



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21), (22) Заявка: 2007121582/07, 07.11.2005

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
07.11.2005

(30) Конвенционный приоритет:  
12.11.2004 EP 04026962.3

(43) Дата публикации заявки: 20.12.2008

(45) Опубликовано: 10.12.2010 Бюл. № 34

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: JP 2000-139063 A, 16.05.2000. SU 1661920 A1, 07.07.1991. SU 1399861 A1, 30.05.1988. RU 2178615 C1, 20.01.2002. SU 194944 A, 30.06.1967. DE 19933009 A1, 10.02.2000. JP 2000-278895 A, 06.10.2000. EP 1009085 A2, 14.06.2000. JP 08-223831 A, 30.08.1996. WO 03/065550 A1, 07.08.2003.

(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу: 13.06.2007

(86) Заявка РСТ:  
EP 2005/011870 (07.11.2005)

(87) Публикация РСТ:  
WO 2006/050884 (18.05.2006)

Адрес для переписки:  
129090, Москва, ул. Б.Спасская, 25, стр.3,  
ООО "Юридическая фирма Городисский и  
Партнеры", пат.пов. Ю.Д.Кузнецову,  
рег.№ 595

(72) Автор(ы):

**ЕРСКОВ ПЕДЕРСЕН Хенрик (DK),  
ХЕЛЛЕГОР Келль (DK),  
ФОЛСАК РАСМУССЕН Келд (DK)**

(73) Патентообладатель(и):

**ГРУНФОС А/С (DK)**

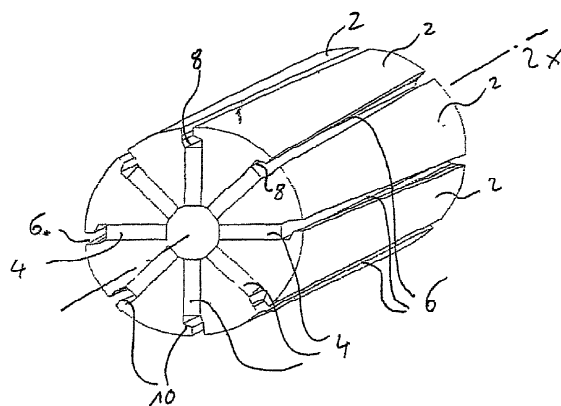
**(54) РОТОР НА ПОСТОЯННЫХ МАГНИТАХ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области электротехники и касается особенностей выполнения ротора на постоянных магнитах для электродвигателя, в котором постоянные магниты (4; 36) во внутренней части ротора расположены параллельно оси вращения (X) ротора и в области радиально внешних продольных кромок (8; 16) постоянных

магнитов (4; 36) на внешнем периметре ротора выполнены открытые наружу пазы (6; 18), которые соответственно проходят наклонно или с изгибом к продольным кромкам (8; 16) смежных постоянных магнитов (4; 36) в направлении периметра или, по меньшей мере, один раз пересекают; пазы (6; 18) на внешней стороне ротора в направлении периметра имеют меньшую ширину, чем в лежащей

радиально ближе к центру области паза (6; 18), и форма поперечного сечения паза (6; 18) по длине ротора постоянна. Кроме того, изобретение касается способа изготовления такого ротора. Технический результат - обеспечение равномерного характера изменения крутящего момента ротора с максимально высоким КПД при одновременном обеспечении экономичности и упрощения изготовления и сборки такого ротора. 2 н. и 17 з.п. ф-лы, 13 ил.



Фиг. 1

RU 2406209 C2

RU 2406209 C2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.

*H02K 1/27* (2006.01)*H02K 15/03* (2006.01)**(12) ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2007121582/07, 07.11.2005**(24) Effective date for property rights:  
**07.11.2005**(30) Priority:  
**12.11.2004 EP 04026962.3**(43) Application published: **20.12.2008**(45) Date of publication: **10.12.2010 Bull. 34**(85) Commencement of national phase: **13.06.2007**(86) PCT application:  
**EP 2005/011870 (07.11.2005)**(87) PCT publication:  
**WO 2006/050884 (18.05.2006)**

Mail address:  
**129090, Moskva, ul. B.Spasskaja, 25, str.3, OOO  
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",  
pat.pov. Ju.D.Kuznetsovu, reg.№ 595**

(72) Inventor(s):

**ERSKOV PEDERSEN Khenrik (DK),  
KhELLEGOR Kell' (DK),  
FOLSAK RASMUSSEN Keld (DK)**

(73) Proprietor(s):

**GRUNFOS A/S (DK)****(54) ROTOR ON PERMANENT MAGNET**

(57) Abstract:

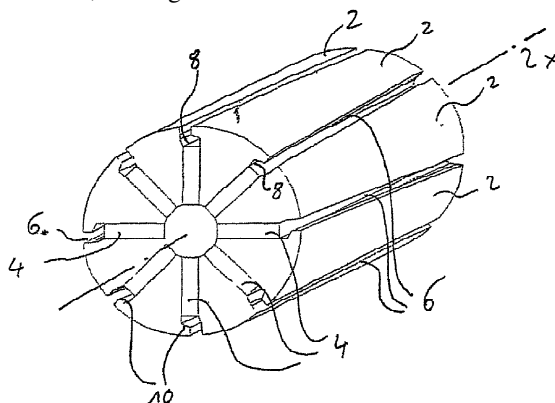
FIELD: electricity.

SUBSTANCE: invention relates to electrical engineering and referred to details of rotor manufacture on permanent magnets for electrical motor where permanent magnets (4; 36) in inner side of rotor are arranged in parallel to rotor rotation axis (X) and in area of radial external longitudinal edges (8; 16) of permanent magnets (4; 36). Open outwards grooves are available on the external perimetre of rotor. They are tilted or bent to longitudinal edges (6; 18) of adjacent permanent magnets (4; 36) in the direction of perimetre or at least cross it once. The grooves (6; 18) on external side of rotor in the direction of perimetre are less wide than those close the centre of groove section (6; 18). The form of the groove cross section (6; 18) is constant along rotor length. Besides the invention is

referred to such rotor manufacture method.

EFFECT: even change of rotor torque moment with maximum efficiency factor and improved effectiveness and simplified motor manufacture and assembly.

19 cl, 13 dwg



Фиг. 1

Описание

Настоящее изобретение касается ротора на постоянных магнитах для электродвигателя, а также способа изготовления такого ротора на постоянных магнитах.

У двигателей на постоянных магнитах в роторе расположены распределенные по периметру постоянные магниты. Для максимально экономной сборки ротора используются массивные постоянные магниты, которые расположены параллельно оси вращения ротора во внутренней части ротора. Это расположение имеет недостаток в том, что характер изменения крутящего момента двигателя имеет нежелательные вершины или волны. Чтобы достигнуть равномерного характера изменения крутящего момента, как известно, в роторе в области кромок постоянных магнитов выполнены полости или пазы, в которых течение магнитного потока прерывается или снижается. Пазы выполнены спиральными или проходящими наискось, чтобы таким образом достигнуть равномерного характера изменения крутящего момента. Выполненные на внешнем периметре ротора пазы ведут, однако, к большому воздушному зазору между ротором и статором и, таким образом, к снижению КПД.

Поэтому задачей изобретения является создание улучшенного ротора на постоянных магнитах для электродвигателя, который делает возможным равномерный характер изменения крутящего момента с максимально высоким КПД.

Эта задача решается посредством ротора на постоянных магнитах для электродвигателя с признаками, указанными в пункте 1 формулы изобретения.

В особенности предпочтительный способ изготовления такого ротора на постоянных магнитах достигается признаками, указанными в пункте 15 формулы изобретения. Предпочтительные варианты осуществления приведены в соответствующих зависимых пунктах формулы изобретения.

В роторе на постоянных магнитах согласно изобретению постоянные магниты во внутренней части ротора расположены параллельно оси вращения ротора. При этом могут быть расположены массивные постоянные магниты, которые по ширине пролегают или радиально, или тангенциально во внутренней части ротора. В области радиально внешних продольных кромок, т.е. в области продольных кромок постоянных магнитов, которые размещены ближе всего к внешнему периметру ротора, в роторе выполнены открытые наружу пазы. Эти пазы проходят наклонно или с изгибом к продольным кромкам смежных постоянных магнитов в направлении периметра, то есть по существу по спирали вдоль периферийной поверхности ротора. Посредством этих пазов вершины крутящего момента при вращении ротора уменьшаются и достигается равномерный характер изменения крутящего момента. Пазы при этом расположены так, что средняя линия каждого паза, по меньшей мере, один раз пересекает продольную кромку смежного постоянного магнита. Вследствие этого вся продольная кромка постоянного магнита может быть магнитно изолирована от внешнего периметра ротора и статора посредством паза, чтобы улучшить характеристику крутящего момента.

Кроме того, пазы на внешней стороне ротора в направлении периметра имеют меньшую ширину, чем в лежащей радиально ближе к центру области паза, причем форма поперечного сечения паза по длине ротора постоянна. То есть поперечное сечение паза в роторе по длине ротора в направлении периметра смещается лишь по спирали, но в остальном постоянно. Вследствие того что ширина паза на внешнем периметре ротора узкая, обращенный к статору воздушный зазор ротора в области

паза может сохраняться маленьким, так что снижение КПД за счет паза минимизируется. Посредством расширения паза к внутренней части ротора достигается то, что паз в конечной области, обращенной к постоянным магнитам, или основании паза имеет ширину такого размера, что также при сильном наклоне паза он достаточно открывает продольную кромку постоянного магнита, чтобы в этой области прерывать магнитный поток в внутренней части ядра ротора. Посредством обращенной радиально внутрь более широкой области основания прерывается магнитный поток между северным и южным полюсами магнита во внутренней части ротора в области продольной кромки магнита. Вследствие этого обеспечивается то, что магнитный поток преобладающе направляется через статор, благодаря чему обеспечивается более высокий КПД двигателя.

