



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2013118822/07, 23.04.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
23.04.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 23.04.2013

(43) Дата публикации заявки: 27.10.2014 Бюл. № 30

(45) Опубликовано: 20.02.2015 Бюл. № 5

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 20060284512 A1, 21.12.2006 . SU 1432676 A1, 23.10.1988. RU 2089994 C1, 10.09.1997

Адрес для переписки:

196128, Санкт-Петербург, ул. Благодатная, 6,  
ООО "НПЦ "СЭС"

(72) Автор(ы):

Гельвер Фёдор Андреевич (RU),  
Самосейко Вениамин Францевич (RU),  
Лазаревский Николай Алексеевич (RU),  
Гагаринов Иван Владимирович (RU),  
Хомяк Валентин Алексеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

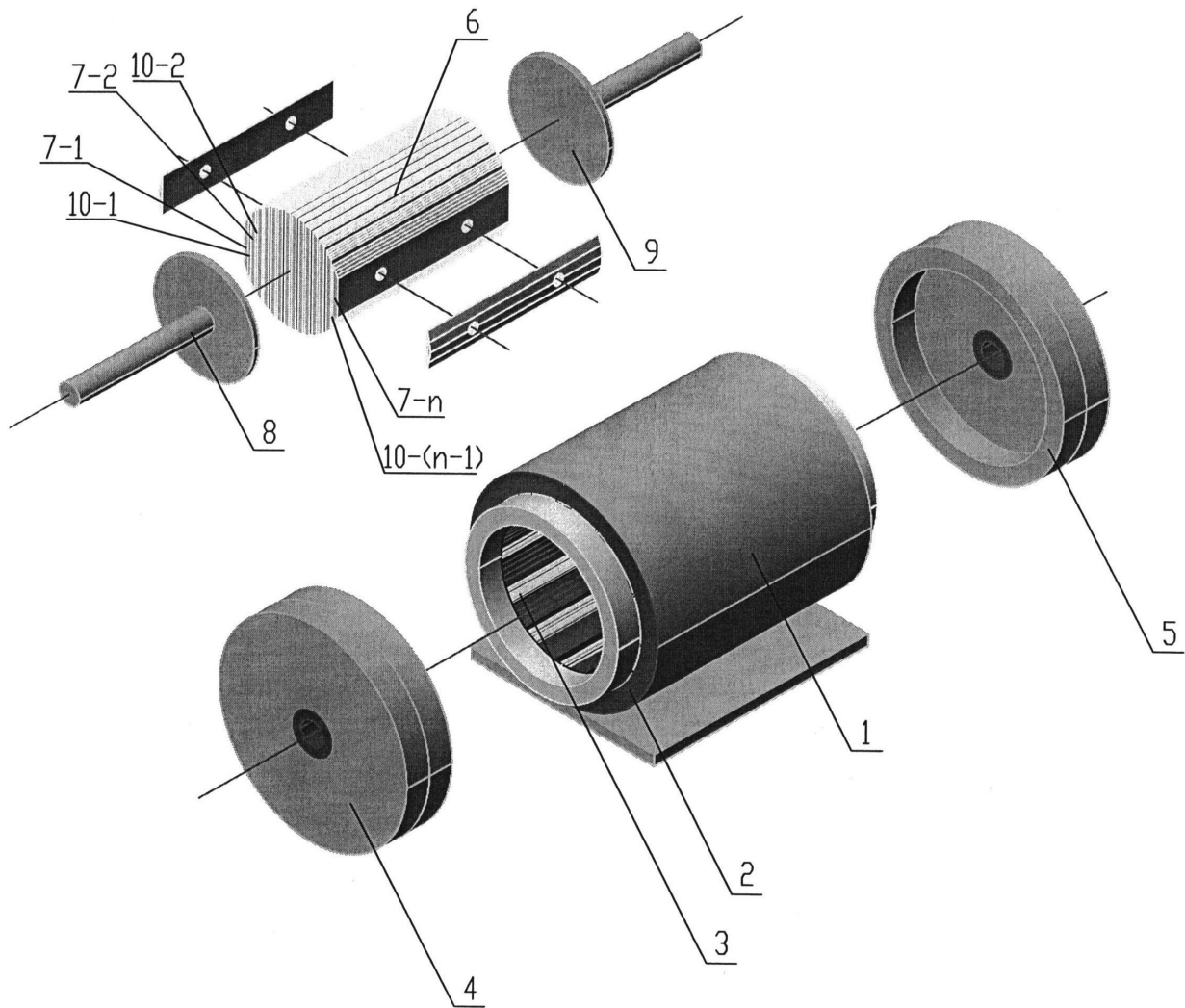
Общество с ограниченной ответственностью  
"Научно-производственный центр "Судовые  
электротехнические системы" (ООО "НПЦ  
"СЭС") (RU)

**(54) СИНХРОННАЯ МАШИНА С АНИЗОТРОПНОЙ МАГНИТНОЙ ПРОВОДИМОСТЬЮ РОТОРА**

(57) Реферат:

