

(19)



(10) **LT 3558 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(11) Patent numeris: **3558**

(51) Int.Cl.⁵: **H02K 37/00**

(21) Paraiškos numeris: **IP1285**

(22) Paraiškos padavimo data: **1993 09 29**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **1995 04 25**

(45) Patent paskelbimo data: **1995 12 27**

(60) SU duomenys: **SU 4614818, 1989 08 24**

(31,32,33) Prioritetas: **3162/88, 1988 08 25, CH**

(72) Išradėjas:

Mai Xuan Tu, CH

Michel Schwab, CH

(73) Patent savininkas:

Matthias Scholer, Lengacker 199b, 4938 Rohrbach b. Huttwil/BE, CH

(74) Patentinis patikėtinis:

Marius Jakulis-Jason, 3, A.A.A.Baltic Service Company, Rūdninkų g. 18/2-12, 2001 Vilnius, LT

(54) Pavadinimas:

Žingsninis daugiapolis variklis

(57) Referatas:

Daugiapolis rotorius (11) yra įmagnetintas ašies kryptimi ir turi ant vieno savo paviršiaus, esančio priešais polių antgalius (1 ir 2), polius, kurie pakaitomis būna šiaurės ir pietų, išdėstyti išilgai jo krašto. Kiekvienas polių antgalis (1 ir 2) yra lenktas vidinis kraštas su dantimis (5), kuriuos skiria tarpiniai sluoksniai (6). Šerdis (3), ant kurios sumontuota ritė (4), magnetiškai sujungia polių antgalius (1 ir 2) su rite (4). Polių antgalių (1 ir 2) dantų (5) žingsnis α s skiriasi nuo rotoriaus polių žingsnio α r.

Šio išradimo objektas yra žingsninis daugiapolis variklis, turintis nuolatinio įmagnetinimo rotorių su N polių porų, išdėstytų apie centrinę ašį ir įmagnetintą šiai ašiai lygiagrete kryptimi, ir magnetinę statoriaus grandinę, kurioje yra ant ašies sumontuota ritė.

Jau seniai norima konstruoti šio tipo daugiapolius variklius, turinčius santykinai didesnę polių porų skaičių, nes jų gamyba būtų pigesnė, o matmenys - mažesni.

Žinomi šio tipo varikliai aprašyti patentuose: Šveicarijos patente Nr. 599707, JAV patente Nr. 4 713 565 ir Prancūzijos patente Nr. 2 406 907. Pirmajame iš jų aprašyti du išpildymo pavyzdžiai, parodyti brėžiniuose fig. 1 ir fig. 2 - iš vienos pusės bei fig. 5 ir fig. 6 - iš kitos pusės. Išpildyme, parodytame fig. 1 ir fig. 2, disko formos rotorius yra patalpintas oro tarpe, kuri formuoja polių antgaliai 1 a ir 5, 5a. Be to, šių trijų elementų ansamblis sumontuotas su cilindrine rite 6 ir su žiedine detale 2. Toks išdėstymas sąlygoja didelius vietos nuostolius, ypač į aukštį ir komplikuoja montavimą. Išpildymo pavyzdyje, kuris parodytas fig. 5 ir fig. 6, matoma vėl tokia pati polių antgalių 51a ir 55a superpozicija. JAV patente Nr. 4 713 565 aprašomas variklis, kurio statoriaus polių antgaliai yra vienodai išdėstyti ant skirtingų paviršių iš vienos ir kitos magneto pusės, o tai sąlygoja vietos nuostolius į aukštį. Be to, vidinių statorių strypai, pažymėti 14a ir 14b yra praktiškai tokio pat pločio, kaip rotoriaus polius. Kadangi šie vidiniai statoriai sujungti su statoriaus pagrindu kiekvienas tik vienu strypu, suprantama, kad ši konstrukcija kelia gamybos problemas. Tokias problemas kelia mechaninės savybės ir magnetinis sotis, jei rotoriaus polių skaičius yra didelis, nes plotis, skirtas sujungimo strypams, yra nedidelis.

Žingsniniai daugiapoliai varikliai, aprašyti Prancūzijos patente Nr. 2 406 907 taip pat turi nuolatinio įmagnetinimo rotorių su N polių porų, išdėstytų apie centrinę ašį ir įmagnetinimo kryptis yra lygiagreti šiai ašiai, o statoriaus magnetinėje grandinėje yra apvijos, sumontuotos ant šerdies. Be to, yra du pagrindiniai polių antgaliai, išsidėstę vienas prieš kitą toje pačioje statmenoje šiai ašiai plokštumoje, kiekvienas iš šių antgalių sujungtas su vienu iš šerdies kraštų ir sudaro išlenktą kraštą, turintį polių dantis, išsidėsčiusius apie ašį, o rotorius įrengtas lygiagretoje polių antgaliams plokštumoje.

Tačiau ši konstrukcija nepašalina visiškai, kaip norėtųsi, aukščiau minėtų trūkumų ir ypač trūkumų, susietų su įgyvendinimu techninio sprendimo, aprašyto JAV patente Nr. 4 713 565. Ypatingai neišspręsta patenkinamai rotorius veleno guolio atsparumo problema.

