

РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ

(19) **BG**

(11) **64573 B1**  
7(51) H 01 F 27/25



ОПИСАНИЕ КЪМ ПАТЕНТ

ЗА

ИЗОБРЕТЕНИЕ

ПАТЕНТНО ВЕДОМСТВО

(21) Регистров № 105300  
(22) Заявено на 01.03.2001  
(24) Начало на действие  
на патента от: 02.09.1999

Приоритетни данни

(31) 09/146,501 (32) 02.09.1998 (33) US

(41) Публикувана заявка в  
бюлетин № 10 на 31.10.2001

(45) Отпечатано на 29.07.2005

(46) Публикувано в бюлетин №7  
на 29.07.2005

(56) Информационни източници:

(62) Разделена заявка от рег. №

(73), (72) Патентоприетжател(и) и изобретател(и):  
**LENNART HOEGLUND, LINKOEPING,  
BLAESTADSGATAN 126 (SE)**

(74) Представител по индустриална  
собственост:  
**Фани Владимирова Божинова,  
1000 София, п. к. 728**

(86) № и дата на PCT заявка:  
**PCT/SE1999/001518, 02.09.1999**

(87) № и дата на PCT публикация:  
**WO2000/014753, 16.03.2000**

(54) МАГНИТОПРОВОД НА ТРАНСФОРМАТОР

(57) Магнитопроводът съдържа най-малко едно стебло и поне една част на ярем, в който напречното сечение на стеблото или стеблата е правилен многоъгълник с множество ръбове с повече от четири ръба. Магнитопроводът е съставен от пръстени, навити от ленти с постоянна ширина, като са осъществени добри електрически характеристики. Производството на трансформатора е улеснено, при това са избегнати загубите на материал.

17 претенции, 17 фигури

**BG 64573 B1**

**(54) МАГНИТОПРОВОД НА ТРАНСФОРМАТОР****Област на техниката**

Изобретението се отнася до магнитопроводи на трансформатори, по-специално до магнитопроводи на трифазни и еднофазни трансформатори, съдържащи стебла с множество ръбове.

**Предшестващо състояние на техниката**

Обикновено магнитопроводите на трифазните трансформатори са изготвени от изрязани трансформаторни пластини с E и I форми, за малките трансформатори, и с правоъгълни пластини, които са разположени ръб до ръб, за големите трансформатори. Те имат недостатък, че магнитното поле трябва да премине през ръбовете от пластина към пластина и че магнитното поле трябва да измине ненужно дълъг път, при това, не винаги по направление на магнитната ориентация.

Конструкторите на магнитопроводи на трансформатори се стремят да получат стебла с по същество кръгло напречно сечение, защото това осигурява най-добра ефективност на трансформатора като цяло. Все пак, винаги се налага вземане на компромисно решение между ефективността и производствените изисквания, водещо до неоптимални магнитопроводи на трансформатори с некръгли стебла.

Досега лентовите магнитопроводи на трифазни трансформатори са били трудни за произвеждане. Ефективността на магнитопровода може да бъде увеличена чрез нарязване на ленти с променяща се ширина и чрез навиване на пръстени, на които се придава кръгло напречно сечение за еднофазните трансформатори и полукръгло сечение за трифазните трансформатори. Този метод довежда до големи загуби на материал, а процесът на навиване изисква време.

US 4 557 039 (Manderson) описва метод за производство на магнитопроводи на трансформатори, използващ електротехническа стоманена лента, имаща приблизително линейно скосяване. Чрез избиране на подходящото скосяване са произведени стебла на магнитопровод с при-

близително шестоъгълно или с по-висока степен на доближаване до кръглото напречно сечение. Все пак, скосените ленти са трудни и се изисква доста време за производството им, а конструкцията не е добре пригодена за масово производство.

На фигури 1a-1c е показан магнитопроводът на трансформатор (Manderson), обозначен като цяло с 10. Магнитопроводът има обикновена делта-форма, която се вижда в перспективен изглед от фигура 1, с три стебла, свързани с ярми. На фигура 1a е показан изглед на напречното сечение преди финалното сглобяване на трансформатора. Магнитопроводът съдържа три идентични пръстеновидни части 12, 13 и 14, чиято форма е показана на фигура 1. Всяка пръстеновидна част изпълнява ролята на едната половина на две от стеблата на магнитопровода с общо шестоъгълно напречно сечение, фигура 1a, тъй като е осъществено присъединяване на частите на трите стебла на трифазния трансформатор. Пръстеновидните части са навити първоначално от ленти с постоянна ширина до три идентични пръстена 12a, 13a, 14a с ромбично напречно сечение, имащо два ъгъла от 60° и два ъгъла от 120°. Тези пръстеновидни части 12a-14a образуват основните пръстени. Ориентацията на лентите също се вижда на фигури 1a и 1b. Извън основните пръстени, във всяка пръстеновидна част, има и съответен външен пръстен 12b, 13b, 14b с напречно сечение във формата на правилен триъгълник. Външните пръстени са навити от ленти с постоянно намаляваща ширина.

Когато трите пръстеновидни части 12-14 са събрани заедно, фигура 1b, те оформят три стебла с шестоъгълно напречно сечение, върху които са разположени трансформаторните намотки.

Недостатъкът на това решение е, че всеки размер на трансформатора изисква свое собствено нарязване на лентите. Освен това, външните пръстени 12b-14b са направени от ленти с намаляваща ширина, водещо до загуба на материал, а това прави трансформатора, произведен съгласно цитирания по-горе US патент, труден за произвеждане.

Магнитопроводи на трансформатори са описани и в следващите патентни документи: SE 163 797, US 2 458 112, US 2 498 747, US 2 400 184, US 2 544 871. Споменатите по-горе

проблеми не са преодолени от магнитопроводите, описани в тези документи.

#### Техническа същност на изобретението

Задачата на изобретението е да се осигури магнитопровод на трансформатор, в който енергийните загуби са минимизирани.

Друга задача на изобретението е да се осигури магнитопровод на трансформатор, който е лесен за произвеждане и който избягва загубите на материал.

Друга задача на изобретението е да се осигури метод за произвеждане на трансформатор, който е пригоден добре за масово производство.

Изобретението е основано на реализирането на магнитопровод на трансформатор с едно или повече стебла с множество ръбове с повече от четири ръба и може да бъде навит от лентов материал с постоянна ширина.

Съгласно изобретението е осигурен магнитопровод на трансформатор, съдържащ най-малко едно стебло и най-малко един ярем, в който напречното сечение на споменатото поне едно стебло е правилен многоъгълник с повече от четири ръба. Съгласно изобретението магнитопроводът е изготвен от пръстени, навити от ленти с постоянна ширина.

Предпочитаните примерни изпълнения са дефинирани в зависимите претенции.

#### Описание на приложените фигури

Изобретението е описано чрез примери с позоваване на фигурите, от които:

фигура 1 представлява перспективен изглед на магнитопровода на трифазен трансформатор от предшестващото състояние на техниката, изготвен от пръстени с ромбично и с триъгълно напречни сечения;

фигури 1a и 1b - напречни сечения на магнитопровода, показан на фигура 1, съответно, преди и след сглобяването му;

фигура 2 - перспективен изглед на магнитопровод на трифазен трансформатор съгласно изобретението със стебла с шестоъгълно напречно сечение;

фигури 2a и 2b - напречни сечения на магнитопровода, показан на фигура 2, съответно, преди и след сглобяването му;

фигури 3a и 3b - напречни сечения на алтернативен магнитопровод на трансформатор с шестоъгълно напречно сечение на стеблата, съответно, преди и след сглобяването му;

5 фигура 4 - перспективен изглед на магнитопровод на трифазен трансформатор с осмоъгълни стебла;

фигура 4a - напречно сечение на магнитопровода, показан на фигура 4;

10 фигура 5 - напречно сечение на стебло на трансформатор с десет ъгъла;

фигура 6 - напречно сечение на стебло на трансформатор с дванадесет ъгъла;

15 фигури 7-9 - конструкция за въздействие върху индуктивността на разсейване и върху хармониците в трифазен трансформатор;

фигура 10 - напречно сечение на магнитопровод на трифазен трансформатор със специално оформени яреми за подобряване на магнитния поток;

20 фигура 11 - магнитопровод на трифазен трансформатор със стебла, които са разположени по една ос;

25 фигури 12-14 - магнитопровод на еднофазни трансформатори съгласно изобретението;

фигури 15-17 - по-нататъшни усъвършенствания на формата на напречното сечение на магнитопровода на трансформатор.

