



NORGE

(12) PATENT

(19) NO

(11) 320985

(13) B1

(51) Int Cl.

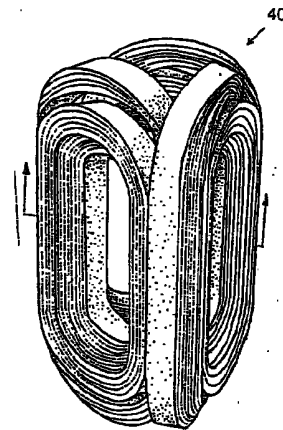
H01F 27/25 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20011043	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	1999.09.02 PCT/SE99/01518
(22)	Inng.dag	2001.02.28	(85)	Videreføringsdag	2001.02.28
(24)	Løpedag	1999.09.02	(30)	Prioritet	1998.09.02, US, 146501
(41)	Alm.tilgj	2001.02.28			
(45)	Meddelt	2006.02.20			
(73)	Innehaver	Lennart Höglund, Blåstadsgatan 126, S-589 23 Linköping, SE			
(72)	Oppfinner	Lennart Höglund, Blåstadsgatan 126, S-589 23 Linköping, SE			
(74)	Fullmektig	Protector Intellectual Property Consultants AS, Postboks 5074 Majorstua, 0301 OSLO, NO			

(54)	Benevnelse	Transformatorkerne
(56)	Anførte publikasjoner	US A 2 333 546, US A 2 544 871
(57)	Sammendrag	

Transformatorkerne innbefattende i det minste et ben og i det minste en åkdel, hvor tverrsnittet til benet eller benene er regelmessig flerkantet med mer enn fire kanter. Kjernen er dannet av ringer rullet av bånd med konstant bredde, hvorved god elektriske egenskaper er tilveiebrakt. Transformatoren er også enkel å fremstille og det unngås sløsing med materiale.



Foreliggende oppfinnelse angår transformator kjerner og spesielt trefase- og enfase-
kjerner innbefattende regelmessige flerkantete ben.

5 Trefase-transformator kjerner er vanligvis fremstilt av transformatorplater skåret til E I
form for små transformatorer og til rektangulære plater, som er lagt kant til kant i store
transformatorer. De har den ulempen at magnetiske felt må passere via kanter fra plate
til plate og at det magnetiske feltet nå tilbakelegge en unødvendig lang vei og ikke
alltid langs en magnetisk orientering.

10 Konstruktører av transformator kjerner har foretatt anstrengelser for å tilveiebringe ben
med et hovedsakelig sirkulært tverrsnitt på grunn av at dette gir den beste
virkningsgraden til den endelige transformatoren. Der er imidlertid alltid en avveining
mellom virkningsgrad og produksjonskrav, som fører til ikke-optimale
transformator kjerner med ikke-sirkulære ben.

15

Båndkjerner for trefasetransformatorer har til nå vært vanskelige å framstille.
Virkningsgraden til kjernen kan bli øket ved å kutte bånd av variabel brede og
viklingsringer, som er gitt et sirkulært tverrsnitt for enfasetransformatorer og
halvsirkulært tverrsnitt for trefasetransformatorer. Denne metoden resulter i store
20 mengder avfall og viklingsprosessen tar tid.

US 4,557,039 beskriver en fremgangsmåte for å fremstille transformator kjerner ved
anvendelse av elektriske stålbånd med tilnærmet linear avsmalning. Ved valg av en
egnet avsmalning frembringes en sekskantet eller høyer kantantall tilnærming av et
25 sirkulært tverrsnitt for benene til kjernen. Det er imidlertid et langvarig og vanskelig
arbeid å produsere avsmalnende bånd og konstruksjonen er ikke veltilpasset produksjon
i stor målestokk.

På 1a-c er vist en tidligere kjent trefasetransformator kjerne ifølge ovennevnte US patent
30 idet den generelt er betegnet med henvisningstallet 10. Kjernen har en generell delta-
form, som det fremgår av isometriske risset på fig. 1, hvor tre ben er forbundet sammen
med åkdeler. På fig. 1a er tverrsnitt av kjernen vist før den endelige sammensettingen.