Предпочтительно, имеется, по меньшей мере, столько пазов, сколько постоянных магнитов, так что на каждой торцевой кромке постоянного магнита осуществляется достаточная магнитная изоляция посредством пазов. Постоянные магниты могут быть расположены при этом направленными радиально в ротор или также тангенциально или выровненными в роторе в виде хорды.

Предпочтительно ротор состоит, по меньшей мере, из двух соединенных друг с другом в продольном направлении предварительно изготовленных роторных модулей, причем в каждом из модулей ротора расположены секции постоянного магнита, и каждый из роторных модулей имеет на своем внешнем периметре секции паза, причем в соединенных вместе роторных модулях секции паза отдельных роторных модулей образуют вместе пазы ротора, и секции постоянного магнита отдельных роторных модулей образуют вместе постоянные магниты ротора. Посредством комбинации различных роторных модулей могут быть образованы роторы различной длины. При сборке должны соединяться друг с другом лишь отдельные роторные модули. Вслед за этим более не обязательно вставлять постоянные магниты в собираемый ротор, так как постоянные магниты состоят из отдельных секций постоянного магнита, которые уже расположены в роторных модулях. Таким образом, также не нужно для разной длины (в направлении продольной оси ротора) роторов подготавливать постоянные магниты различной длины. Секции постоянного магнита отдельных роторных модулей при сборке целого ротора расположены так, что соответственно одна секция постоянного магнита одного роторного модуля располагается по одной линии с секцией постоянного магнита второго роторного модуля. Это означает, что секции постоянного магнита образуют постоянный магнит, который по всей длине ротора проходит параллельно его оси вращения. Секции паза на отдельных роторных модулях предпочтительно выполнены так, что они в соединенных роторных модулях соединяются друг к другу и таким образом образуют сплошные пазы на внешней поверхности ротора.

Это может, например, быть возможным вследствие того, что секции паза каждого роторного модуля наклонены к продольной кромке смежной секции постоянного магнита таким образом, что на каждой торцевой стороне роторного модуля средние линии секций паза в направлении периметра соответственно имеют одно и то же заданное расстояние до продольных кромок секций постоянного магнита. Это гарантирует, что секция постоянного магнита и секция паза на торцевой стороне роторного модуля всегда имеют определенное расстояние между собой. Таким образом, у всех роторных модулей выполнен идентичный стык, который способствует тому, что отдельные роторные модули расположены так, что на их торцевых сторонах как секции постоянного магнита, так и секции паза расположены по одной

линии друг с другом или присоединены друг к другу. Таким образом выполнен сплошной паз в сменной области у постоянного магнита, который состоит из нескольких секций постоянного магнита в продольном направлении ротора.

Далее предпочтительно средняя линия каждой секции паза пересекает продольную кромку смежной секции постоянного магнита, по меньшей мере, один раз. Это означает, что относящаяся к этому секция паза пролегает радиально снаружи наискось через продольную кромку относящейся к этому секции постоянного магнита. В случае, когда секция паза пересекает смежные продольные кромки секций постоянного магнита только один раз или нечетное число раз, концы секций пазов на обеих противоположных торцевых сторонах роторных модулей в направлении периметра расположены на противоположных сторонах относящихся к ним продольных кромок постоянных магнитов. Чтобы из таких роторных модулей можно было собрать ротор со сплошными пазами, должны быть предусмотрены роторные модули с различными, то есть противоположно наклоненными секциями паза, так что два роторных модуля, когда они под определенным углом поворачиваются друг относительно друга, могут быть установлены друг на друга таким образом, чтобы образовать на его внешнем периметре сплошные зигзагообразные пазы.

В качестве альтернативы возможно, что секции паза на роторных модулях их средними линиями несколько раз пересекают соответственно продольные кромки смежных сегментов постоянных магнитов. В случае, когда секция паза ее средней линией пересекает продольную кромку секции постоянных магнитов два раза или другое четное число раз, концы секций паза на обоих торцевых концах роторных модулей всегда проходят в одинаковом направлении к периметру от продольной кромки секций постоянного магнита.

Далее предпочтительно ротор имеет, по меньшей мере, два роторных модуля, которые в направлении оси вращения ротора имеют различную длину, причем может быть достигнута более точная градация различных длин ротора, которые получаются из роторных модулей.

По меньшей мере, один из роторных модулей имеет предпочтительно секции паза, которые соответственно выполнены наклонными таким образом, что средние линии секций паза на обеих противоположных торцевых сторонах роторного модуля в направлении периметра в том же направлении одинаково далеко отстоят от продольных кромок смежных постоянных магнитов. Подобное расположение, в особенности, предпочтительно в вышеописанном случае, в котором секции паза своими средними линиями пересекают смежные продольные кромки роторных модулей дважды или другое четное число раз. Это расположение дает возможность того, что все выполненные таким образом роторные модули могут быть установлены произвольно друг на друга, причем секции паза отдельных роторных модулей на стыках между отдельными роторными модулями встречаются, так что на внешней поверхности ротора могут быть выполнены сплошные пазы. Секции паза отдельных роторных модулей при этом предпочтительно так соединяются со стыками между отдельными роторными модулями, что на стыках между роторными модулями образуется угол или изгиб в пазах.

Пазы и/или секции паза проходят, например, зигзагообразно к продольным кромкам смежных постоянных магнитов или секций постоянного магнита. Зигзагообразный ход паза может оказываться таким, что роторные модули соединяются друг с другом с противоположно наклоненными секциями паза, или сами секции паза в роторном модуле проходят зигзагообразно. Зигзагообразный ход пазов

или секций паза имеет преимущество в том, что уже в каждом роторном модуле может обеспечиваться то, что имеющаяся там секция паза в желаемой области периметра или угле поворота пролегает через продольную кромку смежной секции постоянного магнита, чтобы создавать предпосылки для выровненного характера изменения

5 крутящего момента двигателя. Затем таким образом выполненные различные роторные модули могут быть произвольно соединены, чтобы образовать роторы различной длины так, чтобы по всей длине ротора продольные кромки постоянных магнитов равномерно перекрывались проходящими наискось пазами, для того чтобы

10 добиться равномерного характера изменения крутящего момента.

Предпочтительно пазы соответственно выполнены таким образом, что они по существу перекрывают соответственно по всей длине ротора, по меньшей мере, продольные кромки смежных постоянных магнитов в радиальном направлении. Это означает, что по длине ротора видные на каждом месте ротора внешние продольные

15 кромки постоянных магнитов на внешнем периметре ротора перекрываются проходящим наискось пазом. Паз имеет предпочтительно такой угол наклона и такую ширину, что он, несмотря на наклон, на каждом месте по существу перекрывает или контактирует с продольными кромками постоянных магнитов. При этом перекрытие

20 выполнено так, что всегда имеются части паза, видные на внешнем периметре ротора радиально наружу от продольных кромок постоянных магнитов.

Далее предпочтительно пазы расположены таким образом, что соответственно паз перекрывает радиально внешние продольные кромки двух смежных постоянных магнитов в радиальном направлении. Такой вариант осуществления, в особенности

25 для расположения постоянных магнитов, является целесообразным, при этом постоянные магниты пролегают в направлении хорд окружностей тангенциально во внутренней части ротора. При таком расположении продольные кромки двух смежных друг с другом постоянных магнитов всегда обращены друг к другу и

30 являются непосредственно соседними друг с другом. Радиально внешние продольные кромки двух постоянных магнитов, которые являются смежными друг с другом, могут при помощи небольшого расстояния между продольными кромками постоянных магнитов перекрываться проходящим наискось пазом. При этом паз или

35 секции паза, из которых выполнен паз, имеют угол наклона к продольной оси ротора и ширину паза, которые обеспечивают то, что на каждом месте вдоль продольной оси ротора обе продольные кромки смежных друг с другом постоянных магнитов перекрываются пазом в радиальном направлении. То есть выходящая от продольных кромок в радиальном направлении наружу часть паза или секции паза находятся на

40 каждом месте в направлении продольной оси ротора.

Далее предпочтительно пазы или секции паза, образующие пазы, имеют поперечное сечение типа «ласточкин хвост». Это поперечное сечение дает возможность, чтобы паз на внешнем периметре ротора имел по возможности маленькую ширину, в то время как он расширяется к внутренней части ротора и в области основания паза имеет

45 большую ширину в направлении периметра. При этом основание паза предпочтительно так широко, что на каждой позиции в направлении длины ротора продольная кромка смежного постоянного магнита или продольные кромки смежных друг с другом постоянных магнитов перекрываются частью основания паза.

Согласно другому варианту осуществления, рядом с продольными кромками постоянных магнитов в окружающем материале ротора выполнены полости, которые предпочтительно соединены с прилегающим пазом. Эти полости на продольных кромках постоянных магнитов предотвращают или снижают магнитное короткое

50

замыкание через роторный материал, так что обеспечивается то, что магнитный поток по существу проходит через статор.

Предпочтительно ротор выполнен из большого числа наслаиваемых друг на друга роторных пластин из листового железа, причем полости выполнены в части роторных пластин из листового железа и пролегают предпочтительно между двумя соседними постоянными магнитами. Ротор или его роторные модули выполнены из отдельных роторных пластин из листового железа, которые наслаиваются друг на друга, например, способом штампового пакетирования. В особенности, когда полости выполнены на продольных кромках постоянных магнитов, которые соединены со смежными пазами на внешнем периметре ротора, может быть предпочтительным, чтобы полости были выполнены не в каждой роторной пластине из листового железа, но чтобы в отдельных роторных пластинах из листового железа в соответствующих областях остались перемычки, чтобы удерживать вместе отдельные роторные сегменты между постоянными магнитами и пазами.