#### 30 Примери за изпълнение на изобретението

По-долу са описани предпочитани примерни изпълнения на магнитопровод на трифазен трансформатор съгласно изобретението.

35 Фигура 1 е описана във връзка с предшестващото състояние на техниката и няма да бъде обяснявана повече.

На фигура 2 е показан магнитопровод на трифазен трансформатор съгласно изобретението, означен като цяло с 20. Неговата форма като цяло е подобна на тази на магнитопровода от предшестващото състояние на техниката, показан на фигура 1, с обща делта-форма, но конструирана по напълно различен начин.

40 Магнитопроводът е изграден от три пръстеновидни части 22, 23, 24, съдържащи по няколко пръстена. Те са изградени с две ширини, широка и тясна, при което тесните пръстени са изготвени от лента с половината ширина от тази на широките пръстени. Освен това, те са с две

височини, ниска и висока, при което тези с ниска височина имат половината височина от високите пръстени. Тези дефиниции са използвани в цялото описание. Лентите са изготвени, за предпочитане, от трансформаторни пластини.

Всяка от пръстеновидните части 22-24 съдържа широк и висок основен пръстен 22a-24a, подобен на този, описан във връзка с фигура 1. Следователно, по двойки, тези пръстени формират четири от страните в шестоъгълните стебла. Остатъчните ромбове в стеблата са изградени по различен начин, фигури 2a и 2b, в сравнение с предшестващото състояние на техниката.

В първото стебло 25, в основата, допълнителното ромбично напречно сечение е съставено от два ромбоида. Първият, означен с 24b и принадлежащ на кръгообразната част 24, е широк нисък пръстен. Вторият, означен с 22b, принадлежащ на пръстеновидната част 22, е тесен висок пръстен.

Във второто стебло 26 вдясно на фигура 2, допълващото ромбично сечение е съставено от един ромбоид и два ромба. Ромбоидът е изпълнен от тесен висок пръстен 22b, принадлежащ на пръстеновидната част 22.

Ромбовете са изпълнени от два ниски пръстена 23b, 23c, принадлежащи на пръстеновидната част 23.

В третото стебло 27, показано в лявата страна на фигура 2, допълнителното ромбично напречно сечение също е съставено от един ромбоид и два ромба. Ромбоидът е съставен от широк нисък пръстен 24b, принадлежащ на пръстеновидната част 24. Ромбовете са изпълнени от два тесни ниски пръстена 23b, 23c, принадлежащи на пръстеновидната част 23. Причината, поради която пръстеновидната част 23 е съставена от два ниски тесни пръстена, вместо от един висок пръстен е, че този висок пръстен не би могъл да бъде едновременно и тесен, и висок, както се изисква в лявото стебло 27, нито пък, и широк, и нисък, както се изисква в дясното стебло 26. Поради тази причина вместо това са използвани два тесни ниски пръстена.

Всички горни и долни яреми, свързващи стеблата 25-27, имат различни форми и всички са изградени от един основен пръстен, който има голямо ромбично напречно сечение плюс един пръстен с ромбоидно напречно сечение или два пръстена с малко ромбично напречно сечение.

Това осигурява на всички яреми една област с едно и също общо напречно сечение.

Ромбичното пространство извън основните пръстени, естествено, би могло да бъде изпълнено в съответствие и с двата основни принципа. Второ примерно изпълнение ще бъде описано с позоваване на фигури 3a и 3b. Магнитопроводът, общо означен с 30, има същата обща форма както в първото примерно изпълнение, описано по-горе. Все пак, в това примерно изпълнение магнитопроводът съдържа три идентични пръстеновидни части 32-34, от които ще бъде описана най-дясната 32. Пръстеновидните части 32-34 са подобни на частта 23, описана във връзка с фигура 2. В първото стебло 35, частта 32 съдържа два тесни ниски пръстена 32b, 32c, в които тесният пръстен 32c е навит външно върху пръстена 32b. Във второто стебло 36, частта 32 има два пръстена 32b, 32c, разположени един до друг, фигура 3a.

Останалите две части 33, 34 са идентични на първата 32. Следователно, производството на магнитопровода като правило би могло да бъде по-просто, в зависимост от обема на производството, защото всичките три пръстеновидни части 32-34 биха могли да бъдат изготвени от една и съща заготовка.

Следваща възможност е да се изготвят широки ниски пръстени и частите на стеблото да се завъртят на  $60^\circ$ , принуждавайки съответстващо насочване на частите на ярема. След това частите на ярема изискват повече пространство и насочването не е толкова лесно да се изпълни. Направата на тесни високи пръстени и завъртането и насочването, както беше обяснено, също е възможно, но е трудно. Възможни са, също, допълнителни варианти, включително и тези с по-малко съставни части.

Магнитопровод с осмоъгълни стебла, обозначен общо с 40, ще бъде описан с позоваване на фигури 4 и 4a. В осмоъгълното напречно сечение, виж например задното стебло 45, страните са завъртени на  $45^\circ$ , което означава, че те имат относителен ъгъл от  $135^\circ$  една спрямо друга. По този начин, три ромба, всеки с ъгъл от  $45^\circ$ , заемат пространството с най-вътрешните ръбове на стеблата на магнитопровода. Извън тези ромбове са изпълнени два квадрата чрез пръстени с квадратно напречно сечение. Накрая, един ромб запълва остатъка до осмоъгълното напречно

но сечение на стеблото.

От тези шест напречни подсечения, три подсечения образуват напречното сечение на профилиран пръстен, отиващ към второто стебло 46. Оставащите подсечения образуват напречното сечение на профилиран пръстен, отиващ към третото стебло 47. Има също и един профилиран пръстен, свързващ второто и третото стебла 46, 47.

Трите профилирани пръстена съдържат по два пръстена с еднакви части на стеблата. Първият пръстен 42а, 43а, 44а има ромбично напречно сечение и три части на яреми са насочени на  $15^\circ$ . Вторият пръстен 42b, 43b, 44b, който е извън първия пръстен, е квадратен и следва формата на първия пръстен 42а-44а.

Използвайки решението от примерните изпълнения с шестоъгълни стебла, описано с позоваване на фигури 2 и 3, два външни ромба образуват напречното сечение на един външен пръстен с части на ярема, насочени на  $15^\circ$ . Алтернативно, два вътрешни ромба образуват един вътрешен пръстен, но насочен на  $60^\circ$ . Следващият пръстен трябва да представлява един външен ромб, в едното стебло, и един вътрешен ромб, в другото стебло, и да бъде насочен на  $30^\circ$ . Предпочитан е типът профилиран пръстен, защото е трудно да се насочи пръстен на  $60^\circ$  и да се избегне един пръстен с един вътрешен и с един вътрешен ромб.

В частта 42, третият пръстен 42с има ромбично напречно сечение в частта на стеблото и е разположен най-извън задното стебло 45, но вътре в дясното стебло 46. Тези ромбове на частите на стеблото са получени чрез разполагане на външните ленти на пръстена надясно върху дясното стебло 46 и наляво върху задното стебло 45. Нещо повече, стеблата са завъртени асиметрично на  $30^\circ$  и съответно на това са насочени частите на ярема. На пръстена е дадена такава периферия, която лежи извън другите кръгове. Крайният резултат се вижда на фигура 4.

Едно стебло с десет страни, обозначено общо с 50, ще бъде описано с позоваване на фигура 5. Всичките профилирани пръстени съдържат по четири пръстена с еднакви части на стеблото. Първият пръстен 50а, вторият пръстен 50b и третият пръстен 50с, с ромбично напречно сечение на техните части на стеблата, са присъединени към сечението с десет страни. По този

начин те имат ъгли  $36^\circ$ ,  $72^\circ$  и  $108^\circ$  и частите на яремите им са насочени на  $24^\circ$ . Четвъртият пръстен 50d, имащ ромбоидно напречно сечение с ъгъл  $36^\circ$ , лежи, основно, върху първия пръстен 50а. Неговите части на стеблото са завъртени навън на  $24^\circ$ , предизвиквайки насочване на  $48^\circ$  на неговите части на ярема. Четвъртият пръстен също предизвиква частите на яремите на третия кръг 50с да осъществят по-голяма дъга, за да се осигури пространство. Пети пръстен 50е има ромбично напречно сечение в стеблото с ъгъл  $144^\circ$ , когато лежи извън третия пръстен 50с, но пръстенът има ромбично сечение с ъгъл  $72^\circ$ , когато лежи извън четвъртия пръстен 50d. Яремите са насочени само на  $12^\circ$ . Стрелките на фигурата показват, че напречното сечение 50е принадлежи на различно профилирани пръстени. Има и един канал 51, подходящ за охлаждане на стеблата. В едно алтернативно примерно изпълнение каналът е изпълнен като пръстен. Това е предимство, когато пръстените са свързани чрез осигуряване на възможност магнитното поле да преминава през тях. Пространството може, например, да бъде осигурено по такъв начин, че горната част на пръстените 50с получава ново ромбично напречно сечение с ъгъл  $72^\circ$ , предизвиквайки оформянето на каналите 52а и 52b. Понататък, частите на пръстена 50с в дясно могат да са притиснати към пръстена 50е, чрез което се оформят пространствата 53а и 53b.