Šio išradimo tikslas yra pagerinti žinomų, aukščiau minėtų elektros variklių konstrukciją ir padidinti rotorius įrengimo tikslumą statoriaus atžvilgiu bei pagerinti magnetinio srauto, kuris atsiranda per pulsaciją, formą, kad variklio paleidimas būtų tikslus ir tylus. Taip pat galima sukurti žingsninį variklį, turintį 60 žingsnių apskritime, kurio konstrukcija paprasta, o aukštis nedidelis ir tai neįtakoja žytaus galingumo sumažėjimo.

Minėtam tikslui pasiekti, šio išradimo objektas charakterizuojamas tuo, kad tarpinis poliaus antgalis įmontuojamas tarp pagrindinių antgalių ir jį sudaro tarpiniai dantys, patalpinti šalia minėtų polių dantų ir įterpti tarp jų.

Žemiau aprašomas, kaip pavyzdys, elektros variklio įrengimo būdas, remiantis išradimu ir pridedamais brėžiniais.

5 Fig. 1 pavaizduotas grandinės schematiškas vaizdas iš viršaus,

Fig. 2 taip pat schematiškai pavaizduotas grandinės, parodytos Fig. 1, pjūvis pagal II-II.

10

Fig. 3, 4 ir 5 yra schematiškai magnetinės grandinės ir aprašyto elektros variklio rotoriaus vaizdai, atitinkamai iš priekio ir pjūvyje, paaiškinantys veikimą,

15

Fig. 6, 7 ir 8 duoti vaizdai, atitinkamai iš viršaus, pjūvyje pagal VII-VII ir pjūvyje pagal VIII-VIII,

20

Fig. 9 duota schema, atitinkanti variklio konstrukcinių charakteristikų optimizaciją ir

Fig. 10 duotas kitas grafikas, kuris taip pat liečia charakteristikų optimizacijos tyrimą.

25

Aprašomas elektros variklis yra daugiapolis vienfazis variklis, turintis du pagrindinius polių antgalius 1 ir 2, kurie magnetiškai sujungti su šerdies 3, ant kurios užvyniota žadinimo ritė 4, galais. Schematiškame fig. 1 pateiktame pavyzdyje polių antgaliai 1 ir 2 yra visiškai plokšti ir su šerdimi 3 sujungiami uždedant. Galima sujungti suvirinimo būdu, ar kitaip, o atskiru atveju galima būtų numatyti, kad vienas iš polių apdorojamas, pavyzdžiui, kertant poliaus antgalį šerdimi. Šiuo atveju, kitas poliaus antgalis turėtų būti už-

35

lenktas, kad jo sujungimo plokštelė susijungtų su vienu iš šerdies priekiniu paviršium. Polių antgalių, o taip

pat šerdies medžiaga yra feromagnetinė, riboto padidinto magnetinio sočio ir nedidelio inertiškumo.

Elektroninis aparatas (brėžiniuose neparodytas) periodiškai siunčia ritės 4 poliarumo kaitos impulsus ir kiekvienas iš pagrindinių polių antgalių 1 ir 2 atlieka iš eilės šiaurinio magnetinio poliaus ir pietinio magnetinio poliaus vaidmenį. Kaip matoma fig. 2 du pagrindiniai polių antgaliai 1 ir 2 yra komplanarūs. Jie išsidėstę vienas prieš kitą ir kiekvienas yra vidinis išlenktos formos kraštas, išpjaustytas profilis - tam tikras poliaus dantų 5 skaičius.

Kaip parodyta fig. 1 poliaus dantys 5 yra trapecinės formos ir atskirti tarpinių zonų 6, kurių kraštai yra apskritimo lanko segmentai, centruoti į ašį, statmenai polių antgalių 1 ir 2 plokštumai. Ši centrinė ašis sutampa su variklio rotorius ašimi.

Čia aprašytame išpildyme, kiekvieno iš polių antgalio 1 ir 2 dantys formuoja septynių dantų grupę, kurioje statoriaus poliaus žingsnis yra α s. Dantys 5, esantys dvejuose grupės pakraščiuose kiekviename polių antgalyje 1 ir 2, kaip parodyta fig. 1, atitinka priešais einančio poliaus panašų dantį 5 ir kiekvieną šių panašių dantų 5 porą atskiria tam tikro pločio oro tarpas. Kaip matoma fig. 1, minėti du oro tarpai nėra vienodo pločio, bet tas išdėstymas nėra kliūtis norimam tikslui pasiekti. Iš tikrųjų konstatuojama, kad tarp dviejų polių antgalių 1 ir 2, yra tarpinis poliaus antgalis 7, kuri taip pat sudaro plokščia plokštelė, tokio pat storio, kaip antgaliai 1 ir 2 ir taip pat pagamintas iš feromagnetinės medžiagos, kurios liekamasis magnetizmas nedidelis ir ribotas padidintas magnetinis sotis. Šis tarpinis antgalis apytikriai apskritimo formos su, periferiniame pakraštyje esančiomis, dviem tarpinių dantų 8 grupėmis, kurie išdės-

tyti pagal poliaus dantų 5 papildomą profilį ir įmon-
tuoti tarp poliaus dantų 5 tokiu būdu, kad tarp ant-
galio 7 ir kiekvieno antgalio 1 ir 2 būtų sąlygojami
pastovaus, bet nedidelio pločio vingiuoti oro tarpai,
5 fig. 1 pažymėti atitinkamai 9 ir 10.