Согласно еще одному варианту осуществления ротор и отдельные роторные модули выполнены из большого количества роторных пластин из листового железа или из составленных массивных, предпочтительно спеченных сегментов, причем между смежными друг с другом сегментами выполнены приемные полости для постоянных магнитов. При таком варианте осуществления постоянные магниты пролегают в радиальном направлении спицеобразно между роторными сегментами. Предпочтительно, также выполнены проходящие наискось пазы между отдельными роторными сегментами, т.е. роторные сегменты имеют в области периметра ротора одно расстояние друг от друга, которое определяет паз. Чтобы можно было составить ротор из нескольких роторных модулей, соответственно отдельные роторные модули могут быть составлены из сегментов роторных модулей, причем между сегментами роторных модулей расположены секции постоянного магнита и на внешнем периметре выполнены проходящие наискось секции паза.

Далее предпочтительно, если, по меньшей мере, в одной части пазов или в дополнительных каналах, выполненных в роторе, расположены электрические проводники. В собираемом из модулей роторе могут быть предусмотрены к тому же в каждом роторном модуле соответствующие пазы или каналы с расположенными в них электрическими проводниками, причем при сборке роторных модулей отдельные сегменты проводников на стыках между роторными модулями входят в контакт друг с другом, чтобы образовать проходящие насквозь в продольном направлении ротора электрические проводники. Проводники могут, например, получаться посредством заливки пазов или каналов медью. Это расположение проводников позволяет выполнить вариант осуществления ротора для использования в электродвигателе с непосредственным пуском, который представляет собой гибридный двигатель, при запуске приводящийся в движение по типу асинхронного двигателя и при дальнейшей работе - как двигатель на постоянных магнитах. Предпочтительно электрические проводники расположены в каналах на внешнем периметре ротора, причем каналы пролегают параллельно открытым наружу пазам, т.е. также к оси вращения ротора в направлении периметра проходят наискось. Каналы, в которых расположены электрические проводники, могут быть открыты к внешнему периметру ротора или также быть выполнены как закрытые каналы во внутренней части ротора.

Изобретение касается также способа изготовления ротора на постоянных магнитах согласно предшествующему описанию. Согласно этому способу ротор собирается из большого числа роторных пластин из листового железа, причем отдельные роторные

пластины из листового железа штампуются друг за другом в последовательности, в которой они собираются. Предпочтительно штамповка отдельных роторных пластин из листового железа следует друг за другом из одной стальной полосы. После каждого хода штамповки инструмент для штамповки пазов на внешнем периметре ротора поворачивают на заданный угол вокруг его продольной оси, которая соответствует оси вращения ротора. То есть в каждой пластине из листового железа паз смещается на заданный угол относительно предыдущей пластины из листового железа в направлении периметра. Когда затем отдельные пластины из листового железа укладываются друг на друга, посредством отштампованных смещенных секций паза получают наклонные относительно продольных кромок постоянных магнитов пазы на внешнем периметре ротора. При штамповке одновременно в каждой роторной пластине из листового железа выштамповывается одно число выемок для постоянных магнитов. Эти выемки предпочтительно выштамповываются в каждой роторной пластине из листового железа в одинаковом угловом положении, т.е. инструмент для штамповки выемок не переворачивается как инструмент для штамповки пазов после каждого хода штамповки. Таким образом, постоянные магниты после сборки роторных пластин из листового железа могут быть вставлены в продольном направлении ротора так, что постоянные магниты пролегают параллельно продольной оси ротора. Постоянные магниты имеют предпочтительно длину, которая в каждом случае соответствует длине ротора в направлении оси вращения.

Далее предпочтительно ротор собирается, по меньшей мере, из двух предварительно изготовленных роторных модулей. При этом отдельные роторные модули, как ранее описано для всего ротора, соответственно собираются из большого числа роторных пластин из листового железа. Отдельные роторные пластины из листового железа роторного модуля штампуются друг за другом в последовательности, в которой они собираются. При этом инструмент для штамповки пазов на внешнем периметре ротора после каждого хода штамповки поворачивают на заданный угол вокруг его продольной оси. Таким образом, в каждой пластине из листового железа роторного модуля по всему периметру штампуются смещенные друг относительно друга части пазов. Когда отдельные пластины из листового железа роторного модуля укладываются друг на друга, посредством отштампованных в каждой роторной пластине из листового железа смещенных частей пазов образуются выполненные на внешнем периметре роторного модуля наклонные секции паза. После сборки роторных пластин из листового железа в роторный модуль устанавливаются проходящие по длине роторного модуля секции постоянного магнита. Для секций постоянного магнита в роторных пластинах из листового железа выштамповываются выемки, которые предусмотрены в каждой роторной пластине из листового железа в одном и том же угловом положении, так что секции постоянного магнита могут быть вставлены в роторный модуль параллельно оси вращения ротора.

Далее предпочтительно, если для выполнения роторов с различными длинами предварительно изготавливаются роторные модули определенной длины. Предварительно изготовленные роторные модули могут тогда соединяться друг с другом в различные предпочтительно произвольные комбинации до желаемых требуемых для выполнения длин роторов. Отдельные роторные модули предварительно изготавливаются так, что в них расположены секции постоянного магнита, которые пролегают параллельно оси вращения роторного модуля по его осевой длине. Кроме того, роторные модули имеют соответственно на внешнем периметре секции паза, которые наклонены к радиально внешней продольной кромке

смежной секции постоянного магнита, причем секции постоянного магнита могут пролегать, например, в направлении хорды окружности или радиально во внутреннюю часть роторного модуля. В соответствии с желаемой длиной ротора друг с другом соединяется разное число роторных модулей в продольном направлении, причем секции постоянного магнита отдельных роторных модулей расположены предпочтительно на одной линии друг с другом, так что в роторе образуются постоянные магниты, которые пролегают насквозь по всей длине ротора параллельно оси вращения ротора. Секции паза отдельных роторных модулей при этом, как описано выше, предпочтительно так присоединяются друг к другу, что образуются сплошные, по всей длине ротора пролегающие наклонные пазы, которые при необходимости проходят зигзагообразно. При этом пазы предпочтительно по всей длине ротора перекрывают продольные кромки смежных постоянных магнитов.

Например, предусмотрены, по меньшей мере, два, предпочтительно три, типа роторных модулей с различными длинами модулей. То есть несколько, предпочтительно три, выполненных различными по длине роторных модуля могут быть произвольно скомбинированы друг с другом, чтобы можно было изготовить в зависимости от потребностей получающиеся из данной градации длины роторов.

Предпочтительно градация выбрана так, что второй тип роторных модулей имеет длину модуля, которая примерно на половину больше, чем длина модуля первого типа роторных модулей. При этом предпочтительно также предусмотрен третий тип роторных модулей, который имеет длину модуля, равную удвоенной длине роторного модуля первого типа. Отсюда получается градация для различных длин роторов, которые могут быть собраны из этих роторных модулей, которая соответствует половине длины модуля первого типа роторных модулей.

Далее изобретение описано с примерами при помощи приложенных чертежей.

Фиг.1 - схематичный вид в перспективе ротора согласно первому варианту осуществления изобретения.

Фиг.2 - схематичный вид в перспективе ротора согласно второму варианту осуществления изобретения.

Фиг.3 - вид в перспективе ротора согласно третьему варианту осуществления изобретения.

Фиг.4 - подробный вид ротора согласно фиг.3.

Фиг.5 - первая роторная пластина из листового железа для ротора согласно фиг.3 и 4.

Фиг.6 - вторая роторная пластина из листового железа для ротора согласно фиг.3 и 4.

Фиг.7 - вид в перспективе ротора согласно дополнительному варианту осуществления.

Фиг.8 - подробный вид ротора согласно фиг.7.

Фиг.9 - вид в перспективе ротора согласно дополнительному варианту осуществления изобретения.

Фиг.10 - подробный вид ротора согласно фиг.9.

Фиг.11 - роторная пластина из листового железа для ротора согласно изобретению.

Фиг.12 - схематично сборка ротора согласно изобретению.

Фиг.13 - схематично выполнение роторов различной длины из предварительно изготовленных роторных модулей.

Показанный на фиг.1 ротор выполнен из восьми идентичных роторных сегментов 2, которые, например, могут быть изготовлены как детали из

металлического порошка. Роторные сегменты 2 выполнены коническими и расположены поочередно с поворотом на  $180^\circ$  друг к другу, так что всегда роторный элемент с широкой торцевой стороной оказывается лежащим между узкими торцевыми сторонами двух смежных роторных элементов 2. Роторные сегменты 2  
 5 расположены соответственно на расстоянии друг от друга, так что между роторными сегментами 2 образуются пролегающие в радиальном направлении полости, в которых расположены постоянные магниты 4. Постоянные магниты 4 пролегают в радиальном направлении и таким образом в целом расположены звездообразно. При  
 10 этом постоянные магниты 4 пролегают в радиальном направлении не до внешней поверхности ротора. Напротив, полости между роторными сегментами 2 выполнены радиально к постоянным магнитам 4 как пазы 6, которые открыты к внешнему периметру ротора. Пазы 6 выполнены так, что они на внешней поверхности имеют постоянную ширину по всей длине ротора вдоль оси вращения X ротора 6. Кроме  
 15 того, пазы 6 пролегают наискось по поверхности ротора, так что они проходят наклонно относительно радиально внешних продольных кромок 8 постоянных магнитов 4. Пазы 6 проходят, поворачиваясь или по спирали, по поверхности ротора. Такой косой ход пазов 6 достигается посредством конического выполнения роторных  
 20 сегментов 2, т.е. роторные сегменты 2 на одном продольном конце имеют поперечное сечение меньшее, чем на противоположном продольном конце.