Изобретение относится к реактивным синхронным электрическим машинам и может быть использовано в качестве синхронного электрического генератора либо синхронного электрического двигателя. Технический результат заключается в упрощении конструкции ротора синхронной электрической машины, обеспечении синусоидальной формы кривой распределения намагничивающей силы вдоль рабочего зазора и, как следствие, в повышении эффективности ее работы, а также в повышении энергетических показателей. Синхронная электрическая машина содержит статор с магнитопроводом и статорными электрическими обмотками,

подшипниковые щиты и ротор, выполненный цилиндрическим, набранным из листов ферромагнитного материала с шихтовкой вдоль оси вала машины, скрепленных в основаниях цилиндрической активной части с фланцами вала. Между листами ферромагнитного материала ротора имеются равномерные воздушные промежутки. Ротор синхронной электрической машины может быть выполнен из материала с анизотропной магнитной проводимостью в поперечной плоскости машины. Толщина листов и расстояние между ними могут быть различными для обеспечения требуемой концентрации линий магнитного поля. 3 з.п. ф-лы, 6 ил.



Фиг.1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*H02K 19/20* (2006.01)  
*H02K 1/22* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2013118822/07, 23.04.2013  
(24) Effective date for property rights:  
23.04.2013  
Priority:  
(22) Date of filing: 23.04.2013  
(43) Application published: 27.10.2014 Bull. № 30  
(45) Date of publication: 20.02.2015 Bull. № 5  
Mail address:  
196128, Sankt-Peterburg, ul. Blagodatnaja, 6, OOO  
"NPTs "SEhS"

(72) Inventor(s):  
Gel'ver Fedor Andreevich (RU),  
Samosejko Veniamin Frantsevich (RU),  
Lazarevskij Nikolaj Alekseevich (RU),  
Gagarinov Ivan Vladimirovich (RU),  
Khomjak Valentin Alekseevich (RU)  
(73) Proprietor(s):  
Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'ju  
"Nauchno-proizvodstvennyj tsentr "Sudovye  
ehlektrotekhnicheskie sistemy" (OOO "NPTs  
"SEhS") (RU)

(54) **SYNCHRONOUS MACHINE WITH ANISOTROPIC MAGNETIC CONDUCTIVITY OF ROTOR**

(57) Abstract:

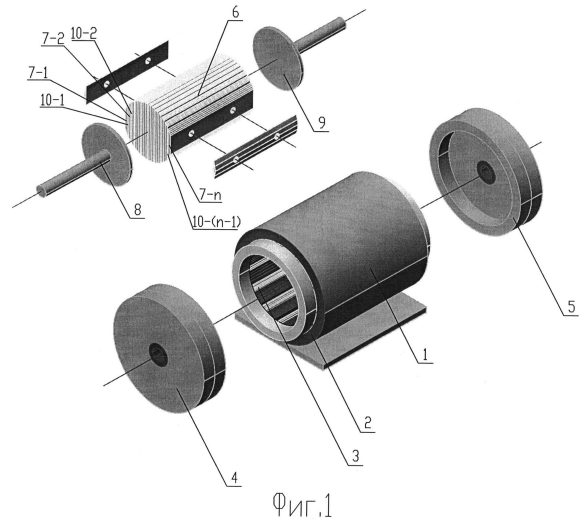
FIELD: electricity.

SUBSTANCE: invention is referred to reactive synchronous machines and may be used as a synchronous electric generator or synchronous electric motor. The synchronous electric motor comprises the stator with magnet core and stator electric windings, end shields and rotor made cylindrical and assembled of ferromagnetic sheets with stacking along the machine shaft axis fixed at the bases of the cylindrical active part to the shaft flanges. Between the rotor ferromagnetic sheets there are uniform air gaps. The rotor of synchronous electrical machine may be performed of material with anisotropic magnetic conductivity in the machine diametrical plane. Thickness of sheets and distance between them may be different to ensure the required concentration of the magnetic field lines.

EFFECT: simplifying rotor design of the synchronous electrical machine, ensuring sinusoidal

shape of magnetising force distribution curve along the working gap and ad result improving efficiency of its operation as well as energy performance.

4 cl, 6 dwg



RU 2 541 513 C2

RU 2 541 513 C2

Предложение относится к реактивным синхронным электрическим машинам и может быть использовано в качестве синхронного электрического генератора либо синхронного электрического двигателя.