Magnetinis laukas, kuris egzistuoja erdvėje, esančioje
šalia oro tarpų 9 ir 10, per impulsus sąveikoja su
rotorium 11, kuri sudaro diskas, arba plokščias pasto-
10 vaus magneto žiedas, kuris sąlygoja daugiapoliį įmagne-
tinimą su iš eilės pakaitomis būnančiais šiaurinis ir
pietinis poliais, pasiskirsčiusiais rotoriaus pakraš-
tyje pagal įmagnetinimo kryptį, kuri yra lygiagretė
ašiai, t.y. statmena magnetinės grandinės 1, 7, 2, 3
15 plokštumai.

Fig. 3, 4 ir 5 parodyta, kaip rotorius 11, kuris pa-
vaizduotas schematiškai, sąveikauja su polių antgaliais
1 ir 2. Fig. 4 ir 5 matoma, kad vektoriaus įmagnetini-
20 nimas yra taip įvykdomas, kad visi poliai 12 atsiranda
ant vieno iš rotoriaus paviršių 13. Tuo būdu, išilgai
šio paviršiaus 13 krašto yra besikeičiantis šiaurės ir
pietų pasiskirstymas su poliaus žingsniu, kuris lygus αr .
Brėžinyje parodytame pavyzdyje, rotorius 11 yra tris-
25 dešimt dviem įmagnetintais poliais, t.y. šešiolika po-
lių porų, įmagnetinamas tokiu būdu, kad kampinis
žingsnis αr yra lygus $2\pi/16$. Sukurto magnetinio lauko
išsidėstymas erdvėje schematiškai parodytas fig. 5.

30 Fig. 3 duota aprašyto variklio pasirinkta charakteris-
tika. Kai rotoriaus 11 polių porų kampinis žingsnis yra
lygus αr , kaip matoma fig. 4, kiekvieno iš antgalių 1
ir 2 polių dantų kampinis žingsnis αs truputį skiriasi
nuo poliau žingsnio αr . Iš tikrųjų, kaip matysime
35 vėliau, reikėtų pasirinkti dydį, kuris būtų nustatytas
tarp 0,8 ir 1,2x αr , norint tinkamiausiai sumažinti
parazitines jėgas, kurios kitaip sutrukdytų variklio
funkcionavimą.

Variklio veikimo principas yra šis: jei išivaizduosime ilgalaikį poliarizuojantį impulsinį veikimą ir antgalį 2 šiaurės polium, o antgalį 1 pietų polium (fig. 3), rotorius 11 (fig. 4) bus fiksuotas tokioje padėtyje, kad jo magnetinė ašis, kurią nustatytų, pavyzdžiui, diametrali linija tarp dviejų priešingų polių S_a ir S_b , būtų simetriška polių antgalių 1 ir 2 statoriaus magnetinės ašies atžvilgiu. Kaip žinoma, kai turima reikalų su šio tipo elektros varikliais, reikia numatyti per žingsninio variklio darbą, kad, nesant impulsinio poveikio, rotorius orientuojasi spontaniškai, skirtingai nuo orientacijos nejudamoje būklėje kryptimi. Todėl reikia numatyti, pavyzdžiui, nustatytose antgalių 1 ir 2 ir/ar 7 vietose angas, ar asimetriškus profilio elementus, norint priversti rotorių būti tokioje nejudamoje padėtyje, kuri truputį skirtųsi nuo vaizduojamos fig. 3. Suprantama, kad per kitą impulsinį veikimą, jei antgalis 1 poliarizuotas šiaurės polium ir antgalis 2 pietų polium, rotorių veikia sukimo momentas, kuris jį pasuks vienu žingsniu, t.y. kampu, kuris lygus $\frac{1}{2}\alpha r = 2\pi/2N$, taip, kad polius S_b atsidurs simetriškai ant vieno iš antgalio 1 danties 5.

Kadangi kampinis statoriaus dantų žingsnis yra truputį skirtingas ir čia truputį didenis negu kampinis rotoriaus polių porų žingnis, poliai, gretimi fig. 4 pažymėtiems S_a ir S_b , nebus simetriškose padėtyse polių antgalių 1 ir 2 (fig.3) dantų 5, kuriuos jie perdengia, atžvilgiu. Šio išsidėstymo pasekmė, kaip matysime vėliau, bus kai kurių parazitinių sukimo momentų susilpninimas arba likvidavimas.

Prieš detalesnį sąlygų, kurios leistų sumažinti šiuos parazitinius sukimo momentus, apibrėžimą, aprašysime

trumpai, remiantis fig. 6, 7 ir 8 nagrinėjamo elektros variklio naudojimo praktikoje pavyzdį. Du polių antgaliai 1 ir 2 varžtais 15 ir 16 tvirtinami prie pagrindo plokštės 14 taip, kad jie būtų šiai plokštei lygiagretėje plokštumoje. Jie išdėstyti taip, kaip matoma fig. 1 ir fig. 3 ir per padėklus varžtais prie plokštės 14 pritvirtinama šerdis 3, ant kurios sumontuota žadinimo apvija. Tarpinis poliaus antgalis 7 kai kuriomis dalimis remiasi ant padėklo 17, įmontuoto į centrinę plokštės 14 angą ir jo vaidmuo yra dvilypis: jis yra rotoriaus 21 ašies 18 guolis ir detalė tarpiniam antgaliui 7 stabilizuoti. Kitas guolis 19, skirtas ašiai, tvirtinamas stačiakampio formos dangos plokštėje 20, kuri per padėklus remiasi ant pagrindo plokštės 14 ir tvirtinama varžtais 15.