Кроме того, пазы 6 выполнены так, что они на внешней поверхности имеют меньшую ширину, чем у лежащего радиально ближе к центру основания паза, т.е. области, прилегающей к постоянным магнитам 4. Это достигается посредством  
 25 ступенчатого расширения паза на продольном конце роторных сегментов 2. При коническом выполнении роторных сегментов 2 ступенчатое расширение 10 выполнено соответственно на продольном конце роторного сегмента 2 с большей поверхностью поперечного сечения. Ступенчатое расширение 10 оканчивается сужением роторных  
 30 сегментов 2 к противоположному продольному концу, так что на этом противоположном конце 2 больше нет ступенчатого расширения 10. Вследствие того, что роторные сегменты 2 всегда расположены поочередно с поворотом на  $180^\circ$ , и по ходу каждого паза 6 достигается, что ступенчатое расширение 10 по ходу паза чередуется от одной стороны паза к другой стороне паза, соответственно наклонному  
 35 ходу пазов 6.

Посредством описанного варианта осуществления достигается то, что по всей длине ротора в направлении оси вращения X радиально внешние продольные кромки 8 или радиально наружу направленные торцевые поверхности постоянных  
 40 магнитов 4 перекрываются пазами 6, так что полости пазов смежные с постоянными магнитами 4 образуют магнитную изоляцию, которая препятствует магнитному короткому замыканию между северным и южным полюсами магнитов во внутренней части, т.е. насквозь через роторный сегмент 2. Благодаря этому обеспечивается магнитный поток через статор двигателя (здесь не показано) и вместе с этим более  
 45 высокий КПД. На внешней поверхности пазы выполнены более узкими, так что здесь магнитный поток по возможности немного прерывается посредством пазов, и таким образом можно достигнуть по возможности равномерного характера изменения крутящего момента.

В то время как в показанном на фиг.1 роторе при помощи конического выполнения роторных сегментов 2 пазы 6 на внешнем периметре ротора попеременно наклонены в противоположном направлении вдоль периметра ротора, ротор, показанный на  
 50 фиг.2, выполнен так, что все пазы 6 по ходу от одной торцевой стороны ротора к

противоположной торцевой стороне ротора проходят наклонно в одном и том же направлении периметра. Также как на фиг.1 пазы при этом проходят прямо и наклонены под углом к продольным кромкам 8 смежных постоянных магнитов 4. Расположение постоянных магнитов 4 между роторными сегментами 2 соответствует  
 5 расположению по фиг.1. В варианте осуществления согласно фиг.2 также все роторные сегменты 2 выполнены идентично, как детали из металлического порошка. В отличие от варианта осуществления согласно фиг.1 роторные сегменты 2 все однако  
 10 расположены в одном и том же направлении, так что образуются одинаково наклоненные пазы 6 между роторными сегментами 2. Также в этом варианте осуществления пазы 6 имеют ступенчатое расширение в обращенных к постоянным магнитам 4 областях.

Каждое ступенчатое расширение 10 в роторных сегментах 2 выполнено на торцевой  
 15 стороне роторного сегмента 2, соответственно на продольной кромке роторного сегмента 2. По ходу продольной кромки до противоположной торцевой стороны расширение 10 уменьшается, так что там на той продольной кромке не выполнено никакого расширения. Наоборот, противоположная кромка роторного сегмента 2  
 20 выполнена так, что расширение 10 по ходу продольной кромки увеличивается, так что на этой продольной кромке роторного сегмента на первой торцевой стороне никакого расширения не выполнено, а на противоположной торцевой стороне выполнено расширение 10. Таким образом, роторные сегменты с обеих торцевых  
 25 сторон выполнены идентично, так что они выполнены симметрично относительно точки середины роторных сегментов 2, и роторные сегменты 2, таким образом, произвольно с поворотом на 180° могут быть собраны. Также при таком  
 расположении посредством выполнения маленьких пазов на внешнем периметре обеспечивается, что там магнитный поток к статору по возможности меньше  
 30 нарушается, в то время как выполнение широких пазов на радиально внешних торцевых поверхностях постоянных магнитов 4 создает предпосылки для того, чтобы предоставлять достаточную магнитную изоляцию. Пазы 6 перекрывают по всей длине  
 ротора в радиальном направлении продольные кромки 8 или радиально внешние торцевые поверхности постоянных магнитов 4.

На фиг.3 показан ротор, который состоит из большого числа роторных пластин из  
 35 листового железа, которые наложены друг на друга в направлении оси вращения X ротора. В роторных пластинах из листового железа 12 выполнены соответственно четыре прорези 14, которые проходят в направлении хорды окружности, т.е. по нормали к радиусу роторной пластины из листового железа. Прорези 14 расположены  
 40 в каждой роторной пластине из листового железа 12 в одном и том же угловом положении относительно оси вращения X, так что прорези 14 при уложенных друг на друга роторных пластинах из листового железа 12 образуют выемки, пролегающие в  
 продольном направлении через ротор, в которые могут быть вставлены постоянные магниты так, что они пролегают параллельно оси вращения X.

В области торцевых кромок 16 прорезей 14, т.е. радиально снаружи лежащих  
 45 продольных кромок 16 выемок, образованных прорезями 14, на внешнем периметре ротора выполнены пазы 18, которые соответствуют функции пазов, описанной при помощи фиг.1 и 2. В варианте осуществления согласно фиг.3 пазы проходят V-образно  
 50 или зигзагообразно, так что они дважды пересекают область продольных кромок 16 прорезей 14 по длине ротора. Как отчетливо видно на увеличении на фиг.4, пазы 18 выполнены с поперечным сечением типа «ласточкин хвост». Это означает, что пазы 18 имеют в области отверстия к внешнему периметру ротора в направлении периметра

маленькую ширину паза, так что к внешней поверхности направляется только тонкая щель. Исходящий из этой щели 20 паз 18 расширяется радиально внутрь, так что он в основании паза, т.е. области, обращенной к продольным кромкам 16 прорези 14, имеет существенно большую ширину паза в направлении периметра. Эта ширина паза  
 5 а на дне паза, которая соответствует функции расширения 10 в варианте осуществления согласно фиг.1, согласована с углом наклона  $\alpha$  паза относительно продольного направления ротора или кромок 16. Ширина паза а выбрана так, чтобы при наклоне паза на угол наклона  $\alpha$  по всей протяженности паза в направлении,  
 10 параллельном оси вращения X, продольные кромки 16 прорезей 14 в радиальном направлении перекрывались пазом или основанием паза. То есть на одном конце паза паз прилегает периферической боковой кромкой основания паза к кромкам 16. На противоположном конце паза в направлении оси вращения X паз прилегает  
 15 противоположным в направлении периметра концом основания паза к кромкам 16 прорезей 14. В показанном на фиг.3 роторе в середине продольного направления ротора изображен случай, когда угол изменяется, и паз идет назад под противоположным углом, так что на обоих торцевых концах паз размещен одинаково относительно смежных кромок 16 прорезей 14.

На фиг.4, кроме того, видно, что в каждой второй роторной пластине из листового железа 12 паз 18 соединен непосредственно со смежными прорезями 14 через  
 20 соответствующую полость 22. Эта полость 22 приводит к тому, что в той роторной пластине из листового железа, в которой выполнена полость 22, части роторной пластины из листового железа на обоих полюсах вставленного в прорезь 14  
 25 постоянного магнита не соединены через роторную пластину из листового железа. Таким образом, посредством полостей 22 создается магнитная изоляция, которая препятствует магнитному короткому замыканию во внутренней части ротора. В каждой второй роторной пластине из листового железа от полости 22 отказались. Это  
 30 служит для того, чтобы оставлять перемычку, которая удерживает вместе отдельные части ротора.

На фиг.5 и 6 показаны две различные роторные пластины из листового железа для ротора, описанного со ссылкой фиг. 3 и 4. При рассмотрении показанных на фиг.5 и 6 роторных пластин из листового железа 12 речь идет о двух роторных пластинах из  
 35 листового железа, которые в роторе оказываются лежащими непосредственно друг на друге. В центре роторной пластины из листового железа выполнено круглое отверстие 24, которое служит для размещения роторного вала. На фиг. 5 и 6 видно, как пазы 18 перекрывают кромки 16 прорезей 14 в радиальном направлении. Кроме  
 40 того, заметно, что соответственно к двум из пазов 18 присоединяется полость 22, которая соединяет пазы 18 непосредственно со смежными прорезями 14. В двух других пазах 18 нет такой полости, чтобы предотвратить распад роторной пластины из листового железа. В показанной на фиг.6 роторной пластине из листового железа полость 22 выполнена соответственно у двух других пазов 18, у которых в роторной  
 45 пластине из листового железа 12 согласно фиг.5 полость 22 не предусмотрена. Таким образом, полость выполнена с чередованием соответственно в одном пазе одной роторной пластины из листового железа, в следующей пластине из листового железа полость не выполнена, и в следующей пластине из листового железа полость снова  
 50 выполнена и т. д. Смещение пазов 18 в направлении периметра между двумя пластинами из листового железа на фиг. 5 и 6 из-за незначительного угла в прямо друг на друге лежащих роторных пластинах из листового железа не различимо.

