

РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ



(19) **BG**

(11) **60932 B1**

ОПИСАНИЕ КЪМ ПАТЕНТ

6(51) Н 02 К 23/40

Н 02 К 1/06

Н 02 К 15/02

ЗА

ИЗОБРЕТЕНИЕ

ПАТЕНТНО ВЕДОМСТВО

(21) Регистров № 93667

(22) Заявено на 18.01.91

(24) Начало на действие  
на патента от:

Приоритетни данни

(31) 484597 (32) 23.02.90 (33) US

(41) Публикувана заявка в  
бюлетин № 10А на 24.12.93

(45) Отпечатано на 30.09.96

(46) Публикувано в бюлетин № 6  
на 28.06.96

(56) Информационни източници:  
US 3749956

(62) Разделена заявка от рег.

(73) Патентоприитежател(и):

General Electric Company, Bridgeport,  
CT (US)

(72) Изобретател(и):

Fredrick James Armstrong  
Lynn Ed Bradtmueller  
Ronnie Gene Smitley, Fort Wayne, IN;  
James Pellegrind Alexander,  
Schenectady, NY (US)

(74) Представител по индустриална  
собственост:

Георги Цветанов Перев, 1124 София,  
ул. "Леонардо да Винчи" 3

(86) № и дата на PCT заявка:

(87) № и дата на PCT публикация:

(54) ЕЛЕКТРИЧЕСКИ ДВИГАТЕЛ ЗА ПОСТОЯНЕН ТОК

(57) Двигателят намира приложение за задвижване на превозни средства с промишлено и търговско предназначение. Удобен е за използване при колички за голф и електрокари. Има висока номинална мощност и КПД за единица обем и единица тегло при голям магнитен поток и малка магнитодвижеща сила. Изграден е от кожух, статор и ротор, като роторният магнитопровод (РМ) и статорният магнитопровод (СМ) са набрани от феромагнитни пластини. В ярема на СМ и върху оста (160) на симетрия на всеки полюс (130) има отвори (144) за преминаване на средства за укрепване на целия двигател. Тези отвори (144) са на разстояние до външната повърхност на СМ най-малко равно на дебелината на феромагнитните пластини. Отношението на броя на каналите за намотката в РМ към външния диаметър на РМ е по-голямо от  $5.51 \text{ cm}^{-1}$ , но оптимално се избира около  $6.2 \text{ cm}^{-1}$ . Отношението на външния диаметър на РМ към дълбочината на канала за намотката в РМ е около от 9.04 до 9.16. Отношението на минималната ширина на шийката (131) на статорния полюс (130) към двойната дебелина на статорния ярем (136) е от около 0.81 до около 1.0.

5 претенции, 6 фигури

BG 60932 B1



**(54) ЕЛЕКТРИЧЕСКИ ДВИГАТЕЛ ЗА ПОСТОЯНЕН ТОК****ОБЛАСТ НА ТЕХНИКАТА**

Изобретението се отнася до електрически двигател за постоянен ток, подходящ за търговски и промишлени цели, например за задвижване на самоходни колички, използвани по игрищата за голф, за електрокари с подемно устройство и др.

**ПРЕДШЕСТВУВАЩО СЪСТОЯНИЕ НА ТЕХНИКАТА**

Известни са електрически двигатели за постоянен ток, чиито ротори имат набран от ферромагнитни пластини магнитопровод с канали, разпределени равномерно по повърхността на магнитопровода. При полагане на проводници с правоъгълно сечение, каналите трябва да имат достатъчно голяма ширина по цялата си дълбочина така, че избраният проводник да се вмести в тях. Обикновено се налага използване на някакво средство за укрепване на проводниците в канала, което задържа проводника в канала при въртенето на ротора.

На фигури 1-2В са показани използваните пластини за ротори и статори, прилагани в изработваните до сега електрически двигатели за споменатите колички за голф. Статорният магнитопровод 10 е съставен от два отделни детайли - ярем 11 и полюс 12. Полюсите 12 се набират от феромагнитни пластини поотделно и след това се укрепват към предварително набрания също от пластини ярем 11 по различни начини, включително посредством нитове или болтове 13. Конструкцията на конкретно показания магнитопровод изисква набиране на пластините и пресоване на ярема 11, набиране и пресоване в блок на всеки полюс 12, последвано от необходимите операции за свързване на ярема и полюсите, оформящи заедно статорния магнитопровод.

Специфичната форма на статорния полюс 12 ограничава преминаването на магнитния поток от ротора към статора, дължащо се на сравнително тесните краища 19 на полюсния накрайник. Това ограничение предизвиква насищане на стоманата, от която е изработена пластината. Потокът от ротора към статора преминава през въздушната междина, което заедно с горното насищане налага сравнително високо ниво на електроенергията, подавана към възбудителната полюсна намотка. Такава висока енергия налага полагане на голям брой навивки, например 8, от меден проводник с правоъгълно сечение / не е показано/, разположени в зоната между краищата 19 на полюсните накрайници и ярема 11.

Роторният магнитопровод 14 има по периферията си шестдесет и три канала 15. За да може в канала да бъде поставен проводник с правоъгълно сечение, отворът 16 на канала трябва да бъде поне равен на единия от размерите на проводника, но както се вижда от фигурата, този размер трябва да бъде по-широк, за да позволи помещаването на две напречни сечения на проводника в канала 15. Това се обяснява с факта, че ширината на канала 15 намалява от пе-

риферията на пластината към ярема 17. Поради голямата ширина на отвора 16 на канала 15, преминаването на магнитния поток през въздушната междина към статорните полюси 12 е ограничено от малкото количество феромагнитен материал в края на зъба 18 на известната роторна пластина.

Роторът 14 и статорът 10 са комплектовани с лагерни щитове и корпус. Целият двигател е укрепен чрез проходни болтове, които минават през отвори на лагерните щитове и отвори, изработени в ярема и разположени между полюсите на статорния магнитопровод.

Известни са и други конструкции, имащи по-добър к.п.д. и по-висока изходяща мощност, например патент *US3749956*. Това се постига

чрез специфична конфигурация на статорната пластина, използвана при постояннотокови или универсални електрически двигатели. Посочено е, че всеки канал между полюсния накрайник и ярема трябва да има дълбочина, която е равна най-малко на около три пъти максималната ширина на канала; ширината на ярема в близост до горните канали трябва да бъде най-малко 1.1 пъти по-голяма от съседната част на канала; дълбочината на горните канали трябва да бъде най-малко 1.25 пъти по-голяма от ширината в основата на полюсите; и разстоянието от центъра на ярема до най-долната точка на всеки канал трябва да бъде максимум три пъти по-голямо от дълбочината на всеки от горните канали.

Твърди се, че габаритите на конструиран по изложената в патента технология статор могат да бъдат по-малки от габаритите на обикновен статор, като в същото време се запазват неизменни к.п.д. и изходящата мощност.

Известни са и други конструкции постояннотокови и универсални електрически двигатели / патенти *US3643118*, *US2715690*, *US2298388*/. Те имат кокух, в който е монтиран набран от пластини статорен магнитопровод с явни полюси, издадени радиално навътре. Статорният магнитопровод се укрепва в пакет чрез скрепителни средства, които лежат или в надлъжни вън-

шни канали на ярема на статорния магнитопровод, или във всеки полюс има отвор с ос успоредна на оста на магнитопровода. Роторът също е набран от феромагнитни пластини.

### ТЕХНИЧЕСКА СЪЩНОСТ НА ИЗОБРЕТЕНИЕТО

Изобретението се отнася до електрически двигател за постоянен ток, включващ кожух, в който е монтиран статорен магнитопровод с носещи бобини явни полюси, като магнитопроводът е набран от феромагнитни пластини, образуващи пръстеновиден ярем и полюси, които са издадени радиално навътре от ярема към центъра на пластините, при което в ярема на статорния магнитопровод има надлъжни на двигателя отвори, предназначени за преминаване на средства за укрепване на целия двигател, а в статора е поставен ротор, чиито магнитопровод е набран от феромагнитни пластини и има по външната си цилиндрична повърхност канали за роторна намотка. Съгласно изобретението центърът на всеки от отворите, предназначени за преминаване на средствата за укрепване на целия двигател, е разположен върху оста на симетрия на съответния му полюс, а отношението на броя на каналите в ротора към външния диаметър на ротора е по-голямо от  $5.51 \text{ cm}^{-1}$ . Отношението на броя на каналите в ротора към външния диаметър на ротора е приблизително  $6.2 \text{ cm}^{-1}$ . Отношението на външния диаметър на ротора към дълбочината на канала на ротора може да бъде избрано от приблизително 9.04 до приблизително 9.16. Отношението на минималната ширина на шийката на статорния полюс към двойната дебелина на статорния ярем може да се приеме от приблизително 0.81 до приблизително 1.0. За предпочитане е, разстоянието на всеки отвор, предназначен за преминаване на средствата за укрепване на целия двигател, до външната повърхност на статорния маг-

нитопровод над всеки полюс да е най-малко равно на дебелината на феромагнитната пластина.

В резултат на усъвършенстването на геометричната конфигурация на статорните и роторните пластини на изобретения постояннотоков електрически двигател се постигат следните предимства:

-по-висока номинална мощност и к.п.д. за единица обем и единица тегло спрямо известните постояннотокови електрически двигатели;

-намалени загуби на магнитен поток;

-намалена магнитодвижеща сила, необходима за прекарване на магнитния поток през зъбите на ротора;

-повишен магнитен поток за единица възбуждане;

-статорната пластина е изработена като самостоятелен детайл;

-каналите на роторната пластина позволяват полагане на проводници с достатъчно голямо правоъгълно сечение, без да се налага специално укрепване на проводниците.