Kjernen innbefatter tre identiske ringformete deler 12, 13, og 14, hvis generelle form fremgår av fig. 1. Hver ringformete del fyller opp en halvdel av to ben med sekskantet tverrsnitt, jfr. fig. 1a, som således fullfører de tre benene til en trefasetransformator. De ringformete delene er til å begynne med viklet av bånd med konstant bredde til tre
5 identiske ringer 12a, 13a, 14a med rombisk tverrsnitt innbefattende to vinkler på 60° og to vinkler på 120° . Disse ringene 12a-14a utgjør basisringene. Orienteringen av båndene fremgår også av fig. 1a og 1b.

Utenfor basisringene i hver ringformet del er en ytre ring 12b, 13b, 14b av et
10 regelmessig trekantet tverrsnitt. De ytre ringene er viklet med et bånd med konstant avtagende bredde.

Når de tre ringformete delene 12-14 er satt sammen, se fig. 1b, danner de tre sekskantete ben på hvilke transformatorviklingene er viklet.
15

En ulempe ved denne løsningen er at en hver transformatorstørrelse krever den egen tilskjæring av bånd. De ytre ringene 12b-14b er også laget av bånd med avtagende bredde, som gir avfall og som også gjør at transformatorene ifølge US patentet er vanskelig å fremstille.
20

Transformator kjerner er også beskrevet i følgende publikasjoner: SE 163797, US 2,458,112, US 2,498,747, US 2,400,148 og US 2,544,871. Ovennevnte problemer er imidlertid ikke overvunnet ved hjelp av kjerner beskrevet i disse publikasjonene.

25 Et formål ved foreliggende oppfinnelse er å tilveiebringe en transformator kjerne hvor energitapene er minimalisert.

Et annet formål er å tilveiebringe en transformator kjerne som er enkel å fremstille og hvor materialavfall unngås.

30 Et annet formål er å tilveiebringe en fremgangsmåte for å fremstille en transformator som er veltilpasset for fremstilling i stor målestokk.

Oppfinnelsen er basert på at den innsikten at en transformator-kjerne med en eller flere regelmessig flerkantete ben med flere enn fire kanter kan bli viklet av bånd av materiale med konstant bredde.

5

Ifølge oppfinnelsen er der tilveiebrakt en transformator-kjerne innbefattende i det minste et ben og i det minste en åkdel, hvor tverrsnittet til i det minste et ben er regelmessig flerkantet med flere enn fire kanter kjennetegnet ved at kjernen er fremstilt av ringer rullet opp av bånd av konstant bredde. Nærmere bestemt er oppfinnelsen kjennetegnet

10 slik som angitt i de selvstendige kravene.

Videre er foretrukne utførelser angitt i de uselvstendige kravene.

Oppfinnelsen skal nå beskrives nærmere ved hjelp av eksempel med henvisning til

15 tegningene, hvor:

Fig. 1 viser et isometrisk riss av en tidligere kjent trefasetransformator-kjerne fremstilt av ringer med rombisk og trekantet tverrsnitt.

20 Fig. 1a og 1b viser et tverrsnitt på tvers av kjernen på fig. 1 henholdsvis før og etter sammensettingen.

Fig. 2 viser et isometrisk riss av en trefasetransformator-kjerne ifølge oppfinnelsen med ben med sekskantet tverrsnitt.

25 Fig. 2a og 2b viser et tverrsnitt på tvers av kjernen på fig. 2 henholdsvis før og etter sammensettingen.

Fig. 3a og 3b viser et tverrsnitt på tvers av en alternativ trefasetransformator-kjerne med ben med sekskantet tverrsnitt henholdsvis før og etter sammensettingen.

30 Fig. 4 viser et isometrisk riss av en trefasetransformator-kjerne med åttekantete ben.

Fig. 4a viser et tverrsnitt på tvers av kjernen på fig. 4.

Fig. 5 viser et tverrsnitt av et transformatorben ti kanter.

- Fig. 6 viser et tverrsnitt av et transformatorben tolv kanter.
- Fig. 7-9 viser en anordning for å påvirke lekkasjeinduktans og harmoniske i trefasetransformatoren.
- 5 Fig. 10 viser et tverrsnitt på tvers av en trefasetransformatorkjerne med spesielt formete åkdeler for å forbedre den magnetiske fluksen.
- Fig. 11 viser en trefasetransformatorkjerne med oppstilte ben.
- Fig. 12-14 viser enfasetransformatorkjerner ifølge oppfinnelsen.
- Fig. 15-17 viser ytterligere forbedringer av formen på transformatorkjernetverrsnittet.

