом расстоянии. Статорное устройство выполнено таким образом, что между соседними парами полюсов статора исключаются тракты магнитного сопротивления, в результате чего отпадает необходимость в больших частотах включения.

Задачей изобретения является создать варианты конструкции и привести примеры применения простой эффективной и легкой реактивной машины с двумя фазами, которая пригодна для применения в областях, в которых требуется большой вес на единицу мощности при низком числе оборотов, т.е. для таких случаев применения, при которых передаваемый или воспринимаемый вращающий момент (в генераторах) является высоким.

Благодаря большой мощности при малом весе такая машина особенно пригодна для применения в автомобильной промышленности.

Ее применение в качестве пускателя осветительного генератора для двигателей внутреннего сгорания обеспечивает преимущества, при этом она может выполнять дополнительную функцию в качестве вспомогательного привода. В данном случае ротор связан с маховиком двигателя внутреннего сгорания (или выполнен как составная часть последнего), причем U-образные ярма расположены на корпусе муфты сцепления.

Другими областями применения являются использование в качестве двигателей для вентиляторов в радиаторах автомобилей или в бытовых приборах, например в стиральных машинах.

При этом преимущество состоит в том, что при низких оборотах обеспечивается большой вращающий момент без провалов в кривой

этого момента, в результате чего реактивная машина согласно изобретению особенно пригодна в качестве стартера для двигателей внутреннего сгорания автомобилей.

5 Электромагнитная часть (статор) такой машины выполнена, по меньшей мере, с 6 ярмами 11, которые могут иметь разную конструкцию, как это видно из настоящего описания.

10 Количество ярм 11 на одну фазу и их конструктивное выполнение определяли по принципу оптимизации, при этом во внимание были приняты экономические и технологические аспекты.

15 За основу оптимизации принята частота включений, при которой оптимальными являются как вес на единицу мощности, так и к.п.д. в соответствующем случае применения. Такой частотой включения и требуемым числом оборотов определяется оптимальное количество полюсов.

20 Как статор, так и ротор 12 электронно-коммутируемой машины SR оборудованы явно выраженными полюсами.

Как известно из уровня техники, площадь полюса 121 ротора соответствует площади полюса 111 статора.

25 Статор состоит из отдельных, магнитно изолированных между собой электромагнитов 1, несущих на себе, по меньшей мере, одну обмотку.

30 Такие электромагниты 1 выполнены преимущественно из пакета U-образных штампованных листов. Впадина между двумя U-образными плечами имеет приблизительно такую же ширину, что и ширина полюсного зубца 1212 ротора, следовательно, они имеют вписанный угол, соответствующий вписанному углу U-образного плеча или ширине этого плеча (полюса статора).

35 Такой угол w (коммутационный шаг), измеряемый в градусах, определяет также размер и количество электромагнитов 1 или частоту включений при заданной скорости вращения ротора машины. Отдельные магниты 1 и полюса 121 ротора образуют активные части двухфазной машины.

40 На фиг.1 показаны на полукруге с четырьмя различными участками A, B, C, D (в целях уменьшения количества чертежей) различные варианты выполнения ярм 11 с полюсами 121 ротора согласно изобретению, все они имеют одинаковую величину угла w . Если рассматривать каждый из этих вариантов A-D, как если бы они располагались равномерно по всей длине окружности при четном числе ярм, по меньшей мере, шести ярмах, то получилось бы 4 следующих варианта машины:

55 А. Машина с наружно расположенными ярмами 11, причем каждое ярмо несет на себе две обмотки. (На этой дуге окружности показано, кроме того, относительное положение полюсов статора и ротора для первой фазы X и второй фазы Y, а также положение ярма 11Y' фазы Y', относящейся ко второй машине, связанной с первой и смещенной по отношению к ней на величину $w/2$ с тем, чтобы обеспечить более ровный ход машин).