#### ОПИСАНИЕ НА ПРИЛОЖЕНИТЕ ФИГУРИ

Изобретението се пояснява с описания по-долу конкретен пример за неговото осъществяване и с помощта на приложените чертежи, където:

Фигура 1 представлява общ вид на статорна пластина, използвана в известните електрически двигатели за постоянен ток;

Фигура 2А представлява общ вид на роторна пластина, използвана в досега съществуващите електрически двигатели за постоянен ток, заедно с показаната на фигура 1 статорна пластина;

Фигура 2В представлява уголемен частичен изглед с канал от роторната пластина, показана на фигура 2А;

Фигура 3А представлява в разглобен вид електрически двигател,

който е едно от изпълненията на настоящото изобретение;

Фигура 3В представлява уголемен частичен аксонометричен изглед на двигателя от фигура 3А и илюстрира вариант на конструкцията и нейното приложение;

Фигура 4А представлява изглед на напречно сечение на двигателя от фигура 3А, като някои от детайлите липсват, някои са показани в разрез, а други са отстранени;

Фигура 4В представлява графика на разпределението на магнитната индукция във въздушната междина под полюса, когато роторът се върти;

Фигура 5А представлява общ изглед на роторна пластина, използвана в показания на фиг. 3А и 3В двигател;

Фигура 5В представлява уголемен частичен изглед на полузатворен в горната си част канал на роторната пластина, показана на фигури 5А и 5С;

Фигура 5С представлява общ изглед на вариант на роторна пластина, използвана в електрически двигател с наклонени канали, показан на фигури 3А и 3В;

Фигура 6А представлява общ изглед на статорна пластина, използвана в показания на фигури 3А и 3В двигател;

Фигура 6В представлява уголемен частичен изглед на полюс и зона за полагане на бобина при статорната пластина, показана на фигура 6А;

Фигура 6С представлява уголемен частичен изглед на полюсен накрайник на статорната пластина, показана на фигура 6А;

Фигура 7 представлява частичен общ изглед на ротор с косо разположени канали, използван в показания на фигури 3А и 3В двигател.

## ПРИМЕРИ НА ИЗПЪЛНЕНИЕ НА ИЗОБРЕТЕНИЕТО

Електрическият двигател, създаден съгласно едно предпочитано изпълнение на изобретението, е постоянен ток и е подходящ за задвижване на колички, обслужващи игрищата за голф. На фигура 3А двигателят е означен с позиция 20.

Двигателят притежава котва, изпълнена от ротор 22, показан като цялостен възел, който има вал 24. В единия край на вала 24 е предвидено средство, в случая илюстрирано като шпонков канал 74, за свързване на електродвигателя към предавка или към друг механизъм / не показани/, които двигателят задвижва. Към вала 24 е монтиран роторен магнетопровод 28, набран от пластини 26 /виж фигури 5А и 5С/. Пластините 26 са пресовани набити върху вала 24. В каналите 30 на пластините на ротора е поместено електропроводящо средство край канали / виж фигура 5А/. В другия край на вала 24 / обратен на този с шпонковия канал 74 / е разположен колектор 32, който има пръстен 34, образуван от перата на колекторните пластини. В каналите 30 на пластините <sup>на ротора</sup> е поместено електропроводящо средство, в случая проводник 36. Проводникът 36 е свързан към колектора посредством спояване с твърд припой.

Електродвигателят 20 има външен кожух, както и статорен възел, показан като цилиндричен статор 42 с коаксиален отвор 44. Статорът 42 е разположен по подходящ начин в кожуха 40. Статорът 42 е съставен от множество пластини 46, оформящи магнетопровода 48, и множество бобини 50, носени от магнетопровода 48. Бобините оформят статорната намотка. Върху корпуса 40 е разположено четкодържателно устройство, състоящо се от четков възел 60, който носи и ориентира по подходящ начин спрямо колектора 32 множество от четки. Задната страна 70 на корпуса 40 е затворена от заден лагерен щит 66, включващ и лагерно гнездо 68. Както се

вижда от фигурата, задният лагерен щит 66 е свързан към носещ фланец 76 посредством болтове 146, преминаващи през целия статор.

На показания на фигура 3А електродвигател, вместо носещия фланец 76 могат да се използват нормален лагерен щит и лагери, като предният и задният край на роторния вал 24 се удължат. При тази конструкция на електродвигателя, както е показано на фигура 3В, вместо носещия фланец 76 е използван лагерен щит 67, носещ второ средство за лагеруване 79 и притежаващ отвор, през който отвор преминава удълженият край на вала 24. Този вариант на конструкцията се използва при нормалните конструкции на електродвигателя.

При едно от изпълненията на електродвигателя 20, роторът 22 се носи от подходящо устройство за лагеруване, в случая съчмен лагер 78, подходящо разположен в задния лагерен щит 66, в единия край 70 на корпуса 40. В края 74, свързан към задвижващия механизъм, за ротора 22 също е предвидена опора, осигуряваща въртене на ротора 22 около неговата надлъжна ос. Другата възможност, показана на фигура 3В, е монтиране на второ устройство за лагеруване, което заедно с устройството за лагеруване 78 осигурява опора на вала 22.

Както е показано на фигура 3А, част от вала 24 в тялото на ротора 22 е удължена в срещуположна аксиална посока така, че носи устройството за лагеруване 78. Задният лагерен щит 66, заедно с кожата 40 и механизъмът или устройството, към което се свързва електродвигателят 20 / или пък предният лагерен щит 67/, служат за затваряне на двигателя и защитават статора 42, ротора 22 и съответните намотки 36 и 50.

При конкретното изпълнение, илюстрирано на фигура 3А, носещият фланец 76 е необходим, за да осигури връзката между

електродвигателят 20 и известния /но непоказан / задвижващ механизъм на количката за обслужване игрищата за голф. За добре запознатите с нивото на техниката е очевидно, че ~~флашецът~~ 76 е различен при всяко конкретно приложение и че показаната конструкция е само илюстрация на възможностите на изобретението.

Както е показано на фигури 3А, 5А и 5В, роторният вал 24 при монтиране преминава аксиално през кожуха 40 и носи пакета от роторни пластини 26, формиращи роторния магнетопровод 28. Валът носи още колектора 32 и има шпонков канал 74. Формираният от роторни пластини магнетопровод 28 е за предпочитане да бъде монтиран върху вала чрез пресова сглобка, за да се гарантира липса на приплъзване между магнетопровода 28 и вала 24. Набор от електропроводящи средства / в случая електропроводящи пръти 36 с правоъгълно сечение / преминават през каналите 30, аксиално разположени върху магнетопровода в близост до външната периферия 32 на всяка от пластините 26. Пръчките 36 се **вкарват** в полузатворените откъм горния си край канали 30, след като предварително е положена каналната изолация 38. Както се вижда от фигура 3А, пръчките 36 след това са свързани към пръстена 34, образуван от перата на пластините на колектора 32.

Прилаганите в момента конструктивни решения изискват полагане на изолационния слой 84 /виж фигура 3А/ в края на магнетопровода 28, възможно най-близко до шпонковия канал 74. Желателно е тази изолация да бъде елиминирана, което би снизило производствените и материалните разходи. Един от начините за елиминиране на изолацията 84, като в същото време се запазят изолационните характеристики, е изолацията 38 /виж фигура 5В/ да се подава поне 0.635 см след края на магнетопровода 28. Ако това бъде постигнато, слойт изолационен материал 84 става излишен.

Както е показано на фигура 7, един начин за намаляване на

шума, който начин е приложен в едно от изпълненията на илюстрирания ротор 22, е всеки канал 30 да бъде изместен с една канална стъпка 23 в единия си край. Подобно изместване намалява шума, но значително усложнява производството на роторния магнитопровод 28. С успех биха могли да се приложат други технологии за намаляване на шума, като например различни конструкции на полюсния накрайник, направа на канали по челото на полюса, като ширината на подобен канал съответствува на част от каналната стъпка на ротора, както и други известни в нивото на техниката технологии.

Фигури 5А и 5С представляват подробно два вида роторни пластини 26. Както е ясно за всеки запознат с нивото на техниката, пластините 26 са щанцовани или отрязани с поансон от лист стомана или желязо. Пластините 26 имат полузатворени в горната си част канали 30 / в случая броят на каналите е 63 /, които са разположени радиално и равномерно по външната периферия на пластината 26 и са симетрични спрямо центъра ѝ /фигура 5В/. Освен това пластините 26 притежават и захващащи приспособления 86, 86', чрез които пластините се захващат помежду си при формиране на магнитопровода 28.

В полузатворените откъм горната си част канали се полагат прътовете 36. Каналите могат да бъдат успоредни на оста на ротора 22 или да са изместени с една канална стъпка /фиг. 7 /, когато пластините се пакетират една след друга при подходящо изместване на каналите 30 на две последователно набрани пластини. Всички канали 30 са практически еднакви, като по-близкия до роторния ярем 88 край 100 на канала /фигура 5В / е закръглен, а другият край 90 е полузатворен, т.е. отворът  $W_2$  е по-тесен от вътрешната ширина  $W_1$  на канала. Едно от предимствата при използване на полузатворени канали е елиминиране на нуждата от клинове или други приспособления за задържане на проводника при въртене.

Пластината 26, както се вижда на фигури 5А и 5С има разположени по периферията си отвори 90 с ширина  $W_2$  около 0.0965 *см*. Дълбочината  $L_1$  на канала е около 1.118 *см*, измерено от точка А до точка В / т.е. между края на отвора 90 на канала 30 и долния затворен край 106 на канала 30/. Ширината  $W_1$  на канала 30 е около 0.183 *см*, а затвореният край 106 на канала 30 има радиус на закръгление около 0.091 *см*. Частите 108, 110 на канала 30 при отвора 90 имат радиус на закръгление равен на радиуса при края 100 на дъното на канала 30.

Площта на всеки канал 30 между точките А и В е около 1.8439  $см^2$  и е достатъчна за разполагане на два електропроводящи пръта 36 с размери 0.12 x 0.46 *см*. Проводникът заема около 56% от площта на канала, което се вижда много ясно за най-левия канал на фигура 5В, където проводникът 36 е показан в напречно сечение.