Известна конструкция классической синхронной электрической машины [Вольдек А.И. Электрические машины: Учебник для вузов. - Л.: Энергоатомиздат, 1978. С. 619], содержащая статор с трехфазной электрической обмоткой статора, ротор с электрической обмоткой возбуждения и контактными кольцами, щеточный узел, предназначенный для коммутации напряжения к обмотке возбуждения. Основным недостатком этой конструкции является наличие скользящего электрического контакта в виде контактных колец и щеточного узла. Также известна усовершенствованная конструкция синхронной электрической машины, выполненной с постоянными магнитами [Хрущев В.В. Электрические машины систем автоматики: Учебник для вузов. - Л.: Энергоатомиздат, 1985. С. 84], содержащая статор с трехфазной электрической обмоткой статора и ротор, выполненный с использованием постоянных магнитов. Недостатком второй конструкции является использование дорогостоящих материалов и сложной конструкции ротора, а также невозможность снять возбуждение электрической машины в аварийных режимах работы.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому устройству является выбранное в качестве прототипа устройство синхронной электрической машины [патент US 20060284512 A1, FLUX BARRIER TYPE SYNCHRONOUS RELUCTANCE MOTOR AND ROTOR THEREOF, МПК H02K 19/20, H02K 1/06, H02K 1/22, 21.12.2006, либо патент US 20120139464 A1, SYNCHRONOUS RELUCTANCE MOTOR, OPERATING MACHINE COMPRISING THE MOTOR AND METHOD FOR CONTROLLING THE MOTOR, МПК H02K 19/02, H02P 6/18, 07.06.2012, либо патент US 20130015727 A1, ROTOR FOR RELUCTANCE MOTOR, МПК H02K 19/06, 17.01.2013], содержащее статор с электрической обмоткой статора и ротор, который выполнен шихтованным поперек оси вала машины. Причем ротор электрической машины выполнен наборным из отдельных листов ферромагнитного материала дисковой формы, которые содержат вырезы. Форма вырезов организует явно выраженные полюса на роторе, число которых должно соответствовать числу полюсов, организованных на статоре. Функциональное назначение вырезов заключается в строго определенном направлении замыкания линий магнитного поля в магнитопроводе ротора электрической машины. Технический результат такой конструкции обеспечивает работу синхронной машины без обмотки возбуждения на роторе и без использования активных дорогостоящих материалов. Недостатком такого устройства является сложная конструкция ротора, который набирается из отдельных листов ферромагнитного материала, а также наличие в каждом из дисковых частей, расположенных между оконечными частями вырезов диска и его периферийными частями, снижающими эффективность работы синхронной машины.

Предлагаемая конструкция синхронной электрической машины позволяет упростить конструкцию, повысить эффективность работы, а также повысить энергетические показатели электрической машины.

На фиг. 1 представлена конструкция двухполюсной синхронной машины с анизотропной магнитной проводимостью ротора.

Синхронная электрическая машина с анизотропной магнитной проводимостью ротора содержит статор 1 с магнитопроводом 2 и статорными электрическими обмотками 3, подшипниковые щиты 4, 5 и цилиндрический ротор 6. Ротор 6 набран из листов 7-1÷7-n ферромагнитного материала с шихтовкой вдоль оси вала машины (фиг. 2). Причем листы 7-1÷7-n скреплены в основаниях цилиндрической активной части с

фланцами вала 8, 9, выполненных из диамагнитного материала. Между листами 7-1÷7-п ферромагнитного материала ротора б имеются равномерные воздушные промежутки 10-1÷10-(n-1).

5 Ротор б электрической машины может иметь различное конструктивное исполнение, например:

- ротор б синхронной электрической машины с анизотропной магнитной проводимостью ротора может быть выполнен из материала с анизотропной магнитной проводимостью 11 в поперечной плоскости машины (фиг. 3);

10 - листы 7-1÷7-п ротора б, выполненные из ферромагнитного материала, имеют разную толщину, уменьшающуюся при удалении от оси вала машины (фиг. 4);

- между листами 7-1÷7-п ротора б, выполненного из ферромагнитного материала, могут быть неравномерные воздушные промежутки 10-1÷10-(n-1), уменьшающиеся при удалении от оси машины (фиг. 5).

15 Синхронная электрическая машина с анизотропной магнитной проводимостью ротора работает следующим образом.

Статор 1 предлагаемой электрической машины выполнен так же, как и в обычной электрической машине переменного тока (фиг. 1). Пусть обмотка статора 3 выполнена трехфазной, оси катушек сдвинуты в пространстве на углы 120° относительно друг друга в поперечном разрезе машины, и содержит две пары полюсов. При подаче 20 переменного питающего напряжения, одинакового по амплитуде, но сдвинутого на 120 электрических градусов, по обмоткам статора 3 потекут токи, которые создадут вращающееся магнитное поле. Ротор б двигателя может иметь различное конструктивное исполнение (фиг. 2, фиг. 3, фиг. 4, фиг. 5) и, как правило, является явнополюсным с числом полюсов, соответствующих числу полюсов статорной обмотки 25 3. Вращающий момент в таком двигателе будет создан из-за разницы в магнитных проводимостях по продольной и поперечной осям. Для увеличения разницы между магнитными проводимостями по продольной и поперечной осям ротор б выполнен из листов 7-1÷7-п ферромагнитного материала с равномерными воздушными зазорами 10-1÷10-(n-1) между листами 7-1÷7-п (фиг. 2). При этом явно выраженные полюса ротора 30 б стремятся ориентироваться относительно поля так, чтобы магнитное сопротивление для силовых линий поля было бы минимальным. Вследствие чего появляются силы, образующие вращающий момент, и ротор б вращается в том же направлении и с той же скоростью, что и поле. Следует отметить, что силы, стремящиеся сориентировать ротор относительно поля, будут действовать на каждую из пластин 7-1÷7-п ротора б, 35 каждая из которых будет создавать свой вращающий момент (фиг. 2).

Для достижения поставленной цели ротор б синхронной электрической машины может быть выполнен из материала с анизотропной магнитной проводимостью 11 в поперечной плоскости машины (фиг. 3). Следует отметить, что в таком варианте исполнения анизотропия ротора реализована не конструктивно, а на молекулярном 40 уровне, что реализовано с использованием соответствующих материалов.