На фиг.5, кроме того, схематично обозначен специальный вариант осуществления

ротора для применения в электродвигателе с непосредственным пуском. Для этого применения в роторе вблизи внешнего периметра могут быть выполнены дополнительные каналы 23, которые равномерно распределены по периметру ротора между пазами 18. На фиг.5 каналы 23 изображены только между двумя пазами 18, однако подразумевается, что каналы 23 расположены соответственно распределенными по всей поверхности ротора. Каналы 23 проходят предпочтительно параллельно пазам 18 и содержат электрические проводники. К тому же каналы 23 предпочтительно заполнены медью. Это расположение электрических проводников делает возможной работу двигателя при запуске по типу асинхронного двигателя, причем после запуска двигателя двигатель затем работает как двигатель на постоянных магнитах. Подразумевается, что дополнительные каналы 23 могут быть расположены по усмотрению, т.е. также в роторе, роторные пластины из листового железа которого показаны на фиг.5 и 6.

Вместо расположения полостей 22 с чередованием, как они были описаны при помощи фиг. 3 и 4, также возможно по несколько роторных пластин из листового железа 12 с полостями 22 у того же самого паза 18 уложить друг на друга, как показано на фиг. 7 и 8. Показанный на фиг. 7 ротор соответствует по существу ротору, описанному на основе фиг. 3-6, с единственным отличием, что здесь полости 22 в направлении оси вращения X выполнены длиннее, потому что по несколько роторных пластин из листового железа 12 с полостями 22 наложены друг на друга у того же самого паза и только после этого присоединены несколько роторных пластин из листового железа 12, которые у этого паза не имеют полости 22. Таким образом, полости 22 в направлении оси вращения X образуют более длинные прорывы между смежными прорезами 14 и пазом 18, которые соответственно разделяют более длинные в направлении оси вращения X соединительные перемишки 26.

Дополнительный вариант осуществления, который основан на варианте осуществления, описанном при помощи фиг. 3-8, показан на фиг. 9 и 10. Также в таком роторе речь идет о роторе, который состоит из большого числа роторных пластин из листового железа 12. В этих роторных пластинах из листового железа выполнены прорезы 14 и пазы 18, как описано выше при помощи фиг. 3-8. В отличие от вышеописанных роторов в роторе согласно фиг. 9 и 10 не выполнены полости 22 на лежащих в направлении периметра концах пазов, но в середине пазов 18 в радиальном удлинении зазора 20 в продольном направлении пазов 18 выполнен надрез 28, который в известной мере проникает радиально внутрь в роторную пластину из листового железа, частично контактирует с прорезью 14 и таким образом образует соединение между прорезью 14 и пазом 18. Контакт прорези 14 с пазом 18 происходит по существу в области, в которой лежит середина паза, т.е. области в радиальном удлинении зазора 20 на той же радиусной линии, что и кромка 16 прорези 14. Также надрез 28 имеет назначение разделить магнитомягкий материал роторной пластины из листового железа 12 на торцевой стороне, т.е. в области кромок 16, прорези 14, чтобы препятствовать или уменьшать магнитный поток между радиально противоположно лежащими полюсами магнитов во внутренней части ротора.

На фиг.11 показана роторная пластина из листового железа для ротора, подобная пластине на фиг.9 и 10 на виде сверху. В такой роторной пластине из листового железа 12 дополнительно к надрезу 28 выполнены еще дополнительные направленные радиально внутрь надрезы 30 на противоположно лежащих в направлении периметра

продольных кромках пазов 18. Таким образом достигаются еще большие разрезы в магнитомягком материале для прерывания магнитного потока или короткого замыкания во внутренней части ротора между вставленными в прорези 14 постоянными магнитами. Кроме того, как видно на фиг.11, надрез 28 контактирует только по одной из двух смежных с пазом прорезей 14. Таким образом, обеспечивается, что между областями роторных пластин из листового железа 12 остаются перемычки, чтобы роторная пластина из листового железа и вместе с ней готовый ротор поддерживались целыми.

При помощи фиг. 12 и 13 далее описывается модульная сборка ротора согласно изобретению. Идея модульной роторной сборки состоит в том, что отдельные роторные модули 32 предварительно изготавливаются и затем предварительно изготовленные роторные модули 32 собираются в целый ротор с роторным валом 34. Это дает возможность просто собирать до желаемой длины ротора разные количества предварительно изготовленных роторных модулей 32. Кроме того, как описано при помощи фиг.13, также могут предварительно изготавливаться роторные модули 32 различной длины, которые затем могут быть соединены в желаемые комбинации, чтобы выполнить желаемую длину ротора.

На фиг. 12 показано, как собирается роторный модуль 32. Каждый роторный модуль 32 состоит из большого числа друг на друга наложенных роторных пластин из листового железа 12. В примере, показанном на фиг. 12, в роторных пластинах из листового железа 12 предусмотрены радиально направленные прорезы 14 для постоянных магнитов или секций постоянных магнитов 36. То есть в описанном здесь роторе постоянные магниты 36 расположены звездообразно в радиальном направлении. В качестве альтернативы описанная модульная сборка может также получаться при расположении прорезей 14, которое соответствует расположению, описанному на фиг. 3-10. Кроме того, модульная сборка также может быть реализована с роторными сегментами 2, как они были описаны при помощи фиг. 1 и 2, причем роторные сегменты 2 изготовлены по длине роторного модуля 32 в направлении оси вращения X.

Кроме того, в роторном модуле и соответственно в показанном примере в роторных пластинах из листового железа 12 пазы 18 выполнены ранее описанным способом. При этом пазы 18 проходят наискось или наклонно в направлении периметра, причем они перекрывают радиальные внешние кромки прорези 14 по всей длине роторного модуля 32 в направлении оси X. При этом ширина паза  $a$  и угол наклона  $\alpha$ , как ранее описано, так согласованы друг с другом, что паз на одной торцевой стороне роторного модуля 32 периферическим концом непосредственно перекрывает радиальную торцевую сторону прорези 14, и на другом торцевом конце роторного модуля 32 противоположным в направлении периметра концом перекрывает непосредственно торцевую сторону прорези 14. Таким образом, роторный модуль 32 соответствует половине показанного на фиг. 3, 7 и 9 ротора в направлении оси вращения X. В друг на друга наложенных роторных пластинах из листового железа 12 в продольном направлении вставлены секции постоянных магнитов 36. Затем в пакете пластин из листового железа на обеих торцевых сторонах предусмотрены защитные диски, чтобы образовать роторный модуль 32. При необходимости от защитных дисков можно также отказаться. В показанном на фиг.12 примере на роторный вал насажены три предварительно изготовленных таким образом роторных модуля 32, чтобы выполнить ротор длиной в три роторных модуля 32. При этом роторные модули 32 друг относительно друга расположены так,

что секции постоянного магнита 36 отдельных роторных модулей 32 расположены друг с другом на одной линии, т.е. подобно сплошным постоянным магнитам пролегают по всей длине ротора параллельно оси вращения X. При помощи фиг. 13 описана сборка роторов различной длины из предварительно изготовленных роторных модулей 32а, 32b, 32с различной длины, причем отдельные роторные модули 32 собраны как пояснено при помощи фиг.12. Для упрощения на фиг.13 пазы 18 помечены только при помощи их средних линий. Кроме того, также схематично изображены продольные кромки прорезей 14 или постоянные магниты или секции постоянных магнитов 36. На каждом роторе изображены только одна продольная кромка 16 и один паз 18. Подразумевается, что каждый ротор по его периметру имеет несколько распределенных постоянных магнитов и принадлежащих продольных кромок 16, а также пазов 18.

Как показано выше на фиг. 13, предусмотрены три роторных модуля 32а, 32b, 32с различной длины, которые могут быть собраны из большого числа роторных пластин из листового железа 12 или из роторных сегментов 2, как пояснено при помощи фиг. 1 и 2. В показанном примере длины имеют такую градацию, что роторный модуль 32b наполовину длиннее роторного модуля 32а в направлении оси вращения X. Роторный модуль 32с имеет удвоенную длину роторного модуля 32а в этом направлении. В роторном модуле 32а пазы 18 пролегают на внешнем периметре с наклоном только в одном направлении. В роторных модулях 32b и 32с пазы пролегают зигзагообразно, как пояснено при помощи фиг. 3-11. Пазы 18 в трех роторных модулях 32а, 32b и 32с различной длины наклонены под различными углами к продольной оси ротора, так что расстояние между продольной кромкой 16 и пазом 18 на торцевых сторонах роторных модулей 32а, 32b и 32с в направлении периметра одинаково во всех трех роторных модулях, выполненных с различной длиной. Это дает возможность, чтобы роторные модули 32а, 32b и 32с могли быть соединены друг с другом в произвольных комбинациях в продольном направлении, причем секции пазов или пазы 18 отдельных роторных модулей 32а, 32b, 32с на стыках соприкасаются или соединяются друг с другом, так чтобы в готовом роторе образовать сплошной, при необходимости зигзагообразный паз 18. Когда соединяются друг с другом несколько роторных модулей 32а, в которых пазы или секции пазов 18 в роторном модуле проходят прямо не зигзагообразно, что невозможно, то тогда пазы все проходят с наклоном в одном и том же направлении, как показано на фиг.12.