Конструкцията на роторната пластина осигурява оптимална магнитна индукция в зъба 118, въздушната междина 128 / фигура 4А / и полюсите 130. Ширината  $W_2$  на отвора 90 и ширината  $W_1$  на канала 30 / фигура 5В / са подбрани сравнително малки, което улеснява преминаването на магнитния поток през зъба 118 и въздушната междина 130 към полюсите.

Полузатвореният в горния си край канал на пластината 26 е много съществена особеност в конструкцията на показаната пластина, тъй като ефективната въздушна междина намалява значително. По-конкретно, ако каналът 15 е с отворен край / както е показано на фигури 2А и 2В/, средната ширина на отвора на канала или междината 16 спрямо ширината на полюсите 19 е значително голяма. И тъй като роторната пластина се върти покрай полюсите на статора, то в обсега на статорния полюс междината 16 остава много повече време в сравнение с отвора 90 / фигура 4А / на полузатворения канал. С други думи, времето, през което срещу статорния

полус се намира отворът 16, е увеличен в сравнение с това при отвора 90 на полузатворения канал, тъй като ширината  $W_3$  / фигура 5В/ на зъба по периферията на пластината 26 е значително по-малка, което намалява ефективната въздушна междина 128.

Едно от главните предимства при използването на полузатворения канал 30 е това, че диаметърът на ротора 22 може да се намали, тъй като ефективната въздушна междина 128 е по-малка и следователно през нея преминава сравнително по-голям магнитен поток. По-конкретно, когато се ползува полузатворен канал, се създава по-голям магнитен поток за единица възбуждане на полето. Следователно, за да се генерира същият магнитен поток, е необходима по-малка магнитодвижеща сила, създавана от възбудителната статорна намотка. Частичното затваряне на канала в ротора намалява магнитното съпротивление във веригата, поради което за създаване на същия магнитен поток е необходима по-малка магнитодвижеща сила. Намаляването на магнитодвижещата сила позволява намаляване на габаритите на ротора, с което се постига намаляване на необходимото количество мед и желязо, като в същото време изходящата мощност остава неизменна.

Разпределението на индукцията на магнитния поток е най-неблагоприятно в началото на развъртането на двигателя. При пускане се черпи най-голям ток и следователно магнитната индукция е най-голяма. Ширината  $W_1$  на канала 30 е подбрана достатъчно малка така, че зъбите 118 не се насищат при споменатите най-неблагоприятни условия, но все пак ширината  $W_1$  е достатъчно голяма и при по-големия ток за развъртане на двигателя проводникът има достатъчно голямо правоъгълно сечение.

Както се вижда от фигури 4А и 5А-5С, външният диаметър 116 на показания конкретен ротор 22 е с размер около 10.16 см

при шестдесет и три /63/ канала 30 и шестдесет и три /63/ зъба 118. Ширината  $W_3$  на всеки накрайник на зъба 118 при посочения диаметър 116 е около 0.409 cm и минималната ширина  $VV_M$  на всеки зъб 118 е около 0.216 cm, докато дебелината 120 на ярема е около 0.249 cm. Съотношението " брой канали в ротора към външния диаметър на ротора  $2\theta$  в cm е 63/10.16, т.е. около  $6.2 \text{ cm}^{-1}$ . Оптималните стойности на това съотношение, съгласно изобретението, трябва да се избират по-големи от  $5.51 \text{ cm}^{-1}$ .

В таблица 1 е направено сравнение на техническите характеристики на двигателя от фигури 2А, 2В и двигателя от фигури 3А-7. И при двата двигателя е използван един и същ магнетопроводящ материал. Диаметърът на ротора на известния електродвигател е 11.43 cm, а на описания в изобретението е 10.26 cm. Роторните канали на изобретения електрически двигател са по-малки и с по-тесен отвор 90. Отношението на външния диаметър 116 на ротора 28 към дълбочината  $L_1$  на канала 30 на ротора 26 е приблизително от 9.04 до приблизително 9.16 при изобретения двигател.

Конкретно средната дължина на една роторна навивка и за двата двигателя е една и съща, но роторният магнетопровод 28 на изобретения двигател е нарастнал на дължина с 0.635 cm или има 8.33% по-голяма дължина от <sup>тази на</sup> известния двигател.

Както е показано на фигури 3А, 4А и 6А, възелът на статора 42 е съставен от пакет пластини 46, изработени от феромагнитен материал. Статорът 42 има още четири възбудителни бобини 50, всяка от които съдържа за предпочитане пет /5/ навивки 51. Бобините са навити около всеки полюс на магнетопровода 48. Друга възможност е навивките да се изпълнят от по-тънък проводник 53 така, че да се получи еквивалент на петте навивки.

Тези два варианта на конструкцията са показани на фи-

ТАБЛИЦА 1

1	2	3
ТЕХНИЧЕСКИ ХАРАКТЕРИСТИКИ	НОВА КОНСТРУКЦИЯ	ИЗВЕСТНА КОНСТРУКЦИЯ
	полузатворен роторен канал с успоредни стени; проходни болтове в ярема над полюсите; "зиг-заг" над полюса; набран от пластини статор	отворен роторен канал; успоредни стени на зъба; набран от пластини ярем и полюси на статора; проходни болтове в ярема между полюсите
стеснение на магнитния поток	шийка на полюса , долна част на зъба	ярем на статора, шийка на полюса, крайща на полюсен накрайник
<p style="text-align: center;">РОТОР</p> <p>дължина на котвата /статора/ /cm/</p> <p>/ външен диаметър на котвата /<math>r^2</math>х/ дъл- жина на пакета / <math>D^2L</math> / /cm/</p> <p style="text-align: center;">СТАТОР</p> <p>дъга на полюсния накрайник</p> <p>вътрешен диаметър /cm/</p> <p>външен диаметър /cm /</p> <p>вътрешен диаметър към външен диаметър</p> <p>брой полюси</p> <p>дължина на полюсната дъга /cm /</p> <p>дължина на междуполюсната дъга /cm/</p> <p>мин. ширина на шийката на полюса / cm/</p>	<p>8.26</p> <p>852.13</p> <p>68°</p> <p>10.24</p> <p>16.33</p> <p>0.627</p> <p>4</p> <p>6.07</p> <p>1.97</p> <p>16 1.56</p>	<p>7.62</p> <p>995.51</p> <p>68°</p> <p>11.53</p> <p>16.85</p> <p>0.684</p> <p>4</p> <p>6.86</p> <p>2.22</p> <p>1.00</p>

1	2	3
дебелина на ярема /cm/	1.56	1.00
площ на канала /cm <sup>2</sup> /	7.54	9.74
вид и размер на проводника /cm/	кръгъл проводник	кръгъл проводник
	0.46	0.32
брой навивки	5	8
запълване на канала /%/	22.27	25.83
СЪОТНОШЕНИЯ ЗА СТАТОРА		
ширина на шийката към двойната		
дебелина на ярема	0.909	1.701
РОТОР		
външен диаметър /cm/	10.16	11.43
дължина на магнитопровода /cm/	8.26	7.62
брой на канали или зъби	63	63
ширина на зъба по външната		
повърхност на ротора /cm/	0.41	0.36
мин. ширина на зъба /cm/	0.22	0.36
отвор на канала /cm/	0.10	0.21
ширина на ярема /cm/	2.49	3.07
размер на проводника /cm/	0.11	0.11
	0.46	0.46
запълване на канала /%/	56.68	43.80
СЪОТНОШЕНИЯ ЗА РОТОРНИЯ		
МАГНИТОПРОВОД		
/мин. ширина на зъба/по /брой на		
зъбите под полюса <sup>към</sup> /ширината на		
роторния ярем	1.028	1.397

1	2	3
/мин. ширина на зъба/по /брой зъби под полюса/ към /мин. ширина на на шийката на статорния полюс/ ширина на роторния ярем към мин. ширина на статорния полюс	0.900	1.256
ширина на роторния ярем към мин. ширина на статорния полюс	0.875	0.990
ширина на роторния ярем към дебе- лината на статорния ярем	1.591	3.061
канали в ширината на роторния ярем към диаметър на ярема / $cm^{-1}$	15.75	14.000

гура 4А, като конструкцията с повече навивки е в дясно , а тази с пет /5/ навивки е в лявата страна на фигурата. Чрез използване на множество от различен брой навивки с различен диаметър на проводника /т.е. различни напречни сечения /, може да се осигурят различни изходни мощности.

Статорните пластини 46 се събират в пакет една след друга и се задържат една към друга / за предпочитане посредством фиксаторите 140 / така, че да формират магнитопровода 48. Друга възможност е да се предвидят отвори 142, през които преминават например нитове, които укрепват магнитопровода. Разбира се могат да се използват и други технологии за оформяне на статорния

пакет, посочени в нивото на техниката, като залепване или заваряване на магнитопровода / или съединяване чрез шпонки /. За покриване зоната между съседните полюсни накрайници 152, 154 е използван стандартен изолационен материал 143 от типа хартия дакрон-милар-дакрон /DMD/ или Novexdper / всички с търговската марка на E.I.Dipont de Nemours Company/. Изолацията отделя намотките 50 от статорния магнитопровод /показано ясно на фигура 4А.

Геометрията на статорната пластина определя сложността на технологията при производството на електрическия двигател и оптималното намагнитване. Статорната пластина 46 е разработена така, че да бъде щанцована при минимални разходи на материал и след подреждането на пластините в пакет да се оформи статорният магнитопровод 48. За да се осигури по-лесно производство и да се оптимизира протичането на магнитния поток, важна е конкретната геометрия на статорната пластина и взаимодействието между роторния магнитопровод 28 и другите части на електродвигателя.