Для того чтобы кривая распределения намагничивающей силы или магнитной индукции вдоль рабочего зазора была приближена к синусоидальной форме и для обеспечения разной концентрации линий магнитного поля, ротор б машины предлагается выполнять наборным из листов 7-1÷7-п, имеющих различную толщину, уменьшающуюся 45 при удалении от оси вала машины (фиг. 4). Поставленная цель также может быть достигнута с использованием одинаковых по толщине листов 7-1÷7-п ротора б, выполненных из ферромагнитного материала, между которыми имеются неравномерные воздушные промежутки 10-1÷10-(n-1), уменьшающиеся при удалении от оси машины

(фиг. 5).

Следует отметить, что воздушные промежутки  $10-1 \div 10-(n-1)$  между листами  $7-1 \div 7-n$  могут использоваться в качестве устройства принудительной вентиляции обмотки статора, поскольку между ними будут циркулировать и активно перемешиваться потоки воздуха.

Предлагаемая синхронная электрическая машина с анизотропной магнитной проводимостью ротора может быть выполнена в многополюсном варианте, например четырехполюсном (фиг. 6); при этом произойдет усложнение конструкции ротора и повышение магнитных потерь в статоре при той же частоте вращения выходного вала машины. Следуя принципу обратимости, предлагаемая электрическая машина может работать в режиме генератора, если осуществить намагничивание ротора со стороны статорной обмотки, осуществляя ее питание реактивными токами.

Подшипниковые щиты и фланцы вала должны быть выполнены из диамагнитного материала для исключения замыкания линий магнитного поля статора по частям машины, не участвующим в электромеханическом преобразовании. В результате улучшается эффективность работы предлагаемого электромеханического преобразователя. Следует отметить, что анизотропия магнитной проводимости ротора может быть реализована различным конструктивным исполнением ротора, либо с использованием соответствующих материалов на молекулярном уровне, либо комбинированно.

Таким образом, предлагаемая синхронная электрическая машина с анизотропной магнитной проводимостью ротора позволяет упростить конструкцию, повысить эффективность работы, улучшить массогабаритные характеристики, а также повысить энергетические показатели электрической машины.

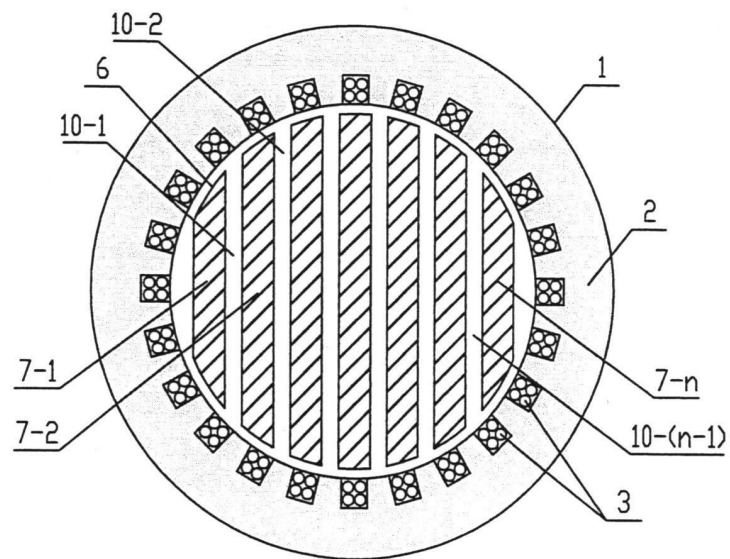
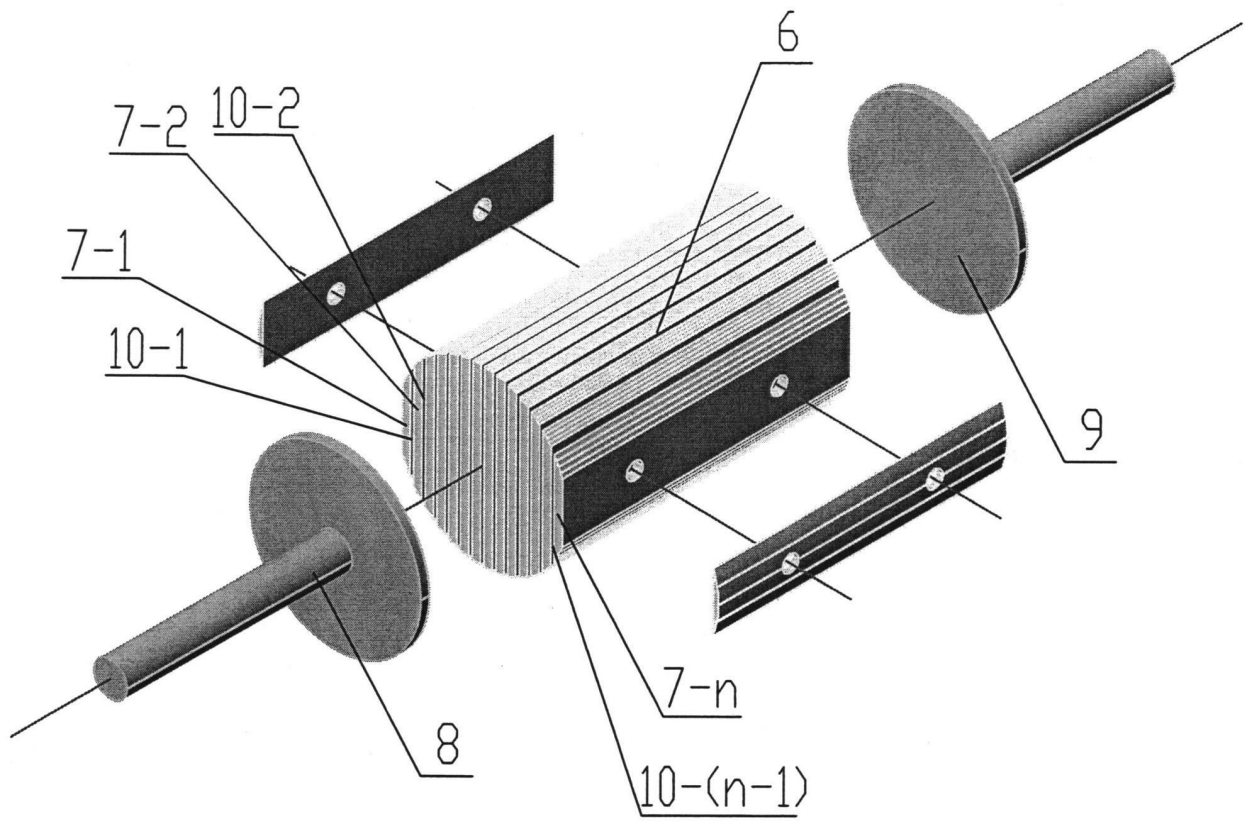
#### Формула изобретения