Възможно е да се осигури магнитопровод на трифазен трансформатор даже и с повече ъгли. Фигура 6 показва магнитопровод с 12 стени, обозначен общо с 60. Профилираните пръстени са съставени от по четири пръстена 60а-60d с ромбично напречно сечение с ъгли  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $90^\circ$  и  $120^\circ$ , които са присъединени, за да образуват заедно напречно сечение с 12 страни и са обърнати на  $15^\circ$ . Вътре в тези пръстени има два пръстена 60е, 60f с ромбично напречно сечение с ъгли, съответно,  $30^\circ$  и  $60^\circ$ , които са обърнати навън на  $15^\circ$ . Свързано с петия и шестия пръстени 60е, 60f съществува пространство за пръстен 60g с ромбично напречно сечение с ъгъл  $30^\circ$ , обърнат навън на  $45^\circ$ . Другата част на стеблото е правоъгълна извън шестия пръстен 60f и е обърната навън на  $15^\circ$ . Върху пръстена 60d има пространство за пръстен 60h с ромбично напречно сечение с ъгъл  $150^\circ$ , а другото стебло е правоъгълник, свързан към пръстена 60d и извън пръсте-

на 60f. Цялото напречно сечение е завършено. Частите на ярема са разделени чрез осигуряване на малко по-широки дъги, за да се осигури пространство за други части на ярема.

Добрите характеристики на тези магнитопроводи на трансформатори могат да бъдат даже подобрили за някои приложения на трансформатора, фигура 7. Индуктивността на разсейване може лесно да бъде увеличена чрез допълнителен магнитопровод 29 от ленти, разположен между първичната и вторичната намотки на трансформатора. Лентите са закрепени заедно на върха и на дъното на магнитопровода. Лентите могат да бъдат разпръснати около цялата първична намотка или да бъдат концентрирани в едно място, създавайки вторична ексцентрична намотка.

Нелинейните магнитни характеристики на желязото причиняват появата на хармоници в магнитните полета, напреженията и токовете.

Допълнително стебло, разположено в центъра на магнитопровода, няма да провежда никакво магнитно поле за предпочитане, при условия на симетрия и липса на изкривяване на трите фази. Обичайните компоненти в напрежението на фазата, като третият хармоник, ще бъдат повлияни от това централно стебло.

Възможна е комбинация от ленти между навивките и от централно стебло.

В едно примерно изпълнение централното стебло е изготвено от три правоъгълни полюса 80 от ленти, осигуряващи височина, равна на три пъти ширината, разположени един върху друг за образуване на квадратно сечение, както е показано на фигура 8. Това, за предпочитане, е и традиционното решение с триъгълно сечение, което съдържа полюси с ромбично напречно сечение, в което са събрани трите, за да оформят един пакет с ръбове на лентата, разположени един срещу друг във форма на вълна (фигура 9). Трите пакета са събрани заедно с малка дистанция, за да оформят едно стебло с напречно сечение, доближаващо триъгълник. Краищата на полюсите са насочени навън, за да достигнат яремите. За да е възможно да се осъществят насочванията между полюсите са необходими пространства. Пространствата не влияят върху магнитните характеристики, защото един полюс от всеки пакет 91a-91c, 92a-92c, 93a-93c е насочен към всеки от яремите. Също така, лентите са най-малко

върху една страна, успоредна на пространствата.

Прът, навит от лента във форма на спирала или на бобина, е полезен, по-специално, ако има въздушни междини между централното стебло и яремите. Спиралата може да бъде изготвена по-широка в краищата, за да се намалят въздушните междини към яремите.

Гъвкавостта при изграждане на магнитопроводите като този е добра и е показана на фигура 10. Фигурата показва магнитопровода, описан във връзка с фигура 4. По-голяма част на магнитния поток може да премине от един профилиран пръстен към друг в стеблата, където те са допрени един до друг. Това позволява завъртането на по-големи потоци в триъгълника на ярема.

С настоящото изобретение е възможно, също така, да се осигури магнитопровод на трифазен трансформатор с източени нагоре стебла. Това осигурява предимството, че трансформаторът е по-тесен от този, който има магнитопровод с делта-форма. Този тип трансформатор е идеален за разполагане във влакови вагони.

Фигура 11a показва напречното сечение на трансформатор с осмоъгълни стебла. Всички стебла съдържат по четири ромба с ъгъл 45° и два квадрата. Пръстените, разположени между съседните стебла, са видими на фигурата, докато тези, разположени между другите стебла, са почти изцяло скрити.

С цел да се създадат магнитопроводи на трансформатори от този вид, частите на стеблата трябва да бъдат насочени, а след това могат да бъдат насочени и частите на яремите и да бъдат напасвани едни към други. Има няколко решения, едно от които е показано на фигурата. Частите на стеблата на кръговете са насочени навън, а частите на яремите са насочени навътре, или обратното. Формата на частите на ярема е ограничена от ограничените възможности за пластична деформация, но, от друга страна, частите на ярема могат да бъдат с каквато и да е форма. Съгласно фигура 11 трябва да има остри насочвания и прави части на ярема.

Пръстените могат, също така, да бъдат разположени един върху друг, даващи заоблени насочвания с цел да се спести материал.

Яремите между лявото стебло 115 и централното стебло 116 са изградени от пръстен 112a с ромбично напречно сечение в частта на стеблото, и от пръстен 112b е с квадратно напречно

сечение, като и двете части са насочени на  $22.5^\circ$ , а един ромбичен пръстен 112с е завъртян на  $67.5^\circ$  в частите на стеблото. Пръстените 112а и 112b прилягат вътре в осмоъгълниците близо до страната на ярема, докато пръстенът 112с приляга вътре в отсрещната страна.

Яремът между централното стебло 116 и дясното стебло 117 може да бъде разположен само в централното стебло в оставащата позиция 114а-114с. Напречните сечения на лявото и дясното стебла 115, 117 са минимални изображения към централното стебло 116 така, че пръстените протичащи в централното стебло, са симетрични. Вътрешните пръстени 114а, 114b имат позиция на присъединяването им в дясното стебло 117. Все пак, пръстенът 114с, който има квадратно напречно сечение в частите на стеблото протича към най-близката позиция с квадратно сечение в дясното стебло. Причината за това е, че пръстенът 113а с квадратно напречно сечение между външните стебла е във външна позиция върху частите на ярема, които вече присъстват с цел да достигнат лявото стебло.

Обръщането на яремите е възможно да не се осъществи. В едно друго примерно изпълнение, вместо това, е използвана силно наклонена прегъвка. Тя е показана за пръстен 114с, имащ най-късия ярем. Прегъвката започва на единия край на ярема и завършва на другия край, отбелязани на фигура 11 с 118а, за по-долния ярем, и с 118b, за по-горния ярем. Също така, яремите могат да бъдат подразделени на няколко тесни пръстена.

И еднофазните трансформатори, също така, ще бъдат по-ефективни, ако им е придадено многоъгълно напречно сечение. Фигура 12 показва трансформатор с осмоъгълно напречно сечение, съставено от пръстени със същото напречно сечение, както пръстените в трифазните трансформатори, но с контур за обратен ход, преминаващ най-близкия път извън навивките. Пръстените могат да бъдат размествани и пак да образуват осмоъгълно напречно сечение. Малко намаление на количеството на пластините може да бъде получено например чрез осъществяване на свързване на лявото на пръстена, свързано към най-дясното на фигурата. Тяхното напречно сечение трябва да бъде променено към ромбична форма, близка до правоъгълната форма.