10

Foretrukne utførelsesformer av en trefasetransformatorkjernen ifølge oppfinnelsen skal nå bli beskrevet.

15 Fig. 1 har allerede blitt beskrevet i forbindelse med beskrivelsen av teknikkens stilling og vil ikke bli forklart nærmere.

På fig. 2 er vist en trefasetransformatorkjerne ifølge oppfinnelsen generelt betegnet med henvisningstallet 20. Generelt er formen lignende den til den tidligere kjente transformatorkjernen vist på fig. 1 med en generelt delta-form, men den er konstruert på 20 en helt annen måte.

Kjernen er fremstilt av tre ringformete deler 22, 23, 24 innbefattende flere ringer. Disse kommer i to bredder, bred eller smal hvor de smale ringene er dannet av bånd med den halve bredden til de brede ringene. De er også i to høyder, lav eller høy hvor de lave 25 ringene har halve høyden av de høye ringene. Dersom ikke annet er sagt vil denne definisjonen bli brukt gjennom hele beskrivelsen. Båndene er fortrinnsvis dannet av transformatorplater.

Hver av de ringformete delene 22-24 innbefatter respektive brede, høye basisringer 22a- 30 24a, lignende de beskrevet med henvisning til fig. 1. Disse ringene danner således i par fire av sidene i de sekskantete benene. De øvrige rombene i benene er bygget på forskjellige måter, jfr. fig. 2a og 2b.

Ved det første benet 25 i bakgrunnen er det ytterligere rombiske tverrsnittet sammensatt av to romboider. Den første betegnet 24b og som tilhører ringformete del 24 er en bred, lav ring. Det andre benet, betegnet med henvisningstallet 22b og som tilhører ringformete del 22 er en smal, høy ring.

Ved det andre benet 26 til høyre på fig. 2 er det ytterligere rombiske tverrsnittet sammensatt av en romboide og to romber. Romboiden er fylt med den smale, høye ringen 22b som tilhører den ringformete delen 22. Rombene er fylt med av to smale, lave ringer 23b, 23c som tilhører den ringformete delen 23.

Ved det tredje benet 27 til venstre på fig. 2 er også det ytterligere rombiske tverrsnittet sammensatt av en romboide og to romber. Romboiden er fylt med den brede, lave ringen 24b som tilhører den ringformete delen 24. Rombene er fylt med av to smale, lave ringer 23b, 23c som tilhører den ringformete delen 23. Grunnen til at den ringformete delen 23 innbefatter to lave, smale ringer er at denne større ringen ikke kan være både smal og høy som nødvendig ved det venstre benet 27 og bred og lav som nødvendig ved det høyre benet 26. Således er isteden anvendt to smale, lave ringer.

Alle øvre eller nedre åk som forbinder benene 25-27 har forskjellige former, men alle er bygget av en basisring med et stort rombisk tverrsnitt pluss en ring med et rombisk tverrsnitt eller to rombiske ringer med et lite rombisk tverrsnitt. Dette gjør at alle åkene har samme totale tverrsnittsareal.

Det rombiske rommet utenfor basisringene kunne naturligvis bli fylt i samsvar med et par basisprinsipp. En andre utførelsesform skal nå bli beskrevet med henvisning til fig. 3a og 3b. Kjernen betegnet generelt med henvisningstallet 30 har samme generelle form som den første, ovenfor beskrevne utførelsesformen. Ved denne utførelsesformen innbefatter imidlertid kjernen tre identiske ringformete deler 32-34, av hvilke den lengst til høyre 32 vil bli beskrevet. De ringformete delene 32-34 er lik delen 23 beskrevet i forbindelse med fig. 2. Ved første benet 35 innbefatter delen 32 to smale, lave ringer

32b, c, hvor ringen 32c er viklet utenfor ringen 32b. Ved det andre benet 36 har delen 32 to ringer 32b, 32c plassert ved siden av hverandre, jfr. fig. 3a.

De to delene 33, 34 er identiske med den første 32. Fremstillingen av kjernen kan
5 således som en regel bli forenklet, avhengig av fremstillingsvolumet på grunn av at alle tre ringformete delene 32-34 kan bli fremstilt i samme form.