60 Каждая фаза последовательно подключена, по меньшей мере, к одному управляемому полупроводнику, предпочтительно к мощному полевому МОП-транзистору.

В. Машина как с наружно, так и внутренне расположенными ярмами 11 и с горшкообразным ротором 12.

С. Машина с наружно расположенными ярмами 11, несущими на себе только по одной обмотке.

Д. Машина с расположенными внутри ярмами 11.

Ярма с улучшенными свойствами (стоят дороже) могут выполняться в виде сердечников с обмоткой или разрезами, наподобие анизотропных ленточных сердечников с разрезом, применяемых в трансформаторах. В данном случае рекомендуется располагать ярма 11 не в том порядке, как показано на фиг.1 (последовательное расположение обоих U-образных плеч в направлении вращения), а с поворотом на 90° (одновременное прохождение полюсов ротора, также развернутых на 90° , перед обоими U-образными плечами).

Плоскость симметрии магнитной цепи становится теперь уже не диаметральной, а осевой, т.е. ярма 11 расположены таким образом, что плоскость симметрии магнитной цепи проходит по оси, совпадающей с валом 52 ротора. Поскольку одноименные полюса U-образных электромагнитов могут располагаться на одинаковой стороне в осевом направлении, то в данном случае речь идет об одноименнополюсной машине, ротор которой может быть выполнен из массивного железа.

Учитывая, что двухфазная машина SR подвержена существенным колебаниям вращающего момента, рекомендуется применять вместо одной машины две, работающие на половину требуемой мощности и смещенные на угол $w/2$.

Обе машины могут иметь общую механическую конструкцию.

Поскольку электромагниты могут располагаться произвольно вокруг ротора, то возможно применять один и тот же ротор 12 (выполненный с соответственно увеличенной шириной) для обеих половин машины.

Это означает, что половина общего количества электромагнитов 1 предназначена для первой половины машины с двумя фазами X и Y, а остальные магниты предусмотрены для второй половины машины с фазами X'Y'. Следовательно, каждой фазе соответствует четверть имеющихся электромагнитов.

Машина работает безупречно в том случае, когда перекрытие полюсов 121 ротора или полюсов 111 статора выбрано таким, чтобы, если полюса статора и ротора соответствуют фазе X (положение "зубец-зубец"), полюса статора и ротора второй фазы были смещены на угол w (положение "зубец-проем"). Положение фазных магнитов по отношению к углу w (=ширина полюса, =ширина впадины) следующее:

Фаза - Угловое положение

X - $(0+2n)w$

Y - $(1+2n)w$

X' - $(0,5+2n)w$

Y' - $(1,5+2n)w$,

при этом n - четное число.

В случае соблюдения таких угловых условий электромагниты 1 могут произвольно располагаться вокруг ротора, в том числе и в виде сегментов окружности, с тем, чтобы

оптимально использовать имеющееся пространство.

Ниже рассматривается простая машина с двумя фазами X и Y и общим количеством n ярм 11, причем с целью выравнивания вращающего момента применяется вторая машина, идентичная первой и расположенная рядом с ней с угловым смещением на величину $w/2$.

Магнитная цепь двигателя состоит, следовательно, из $n/2$ U-образных магнитных ярм IX и $n/2$ магнитных ярм 11Y, причем ярма n идентичны.

Каждое ярмо имеет два полюса 111, ориентированные в сторону ротора и принимающие северную или южную полярность при протекании тока по главным 112 или вспомогательным обмоткам 113.

Как следует из фиг.1, при соответствии между двумя полюсами 121 ротора и двумя полюсами 111X ярм 11X остальные полюса 111Y располагаются напротив впадин 122 между полюсами 121 ротора. Полюса 121 ротора связаны между собой общим ярмом 123 ротора, в результате чего эти элементы формируют листовой пакет ротора 12, который состоит из штампованного электромагнитного листа круглой формы с зубцами. Такие листы закреплены на валу 52 двигателя непосредственно или с помощью дополнительных элементов.