1. Синхронная электрическая машина с анизотропной магнитной проводимостью ротора, содержащая статор с магнитопроводом и статорными электрическими обмотками, подшипниковые щиты и цилиндрический ротор, отличающаяся тем, что ротор набран из листов ферромагнитного материала с шихтовкой вдоль оси вала машины и скрепленных в основаниях цилиндрической активной части с фланцами вала, выполненными из диамагнитного материала, причем между листами ферромагнитного материала ротора имеются равномерные воздушные промежутки.

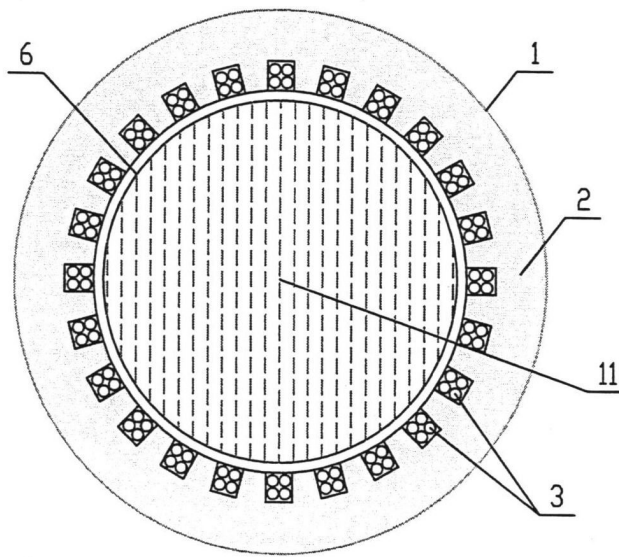
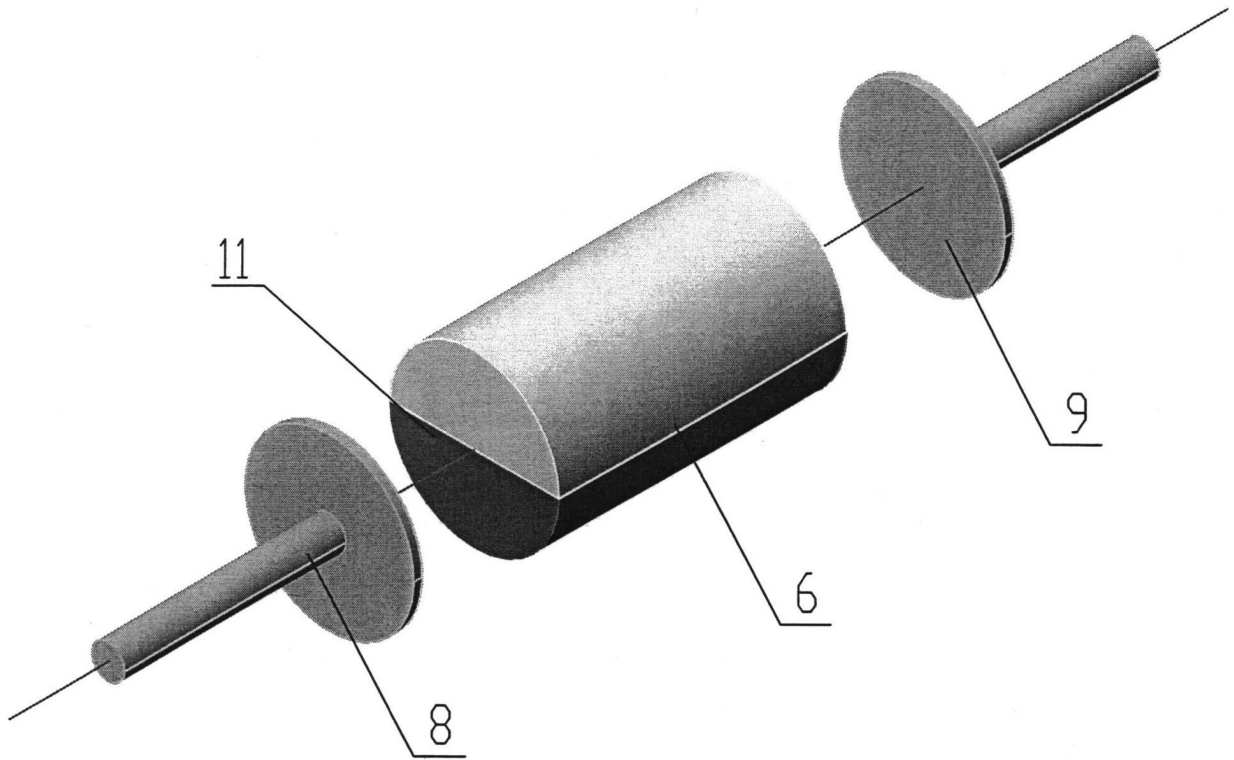
2. Синхронная электрическая машина с анизотропной магнитной проводимостью ротора по п.1, отличающаяся тем, что ротор выполнен из материала с анизотропной магнитной проводимостью в поперечной плоскости машины.