En ytterligere mulighet er å lage brede, lave ringer og å dreie bendelene 60° og tvinge en tilsvarende bøyning av åkdelene. Åkdelene krever da mer plass og bøyningen lar seg
10 ikke så enkelt bevirke. Dannelsen av smale, høye ringer og dreining og bøyning, som nevnt, er også mulig, men vanskelig. Ytterligere varianter, innbefattende de med mindre oppdeling, er også mulig.

En kjerne med åttekantete ben, generelt betegnet med henvisningstallet 40, vil nå bli
15 beskrevet med henvisning til fig. 4 og 4a. I et åttekantet tverrsnitt, se for eksempel bakbenet 45, dreies sidene 45° , som betyr at de har en relativ vinkel på 135° i forhold til hverandre. Tre romber, hver med en vinkel på 45° , får således plass i de innerste kantene til kjernens ben. Utvendig for disse rombene er to firkanter fylt av ringer med kvadratisk tverrsnitt. En rombe fyller til slutt resten av det åttekantete tverrsnittet til
20 benet.

Fra disse seks tverrsnittene, utgjør tre subsnitt tverrsnittet til en profilert ring som går til det andre benet 46. De øvrige subsnittene utgjør tverrsnittet til en profilert ring som går til det tredje benet 47. Der er også en profilert ring som forbinder det andre og
25 tredje benet 46, 47.

De tre profilerte ringene inneholder alle to ringer med like bendeler. Den første ring 42a, 43a, 44a har et rombisk tverrsnitt og åkdeler bøyd 15° . En andre ring 42b, 43b, 44b utenfor den første ringen er kvadratisk og følger formen til den første ringen 42a - 44a.
30

Ved bruk av en løsning fra utførelsesformene med sekskantete ben, beskrevet med henvisning til fig. 2 og 3 utgjør to ytre romber tverrsnittet til en ytre ring med åkdeler

bøyd 15° . Alternativt utgjør to indre romber en indre ring, men bøyd 60° . Den neste ringen må nå gi en ytre rombe i et ben og en indre rombe i det andre benet og bli bøyd 30° . En type profilert ring som foretrekkes på grunn av at det er vanskelig å bøye en ring 60° og man kan ikke unngå en ring med både en ytre rombe og ytre rombe.

5

Ved delen 42 har den tredje ringen 42c et rombisk tverrsnitt i bendelene og er anbrakt ytterst i bakbenet 45, men innenfor det høyre benet 46. Disse rombene til bendelene er tilveiebrakt ved å forskyve de ytre båndene til ringen mot høyre ved det benet 46 og mot venstre ved bakbenet 45. Benene er dessuten dreiet asymmetrisk 30° og åkdelene er bøyd tilsvarende. Ringen er gitt en slik omkrets at den vil ligge utenfor de andre ringene. Det endelige resultatet fremgår av fig. 4.

Et t-sided ben, generelt betegnet med henvisningstallet 50, skal nå bli beskrevet med henvisning til fig. 5. De profilerte ringene inneholder alle fire ringer med like bendeler.

15 En første ring 50a, en andre ring 50b og en tredje 50c med rombisk tverrsnitt i deres bendeler er festet til det t-sidede tverrsnittet. De har således vinklene 36° , 72° og 108° og deres åkdel er bøyd 24° . En fjerde ring 50d, som har et rombisk tverrsnitt med vinkelen 36° , ligger i hovedsak på den første ringen 50a. Dens bendeler er dreiet utover 24° , som bevirker en 48° bøyning av deres åk. Den fjerde ringen bevirker også at åkdelene til den

20 tredje ringen 50c danner en større bue i forhold til et gitt rom. En femte ring 50e har et rombisk tverrsnitt ved dets bendeler med vinkelen 144° når den ligger utenfor den tredje ringen 50c, men ringen har et rombisk tverrsnitt med vinkelen 72° når den ligger utenfor den fjerde ringen 50d. Åkene er bøyd kun 12° . Pilene på figuren indikerer at tverrsnittene 50e tilhører forskjellige profilerte ringer. Der vil også være en kanal

25 egnet for kjøling av benene. Ved en alternativ utførelsesform er kanalen fylt med en ring. Dette er en fordel når ringene samvirker ved å la det magnetiske feltet gå mellom dem. Rommet kan for eksempel være anbrakt på en slik måte at den øvre delen til ringene 50c oppnår nye rombiske tverrsnitt med vinkelen 72° , som bevirker at kanalene 52a og 52b dannes. Ytterligere deler av ringen 50c til høyre kan bli skjøvet på ringen

30 50e, som danner rommene 53a og 53b.