На U-образные ярма (предпочтительно предварительно изготовленные) насаживаются обмотки, при этом каждое ярмо имеет, по меньшей мере, одну главную обмотку 112.

Такие обмотки могут выполняться традиционным способом эмальпроводом с или без применения намоточного корпуса, например проводом со спекаемой эмалью.

Однако предпочтительно, чтобы согласно изобретению применялась ленточная намотка, а именно намотка из изолированной или неизолированной медной (или алюминиевой) ленты.

В последнем случае лента главной обмотки снабжена изоляционной пленкой 115 (например, из полиэфира), ширина которой несколько превышает ширину электропроводной ленты, в результате чего предупреждаются короткие замыкания между спирально намотанными краями металлической намоточной ленты.

Особо оптимальное решение представляет собой выполнение одновременно главной обмотки 112 и вспомогательной обмотки с уменьшенным поперечным сечением 113.

В этом случае одинаково широкие, но имеющие разную толщину (т.е. разное сечение) намоточные ленты наматываются друг на друга, причем они разделены двумя изолирующими пленками 115 и 115'.

По две описанных обмотки насаживаются на оба плеча ярм 111 и закрепляются на них, где при необходимости они могут включаться. Если отдельно рассматривать ярмо 11 и два полюса 121 ротора вместе с деталью ярма 123, соединяющей эти полюса, и если по обеим обмоткам 112 будет протекать ток, то возникает магнитный поток, соответствующий пунктирной линии на фиг.1. Если полюса 121 ротора не располагаются напротив полюсов 111Y наружных ярм (см. фиг. 1) и если ярма 11Y находятся в неподвижном положении, то при протекании тока полюса 111Y будут

притягивать полюса 121 ротора, при этом возникнет вращающий момент, который повернет ротор 12 на угол ω .

В целях управления процессами коммутации (квитирование положения ротора) применяются, например, два датчика Холла 31 и 31', которыми управляются соответственно фазы X, Y и X', Y' обеих "половин двигателя".

Переключение датчиков Холла производится кольцевым магнитопроводом 32, который вращается вместе с ротором 12 и содержит северные полюса, угловое положение и ширина которых соответствуют ширине полюсов ротора, или южные полюса, соответствующие впадинам между полюсами ротора.

В целях повышения точности коммутации магнитные полюса датчиков могут быть связаны с механической конструкцией с выступающими зубьями и промежутками.

В том случае, когда полюса кольцевого магнитопровода 32 последовательно перемещаются мимо датчика Холла (с цифровым выходом), то на его выходе формируется логический сигнал "low" или "high" (низкий, высокий) в зависимости от положения ротора.

В результате изменения точки переключения можно также обеспечить дополнительную функцию реактивной машины в качестве генератора.

Точка переключения смещается таким образом, чтобы питание током двигателя происходило в течение доли угла ω (при предварительном намагничивании), в результате чего создается достаточное магнитное поле (число ампер-витков).

Следовательно, машина отрегулирована таким образом, что она тормозит при поглощении механической энергии, приводящей к поддержанию числа ампер-витков в результате перемены направления тока. Обратные диоды, находящиеся в полевых МОП-транзисторах, направляют избыточную энергию в источники питания.

Работа в качестве генератора переменного тока может быть обеспечена за счет того, что ярма 11 предварительно намагничиваются при питании постоянным током, причем, например, с другой обмотки отводится переменный ток, образующийся при изменении магнитного потока, когда полюса ротора проходят мимо предварительно намагниченных полюсов статора.

Управляющий контур обмоток 112 и 113 состоит преимущественно из двух мощных полупроводников, предпочтительно полевых МОП-транзисторов 21X, 21Y, которые подключены последовательно с главными обмотками 112X или 112Y, и расположенным за пределами двигателя источником питания, см. фиг.3.