Магнитопровод с две стебла може да бъ-

де изготвен от трифазните конструкции чрез насочване на пръстените от едно стебло заедно така, че да оформят само още едно стебло. Магнитопроводът, показан на фигура 13, е с осмоъгълно напречно сечение на стеблата му. Завъртането на трите части на стеблото е на  $45^\circ$ , а насочването е  $45^\circ$ . Пръстенът с правоъгълно напречно сечение и двата пръстена, извън този пръстен, не са деформирани. Магнитопроводите с шестоъгълни стебла се нуждаят само от три пръстена, изготвени от ленти с една и съща ширина.

Ако ръбовете на този осмоъгълник, където са събрани три ромба, е поставен най-навътре в магнитопровода, обръщанията ще бъдат само на  $22.5^\circ$ , с изключение на ромба в средата, който трябва да бъде завъртян на  $67.5^\circ$ . Заместването на този ромб с един пръстен със стъпала, наподобяващи ромба, е по-реалистично и е показано на фигура 14. По-нататъшно усъвършенстване е направено чрез оставяне стъпалата да достигнат кръга, увеличавайки, по този начин, общото напречно сечение.

Сегментите извън многоъгълното стебло могат да бъдат изпълнени от тънък пръстен от лента с около половината ширина и с цялата височина на сегмента, навит с неговата пълна ширина. Прегъвките в лентите по продължение на средата на ромба, показани на фигура 15, изготвят две страни към една плоска страна, образувайки триъгълник, страните на който са в контакт с магнитопровода. С около  $2/3$  ширина и  $8/9$  височина, една прегъвка в ръба на най-вътрешната лента прави едно трапецовидно сечение като това на фигура 16. Напречното сечение, също така, може да бъде закръглено.

Чрез използване на ленти с постоянна ширина, на частите на стеблото може да се придаде форма на напречното сечение, близка до формата на кръга, фигури 17, 17а и 17b. Дясното стебло 172 във фигура 17 ще бъде описано като пример с позоваване на фигура 17а, на която е показано напречното сечение на това стебло. Най-навътре са разположени пръстени 173 например с  $80\%$  от цялата ширина и с височина  $9\%$  от неговата ширина. Има три пръстена, описващи периферно кръг (фиг. 17а).

Четири от шестте сегмента са били изпълнени от магнитен материал, а лентите, извън сглобения магнитопровод, могат да се използват за

изпълнение на другите сегменти.

Пръстен 174 може да бъде разположен върху външните страни на шестоъгълниците.

Друго примерно изпълнение е показано на фигура 17b, в което пръстенът 174 е заместен от по-широки ленти в други пръстени.

Някои от предимствата на магнитопровода на трансформатор съгласно изобретението вече бяха споменати. Другите предимства са: пониски загуби в товара, по-ниско тегло, по-ниско електрическо разсейване, намаляване на хармониците, дължащи се на симетрията на фазите на трифазния трансформатор, лесно техническо обслужване и други.

По-горе са описани предпочитани примерни изпълнения на магнитопровода на трансформатор съгласно изобретението. За специалисти в областта е очевидно, че те могат да бъдат променени в обхвата на претенциите.

#### Патентни претенции

1. Магнитопровод на трансформатор, съдържащ три стебла и части на ярем, свързващи стеблата, в които напречното сечение на стеблата е многоъгълник с повече от четири ръба, характеризира се с това, че магнитопроводът е изпълнен от пръстени, изготвени от ленти с постоянна ширина, в който всеки от пръстените изгражда част от две от стеблата.

2. Магнитопровод на трансформатор съгласно претенция 1, характеризира се с това, че стеблата имат шестоъгълно напречно сечение.

3. Магнитопровод на трансформатор съгласно претенция 2, характеризира се с това, че той съдържа девет пръстена.

4. Магнитопровод на трансформатор съгласно претенция 3, характеризира се с това, че той съдържа три пръстена с първа ширина и първа височина и шест пръстена с втора ширина, съответстваща на половината от първата ширина, и втора височина, съответстваща на половината от първата височина.

5. Магнитопровод на трансформатор съгласно претенция 4, характеризира се с това, че има първа (32), втора (33) и трета (34) пръстеновидни части, при което всяка пръстеновидна част съдържа: първи пръстен (32a, 33a, 34a), навит от ленти с първата ширина до първата височина, а напречните сечения на тези пръстени

са ромбични с два ъгъла от  $60^\circ$ , втори пръстен (32b, 33b, 34b), навит от лента с втората ширина, съответстваща, по същество, на половината от първата ширина, до втората височина, по същество, съответстваща на половината от първата височина, като вторият пръстен, имащ ромбично напречно сечение, е разположен върху първия пръстен (32a, 33a, 34a), трети пръстен (32c, 33c, 34c), навит от лента с втората ширина до втората височина, като вторият пръстен, имащ ромбично напречно сечение, е разположен в една позиция върху първия пръстен (32a, 33a, 34a), съседна на първия пръстен, и в друга позиция върху втория пръстен, а първата, втората и третата пръстеновидни части са свързани, чрез което е оформен магнитопроводът на трифазен трансформатор с три стебла с шестоъгълно напречно сечение.

6. Магнитопровод на трансформатор съгласно претенция 2, характеризира се с това, че съдържа седем пръстена.

7. Магнитопровод на трансформатор съгласно претенция 6, характеризира се с това, че има първи (22a), втори (23a) и трети (24a) пръстени, които са навити от ленти с първата ширина до първата височина, като напречните сечения на пръстените са ромбични с два ъгъла от  $60^\circ$ , а първият, вторият и третият пръстени са оформящи частите на ярем и заедно оформят триъгълник, при което четвърти пръстен (24b) е навит от лента с първата ширина до втората височина, съответстваща, по същество, на половината от първата височина, като четвъртият пръстен, имащ ромбично напречно сечение, е позициониран върху третия пръстен (24a), пети пръстен (22b) е навит от лента с втората ширина, съответстваща, по същество, на половината от първата ширина, до първата височина, а петият пръстен, имащ ромбично напречно сечение, е разположен върху първия пръстен (22a), шести пръстен (23b) е навит от лента с втората ширина до втората височина, а шестият пръстен, имащ ромбично напречно сечение, е разположен върху втория пръстен (23a), и седми пръстен (23c) е навит от лента с втората ширина до втората височина, а седмият пръстен, имащ ромбично напречно сечение, е разположен върху втория пръстен (23a) и върху шестия пръстен (23b), чрез което е оформен магнитопроводът на трифазния трансформатор с три стебла с шестоъгълно нап-

речно сечение.

8. Магнитопровод на трансформатор съгласно претенция 1, характеризира се с това, че стеблата имат осмоъгълно напречно сечение.

9. Магнитопровод на трансформатор съгласно претенция 8, характеризира се с това, че има първи, втори и трети профилни пръстени, всеки съдържащ три пръстена (42a, 42b, 42c) с две части на стеблата и две части на яремите, при които първият пръстен (42a), имащ ромбично напречно сечение в неговите части на стебло с ъгъл  $45^\circ$ , и с частите на ярем, е насочен на  $15^\circ$  в същата посока, в която е обърната външната страна на неговите части на стеблото, които са приближени една към друга, вторият пръстен (42b), имащ квадратно напречно сечение в неговите части на стеблото, е разположен върху първия пръстен, и третият пръстен (42c), имащ ромбично напречно сечение в неговите части на стебло, като първата част на стеблото има  $45^\circ$  и е разположена главно върху първия пръстен (42a), а втората част на стеблото, имаща  $135^\circ$ , лежи върху втория пръстен (42b), първият, вторият и третият профилни пръстени са свързани, чрез което е оформен магнитопроводът на трифазен трансформатор с три стебла с осмоъгълно напречно сечение.

10. Магнитопровод на трансформатор съгласно претенция 1, характеризира се с това, че стеблата имат напречно сечение с десет ръба.