Както е показано на фигури 6А-6С, една статорна пластина 46 се състои от ярем 136, по който има множество отвори 144, разположени в близост до външния край на пластината. Отворите 144 са разположени по осовата линия на всеки от полюсите. През отворите 144 преминават болтовете 146 /фигура 3А/ или други подобни скрепителни средства, чрез които се укрепва цялата конструкция на двигателя /т.е. лагерните щитове 66, 67 и ли щита 66 и носещия фланец 76/. По този начин се осигурява цялостният монтаж на двигателя 20.

Полюсите 130 се издават навътре от ярема 136 към отвора 44 и е за предпочитане осите им на симетрия да лежат на четрове-те на всеки от отворите 144. Всеки полюс има шийка 131 и полюсен накрайник 150 с краища 152,154 /фигура 6А/. Шийката свързва ярема 136 с полюсния накрайник 150 така, че от всяка страна на шийката 131 се

се оформят канали 156.

Разполагането на отворите 144 върху оста на симетрия на всеки полюс 130 намалява магнитните загуби в сравнение с известните до сега електрически двигатели от типа, показан на фигура 1, при които подобни отвори за болтове са разположени в ярема на статора между два съседни полюса. За предпочитане е отворите 144 да бъдат разположени възможно най-близко до периферията на пластините 46, с което се постига минимално ограничаване на магнитния поток между всеки полюс и съседните към него полюси. В същото време отворите трябва да са достатъчно отдалечени от периферията на пластината, за да се гарантира достатъчна здравина при пробиване на пластината. По-точно, минималното разстояние между отвора и външната цилиндрична повърхност на пластината трябва да е по-голямо от дебелината на самата пластина.

За познаващите нивото на техниката е очевидно, че разполагането на отворите 144 върху оста на симетрия на всеки полюс и в ярема на статорния магнитопровод ще ограничава по-малко магнитния поток в полюса в сравнение със случая, когато отворите са разположени в ярема по средата между два съседни полюса. Има основание да се смята, че показаното на фигура 6А разположение на отворите 144 намалява ограничавашото влияние върху магнитния поток приблизително наполовина в сравнение със случаите, когато отворите са разположени по средата между статорните полюси.

Както е показано на фиг.4А, минималната ширина 132 на шийката 131 на статорния полюс 130 е сравнително малка в сравнение с тази на известния двигател от фигура 1. За запознатите с нивото на техниката е ясно, че шийката 131 на статорния полюс 130 ограничава големината на магнитния поток, пресичащ въздушната междина 128 от ротора 22 към статора 42. Намаляването на външния диаметър на статора всъщност означава намаляване площта за разполагане на бобините между полюсите. Комбинацията от намаля-

ване на ширината на шийката на статорния полюс и начина на разполагане на отворите 144 всъщност води до значително увеличаване на протичащия магнитен поток, в резултат на което се намалява количеството мед в статорната бобина 50. Всъщност за конкретно разглежданите модели електрически двигатели с предварително определени технически параметри, необходимият проводник може да се намали от 8 / както е в нивото на техниката/ на 5 навивки, което означава около тридесет и три процента / 33% / спестен проводников материал, като в същото време дължината на такъв двигател се увеличава незначително от 7.62 cm до 8.255 cm.

Както е показано на фигура 6B, размерите  $X'$  и  $X$  на полюсния накрайник са подбрани така, че  $X=0.6X'$ . В случая  $X$  е дебелина,  $X'$  ширина на страничните издадени части на полюсния накрайник. Определено е, че такова съотношение позволява магнитната индукция да се запази сравнително ниска и да не се достига до насищане на ферромагнитния материал, като в същото време се постига благоприятно разпределение на магнитната индукция по челото на полюса. По-точно, когато  $X$  е по-голямо от  $0.6X'$ , магнитният поток не насища желязото в полюсните накрайници на статорния полюс. Независимо от това индукцията в полюса се разпределя неравномерно, дължащо се на факта, че магнитният поток се стреми към кръгово разпределение и ще бъде изместен към центъра на полюса 130. Едновременно с това, когато  $X$  е по-голямо от  $0.6X'$ , площта 156 за разполагане на бобините 50 намалява до неприемливи стойности.

Както е показано на фиг.6A и 6B, линията 158 между точките с и d, която свързва крайните странични части 152, 154 на полюсния накрайник с шийката 131, е права, като закръглената част 155 от точка d до точка e, свързваща частта 136 на ярема с шийката 131, има радиус на закръгление около 0.284 cm. Всеки край

152, 154 на полюсния накрайник 131 има закръгление от точка с до точка  $f$  с радиус около 0.108 см. Радиусът от точка  $h$  от края 152 до симетричната точка от другия край 154 на полюсния накрайник 131 е около 5.118 см и е измерен от центъра 148 на отвора 48/ фигура 6А/. Краят 152, 154 на всеки накрайник е разположен на  $34^\circ$  от ляво и от дясно спрямо оста 160 на симетрия на полюса 130.

Както е показано на фигури 6В и 6С, правата линия 162 е тангенциална към окръжността с радиус 0.108 см през точка  $h$  и към окръжността с радиус 5.118 см през точка  $h$ , като точка  $h$  се намира на около  $28.25^\circ$  от линията 160. Описаното по-горе е известно като "свиване" на краищата на 152, 154 на накрайника на статорния полюс. Подобно "свиване" на краищата на полюсния накрайник на статора подобрява комутацията и следователно удължава живота на четките. Допълнително предимство на "свиването", в комбинация с изикването  $X=0.6X'$  и прилагане на полузатворен в горната си част роторен канал е това, че кривата на разпределение на магнитната индукция във въздушната междина под полюса при въртене на ротора е гладка /фигура 4В/.

Както е показано на фигура 4В, когато роторът се върти в статор, чиито полюсни накрайници не са "свити", магнитната индукция във въздушната междина ще се изменя скокообразно, достигайки максималната си стойност, както е показано на фигура 4В чрез линията  $y-u_2-u_3-u_4-u_5$ . Такава скокообразна промяна на индукцията предизвиква загуби от вихрови токове, което означава използване на по-голям ток във възбудителната намотка. Когато краищата на полюсните наставки са "свити", кривата се изменя по показания на фигура 4В начин, представено чрез линията  $y-z-u_3-z_2-u_5$ , т.е. "свиването" до известна степен намалява загубите от вихрови токове в полюсните наставки.

Както най-добре се вижда от фигура 6С, края 152 е закръглен по линията 150 до точка *h* и след това следва права линия от точка *h* до точка *f*. Когато в тази зона линията е права и след това следва закръгление на края 152 от точка *f* до точка *c* /т.е. "свиване" на полюсния накрайник/, не само се увеличава животът на матрицата за щанцоване на пластините, но и разпределението на магнитната индукция под полюса е по-равномерно. При посочената конкретна конструкция разпределението на магнитната индукция е оптимизирано и в същото време в канала 156 има достатъчно място за полагане на необходимия брой навивки от меден проводник. Крайният резултат е, че магнитните загуби намаляват, комутацията се подобрява и износването на четките намалява.

Както е показано на фигури 6А и 6В, полюсната дъга на статорната пластина е около 68°. Върхът на диаметър на пластината, измерен от точка *I* до точка *J* по правата 161 е около 10.24 см, а външният диаметър от точка *L* до точка *K*, измерен също по правата 161 е около 16.33 см. За показаната четириполюсна пластина отношението /вътрешен диаметър/ към /външен диаметър/ е около 0.627, а отношението /външен диаметър/ към /вътрешен диаметър/ е около 1.5956. Дължината на полюсната дъга 164 е около 6.07 см; дължината на междуполюсната дъга 166 е около 1.97 см; минималната ширина 131 на шийката на полюса /фигура 4А е около 2.84 см; дебелината на ярема 136 е около 1.56 см и площта на всеки статорен канал 156 е около 7.54 см<sup>2</sup>. Когато около всеки полюс 130 са навити 5 навивки от проводник 51 с кръгло сечение и диаметър 0.46 см, каналът 156 се запълва 22.27%. Отношението /ширина на полюсната шийка 131/ към /двойната дебелина на ярема 136/ е около 0.909. Това отношение варира от 0,81 ÷ 1,0.

Както е показано на фигура 6А, статорната пластина 46 има

шест /6/ плоски части 52, 53, 54, 55, 56 и 57. Това се дължи на използвания метод "зиг-заг" за разкрояване на листовата заготовка при щанцоване на пластините. Този метод дава възможност да се използва максимално листовият материал, от който се изработва пластината, и отпадъчният материал да се сведе до минимум. За еднакво количество пластини при "зиг-заг" метода за щанцоване в сравнение с нормалните методи се икономисва около 11% изходен материал. Значителните икономии на материал са придружени със слабо намаление на магнитния поток, дължащо се на малките въздушни междини /фигура 4А/ между плоските части на магнитопровода и кожуха 40. Това намаление е минимално и не влияе особено върху стойността на магнитния поток така, че основното предимство е спестяването на значително количество материал.

Външният кожух 40 е изработен от тънък, за предпочитане /както в показания случай /от 0.180 см листов метал 170, който най-напред е щанцован и след това огънат между ролки така, че двата края да бъдат свързани по нормално използваните начини /заваряване, ултразвуково заваряване или други добре известни методи /. Двата отвора 172 се щанцоват в кожуха предварително или се пробиват по-късно и през тях преминават изводите 174, които както добре е известно на запознатите с нивото на техниката, се свързват с четките 62 и към статорните бобини 50. Изводите 174 се укрепват към кожуха 40 посредством плоски шайби 176, фиксиращи гайки 180 и съответно средство за изолация 182, поставено между кожуха и плоската шайба 176. Материалът 184 за вътрешна изолация се поставя откъм вътрешната страна на кожуха 40 и през него преминават изводите 174.