Aprašyto variklio rotoriaus 21 komplekte yra armatūra 22, kurios pjūvis matomas fig. 8, ir ji kerta ašį 18, prie kurios tvirtinamas rotoriaus įmagnetintas žiedas 11, montuojamas į išpraustinę. Ašis 18 sumontuota ant atramos virš plokštės 20 ir gali turėti jungties elementą, kuris palaiko bet kokią komponentą prieš pradedant judėti rotoriaus įtakoje. Esant serijinei gamybai, rotoriaus 21 mazgas turėtų būti gaminamas visiškai ar dalinai įpurškiant magnetinę medžiagą, pavyzdžiui, plastoferitą.

Toliau pateiksime vieną aprašomos konstrukcijos charakteristiką, kuria remiantis galima laisvai apibrėžti kai kuriuos konstrukcijų parametrus, priklausomai nuo pageidaujamų savybių.

Kaip matoma fig. 3, tarpinio polių antgalio 7 dėka, magnetinis srautas, kuris susikuria erdvėje sužadinimo metu, yra vingiuotų oro tarpų 9 tiksliai kanalizuojamas.

Fig. 9 pateiktas grafikas rodo skirtingų porų charakteristikas, kurias reikia įvertinti variklio matmenims nustatyti. M_i momento kreivė rodo jėgos momentą, kuris veikia rotorius per impulsų atsiradimą, priklausomai nuo jų kampinės padėties statoriaus atžvilgiu. Tai periodinė kreivė, kurios periodas yra $\alpha_s = 2\pi/N$. Kreivė M_p rodo stabdymo momentą, kuris užtikrina rotoriaus padėti per laikotarpį tarp impulsų. Jos periodas yra lygus $\alpha_s/2$, arba $2/2N$. Kreivė, kuri pažymėta M_{par} , rodo vieną iš daugelio parazitinių sukimo momentų, kurių atsiradimas priklauso nuo poliaus dantų formos ir nuo šių dantų grupių, fig. 1 pažymėtų 5, žingsnio. Šios kreivės forma gali būti modifikuota, pasirenkant tinkamą parametą k , kuris yra poliaus dantų žingsnio ir rotoriaus polių žingsnio santykis. Šie parazitiniai sukimo momentai yra sukimo momentų M_i aukštosios harmonikos. Esant reikalui, galima stengtis, kad išnyktų 2 ar 4 harmonikos. Tą galima įgyvendinti pasirinkus tinkamą santykį k . Pagaliau, linija M_r rodo pasipriešinimo momentą, kurį sąlygoja trintis guoliuose. Sukimo momentas M_m yra suma išorinių mechaninių sukimo momentų, veikiančių rotorius, kaip, pavyzdžiui, trinties jėga ratų sistemoje, rodiklių nesubalansavimo momentas ir kt.

Buvo atlikti eksperimentiniai prototipo tyrimai, kurie parodė, kad duotojo prototipo atžvilgiu galima sudaryti grafiką tokio pavidalo, kaip pavaizduota fig. 10, kuriame demonstruojamas sukimo momentų M_i ir M_{par} amplitudžių pasikeitimų vaizdas, priklausomai nuo pasirinkto parametro k dydžio. Fig. 10 vaizduojamos priklausomybės atveju, parazitinis momentas M_{par} yra M_p harmonikos 2 momentas ir, pavyzdžiui, matoma, kad šis parazitinis momentas gali būti eliminuotas pasirenkant koeficiento k dydį lygų 1,04. Nežiūrint į tai, kad koeficiento pasirinkimas truputį sumažina M_i amplitudę, šis sumažėjimas nėra žymus.

Tuo būdu, aukščiau aprašytos priemonės leidžia ne tik gaminti mažų gabaritų elektros variklį (ir ypač ne- aukštą), kuri lengvai galima konstruoti taip, kad būtų padidintas žingsnių apskritime skaičius bei lengvai bū-
5 tų galima pasiekti šešiasdešimt žingsnių apskritime.

Bet šio variklio matmenų nustatymas turi būti tiriamas, kad veikimo sąlygos būtų optimalios, ypač galimai dau-
giau būtų sumažintas srovės vartojimas. Šis elektros
10 variklis leidžia gaminti laikrodžius, kurių sekundžių rodyklės gali būti sumontuotos tiesiai ant variklio ašies, o tai žymiai sumažintų būtinų krumpliaračių skaičių.