11. Магнитопровод на трансформатор съгласно претенция 10, характеризира се с това, че има първи, втори и трети профилни пръстени, всеки от които съдържа по пет пръстена (50a-50e) с две части на стеблото и две части на ярема, при което първият пръстен (50a), имащ ромбично напречно сечение в неговите части на стебло, е с ъгъл  $36^\circ$ , вторият пръстен (50b), имащ ромбично напречно сечение в неговите части на стебло, е с ъгъл  $72^\circ$ , третият пръстен (50c), имащ ромбично напречно сечение в неговите части на стебло, е с ъгъл  $108^\circ$ , четвъртият пръстен (50d), имащ ромбично напречно сечение в неговите части на стебло, е с ъгъл  $36^\circ$  и е лежащ главно върху първия пръстен (50a) и неговите части на ярема са обърнати навън на  $24^\circ$ , и петият пръстен (50e), имащ ромбично напречно сечение в неговите части на стебло, е с ъгъл  $144^\circ$ , когато лежи върху третия пръстен (50c), но има ромбично напречно сечение с ъгъл  $72^\circ$ , когато лежи

извън четвъртия пръстен (50d), а извън петия пръстен (50e) има канал (51), подходящ за охлаждане на стеблото, първият, вторият и третият профилни пръстена са свързани, чрез което е оформен магнитопроводът на трифазен трансформатор с три стебла с напречно сечение с десет страни.

12. Магнитопровод на трансформатор съгласно претенция 11, характеризира се с това, че охлаждащи канали (52a, 52b, 53a, 53b) са оформени чрез придаване на останалите части на третия пръстен (50c) на ромбично напречно сечение с ъгъл  $72^\circ$  и чрез преместване на другата външна част на стеблото на третия пръстен към четвъртия пръстен (50e), когато той отива към завършеното стебло.

13. Магнитопровод на трансформатор съгласно претенция 10, характеризира се с това, че напречното сечение с множество ръбове на техните стебла и профилни пръстени, съдържа първа група пръстени с ромбично напречно сечение с различни ъгли, но техните части на стеблото са обърнати на същия ъгъл и са прикрепени към напречното сечение с множество ръбове, а вътре във втора група от пръстени с ромбично напречно сечение с различни ъгли техните части на стебло са завъртени на същия ъгъл и са присъединени към първата група и така натакъ, докато най-вътрешната група достигне пространство за пръстени, като в една от техните части на стеблото е дадено напречно сечение и различно завъртане от това в другата част на стеблото.

14. Магнитопровод на трансформатор съгласно претенция 1, характеризира се с това, че всички пръстени имат ромбично напречно сечение с два ъгъла от  $60^\circ$  и два ъгъла от  $120^\circ$ .

15. Магнитопровод на трансформатор съгласно претенция 1, характеризира се с това, че между навивките има допълнителен магнитопровод (70) от ленти, захванати заедно една към друга на върха и на дъното на магнитопровода.

16. Магнитопровод на трансформатор съгласно претенция 1, характеризира се с това, че има допълнителен магнитопровод в централната линия на най-малко един лентов полюс, а когато има много такива, те са разположени три по три в пакет, като полюси са насочени към всеки ярем.

64573

17. Магнитопровод на трансформатор съгласно претенция 1, характеризиращ се с това, че сегментите между напречните сечения на стелата и вписан в периферията кръг са изпълнени

частично чрез тънки пръстени и/или малко пошироки ленти.

**Приложение: 17 фигури**

---

Издание на Патентното ведомство на Република България  
1113 София, бул. "Д-р Г. М. Димитров" 52-Б