Възелът на четкодържателя 60 е свързан към кожуха 40 на електродвигателя посредством скобите 186. Както добре е известно на запознатите с нивото на техниката, четкодържателят 60 се със-

тои от носач 188, в който са фиксирани леглата 190. В леглата 190 са поставени четките 62. Към носача 188 по подходящ начин са укрепени множество притискателни пружини 192 / по една за всяка двойка четка/, които пружини 192 притискат четките 62 към центъра 60, за да се осигури добър контакт с колектора 32.

Задният лагерен щит 66 се състои от един детайл /за предпочитане изработен от алуминий / с лагерно гнездо 68 от едната страна, в което гнездо се поставя лагерьт 78. Пробити са множество отвори 200, през които преминават укрепващите електродвигателя болтове 146, и друго множество отвори за винтовете 204, с които се укрепва лагера 78 в лагерното гнездо 68. Четките 62 са разположени между статора 42 и лагерния щит 66 така, че не пречат за преминаване на болтовете 146 през отворите 200 в лагерния щит, през отворите 144 и през фланеца 76, когато двигателят се монтира откъм лагерния щит 67.

Лагерьт 78 е поставен по подходящ начин в гнездото 68 на лагерния щит 66 и се фиксира от държателя 206, който се състои от кръгла пластинка 208 и двойка щифтове 210. Щифтовете 210 преминават през отворите 202 на лагерния щит 66 така, че задържат неподвижно лагера 78.

Настоящото изобретение е приложено при конструирането на показания на фигурите 3-7 електродвигател. Той се сглобява по-лесно от известните и в това отношение е по-икономичен. При използване на нормалните методи кожухът 40, носещ скобите 186, най-напред се щанцова, след това се огъва между ролки и се получава показания на фигура 3А вид. Статорът 42, роторът 22 и четко-държателят<sup>60</sup> се за предпочитане да се сглобят самостоятелно.

По-конкретно, сглобяването на ротора започва с монтирането върху вала на оформените като пакет с определена дължина и укрепени помежду си пластини. Пакетът пластини е за предпочитане

не да бъде монтиран към вала чрез пресова сглобка. Откъм единия край на каналите 30 вътре в тях се полага каналната изолация. След като се положи изолацията, във всеки от каналите се вкарват електропроводящите пръти /както е показано на фигура 5В /. Прътите се вкарват откъм края, където се намира шпонковият канал 74 на вала, към колектора, т.е. към края 70 на вала. Колекторът е фиксиран към вала по начин, добре известен на запознатите с нивото на техниката. След като се положат електропроводящите пръти и колекторът е монтиран на вала, свободните краища на прътите се свързват към перата на колекторните пластини.

С оглед да се спести материал и да се улесни процесът на сглобяване на електродвигателя, за предпочитане е да се използва колектор без колекторни пера, като прътите се свързват директно към колекторните пластини. Приема се, че директното свързване на свободния край на прътите към колекторните пластини /при отпадане на перата на колекторните пластини/ може да се осъществи чрез спояване на долния прът директно към колекторната пластина, последвано от спояване на горния прът към долния. При използване на този метод на свързване на прътите към колекторните пластини се счита, че пръстенът, образуван от колекторните пера, може да се елиминира и следователно значително да се намали количеството мед и другите материали, използвани при изработване на колектора. Тази предлагана конструкция може да се приеме за задоволително от електрическа и конструкторска гледна точка за електродвигатели, използвани в колички за обслужване игрища за голф.

При настоящата конструкция на ротора, роторната намотка се укрепва чрез бандажни ленти 212, 214, които пристягат прътите и не позволяват да бъдат изтласкани навън при въртенето на ротора. Тъй като каналите на пластините са полузатворени, а ро-

торният магнитопровод не е с голяма дължина, може да се приеме, че бандажите не са задължителни и може да не се поставят, което допълнително снижава разходите за производство и събиране на електродвигателите.

Определен брой свързани помежду си статорни пластини образуват статорен пакет с определена дължина. Около полюсите на статорния пакет се поставят бобините, които са изпълнени с 5 навивки от меден проводник с диаметър 0.46 *см*. Краищата на проводника се свързват с клемите. С това монтажът на статора 42 е завършен и може да бъде поставен в кожуха 40.

Четкодръжателят 60 се произвежда по нормалните методи и притежава носач с монтирани към него различни приспособления за свързване. Върху носача са разположени четири легла, носещи четири четки, които са свързани към други клеми в леглата на четките. Зад всяка четка е поставена пружина, която я притиска към центъра на носача. С това монтажа на четкодръжателя 60 е завършен.

Първоначално роторът, статорът и четкодръжателят се сглобяват самостоятелно и независимо. След това фланецът 76 или предният лагерен щит 67 и роторът се поставят правилно в положение за монтаж. По-нататък статорът се разполага в кожуха по начин добре известен на запознатите с нивото на техниката, последван от свързване на четкодръжателя към кожуха посредством скобите 186. След това се поставя на място задният лагерен щит /откъм задния край на кожуха, където е четкодръжателят/, завиват се винтовете 204 към държача 206 за лагера, като отворите 200 се нагласяват правилно спрямо отворите 144 в пластините. След това се прекарват болтовете 146 през отворите 200, 144 и се съединяват с фланеца 76 или към предния лагерен щит 67, с което се оформя сглобеният електродвигател 20. 27

Скобите 186 и статорът 48 са разположени спрямо кожуха 40 така, че когато към корпуса се монтира четкодържателят, последният не пречи болтовете 146 да преминат през задния лагерен щит, през статорния възел и през предния лагерен щит.

При сравнение с досега съществуващите електродвигатели, в показаната конструкция външният диаметър на ротора е намален от около 11.43 cm до около 10.16 cm, т.е. около 11%, като при това магнитният поток не намалява при неизменен въртящ момент, к.п.д. е малко по-висок и в някои случаи мощността нараства.

Резултатите от опитните изпитания на различните електродвигатели са получени при използване на Цевов датчик за въртящ момент, калибриран шунт да измерване силата на тока чрез волтметър, волтметър за измерване стойността на напрежението и датчик за измерване ъгловата скорост. Точките от характеристиката на всеки електродвигател са отчетени при зададено напрежение и при зададен товар. Измерени са и са записани стойностите на ъгловата скорост и силата на тока. Задават се различни натоварвания. Ако електродвигателят при някои от тези товари се загрее, то той се охлажда до стайна температура и отново се натоварва. След това се отчитат стойностите на напрежението, силата на тока, въртящият момент и ъгловата скорост.

Опитните резултати са нанесени в таблица 2. Напрежението на електродвигателите се поддържа 36 V. Товарът се променя от 3.3896 Nm до 47.4544 Nm, а стойността на температурата е около 25° C.

Трябва да се отбележи, че оптималният тест е необходимо да се извърши без прекъсване за кратък период, като се започне с нисък товар, който бързо нараства, като същевременно непрекъснато се отчитат въртящият момент, ъгловата скорост, напрежението и тока. Продължителността на теста трябва да е достатъчно малка така, че електрическият двигател да се загрее минимално, но все

ТАБЛИЦА 2

ВЕРТЯЩ МОМЕНТ	НАПРЕ- ЖЕНИЕ	НОРА КОНСТРУКЦИЯ				ИЗВЕСТНА КОНСТР. №1				ИЗВЕСТНА КОНСТ. №2				ИЗВЕСТНА КОНСТР. №3			
		ИЗМЕРЕНО		К.П.Д. %	ИЗМЕРЕНО		К.П.Д. %	ИЗМЕРЕНО		К.П.Д. %	ИЗМЕРЕНО		К.П.Д. %	ИЗМЕРЕНО		К.П.Д. %	
		БЛЮВА СКОРОСТ	ТОК		БЛЮВА СКОРОСТ	ТОК		БЛЮВА СКОРОСТ	ТОК		БЛЮВА СКОРОСТ	ТОК		БЛЮВА СКОРОСТ	ТОК		
<i>Nm</i>	<i>V</i>	<i>S<sup>-1</sup></i>	<i>A</i>	<i>%</i>	<i>S<sup>-1</sup></i>	<i>A</i>	<i>%</i>	<i>S<sup>-1</sup></i>	<i>A</i>	<i>%</i>	<i>S<sup>-1</sup></i>	<i>A</i>	<i>%</i>	<i>S<sup>-1</sup></i>	<i>A</i>	<i>%</i>	
1.5336	36	338.76	41.4	77.07	342.0	42	76.702	342.0	43.6	73.88	344.32	43.2	74.49				
5.0844	36	302.95	51.5	81.247	295.33	51.7	80.846	297.19	53.9	77.903	297.40	54	77.814				
6.7792	36	271.54	62.5	81.845	263.17	61	81.271	263.4	64	79.002	269.34	64.75	73.332				
9.5584	36	214.89	101.5	79.735	211.74	109.9	79.066	209.64	102.2	77.29	214.78	103.75	77.997				
20.3376	36	183.18	139	76.511	181.06	135.5	75.518	180.12	138	73.764	185.25	140	74.751				
27.1168	36	169.54	177.8	71.853	158.13	169	70.505	158.13	172.5	69.075	162.7	174.3	70.353				
33.896	36	154.78	216.5	67.338	139.90	200	65.890	139.7	206	63.875	142.94	207.5	64.937				
33.896	36	137.29	252	61.573	122.84	230	60.366	119.67	238	56.845	122.73	240.5	57.780				
47.4544	Загряг двигател 36	125.66	290.5	57.043	109.95	250.3	55.704	103.67	270	50.634	105.76	272.5	51.193				
47.4544	36	132.99	290	60.475	117.18	259.0	59.662	115.72	270	56.51	120.85	271	53.604				

60932

## ТАБЛИЦА 3

СРАВНЕНИЕ НА ТЕХНИЧЕСКИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКА НА  
ЕЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ С ОБЩО ПРЕДНАЗНАЧЕНИЕ

на товарване		известен двигател			нов двигател		
		НТ	4НТ	БР	НТ	4НТ	БР
Ъглова скорост	$s^{-1}$	295.83	177.66	0	296.15	188.18	0
Въртящ момент	$Nm$	5.0844	203376	150.23	5.0844	20.3376	150.2271
мощност	$W$	1506.3	3683.8	---	1506.3	3825.4	----
напрежение	$V$	36	36	36	36	36	36
ток	$A$	51.7	135.5	644	51.5	139	711
входяща мощност	$W$	1861.2	4878	23184	1854	5004	25596
к.п.д.	$\%$	80.85	75.52	----	81.25	76.51	----

Стойностите за блокирал ротор се изчислени.