15 Kaip matoma fig. 5, pagal aprašytą išpildymą rotoriaus įmagnetinimo pasekoje visi poliai išsidėsto ant to paties įmagnetinto žiedo paviršiaus. Tačiau galima su- galvoti kitą išpildymo formą, naudojant rotorių, kurio įmagnetinimas yra tiksliai lygiagretus ašiai, t.y.,
20 kurio du paviršiai yra įmagnetinti ir vieno paviršiaus polių antgaliai visada yra tiesiogiai priešpriešiniai kitame paviršiuje esantiems polių antgaliams. Pagal kitą variantą, rotoriaus stabdymo priemonės, skirtos stabdymui tarp impulsų, turėtų būti gaminamos iš fe-
25 romagnetinių elementų, išdėstytų priešais rotoriaus kraštą arba jo priekinį paviršių priešais polių ant- galius. Galimi skaitlingi aprašyto išpildymo variantai.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Žingsninis diapolis variklis, turintis nuolatinio
5 įmagnetinimo rotorių su N polių porų, išdėstyty apie
centrinę ašį ir įmagnetintų lygiagrete šiai ašiai
kryptimi ir statoriaus magnetinę grandinę, kurioje yra
apvija, sumontuota ant šerdies, ir du pagrindinius
10 polių antgalius, esančius vienas prieš kitą toje pačioje
plokštumoje, statmenoje minėtai ašiai, o kiekvienas iš
šių antgalių yra sujungtas su šerdies kraštu ir sudaro
išlenktą kraštą, kuriame yra polių dantys, išdėstyti
apie minėtą ašį ir rotorių, esanti polių antgaliams
15 lygiagretoje plokštumoje, b e s i s k i r i a n t i s
tuo, kad tarpinis polių antgalis yra įterptas tarp
pagrindinių polių antgalių ir jį sudaro tarpiniai
dantys, išdėstyti greta minėtų polių dantų ir įterpti
tarp jų.

2. Variklis pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s
20 tuo, kad tarpinio poliaus antgalio ir pagrindinių polių
antgalių kraštų profiliai yra papildomi ir riboja
vingiuotą, apytikriai pastovaus pločio, oro tarpą.

3. Variklis pagal 2 punktą, b e s i s k i r i a n t i s
25 tuo, kad minėtų polių dantų kampinis žingsnis skiriasi
nuo rotoriaus polių žingsnio.

4. Variklis pagal 3 punktą, b e s i s k i r i a n t i s
30 tuo, kad kampinis polių dantų žingsnis α yra api-
brėžiamas formule $\alpha = k \cdot 2\pi / N$, kurioje k reikšmė yra tarp
0,8 ir 1,2 ir $2\pi / N$ yra lygus rotoriaus polių kampiniam
žingsniui α r.

5. Variklis pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s
35 tuo, kad statoriaus magnetinę grandinę sudaro mažiau-
siai vienas asimetrinis sulaikymo elementas, tinkamas
rotoriui išlaikyti per periodus tarp impulsų tokioje

kampinėje padėtyje, kad paleidimo momentas jį veiktu, kol apvijoje teka srovė.

5 6. Variklis pagal 5 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad minėtą asimetrinį elementą sudaro serija tinkamai įrengtų angų pagrindiniuose polių antgaliuose arba tarpiniame polių antgalyje.

10 7. Variklis pagal bet kurią 1-6 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad rotorius turi trisdešimt porų polių, išdėstytų ant vieno iš jo priekinių paviršių, kuris atgręžtas į minėtus pagrindinius polių antgalius.