Обмотки 112 и 113X (или Y), расположенные на U-образных ярмах, могут подключаться последовательно или параллельно, в зависимости от уровня напряжения, при котором работает двигатель.

Мощные полупроводники 21X и 21Y управляются простой электронной схемой датчика Холла с дополнительным выходом, в результате чего при наличии сигнала "high" на прямом выходе датчика Холла проводит полупроводник 21X, на инверсном выходе датчика Холла - полупроводник 21Y.

Намотанные ярма 11X или 11Y намагничиваются попеременно, в результате чего на полюсах 111 образуется вращающееся поле, приводящее в движение ротор.

На фиг. 3 представлена полная схема работоспособного двигателя, причем точками возле обмоток 112 и 113 отмечены их начала. 112X являются, например, $n/2$ главные обмотки, которые могут подключаться последовательно или параллельно и располагаться на $n/2$ ярмах 11X.

Однако в некоторых случаях (выбор может проводиться опытным путем) целесообразнее изменять направление протекания тока по обмоткам 112Y, 113Y, т. е. точки (начало обмотки) возле обмотки Y по сравнению с изображением на фиг. 3 располагались бы наоборот.

Таким образом, фазовые обмотки 112Y, 113Y, 112X, 113X расположены так, что направление тока в первых фазовых обмотках 112Y, 113Y одинаково или противоположно направлению тока во вторых фазовых обмотках 112X, 113X.

Здесь применяются только два диода 22, подводящие напряжение самоиндукции U_a к началу дополнительной обмотки.

В замкнутом положении выключателя 27 прямой или дополнительный выход датчика Холла 31 питается током и принимает положительный потенциал или подключается к массе, в зависимости от того, находится ли перед датчиком Холла 31 северный или южный полюс кольцевого магнитопровода 32.

Дополнительные выходы датчика Холла (например, фирмы Allegro, тип UGN 3275), связанные с электродами затвора транзисторов 21X, 21Y, принимают попеременно состояния "high" или "low", в результате чего их проводимость или запираение происходит в том же ритме.

Вредное напряжение самоиндукции U_a , возникающее в момент отключения обмотки, можно преобразовать в полезный для двигателя эффект, если оно будет подведено к обмотке, подлежащей последовательному включению.

Как видно из фиг.4 (двигатель без дополнительных обмоток 113), упомянутый эффект достигается посредством двух диодов 22, которыми положительное перенапряжение, возникающее при отключении обмотки X, подается на обмотку 112Y или наоборот. Развязывающие диоды 23 исключают положение, при котором напряжение самоиндукции U_a подводится к плюсовому выводу источника напряжения.

Однако такая схема имеет тот недостаток, что транзисторы 21 или источник напряжения вызывают замыкание электрической цепи напряжения U_a самоиндукции. Этот недостаток можно устранить применением дополнительных обмоток 113, располагающихся на тех же ярмах, см. фиг.3.

Напряжение U_a самоиндукции вызывается обмоткой 112X (генератором) и протекает по дополнительной обмотке 113Y ярма 11Y, служащих в качестве чувствительного элемента.

С помощью перенапряжения самоиндукции U_a в обмотке 112X образуется полезный ток в обмотках 113Y, следовательно, создается полезный магнитный поток в ярмах 111Y, на которые они намотаны.

В результате повторения описанных выше

электромагнитных процессов ротор 12 приводится в непрерывное вращательное движение.

Оптимизация точки переключения может достигаться практически за счет смещения датчика Холла 31 по отношению к ярмам 11.

Магнитные и электрические части двигателя могут крепиться на опорной раме.

Такая рама может иметь очень разнообразную конструкцию, но главным образом она содержит выемки, в которые устанавливаются ярма 11 и подшипник 54 вала 52 двигателя.

Также на этой раме, служащей в качестве теплоотвода, могут крепиться, как обычно, мощные транзисторы 21, диоды 22 и 23, а также другие механические и электрические детали (плата, датчики Холла и пр.).