Как показано на фиг.13, можно из роторных модулей 32а, 32b и 32с собирать роторы различной длины, причем градация длин выполняемых роторов соответствует половине длины роторного модуля 32а в направлении оси вращения X. Как поясняется на восьми примерах комбинаций различных роторных модулей 32а, 32b и 32с, пазы 18 отдельных роторных модулей 32а, 32b, 32с всегда соединяются друг с другом, так чтобы по всей длине ротора выполнить сплошные зигзагообразные пазы 18, которые все пролегают под одним и тем же заданным углом поворота ротора. Относительно градации длин роторов самый короткий ротор может быть выполнен посредством только одного роторного модуля 32а. Следующий более длинный ротор образован посредством только одного роторного модуля 32b. Ротор, который имеет удвоенную длину самого короткого, может быть выполнен посредством только одного роторного модуля 32с. Еще один ротор, длиннее наполовину роторного модуля 32а, может быть выполнен посредством комбинации роторного модуля 32а и роторного модуля 32b. Следующим по длине ротор выполнен посредством комбинации роторного модуля 32с и роторного модуля 32а.

Соответственно градация идет дальше до самого длинного в примере показанного согласно фиг.13 ротора, который выполнен из роторного модуля 32с, двух роторных модулей 32b и роторного модуля 32а. Само собой разумеется, с помощью системы могут быть выполнены также еще более длинные роторы.

Преимуществом в таком модульном способе сборки ротора является то, что не нужно предварительно изготавливать постоянные магниты различной длины, более того, по принципу конструктора готовые предварительно изготовленные роторные модули могут быть произвольно установлены друг с другом, чтобы таким образом можно было экономно и просто выполнить роторы различной длины.

#### Список ссылочных позиций

2 - Роторные сегменты

4 - Постоянные магниты

6 - Пазы

8 - Продольные кромки

10 - Расширение

12 - Роторные пластины из листового железа

14 - Прорези

16 - Кромки или продольные кромки

18 - Пазы

20 - Щель (зазор)

22 - Полость

23 - Канал

24 - Отверстие

26 - Соединительная перемычка

28 - Надрез

30 - Надрез

32 - Роторный модуль

34 - Роторный вал

36 - Секции постоянного магнита

38 - Защитный диск

X - Ось вращения

a - Ширина паза

b - Расстояние

$\alpha$  - Угол наклона

#### Формула изобретения

1. Ротор на постоянных магнитах для электродвигателя, в котором постоянные магниты (4; 36) во внутренней части ротора расположены параллельно оси (X) вращения ротора и в области радиально внешних продольных кромок (8; 16) постоянных магнитов (4; 36) на внешней поверхности ротора выполнены открытые наружу пазы (6; 18), которые соответственно проходят наклонно или с изгибом к продольным кромкам (8; 16) смежных постоянных магнитов (4; 36) в направлении поверхности, отличающийся тем, что средняя линия каждого паза (6; 18), по меньшей мере, один раз пересекает продольную кромку (8; 16) смежного постоянного магнита (4; 36), при этом пазы (6; 18) на внешней стороне ротора в направлении поверхности имеют меньшую ширину, чем в лежащей радиально ближе к центру области паза (6; 18), причем и форма поперечного сечения паза (6; 18) по длине ротора постоянна.

2. Ротор по п.1, отличающийся тем, что он состоит, по меньшей мере, из двух соединенных друг с другом в продольном направлении (X) предварительно изготовленных роторных модулей (32), причем в каждом из модулей ротора расположены секции постоянных магнитов (36), и каждый из роторных модулей (32) имеет на своей внешней поверхности секции пазов (6; 18), причем в соединенных вместе роторных модулях (32) секции пазов отдельных роторных модулей образуют вместе пазы (6; 18) ротора, и секции постоянных магнитов (36) отдельных роторных модулей (32) образуют вместе постоянные магниты (4) ротора.

3. Ротор по п.2, отличающийся тем, что секции пазов (6; 18) каждого роторного модуля (32) наклонены к продольным кромкам (8; 16) смежных секций постоянных магнитов (36) таким образом, что на каждой торцевой стороне роторного модуля (32) средние линии секций пазов в направлении периметра соответственно имеют одно и то же заданное расстояние до продольных кромок секций постоянных магнитов.

4. Ротор по п.2 или 3, отличающийся тем, что средняя линия каждой секции паза (6; 18) пересекает продольную кромку (8; 16) смежной секции постоянного магнита (36), по меньшей мере, один раз.

5. Ротор по п.2, отличающийся тем, что он содержит, по меньшей мере, два роторных модуля (32), которые в направлении оси вращения (X) ротора имеют различную длину.

6. Ротор по п.2, отличающийся тем, что, по меньшей мере, один из роторных модулей (32) имеет секции паза (6; 18), которые соответственно выполнены наклонными таким образом, что средние линии секций паза (6; 18) на обеих противоположных торцевых сторонах роторного модуля (32) в направлении поверхности, также направленно в том же направлении одинаково далеко отстоят от продольных кромок (8; 16) постоянных магнитов (4; 36).

7. Ротор по п.1, отличающийся тем, что пазы (6; 18) и/или секции паза (6; 18) проходят, например, зигзагообразно к продольным кромкам (8; 16) смежных постоянных магнитов (4) или секций постоянного магнита (36).

8. Ротор по п.1, отличающийся тем, что пазы (6; 18) соответственно выполнены таким образом, что они, по существу, перекрывают соответственно по всей длине (X) ротора, по меньшей мере, продольные кромки (8; 16) смежных постоянных магнитов (4; 36) в радиальном направлении.

9. Ротор по п.1, отличающийся тем, что пазы (6; 18) расположены таким образом, что соответственно паз (6; 18) перекрывает радиально внешние продольные кромки (8; 16) двух смежных постоянных магнитов (4; 36) в радиальном направлении.

10. Ротор по п.1, отличающийся тем, что пазы имеют поперечное сечение типа «ласточкин хвост».

11. Ротор по п.1, отличающийся тем, что рядом с продольными кромками (8; 16) постоянных магнитов (4; 36) в окружающем материале ротора выполнены полости (22; 28), которые предпочтительно соединены с прилегающим пазом.

12. Ротор по п.11, отличающийся тем, что ротор выполнен из большого числа наслаиваемых друг на друга роторных пластин (12) из листового железа, причем полости (22; 28) выполнены только в части роторных пластин из листового железа и пролегают предпочтительно между двумя соседними постоянными магнитами (4; 36).

13. Ротор по п.1, отличающийся тем, что ротор или отдельные роторные модули (32) выполнены из большого количества роторных пластин (12) из листового железа или из составленных массивных предпочтительно спеченных сегментов (2), причем между смежными друг с другом сегментами (2) выполнены приемные полости

для постоянных магнитов (4).

14. Ротор по п.1, отличающийся тем, что, по меньшей мере, в части пазов (6; 18) или в дополнительных каналах (23), выполненных в роторе, расположены электрические проводники.

15. Способ изготовления ротора на постоянных магнитах по одному из пп.1-14, в котором ротор собирается из большого числа роторных пластин (12) из листового железа, причем отдельные роторные пластины (12) из листового железа штампуют друг за другом в последовательности, в которой они собираются, и инструмент для штамповки пазов (18) на внешней поверхности ротора после каждого хода штамповки поворачивают на заданный угол вокруг его продольной оси (X), чтобы выполнить наклонные относительно продольных кромок (16) постоянных магнитов (4; 36) пазы (18) на внешней поверхности ротора, при этом средняя линия каждого паза (6; 18), по меньшей мере, один раз пересекает продольную кромку (8; 16) смежного постоянного магнита (4; 36), и

после сборки роторных пластин (12) из листового железа в ротор в него вставляют постоянные магниты (4; 36), проходящие по длине ротора.

16. Способ по п.15, в котором ротор собирают, по меньшей мере, из двух предварительно изготовленных роторных модулей (32),

причем роторные модули (32) соответственно собирают из большого числа роторных пластин (12) из листового железа, и

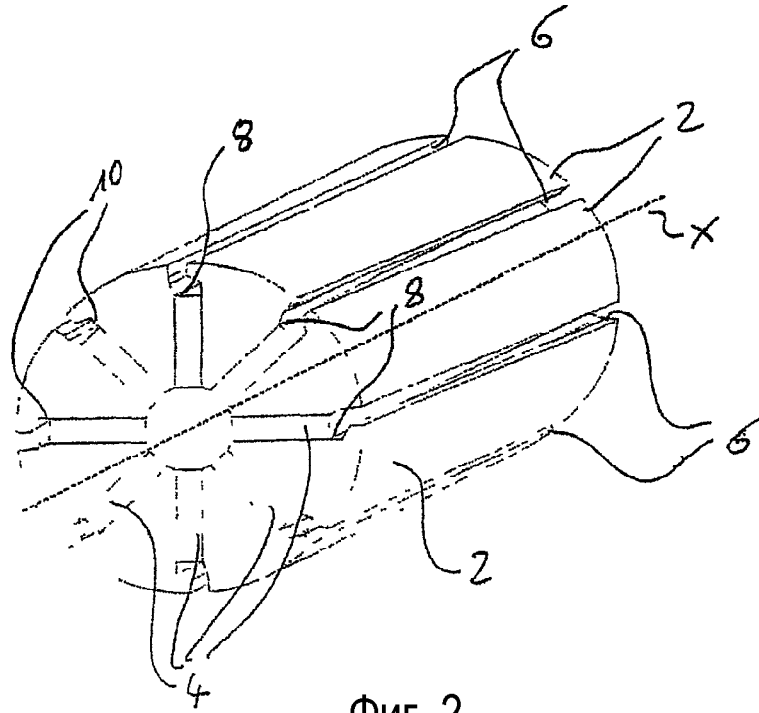
отдельные роторные пластины (12) из листового железа роторного модуля (32) штампуют друг за другом в последовательности, в которой они собираются, а инструмент для штамповки пазов (18) на внешней поверхности ротора после каждого хода штамповки поворачивают на заданный угол вокруг его продольной оси, чтобы выполнить наклонные относительно продольных кромок (16) постоянных магнитов (4; 36) пазы (18) на внешней поверхности ротора, и

после сборки роторных пластин (12) из листового железа в роторный модуль (32) в него устанавливают проходящие по длине роторного модуля (32) секции постоянного магнита (36).