FIG. 1

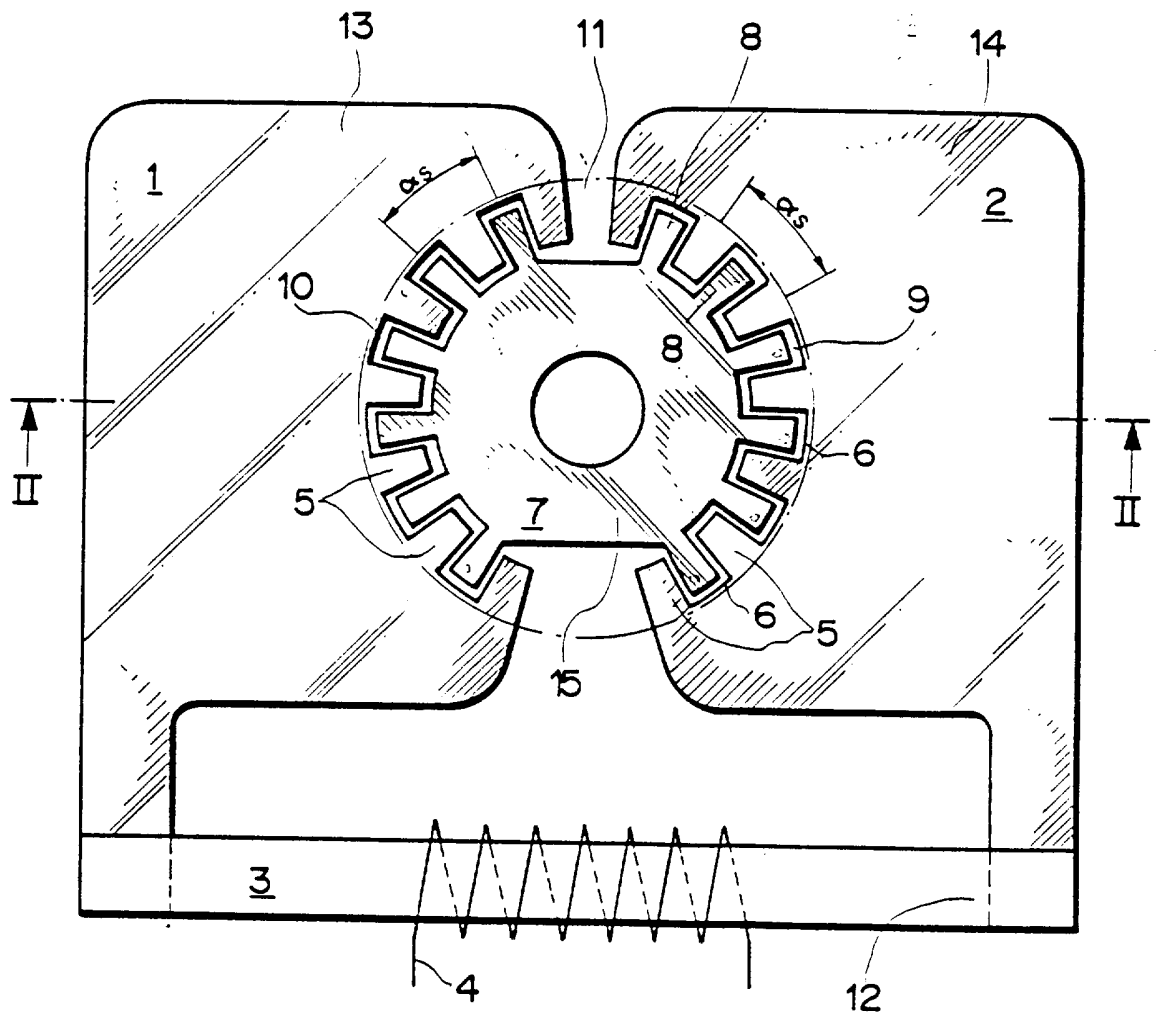


FIG. 2

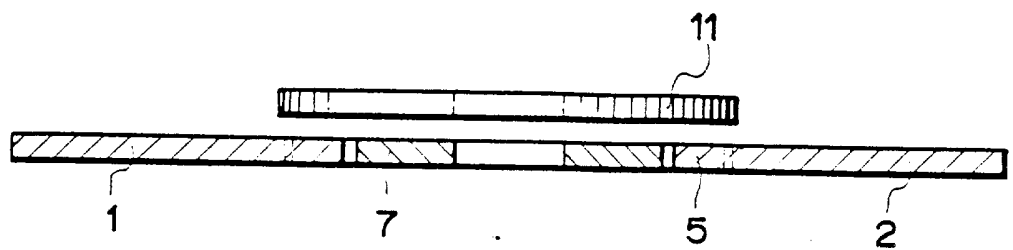


FIG. 3

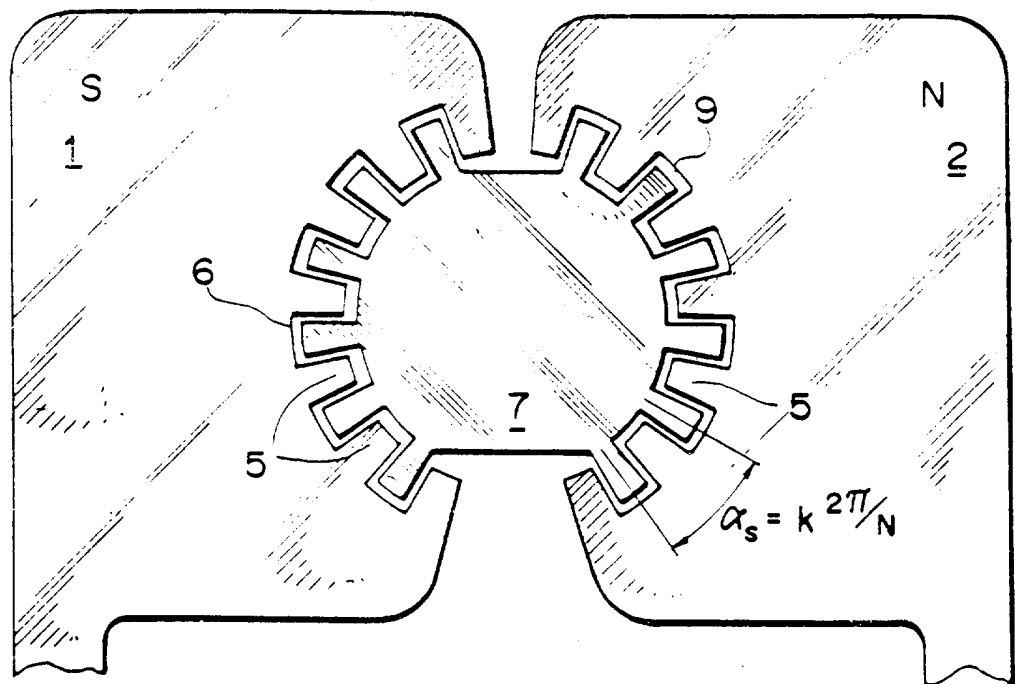


FIG. 4

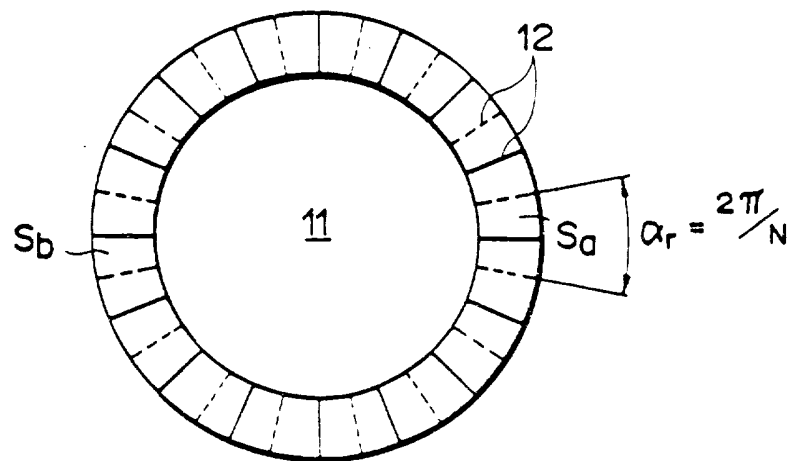