В том случае, когда полюса 121 ротора приблизительно соответствуют полюсам 111Х статора, как это показано на фиг.1, происходит отключение их главных обмоток 112Х, что немедленно приводит к возникновению большого напряжения самоиндукции U_a , передаваемого на вспомогательную обмотку 113У, при этом главная обмотка 112У питается от источника тока.

Соотнесенные с этими обмотками полюса 111У очень быстро намагничиваются и в результате способны притягивать полюса 121 ротора, удаляющиеся как раз от полюсов отключенных в это время ярм 11Х.

Для того, чтобы это происходило, полюса 111Х (ярма 11Х) должны располагаться таким образом, чтобы они начинали притягивать зубцы 121 ротора, когда последние (121) преодолели максимальное перекрытие полюсов 111У. Возможностью для выполнения такого условия является то, что наружные углы полюсов 111Х располагаются в непосредственной близости от наружных углов полюсов 111У (см. фиг.1, участок С).

Монтаж ярм 11 является важной и ответственной операцией (из-за наличия небольшого воздушного зазора между ротором и намотанным ярмом).

Как можно здесь видеть, ярма 11 содержат по обеим сторонам (при необходимости на двух участках, неодинаково удаленных от вала) выемки или полукруглые выступы 116, которые по соответствующим ответным частям 55 могут вдвигаться с обеспечением посадки на опорную плиту (перпендикулярно к плоскости чертежа).

Такие ответные части имеют негативную форму упомянутых ранее выемок 116 и входят в состав опорной плиты 57.

Ярма закреплены радиально с геометрическим замыканием, чем достигается равномерное расстояние по отношению к ротору 12 (постоянный воздушный зазор), так как подшипник 54 также располагается на опорной плите 57. При наличии таких составных частей двигатель работоспособен.

Принцип действия.

При подключении двигателя к источнику тока с напряжением U_n в результате достижения уровня сигнала на выходе датчика Холла 31 управляющее напряжение подается на электрод затвора транзистора 21.

Главная обмотка 112У находится под напряжением и притягивает ротор 12 из изображенного на фиг.1 исходного положения в результате поворота на угол w в положение,

в котором совмещаются полюса 111У-121. Следовательно, полюса смещаются из положения напротив фазы У в положение напротив фазы Х.

Прежде чем это положение будет занято, происходит изменение уровня логики на выходе датчика Холла 31, в результате чего транзистор 21Х становится проводящим, а 21У - заперт.

Описанные процессы повторяются, и ротор постоянно вращается по отношению к намотанным ярмам.

Преимущества изобретения состоят в том, что может достигаться очень большая удельная мощность при заданном требуемом числе оборотов, и что машина проста и реализуется посредством деталей, которые применяются многократно, т.е. пригодны для автоматического изготовления.

Формула изобретения:

1. Электронно-коммутируемый реактивный двигатель или генератор с двумя фазами, отличающийся тем, что он состоит из двух механически взаимодействующих половин машины, которые представляют собой электрически независимо друг от друга работающие двухфазные машины и которые расположены с угловым смещением друг к другу в направлении вращения, и что он содержит расположенные на статоре, независимые друг от друга U-образные ярма (11), несущие на себе обмотки и содержащие два магнитных полюса (111), которые взаимодействуют через воздушный зазор с подвижным, не снабженным обмоткой ротором (12), содержащим по всему периметру удаленные друг от друга на равное расстояние полюса (121), площадь которых в основном соответствует площади полюсов (111) U-образных ярм (11), причем расстояние между полюсами (121) ротора соответствует их ширине в направлении периметра, а ширина полюса (121) ротора в направлении периметра определяется углом W , при этом обмотки U-образных ярм (11) включены в две, электрически смещенные на 180° фазы (Х, У), при этом фазы (Х, У) снабжаются током, по меньшей мере, через один мощный полупроводник (21Х, 21У), причем предусмотрены диоды (22), которыми энергия размагничивания фазы (Х или У) передается на другую фазу (У или Х), при этом количество U-образных ярм (11) статора составляет, по меньшей мере, шесть или большее четное число n , причем предусмотрено первое статорное устройство с U-образными ярмами (11Х, 11У) первой половины машины и второе статорное устройство с U-образными ярмами (11Х', 11У') второй половины машины, при этом U-образные ярма (11Х, 11У) первой половины машины соотнесены с первыми фазами (Х, У), а U-образные ярма (11Х', 11У') второй половины машины соотнесены со вторыми фазами (Х', У'), при этом U-образные ярма первой половины машины (11Х, 11У) расположены со смещением по отношению к U-образным ярмам второй половины машины (11Х', 11У') в направлении периметра.