## ТАБЛИЦА 4

СРАВНЕНИЕ НА НАМОТКИТЕ НА ЕЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ С ОБЩО ПРЕДНАЗНАЧЕНИЕ

известен двигател		нов двигател
<b>СТАТОРНА НАМОТКА</b>		
Тип на проводника	меден, правоъгълен	меден, кръгъл
размер на проводника /cm/	0.3175x0.4953	0.4623
сечение на проводника /cm/	0.1573	0.16777
навивки в бобина	8	5
съпротивление $\Omega$	0.012	0.007
тегло на намотката /kg/	1.5014	0.9979
<b>РОТОРНА НАМОТКА</b>		
тип на проводника	меден, правоъгълен	меден, правоъгълен
размер на проводника /cm/	0.12x0.46	0.12x 0.46
сечение на проводника /cm/	0.05226	0.05226
съпротивление $\Omega$	0.0193	0.0193
тегло на роторната намотка /kg/	1.0383	1.0386
аксиална дължина на котвата /cm/	7.62	6.255
ОБЩО ТЕГЛО НА ДВИГАТЕЛЯ /kg/	17.8494	15.1943

достатъчно дълго, за да се елиминира преходното динамично влияние.

Както се вижда от таблици 2 и 3, в сравнение с известните електродвигатели, предлаганият с изобретението електродвигател показва по-висок к.п.д. в целия работен обхват. Чрез таблица 3 е направено сравнение на изходящата мощност, въртящия момент, входящата мощност и к.п.д. на известните конструкции електродвигатели и изобретената конструкция. Измереният к.п.д. показва повишение от около 0.5% до около 0.6 % при различни работни натоварвания при новата конструкция двигател /таблица 2/. На таблица 3 са показани измененията на различните технически характеристики на двигателите при номинален товар /НТ/, четири пъти номинален товар /4 НТ/ и при блокиран ротор /БР/. Вижда се, че новият електродвигател постига по-висока мощност и почти един процент по-висок к.п.д. в сравнение с най-добрите известни двигатели /таблица 3/.

На таблица 4 е показано сравнение между параметрите на намотките /роторна и статорна / на известния двигател и изобретения. Както се вижда от таблица 4, в сравнение с известния двигател за задвижване на колички за голф, при показаното изпълнение на изобретението / освен всичко друго / се постига 32.5% намаление на количеството мед, необходимо за статорните намотки и намаляване на общото тегло на електродвигателите с 11.77%.

## ПАТЕНТНИ ПРЕТЕНЦИИ

1. Електрически двигател за постоянен ток, включващ кожух, в който е монтиран статорен магнитопровод с явни полюси, носещи бобини като магнитопроводът е набран от феромагнитни пластини, образуващи пръстеновиден ярем и полюси, които са издадени радиално навътре от ярема към центъра на пластините, при което в ярема на статорния магнитопровод има надлъжни на двигателя отвори, предназначени за преминаване на средства за укрепване на целия двигател, а в статора е поставен ротор, чийто магнитопровод е набран от феромагнитни пластини и има по външната си цилиндрична повърхност полузатворени канали за роторната намотка, характеризираща се с това, че центърът на всеки от отворите /144/, предназначени за преминаване на средства /146/ за укрепване на целия двигател, е разположен върху оста /160/ на симетрия на съответния му полюс /130/, а отношението на броя на каналите /30/ в роторния магнитопровод /28/ към външния диаметър /116/ на роторния магнитопровод /28/ е по-голямо от  $5.51 \text{ cm}^{-1}$ .

2. Електрически двигател съгласно претенция 1, характеризира се с това, че отношението на броя на каналите /30/ в роторния магнитопровод /28/ към външния диаметър /116/ на ротора /28/ е приблизително  $6.2 \text{ cm}^{-1}$ .

3. Електрически двигател съгласно претенция 1, характеризира се с това, че отношението на външния диаметър /116/ на роторния магнитопровод /28/ към дълбочината /L<sub>1</sub>/ на канала /30/ на роторния магнитопровод /28/ е от приблизително 9.04 до приблизително 9.16 .

4. Електрически двигател съгласно претенция 1, характеризира се с това, че отношението на минималната ширина на шийката /131/ на статорния полюс /130/ към двойната дебелина на ста-

торния ярем /136/ е от приблизително 0.81 до приблизително 1.0.

5. Електрически двигател съгласно претенция 1, характеризира се с това, че разстоянието на всеки отвор /144/, предназначен за преминаване на средствата /146/ за укрепване на целия двигател, до външната повърхност на статорния магнитопровод /48/ над всеки полюс /130/ е най-малко равно на дебелината на феромагнитната пластина /46/.