3. Синхронная электрическая машина с анизотропной магнитной проводимостью ротора по п.1, отличающаяся тем, что листы ферромагнитного материала имеют разную толщину, уменьшающуюся при удалении от оси вала машины.

4. Синхронная электрическая машина с анизотропной магнитной проводимостью ротора по п.1, отличающаяся тем, что между листами ферромагнитного материала имеются неравномерные воздушные промежутки, уменьшающиеся при удалении от оси вала машины.

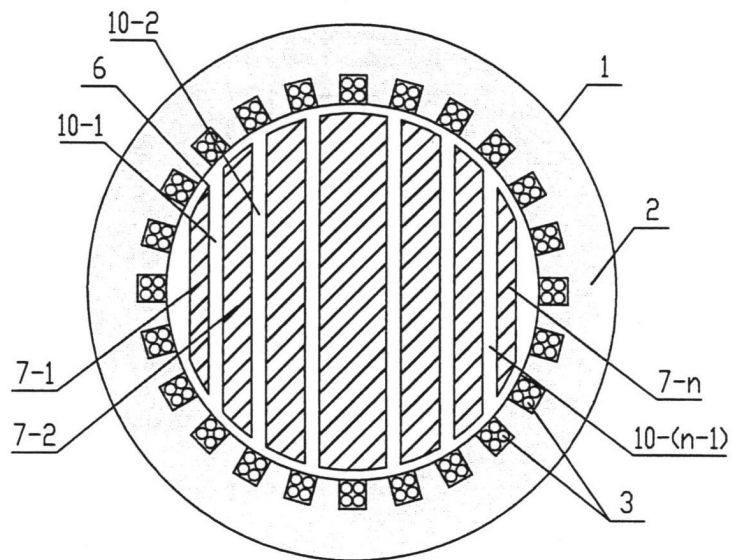
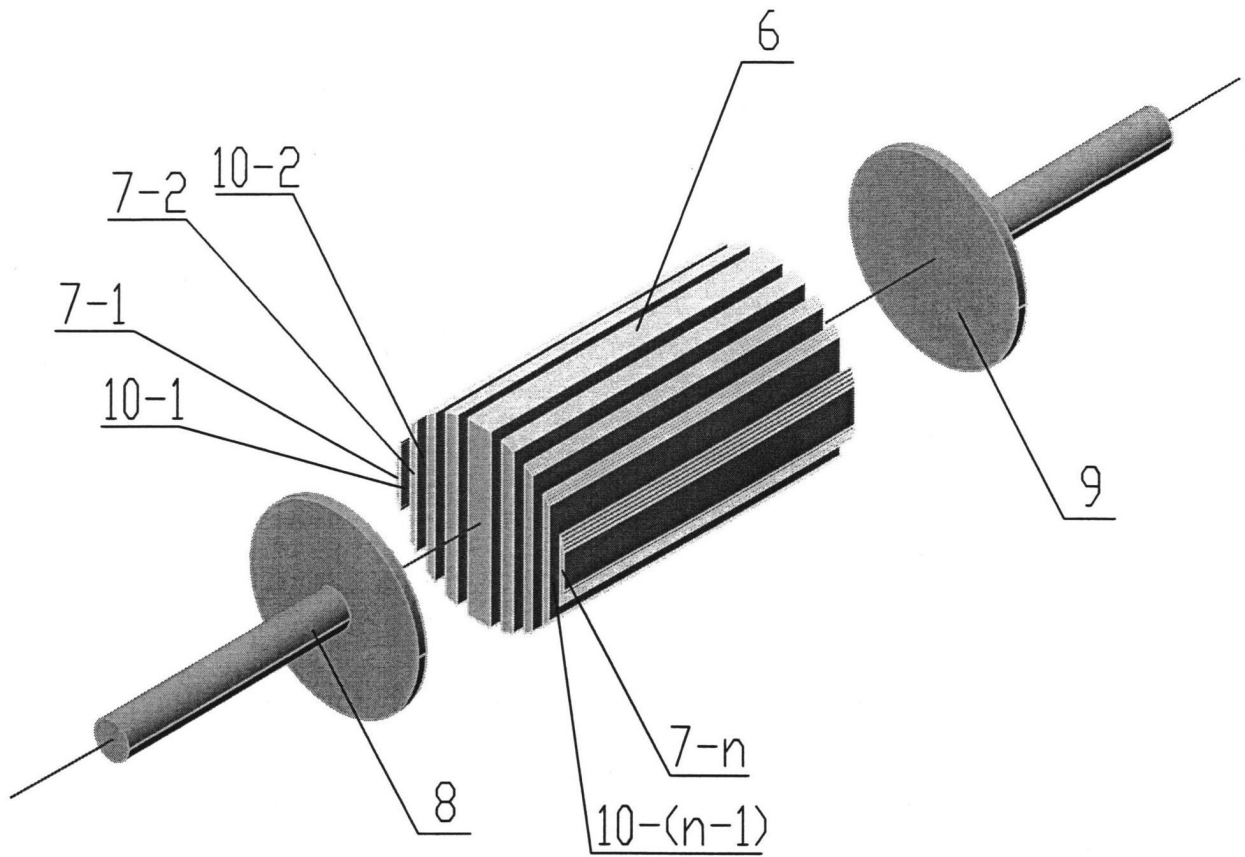