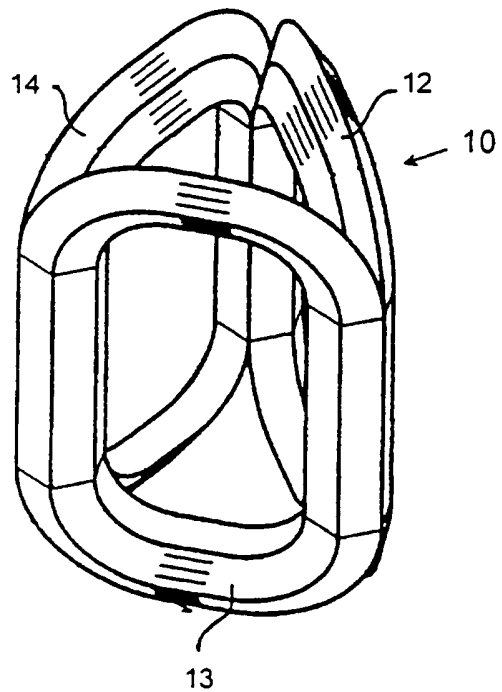
Експерт: Св. Демиревска

Редактор: А. Семерджиева

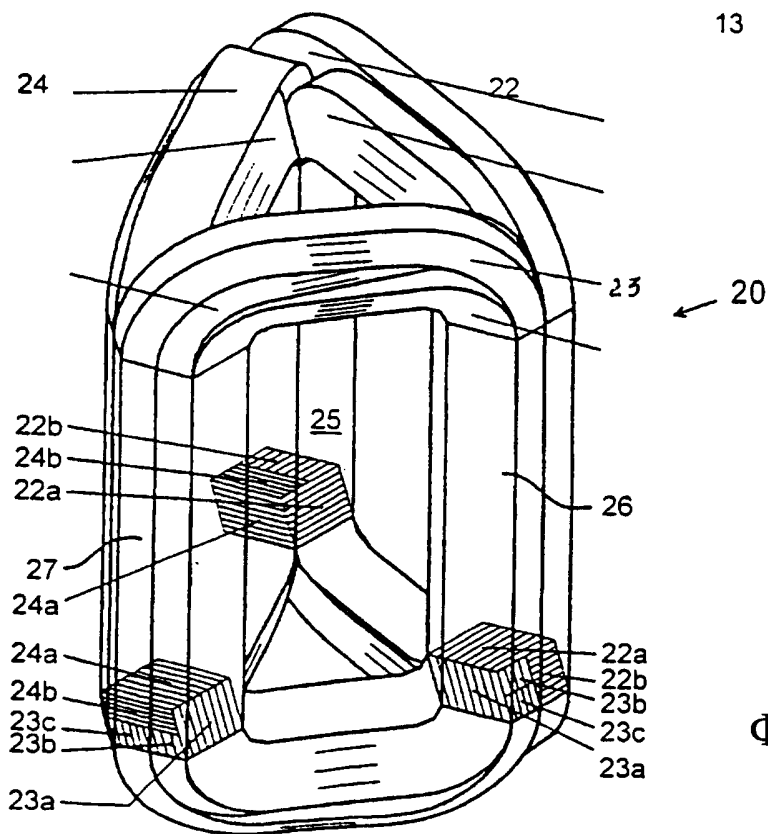
---

Пор. № 42815

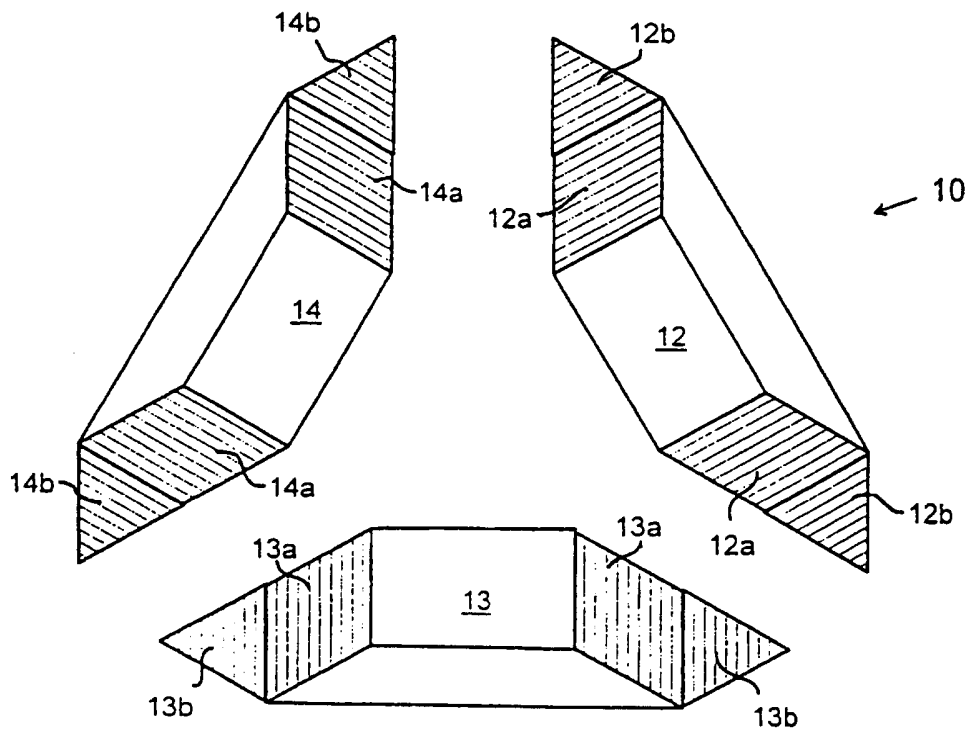
Тираж: 40 ЗС



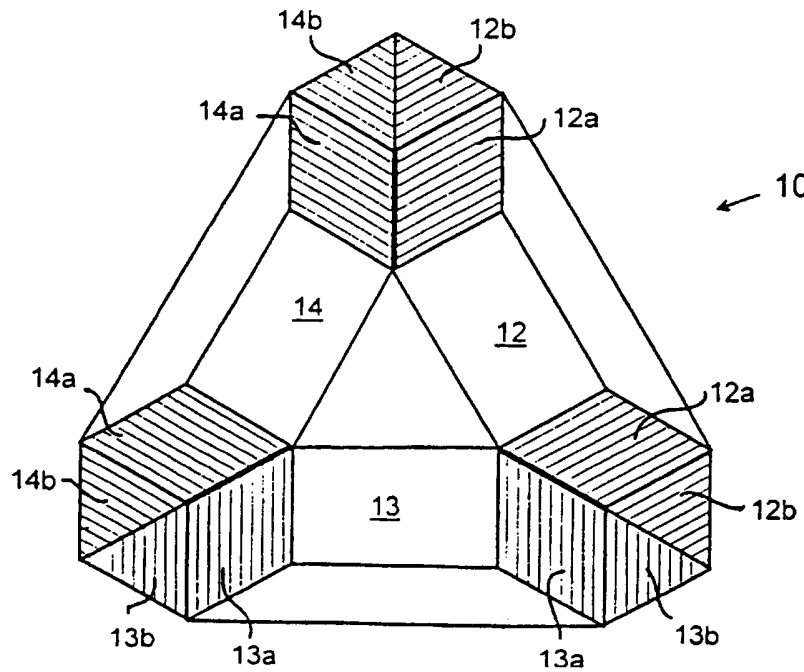
Фиг. 1



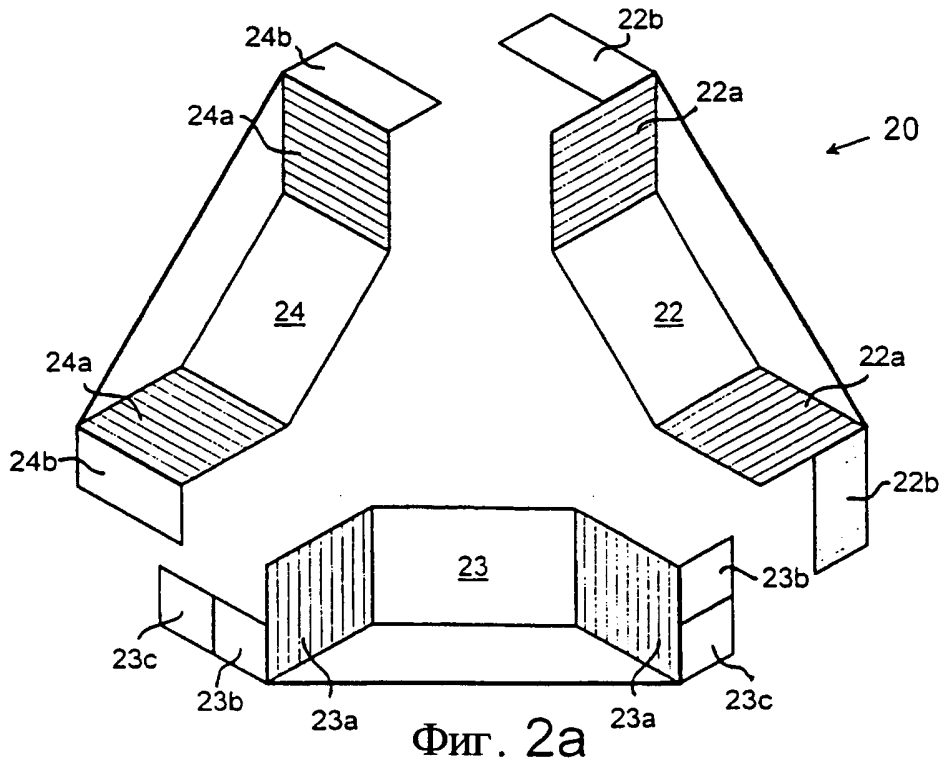