Det er mulig å tilveiebringe trefasetransformatorkjerner med til og med flere kanter.

Fig. 6 viser en tolvsidet kjerne, generelt betegnet med henvisnings tallet 60. De profilerte ringene er sammensatt av fire ringer 60a - d med rombisk tverrsnitt med vinkler 30, 60, 90 og 120°, som er festet til det tolvside tverrsnittet og dreier 15°. Inne i disse ringene er det to ringer 60e, 60f med rombisk tverrsnitt med respektive vinkler 30 og 60° og dreier utover 15°. Festet til femte og sjette ring 60e, 60f er der et rom for en ring 60g med et rombisk tverrsnitt med vinkelen 30° dreiet utover 45°. Dens ytre bendel er en firkant utenfor den sjette ringen 60f og dreier utover 15°. Oppå ringen 60d er der rom for en ring 60h med et rombisk tverrsnitt med vinkelen 150° og det andre benet er et rektangel festet til ringen 60d og utsiden av ringen 60f. Hele tverrsnittet blir så fylt. Åkdelen er separert ved å anbringe noen bredere buer for å gi rom til andre åkdel.

De gode egenskapene til disse transformator kjernene kan bli gjort til og med bedre for noen transformatoranvendelser, jevnfør fig. 7. Lekkasjeinduktansen kan lett bli øket ved en tilleggskjerne 39 av bånd mellom primær og sekundær viklingene til transformatoren. Båndene er brakt sammen med topp og bunn. Båndene kan bli spredt rundt hele primærviklingen eller bli konsentrert ved et sted, som gjør sekundær viklingen eksentrisk.

20

De ikke-lineære magnetiske egenskapene til jern resulterer i harmoniske i de magnetiske feltene, spenningene og strømmene.

Et ytterligere ben anbrakt i senteret til kjernen vil ikke få noe magnetisk felt under perfekt symmetrisk og forvrengningsfri trefasebetingelser. Felles komponenter i fasespenningene, som tredje harmoniske, vil bli påvirket av et senterben.

25

Også en kombinasjon av båndene mellom viklingene og et senterben er mulig.

Ved en utførelsesform er senterbenet fremstilt av tre rektangulære poler 80 av bånd med en høyde tre ganger bredden lagt på hverandre til et kvadratisk tverrsnitt, jfr. fig. 8. Dette er fortrinnsvis trekantet og en løsning laget for en kunde inneholdende poler med

30

et rombisk tverrsnitt, av hvilket tre er satt sammen for å danne en pakke med båndkanter mot hverandre i en bølgeform, jfr. fig. 9. Tre pakker er satt sammen med liten avstand for å danne et ben med et tverrsnitt tilnærmet lik en trekant. Endene til polene er bøyd utover for å nå åkene. For å gjøre bøyingen mulig er avstandsholdere mellom polene
5 nødvendig. Avstandsholderne påvirker ikke de magnetiske egenskapene fordi at en pol fra hver pakke 91a-c; 92a-c; 93a-c er bøyd mot hvert åk. Også båndene er, i det minste på en side, parallelle med avstandsholderne.

En stav viklet av bånd i spiralform eller spoler er nyttig, spesielt dersom det skal være
10 luftgap mellom senterbenet og åkene. Spiralen kan være gjort bredere ved endene for å redusere luftgapene mot åkene.

Fleksibiliteten ved bygging av kjerner som dette er god og vist på fig. 10. Figuren viser kjernen i forbindelse med fig. 4. En hoveddel av den magnetiske fluksen kan passere fra
15 en profilert ring til en annen i benene hvor de berører hverandre. Dette muliggjør rotasjon av større flukser i åktrekanten.

Med foreliggende oppfinnelse er det også mulig å tilveiebringe en trefase transformator kjerne med opplinjete ben. Dette har den fordelen at transformatoren er
20 smalere enn ved deltaformet kjerne. Denne typen transformator er ideell for anbringelse på for eksempel togvogner.

Fig. 11a viser tverrsnittet på tvers av en transformator med åttekantete ben. Alle benene omfatter fire romber med en vinkel på 45° og to firkanter. Ringer forløpende mellom
25 tilliggende bene er vist på figuren mens de som forløper mellom de ytre benene er nesten helt skjult.