2. Электронно-коммутируемый реактивный двигатель или генератор по п. 1, отличающийся тем, что U-образные ярма (11Х, 11У, 11Х', 11У') первой и второй половин машины расположены таким образом, что

выполняют следующие угловые условия:
 U-образные ярма (11X) фазы X занимают угловое положение $(0+2n)W$, U-образные ярма (11Y) фазы Y занимают угловое положение $(1+2n)W$, U-образные ярма (11X') фазы X' занимают угловое положение $(0,5+2n)W$ и U-образные ярма (11Y') фазы Y' занимают угловое положение $(1,5+2n)W$, при этом n - четное число.

3. Электронно-коммутируемый реактивный двигатель или генератор по п. 1 или 2, отличающийся тем, что U-образные ярма (11) расположены по обеим сторонам ротора (12).

4. Электронно-коммутируемый реактивный двигатель или генератор по п. 1 или 3, отличающийся тем, что U-образные ярма (11) расположены неравномерно и только на части периметра ротора.

5. Электронно-коммутируемый реактивный двигатель или генератор по одному из пп. 1-4, отличающийся тем, что ярма (11) расположены таким образом, что плоскость симметрии магнитной цепи проходит по оси.

6. Электронно-коммутируемый реактивный двигатель или генератор по одному из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что обе половины машины содержат общий ротор.

7. Электронно-коммутируемый реактивный двигатель или генератор по одному из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что обе половины машины имеют общую механическую конструкцию.

8. Электронно-коммутируемый реактивный двигатель или генератор по одному из

предшествующих пунктов, отличающийся тем, что смена функции двигателя на функцию генератора обеспечивается смещением точки переключения датчиков Холла, управляющих процессом коммутации.

5 9. Электронно-коммутируемый реактивный двигатель или генератор по одному из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что при использовании функции генератора переменного тока полюса статора предварительно намагничены постоянным током.

10 10. Электронно-коммутируемый реактивный двигатель или генератор по одному из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что фазовые обмотки (112Y, 113Y, 112X, 113X) расположены таким образом, что направление тока в первых фазовых обмотках (112Y, 113Y) одинаково или противоположно направлению тока во вторых фазовых обмотках (112X, 113X).

15 11. Электронно-коммутируемый реактивный двигатель или генератор по любому из пп. 8-10, отличающийся тем, что кольцевой магнитопровод (32) для переключения датчиков Холла содержит выполненные на нем зубцы и впадины между ними.

20 12. Электронно-коммутируемый реактивный двигатель или генератор по одному из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что он содержит такое количество ярм, при котором обеспечивается достижение заданной величины веса на единицу мощности и КПД.