Фиг. 2



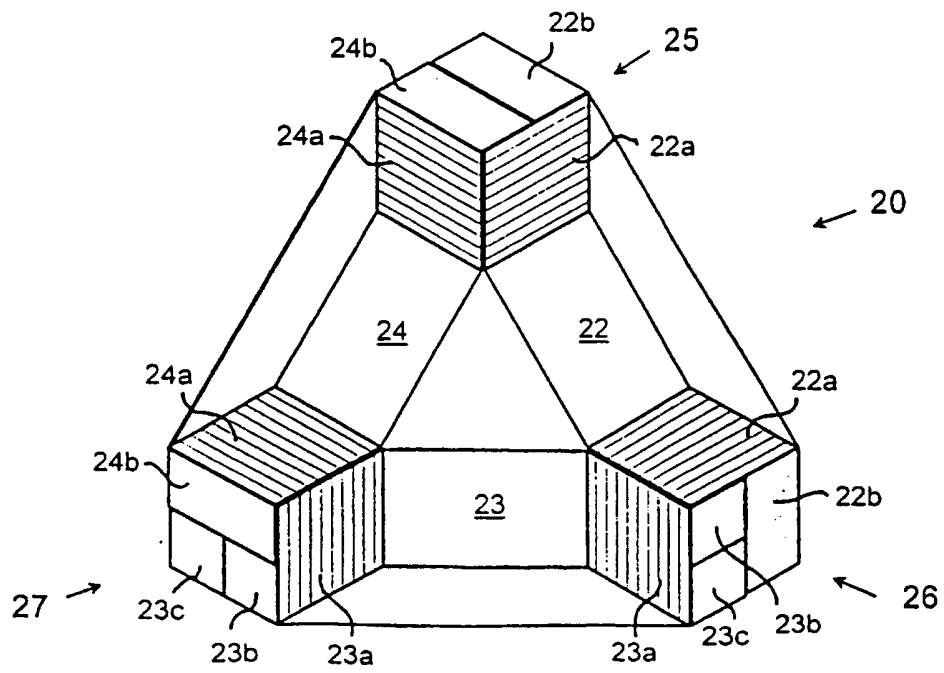
Фиг. 1а



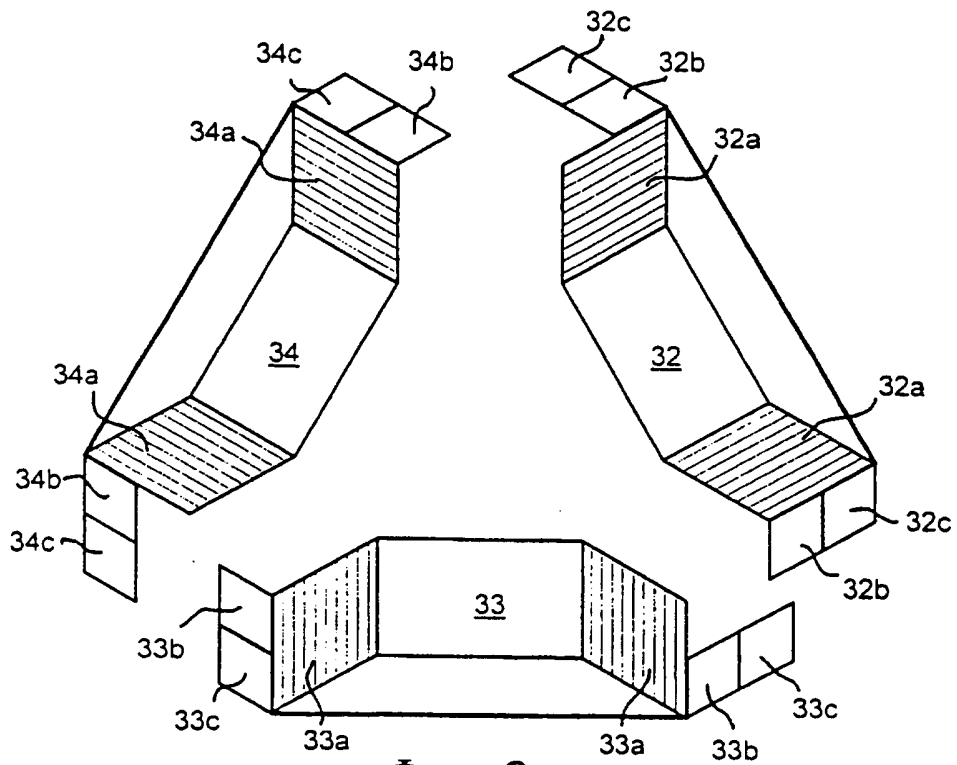
Фиг. 1б



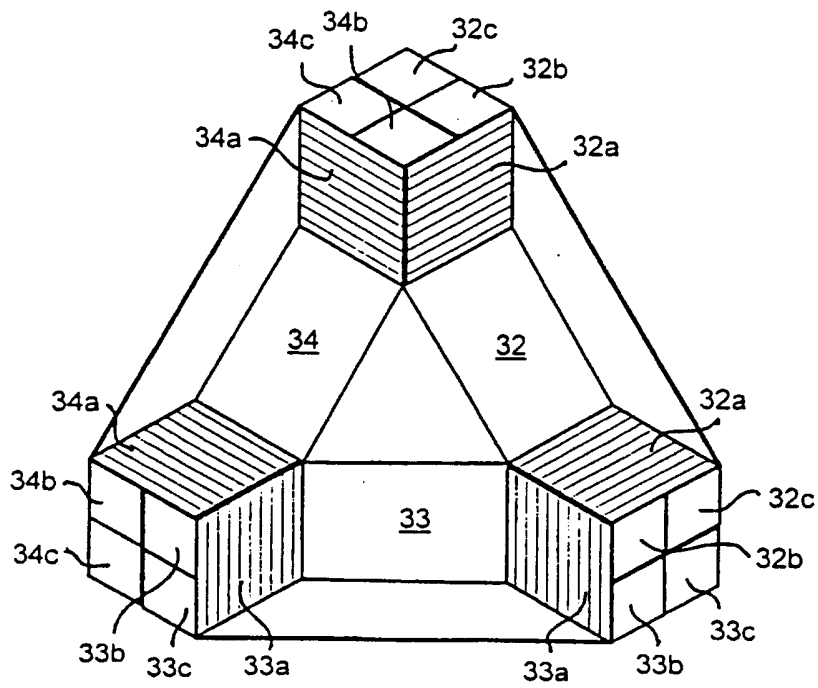
Фиг. 2а



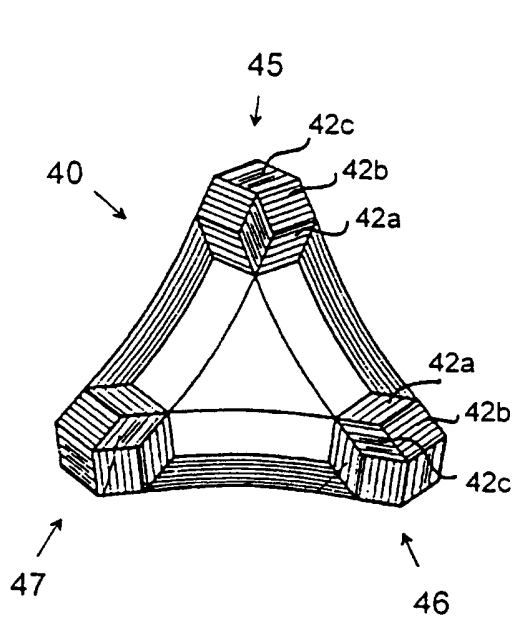
Фиг. 2б



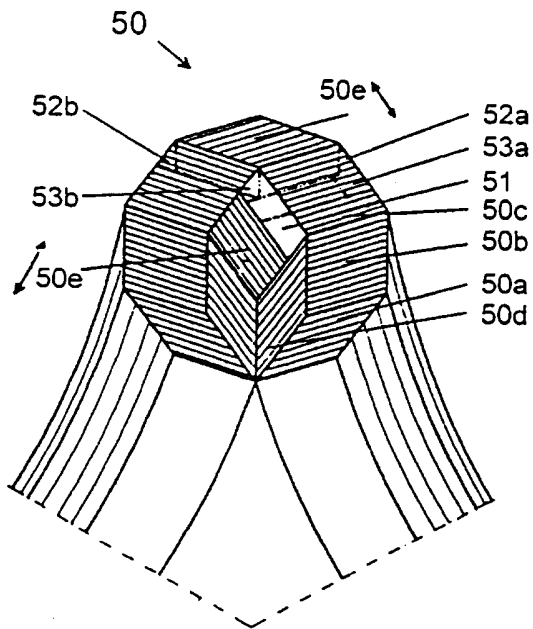
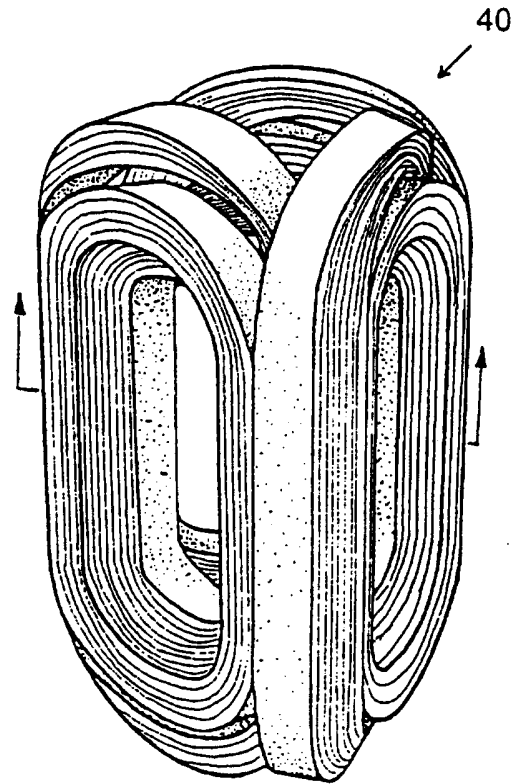
Фиг. 3а