For å lage transformator kjerner av denne typen må bendelene kunne bøyes og åkdelen må bli bøyd og passere hverandre. Det finnes flere løsninger av hvilke en er vist på
30 figuren. Bendelene til ringene er bøyd utover og åkdelen innover eller motsatt. Formen på åkdelen er begrenset av begrenset mulighet for plastisk deformasjon, men ellers kan

åkdelen ha en hver form. Prinsippet vist på fig. 11 er å ha skarpe bøyer og rette åkdeler.

Ringene kan også bli anbrakt på hverandre, som gir avrundete bøyer for å spare material.

Åkene mellom venstre ben 115 og senterbenet 116 er bygget opp av en ring 112a med et rombisk tverrsnitt i bendelen, en ring 112b med et firkantet tverrsnitt og begge bøyd 22.5° og en rombisk ring 112c dreiet $67,5$ grad i bendelene. Ringene 112a og 112b passer inn i åttekantene tett opp til åksiden mens ringen 112c passer inn i motstående side.

Åket mellom senterbenet 116 og høyre ben 117 kan kun bli anbrakt i senterbenet i de øvrige posisjonene: 114a-c. Tverrsnittet til det venstre og høyre benet 115, 117 er speilbilder av senterbenet 116 slik at ringene som forløper i senterbenet er symmetriske. De indre benene 114a, 114b har deres nærmeste posisjoner i det høyre benet 117. Ringen 114c med et firkantet tverrsnitt i bendelene forløper imidlertid mot den nærmeste firkantformete posisjonen i det høyre benet. Grunnen for dette er at ringen 113a med et firkantet tverrsnitt mellom de ytre benene er i en ytre posisjon på åkdelen som allerede er tilstede for å nå det venstre benet.

Dreingen av åkene kan være umulig å oppnå. Ved en alternativ utførelsesform er i stedet anvendt en sterkt skrånende fold. Dette er vist for ringen 114c med det korteste åket. Folden starter ved en ende av åket og ender ved andre enden, markert med henvisningstallet 118a for det nedre åket og henvisningstallet 118b for det øvre åket på fig. 11. Åkene kan også være delt opp i flere smale ringer.

Også enfasetransformatorer vil være mer virkningsfulle dersom de er gitt et polygonalt tverrsnitt. Fig. 12 viser en transformator med et åttekantet tverrsnitt sammensatt av ringer med samme tverrsnitt som ved trefasetransformatorer, men med retursløyfer som går den nærmeste veien på utsiden av viklingene. Ringene kan bli transponert og fremdeles gitt et åttekantet tverrsnitt. En liten reduksjon av antall plater kan for

eksempel bli tilveiebrakt ved å sløyfeføre mot venstre av ringen som sløyfeføres lengst mot høyre på figuren. Der må dens tverrsnitt bli endret til en rombisk form tett opp mot rektangulær form.

En kjerne med to ben kan bli fremstilt fra trefasekonstruksjonen ved å bøye ringer fra et
5 ben sammen for å danne kun et ytterligere ben. En kjerne er vist på fig. 13 med et åttekantet tverrsnitt i dens ben. Dreiiingen av tre bendeler er 45° og bøyingen er 90° . En ring med et rektangulært tverrsnitt og de to ringene utenfor den ringen er ikke deformert. Kjerner med sekskantede ben trenger kun tre ringer fremstilt med bånd av samme bredde.

10 Dersom den åttekanten hvor tre rombekanter møtes er satt innerst i kjernen vil dreiiingen kun være 22.5 grad med unntak for romben i midten som må bli dreiet 67.5° .

Erstatningen av denne romben med en ring, med trinn som tilnærmes romben, er mer realistisk og er vist på fig. 14. En ytterligere forbedring er gjort ved å la båndene nå sirkelen, som således øker det totale tverrsnittet.

15

Segmentene utenfor et polygonalt ben kan bli fylt med en tynn rombisk ring av et bånd med omkring halve bredden og fulle høyden på segmentet og viklet til dens totale bredde. Folder i båndene langs midten av romben, som vist på fig. 15, gjør to sider til en flat side som gir en trekant, hvilke sider er i kontakt med kjernen. Med omkring $2/3$

20 bredde og $8/9$ høyde, en folde ved kanten av det innerste båndet danner et trapestverrsnitt som på fig. 16. Tverrsnittet kan også være avrundet.