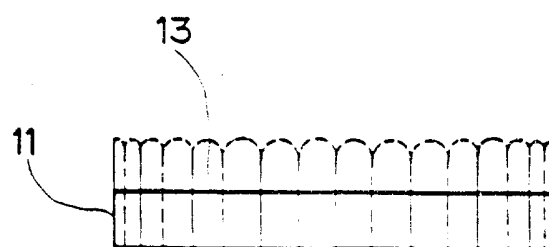


FIG. 5



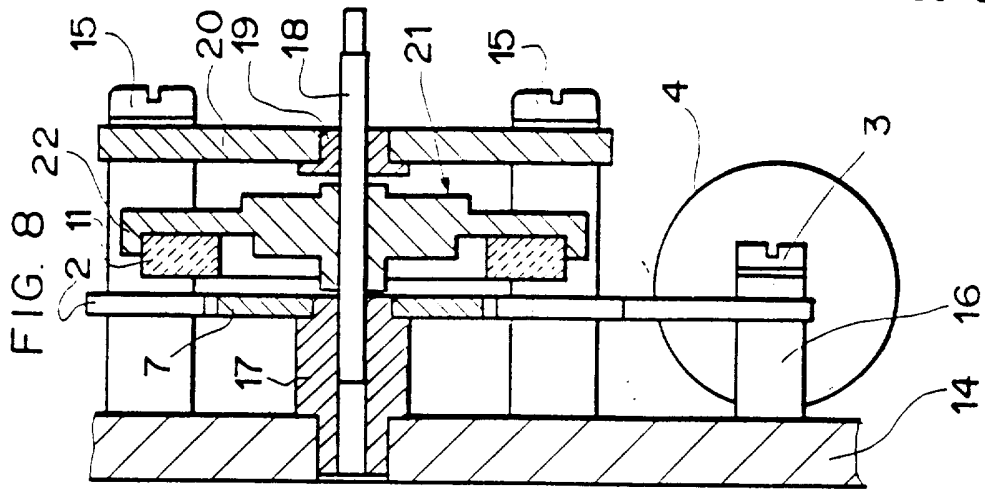
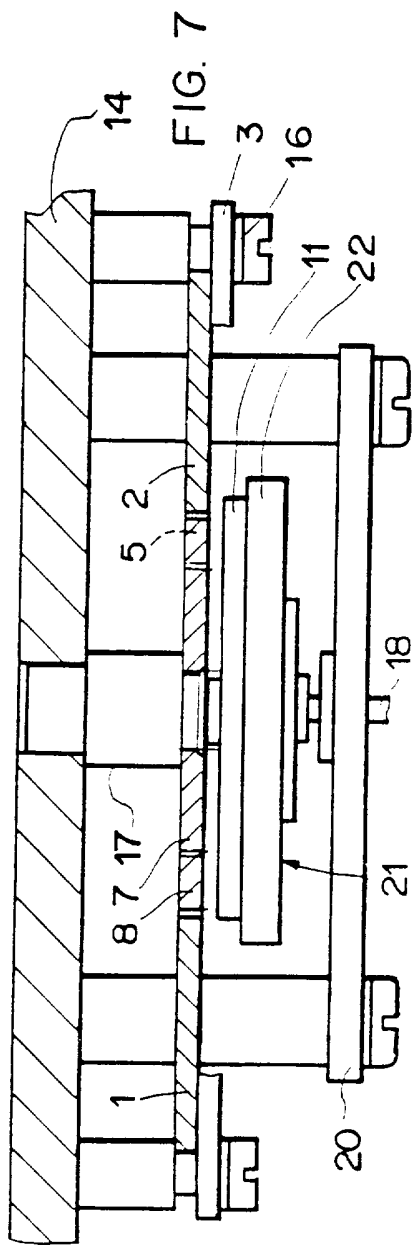
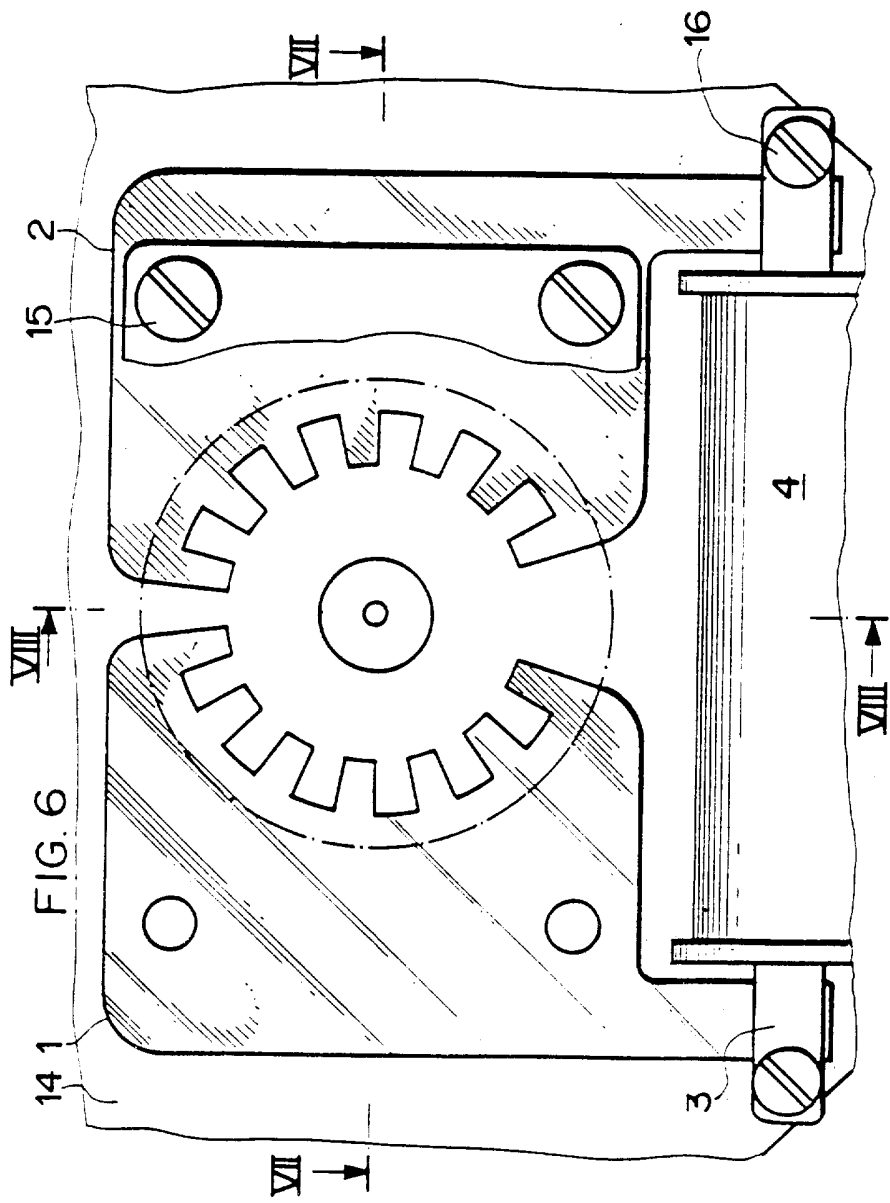