---

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

Експерт: Е.Панова

Редактор: Р.Николова

---

Пор. 37978

Тираж: 40 СК

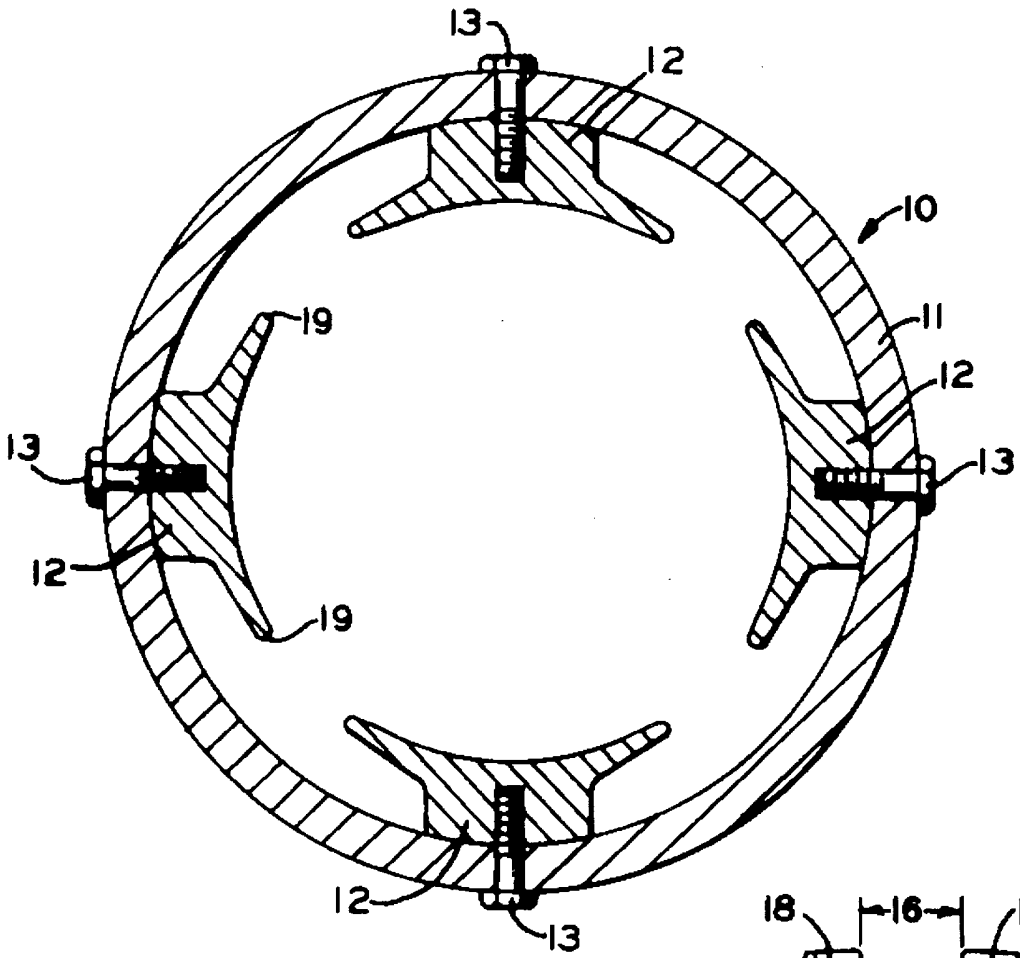


FIG. 1

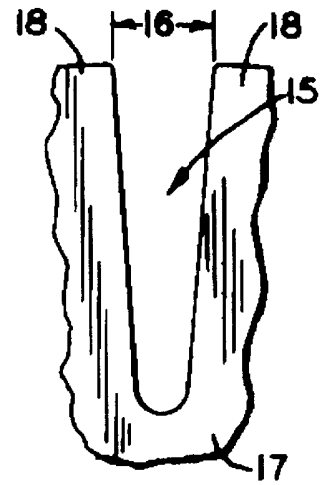


FIG. 2B

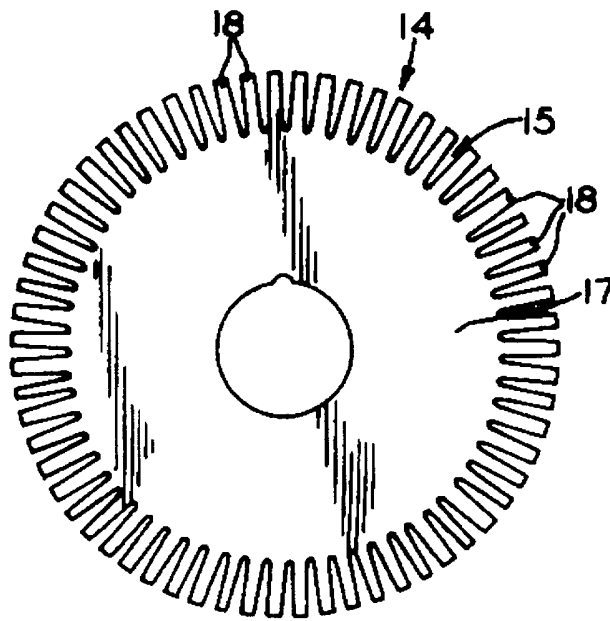
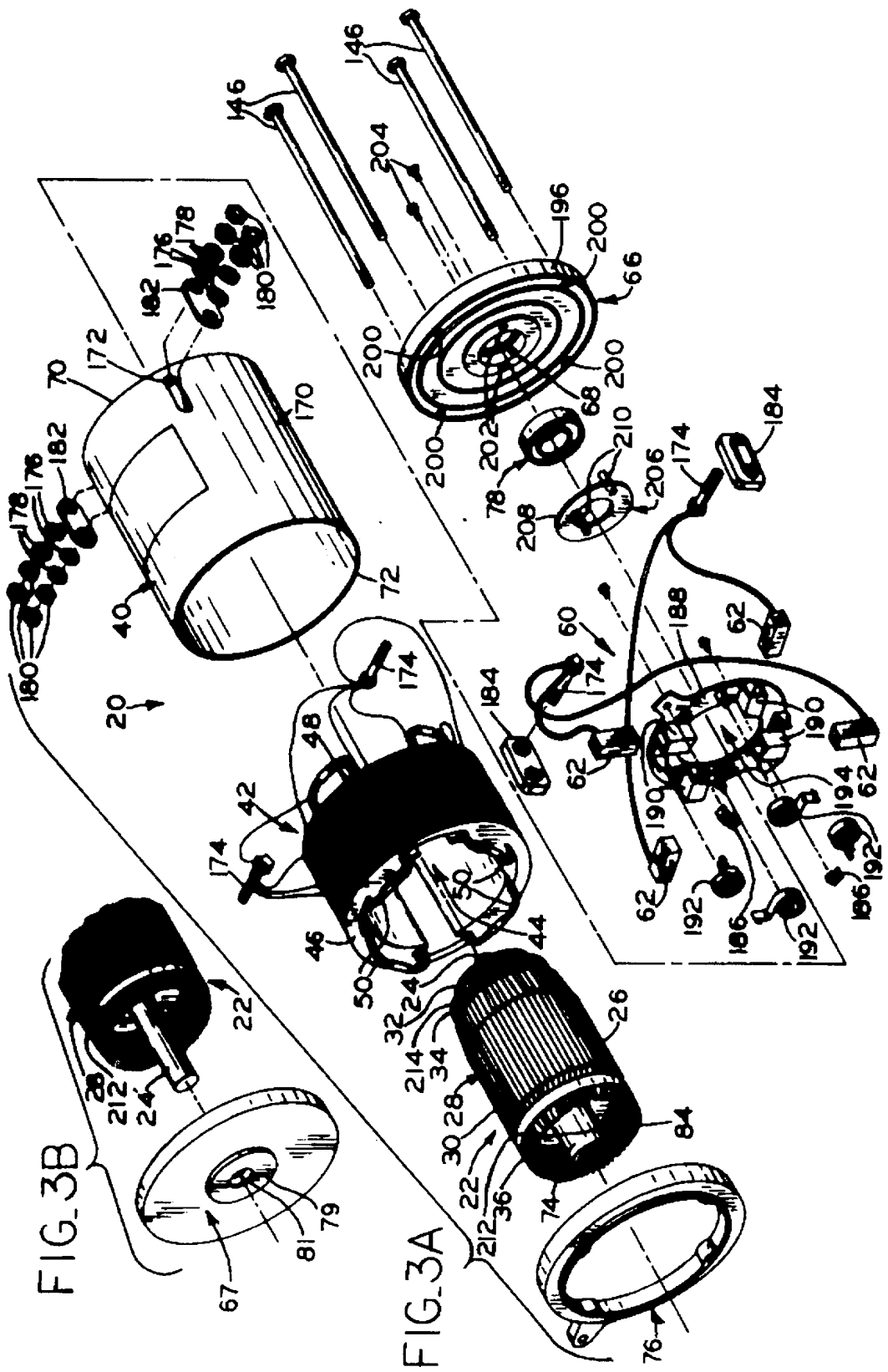