Ved hjel på av bånd av konstant bredde kan bendelene bli gitt en tverrsnittform tett opp mot formen til en sirkel, jfr. fig. 17, 17a og 17b. Det høyre benet 172 på fig. 17 vil bli
25 beskrevet som et eksempel med henvisning til fig. 17a, hvor et transvers tverrsnitt av det benet er vist. Innerst er der ringer 173 av for eksempel 80% av full bredde og med en høyde på 9% av dens høyde. Der er tre ringer som når en omskrevet sirkel, jfr. fig.17a.

30 Fire av seks segmenter har blitt fylt med magnetisk materiale og bånd utenfor den sammensatte kjernen kan fylle de andre segmentene.

En ring 174 kan bli anbrakt på yttersidene til sekskantene.

En annen utførelsesform er vist på fig. 17b, hvor ringen 174 har blitt erstattet av bredere bånd i de andre ringene.

5

Noen av fordelene ved transformator kjernen i følge oppfinnelsen har allerede blitt nevnt. Blant de andre fordelene kan nevnes: Lavere ikke-lasttap, mindre vekt, mindre volum, lavere elektrisk lekkasje, en reduksjon av harmoniske på grunn av symmetrien til trefasetransformatorens faser, enkelt vedlikehold, etc.

10

Foretrukne utførelsesformer av transformator kjernen i følge oppfinnelsen har blitt beskrevet. Fagmannen på området vil innse at disse kan bli variert innenfor rammen av kravene.

P a t e n t k r a v

1.

Transformator-kjerne omfattende tre ben og åkdeler, hvor tverrsnittet til nevnte ben er

5 regelmessig flerkantet med mer enn fire kanter,

k a r a k t e r i s e r t v e d at kjernen er dannet av ringer rullet av bånd med konstant bredde, hvor hver av ringene utgjør deler av to av nevnte ben.

2.

10 Transformator-kjerne i følge krav 1,

k a r a k t e r i s e r t v e d at i det minste et ben har åttekantet tverrsnitt.

3.

15 Transformator-kjerne i følge krav 2,

k a r a k t e r i s e r t v e d at den innbefatter ni ringer.

4.

Transformator-kjerne i følge krav 3,

20 k a r a k t e r i s e r t v e d at den innbefatter tre ringer av en første bredde og en første høyde og seks ringer av en andre bredde korresponderende med halvdelen av den første bredden og en andre høyde korresponderende med halvdelen av den første høyden.

25 5.

Transformator-kjerne i følge krav 4,

k a r a k t e r i s e r t v e d

en første (32), en andre (33) og en tredje (34) ringformet del, hvor hver ringformet del innbefatter

30 en første ring (32a, 33a, 34a) viklet av bånd av en første bredde med en første høyde, i det tverrsnittet til ringene er rombiske med to vinkler på 60°,

en andre ring (32b, 33b, 34b) viklet av et bånd av en andre bredde i det vesentlig korresponderende med halvdelen av den første bredden, med den andre høyde i det vesentlig korresponderende med halvdelen av den første høyden, i det den andre ringen har rombisk tverrsnitt og er anbrakt på den første ringen (32a, 33a, 34a),

5 en tredje ring (32c, 33c, 34c) viklet av et bånd av den andre bredden med den andre høyden, i det den andre ringen har rombisk tverrsnitt og er anbrakt i en posisjon på den første ringen (32a, 33a, 34a) tilliggende den andre ringen og i en annen posisjon på den andre ringen,

i det den første, andre og tredje ringformete del er satt sammen hvorved det dannes en

10 trefase transformator-kjerne med tre ben med åttekantet tverrsnitt.

6.

Transformator-kjerne i følge krav 2,
k a r a k t e r i s e r t v e d a t den innbefatter syv ringer.

15

7.