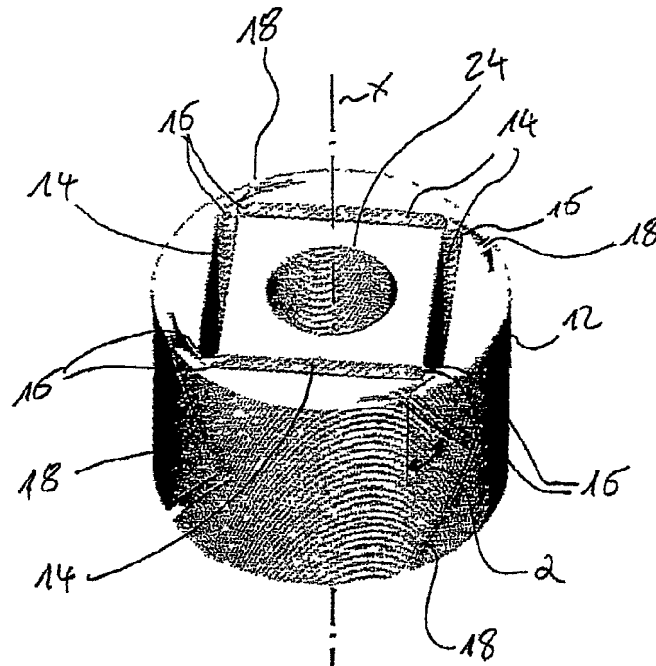
17. Способ по п.16, в котором для выполнения роторов с различными длинами предварительно изготавливают роторные модули определенной длины, в которых расположены секции постоянного магнита (36), и которые проходят параллельно оси (X) вращения роторного модуля (32) по его осевой длине, и роторные модули (32) и имеют соответственно на внешнем периметре секции паза (18), которые наклонены к радиально внешней продольной кромке (16) смежной секции постоянного магнита (36), в соответствии с желаемой длиной ротора друг с другом соединяют разное число роторных модулей (32) в продольном направлении (X), так что секции постоянного магнита (36) отдельных роторных модулей (32) образуют целый постоянный магнит (4), который пролегает в осевом направлении через ротор.

18. Способ по п.17, в котором предусмотрены, по меньшей мере, два, предпочтительно три, типа роторных модулей (32) с различными длинами модулей.

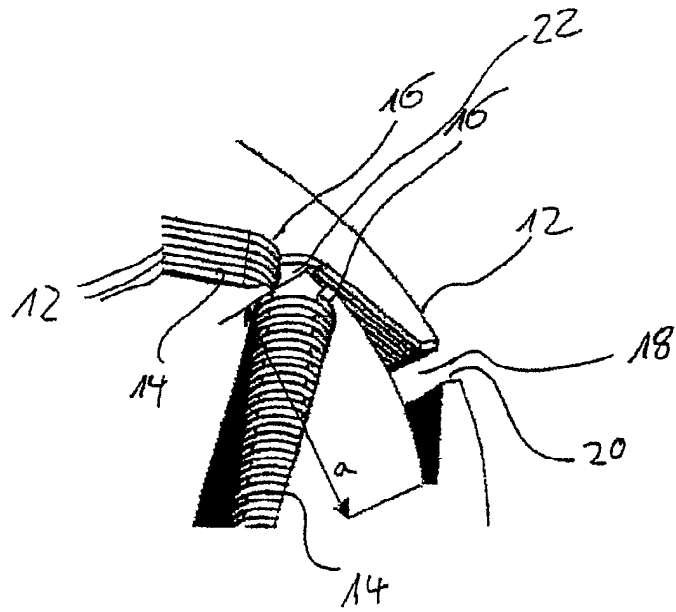
19. Способ по п.18, в котором второй тип роторных модулей (32b) имеет длину модуля, которая на половину больше, чем длина модуля первого типа роторных модулей (32a), и предпочтительно предусмотрен третий тип роторных модулей (32c), который имеет длину модуля, равную удвоенной длине модуля первого типа роторных модулей.