Фиг.2

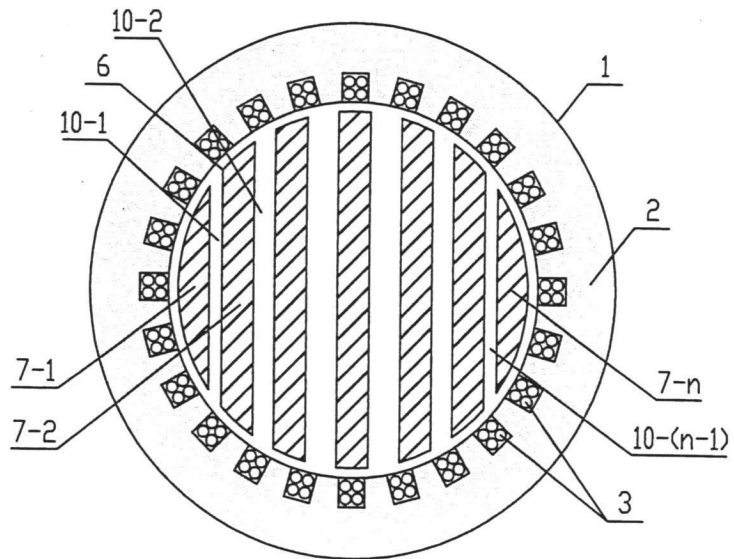
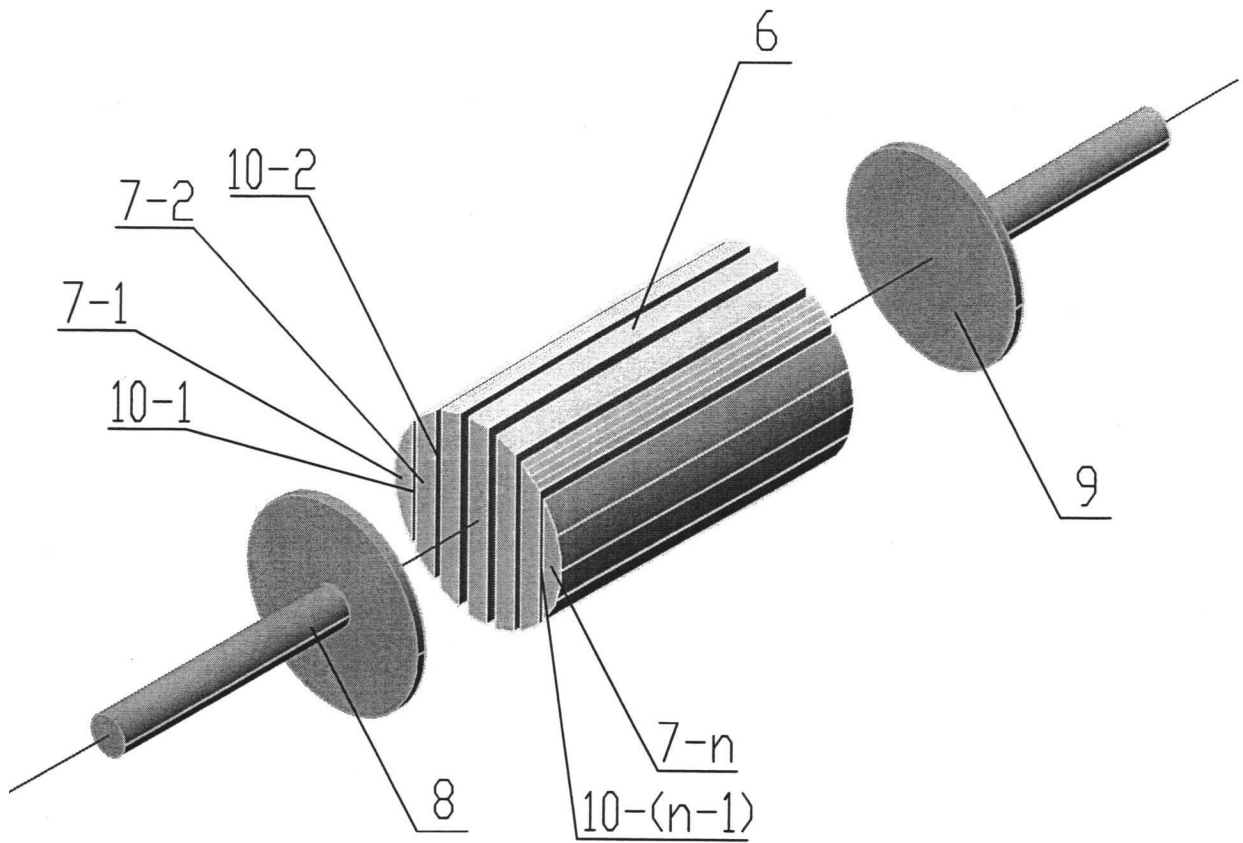