35

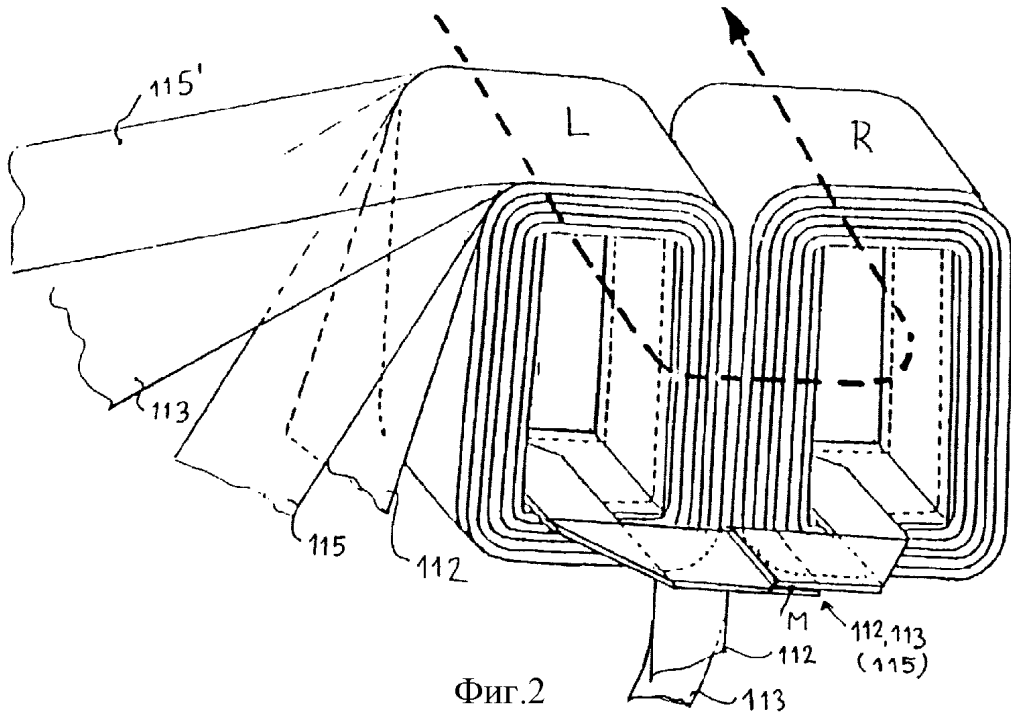
40

45

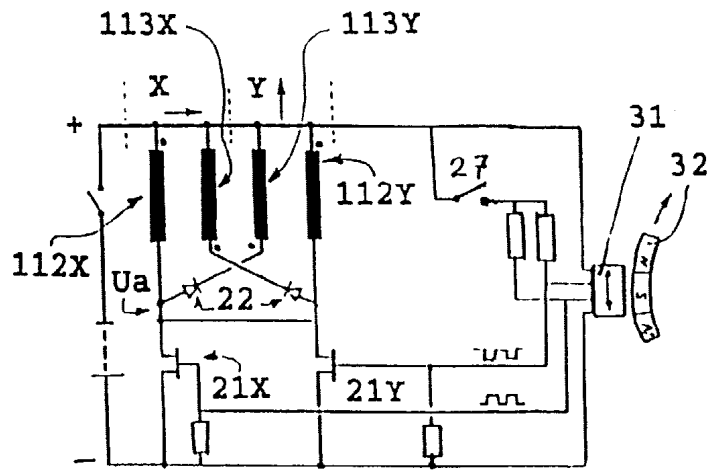
50

55

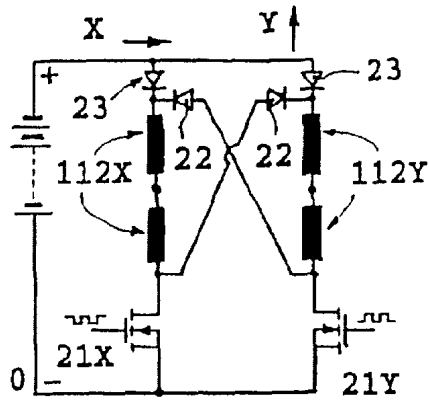
60



Фиг.2



Фиг.3



Фиг.4