FIG. 9

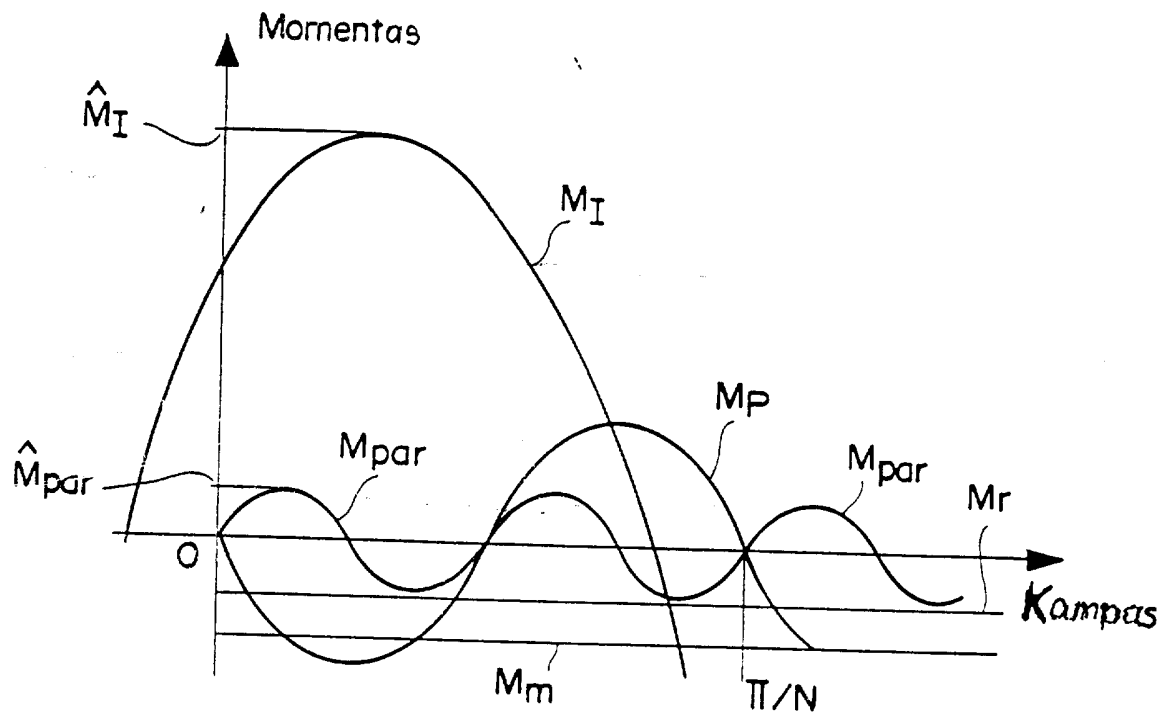


FIG. 10