Фиг. 3б

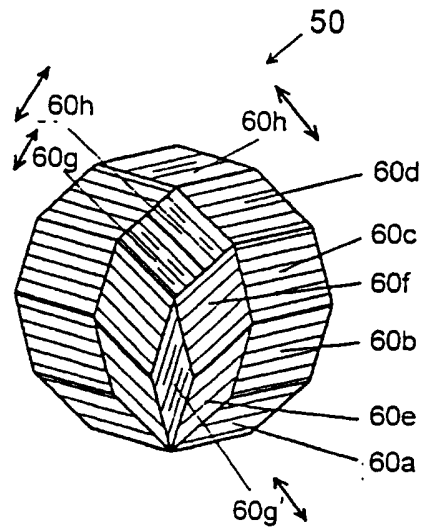


Фиг. 4а

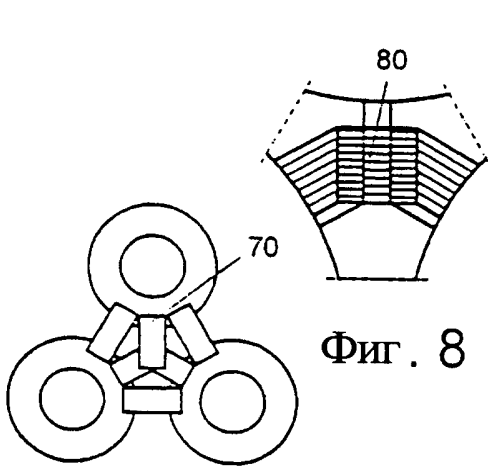


Фиг. 5

Фиг. 4

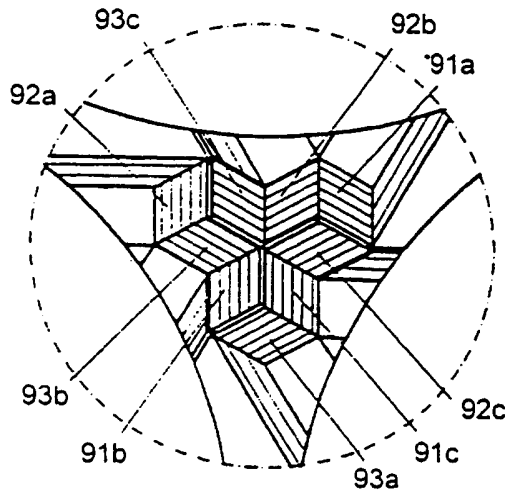


Фиг. 6

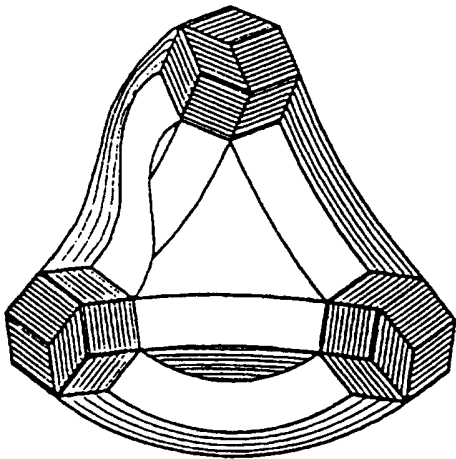


Фиг. 7

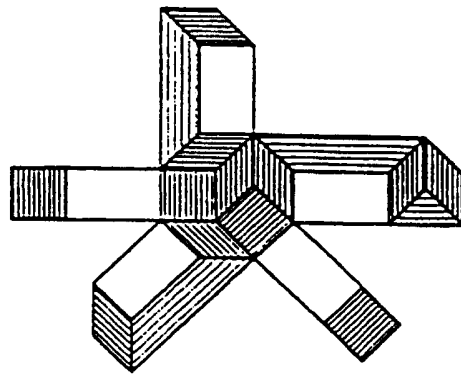
Фиг. 8



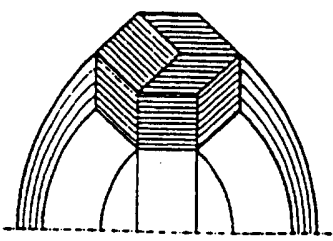
Фиг. 9



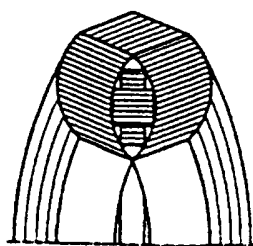
Фиг. 10



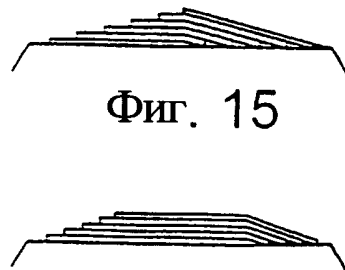
Фиг. 12



Фиг. 13

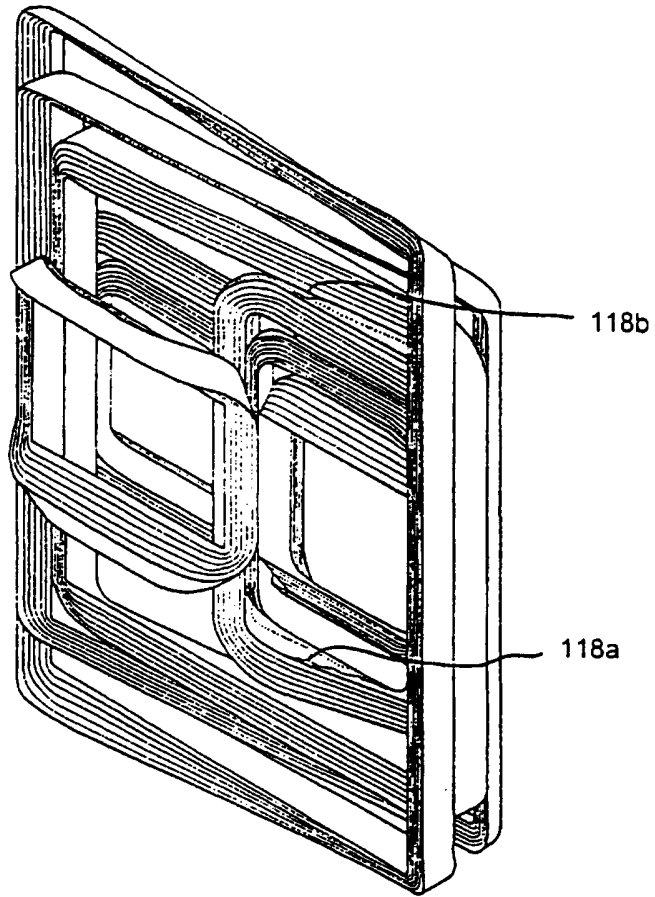


Фиг. 14

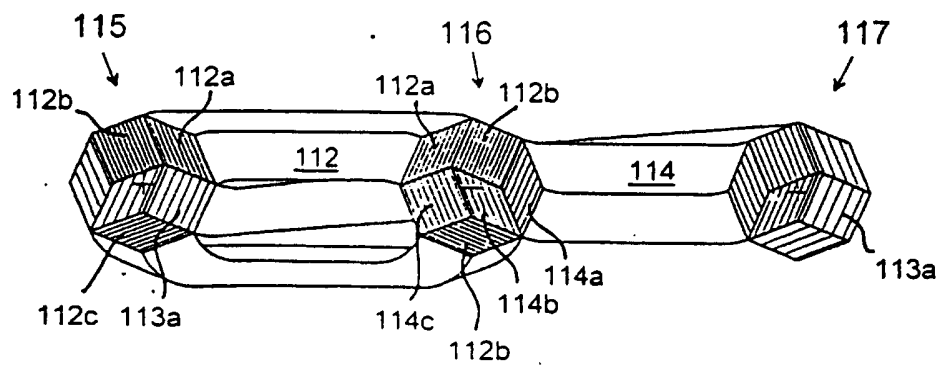


Фиг. 15

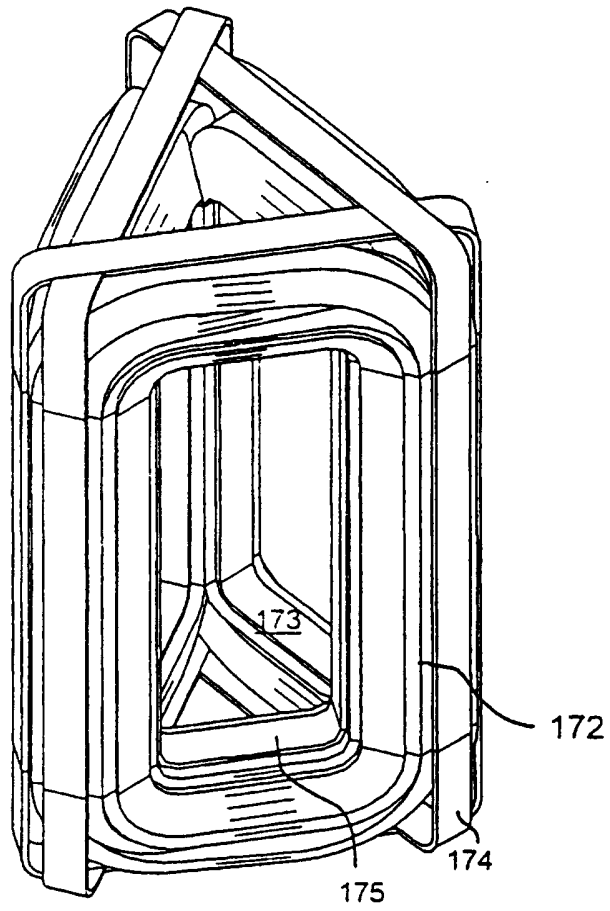
Фиг. 16



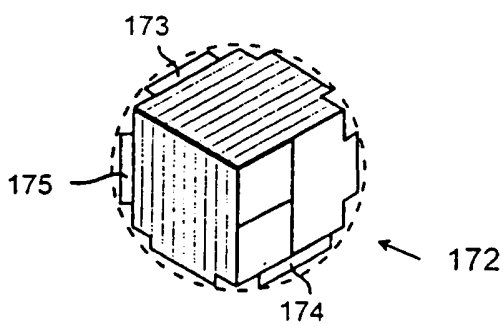
Фиг. 11



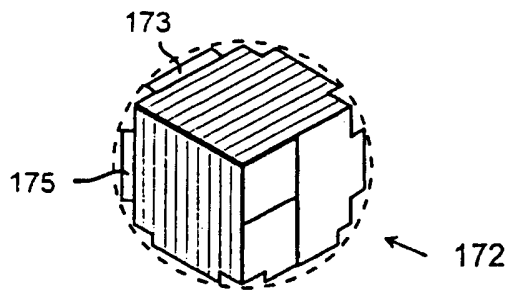
Фиг. 11а



ФИГ. 17



ФИГ. 17а



ФИГ. 17б