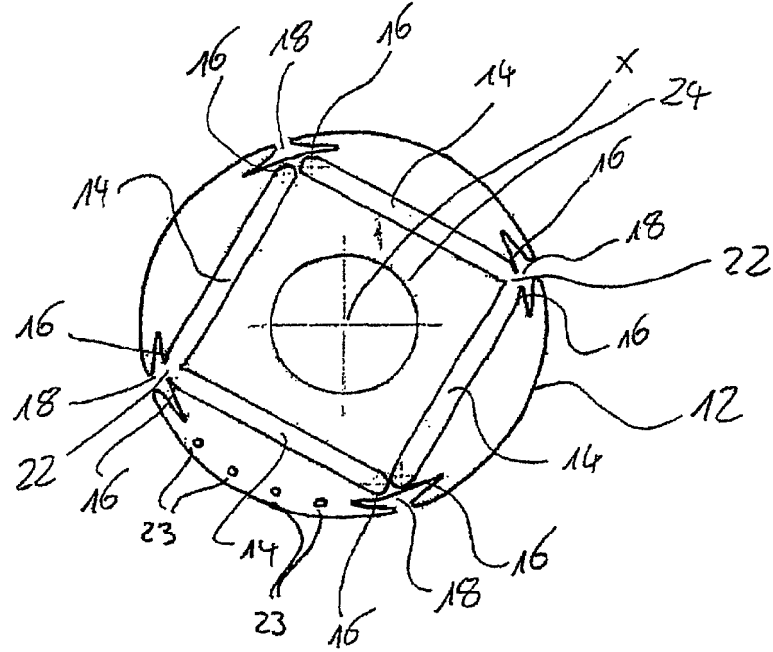
ФИГ. 2



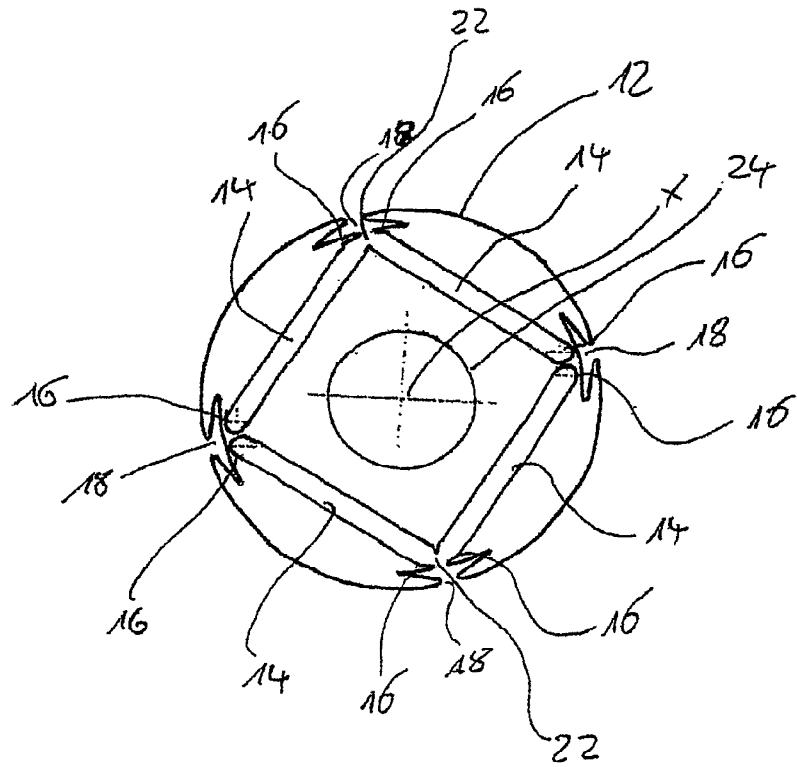
ФИГ. 3



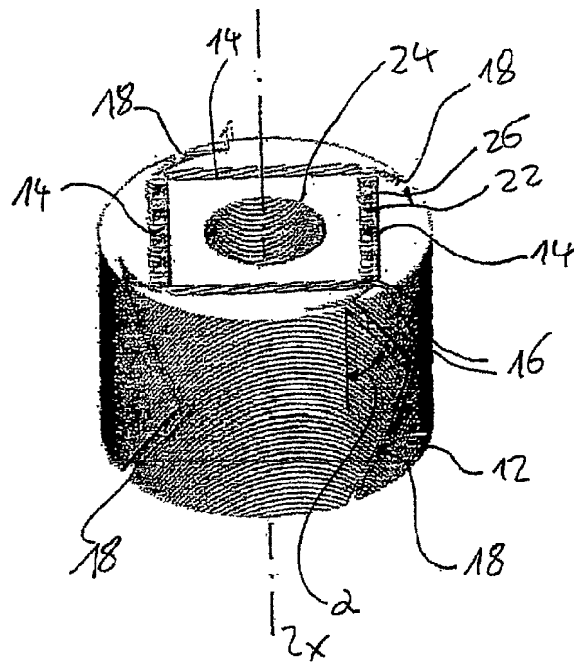
Фиг. 4



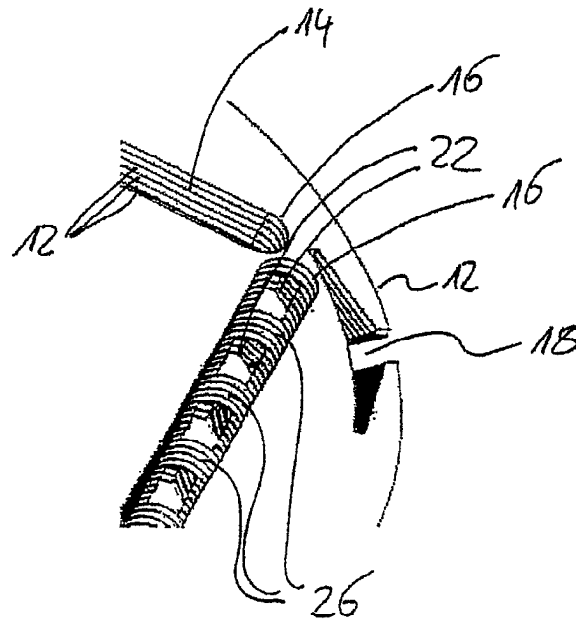
Фиг. 5



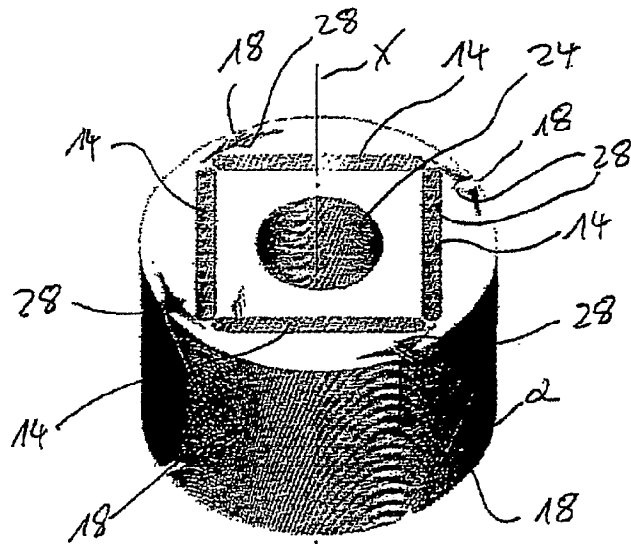
ФИГ. 6



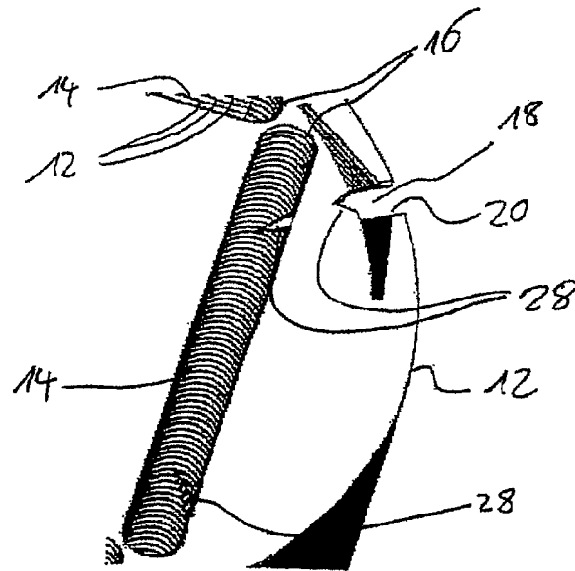
ФИГ. 7



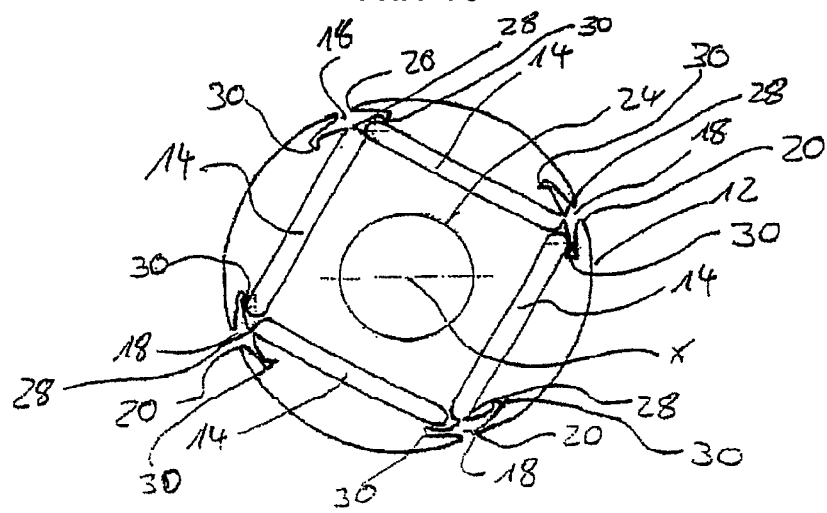
Фиг. 8



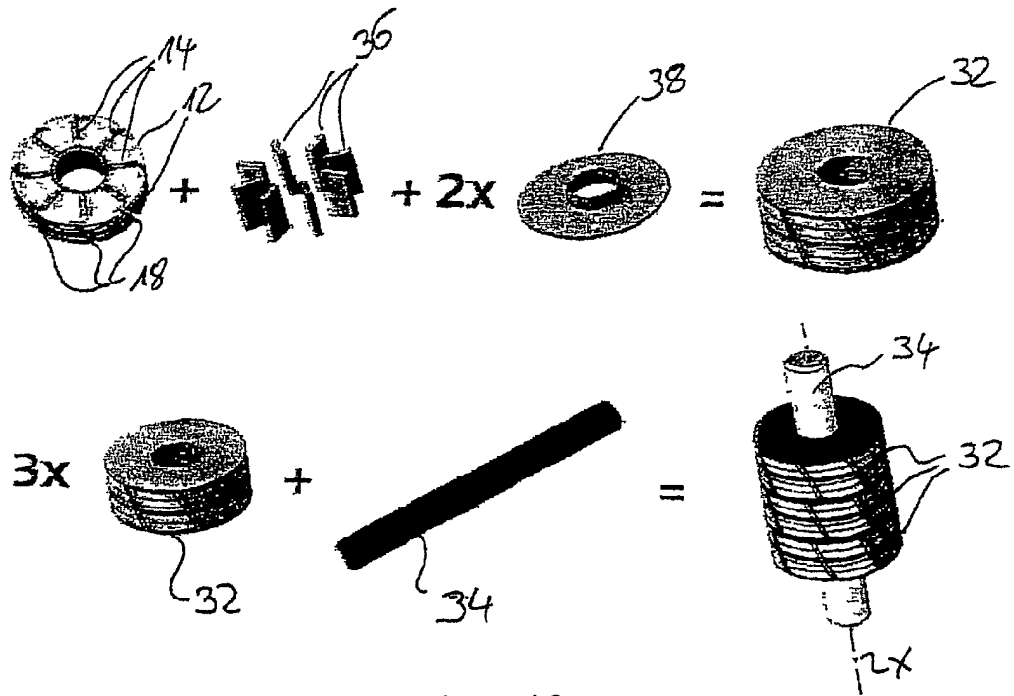
Фиг. 9



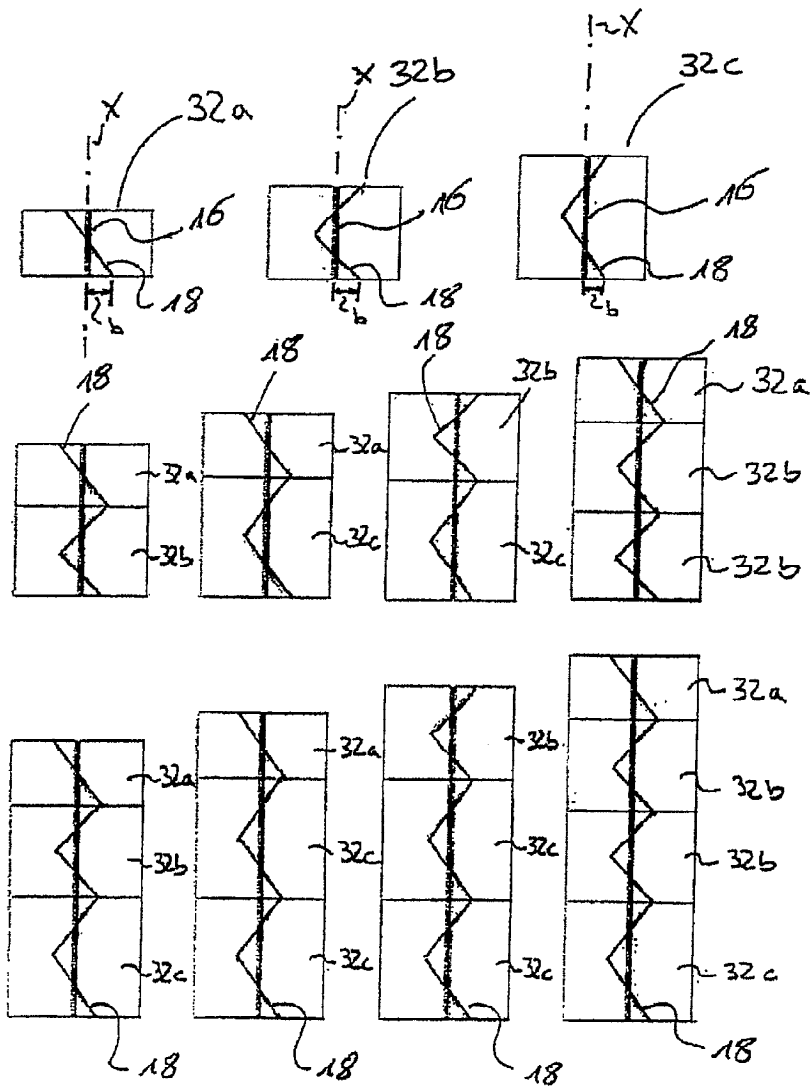
Фиг. 10



Фиг. 11



Фиг. 12



Фиг. 13