Фиг.3

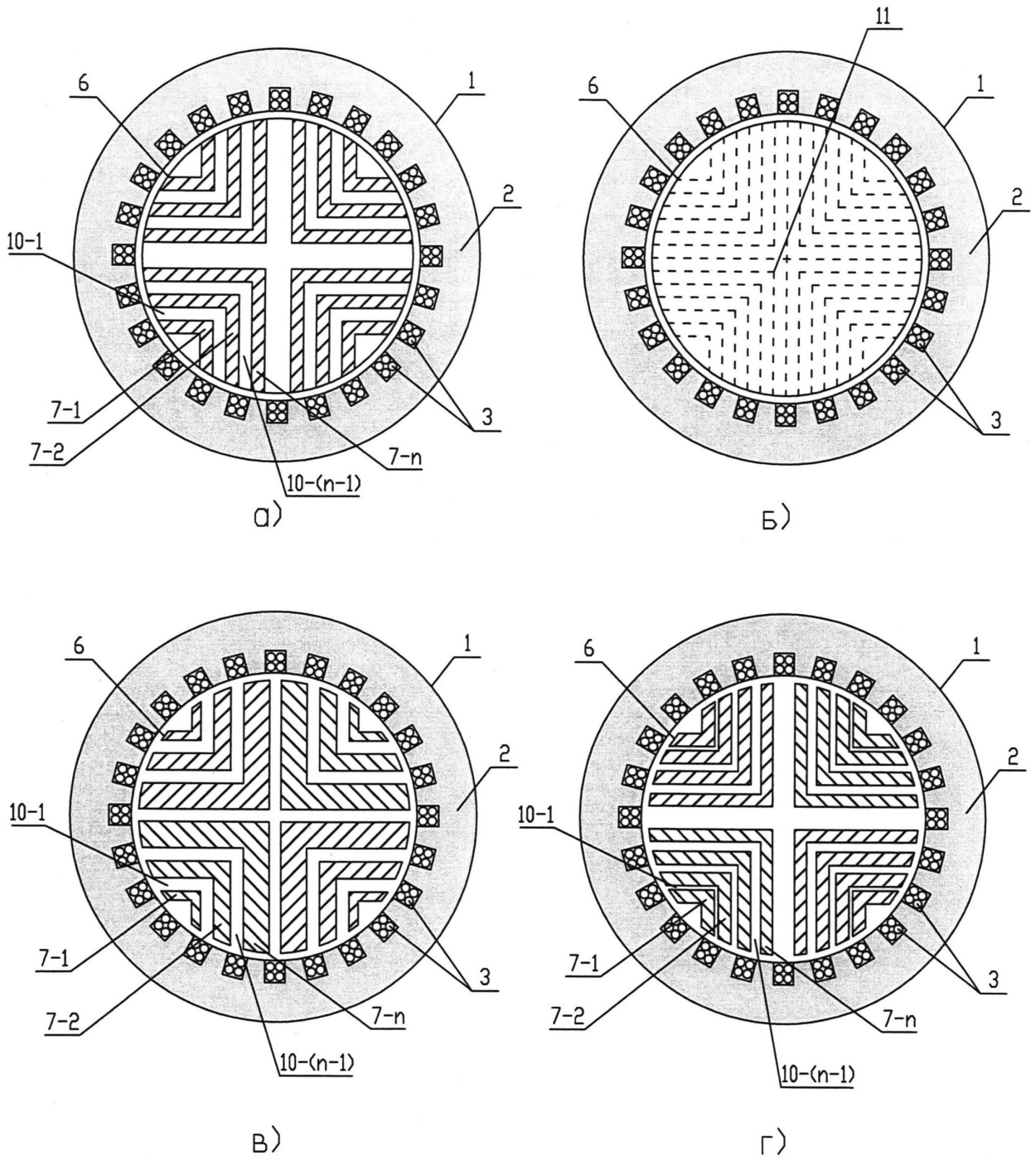




Фиг. 4



Фиг.5



Фиг.6