FIG. 2A





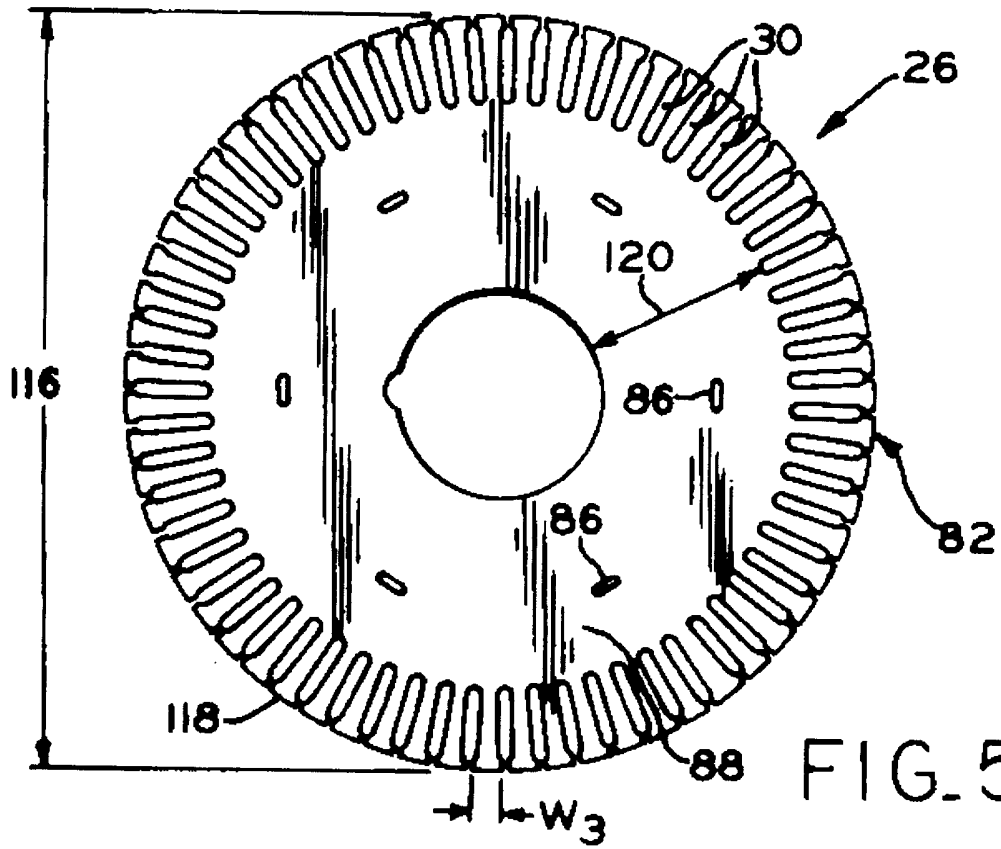


FIG. 5A

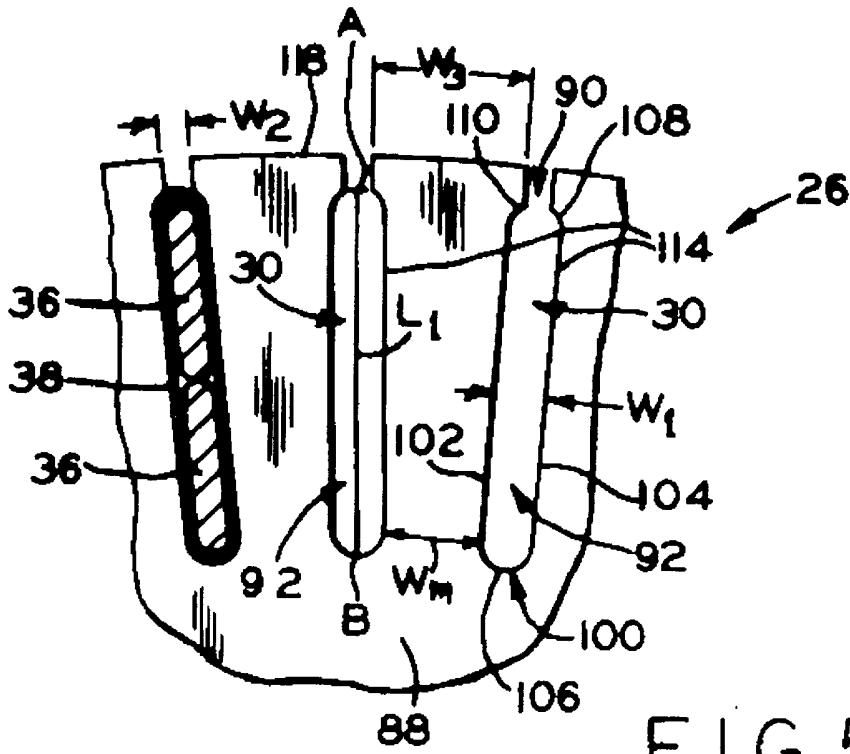
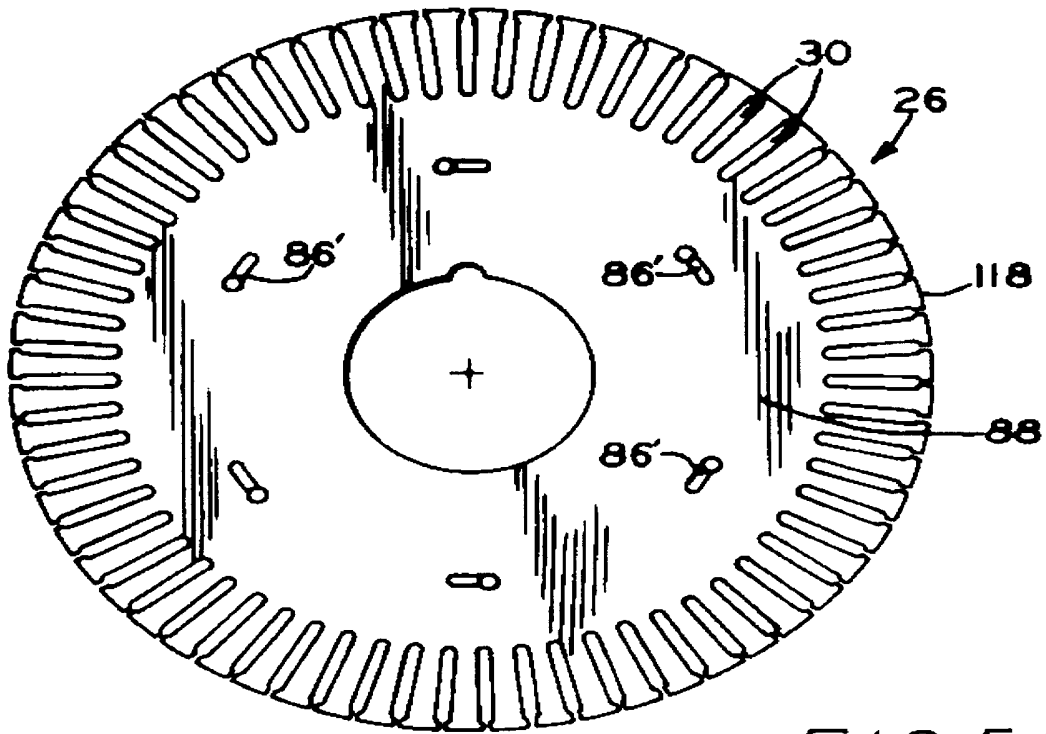
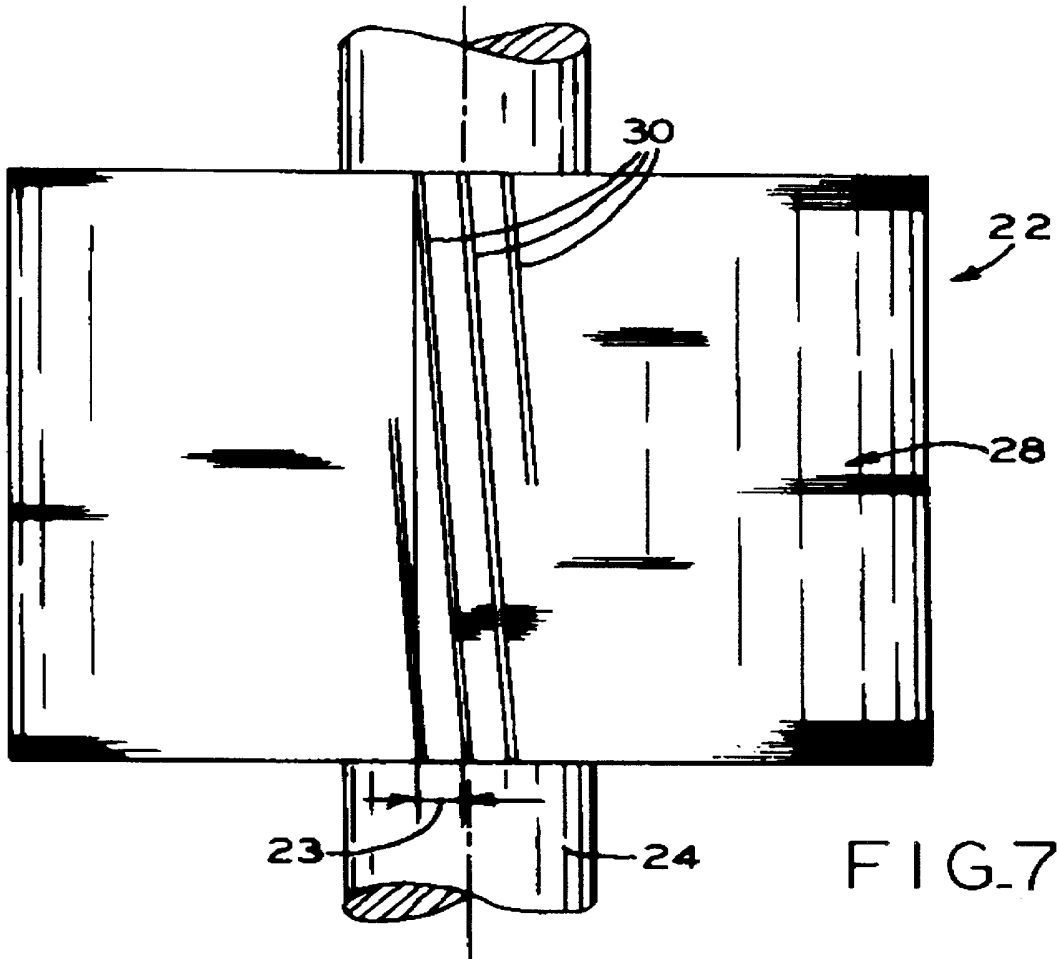


FIG. 5B



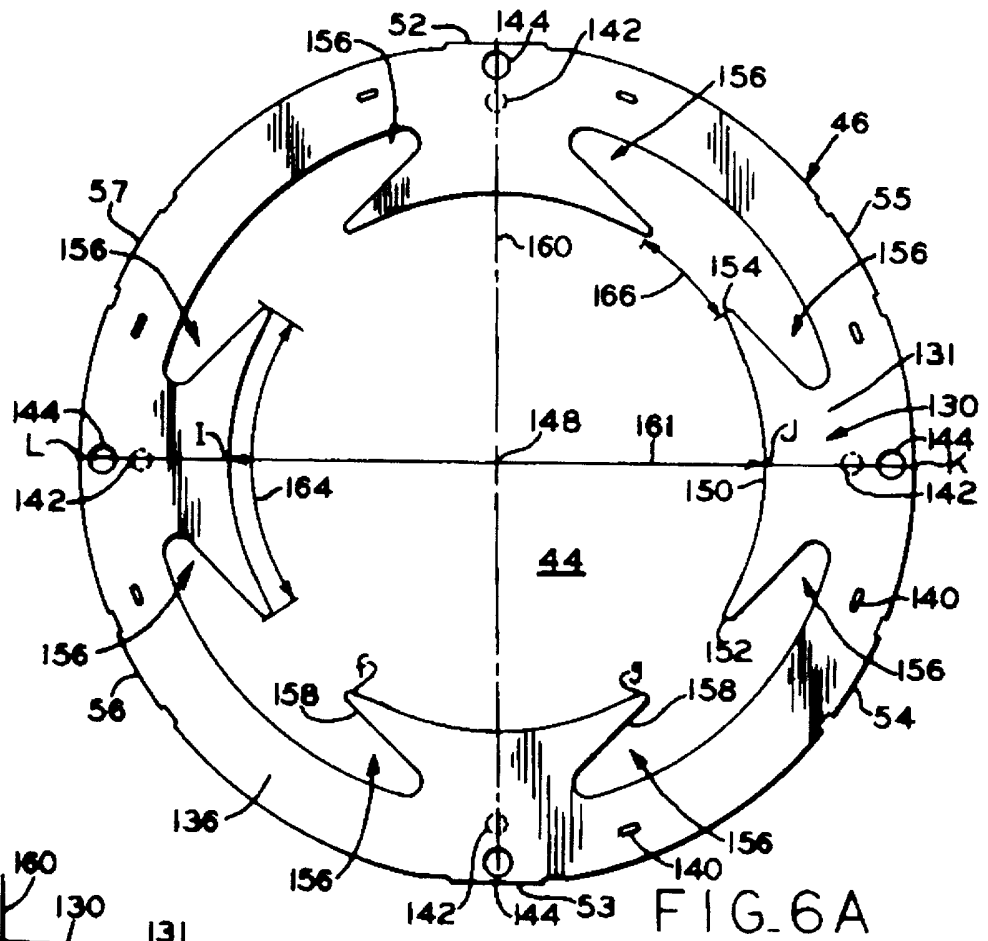


FIG. 6A

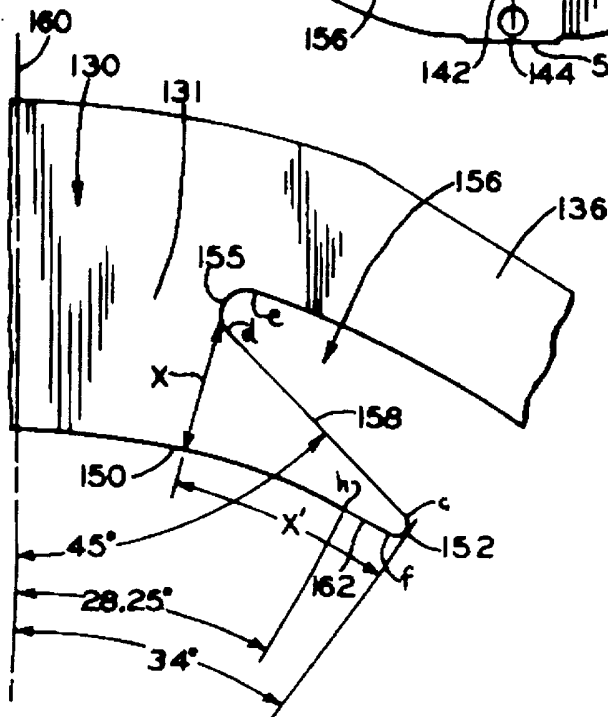


FIG. 6B

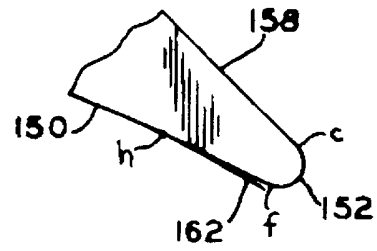


FIG. 6C