Transformator-kjerne i følge krav 6,
k a r a k t e r i s e r t v e d

en første (22a), en andre (23a) og en tredje (24a) ring viklet av bånd av en første bredde

20 med en første høyde, i det tverrsnittet til ringene er rombisk med to vinkler av 60° , i det første, andre og tredje ring, som danner åkdel, sammen danner en trekant,

en fjerde ring (24b) viklet av et bånd av den første bredden med den andre høyde i det vesentlige korresponderende med halvdelen av den første høyden, i det den fjerde ringen har rombisk tverrsnitt og er anbrakt på den tredje ringen (24a),

25 en femte ring (22b) viklet av et bånd av en andre bredde med i det vesentlige korresponderende med halvdelen av den første bredden og med den første høyden, i den femte ringen har rombisk tverrsnitt og er anbrakt på den første ringen (22a),

en sjette ring (23b) viklet av et bånd av den andre bredden med den andre høyden, i det den sjette ringen har rombisk tverrsnitt og er anbrakt på den andre ringen (23a), og

30 en syvende ring (23c) viklet av et bånd av den andre bredden med den andre høyden, i det den syvende ringen har rombisk tverrsnitt og er anbrakt på den andre ringen (23a) og på den sjette ringen (23b),

hvor en trefaset transformator-kjerne med tre ben med åttekantet tverrsnitt er dannet.

8.

Transformator-kjerne i følge krav 1,

5 k a r a k t e r i s e r t v e d a t nevnte ben har åttekantet tverrsnitt.

9.

Transformator-kjerne i følge krav 8,

10 k a r a k t e r i s e r t v e d

en første, en andre, og en tredje profilring som hver innbefatter tre ringer (42a, 42b, 42c) med to bendeler og to åkdeler, hvor

en første ring (32a) har rombisk tverrsnitt i dens bendeler med en vinkel på 45° og med åkdeler bøyd 15° i en slik retning at de ytre sideflatene til dens bendeler er beveget mot

15 hverandre,

en andre ring (42b) med firkantet tverrsnitt i dens bendeler og anbrakt på den første ringen, og

en tredje ring (42c) med rombisk tverrsnitt i dens bendeler, i det en første bendel har 45° liggende hovedsakelig på første ring (42a) og en andre del med 135° liggende på den

20 andre ringen (42b),

i det den første, andre og tredje profilring er satt sammen hvorved det dannes en trefase transformator-kjerne med tre ben med åttekantet tverrsnitt.

10.

25 Transformator-kjerne i følge krav 1,

k a r a k t e r i s e r t v e d a t nevnte ben har et tverrsnitt med ti kanter.

11.

30 Transformator-kjerne i følge krav 10,

k a r a k t e r i s e r t v e d

en første, en andre, og en tredje profilring hver innbefattende fem ringer (50-e) med to bendeler og to åkdeler, hvor,
en første ring (50a) har rombisk tverrsnitt i dens bendeler med en vinkel på 36° ,
en andre ring (50b) har rombisk tverrsnitt i dens bendeler med en vinkel på 72° ,
5 en tredje ring (50c) har rombisk tverrsnitt i dens bendeler med en vinkel på 108° ,
en fjerde ring (50d) har rombisk tverrsnitt i dens bendeler med en vinkel på 36° og
ligger hovedsakelig på den første ringen (50a) og har dens åkdeler dreiet utover 24° , og
en femte ring (50e) har rombisk tverrsnitt i dens bendeler med en vinkel på 144° når den
ligger på den tredje ringen (50c), men rombisk tverrsnitt med en vinkel på 72° når den
10 ligger utenfor den fjerde ringen (50d), og en kanal (51) egnet for kjøling av benet
utenfor den femte ringen (50e),
i det den første, andre og tredje profilring er satt sammen hvorved det dannes en trefase
transformator-kjerne med tre ben med tvisidet tverrsnitt.

15 12.

Transformator-kjerne i følge krav 11,
k a r a k t e r i s e r t v e d kjølekanaler (52a, 52b, 53a, 53b) er
bevirket ved å gi den ytre delen av den tredje ringen (50c) et rombisk tverrsnitt med en
vinkel på 72° og å forskyve en andre ytre bendel til den tredje ringen mot den femte
20 ringen (50e) når den går inn i det komplette benet.

13.

Transformator-kjerne i følge krav 10,
k a r a k t e r i s e r t v e d flerkantet tverrsnitt av deres ben og
25 profilringer innbefattende en første gruppe av ringer med rombisk tverrsnitt med
forskjellige vinkler, men i deres bendeler dreiet samme vinkel og festet til det
flerkantete tverrsnittet og innenfor en andre gruppe av ringer med rombisk tverrsnitt
med forskjellige vinkler, men i deres bendeler dreiet samme vinkel og festet til den
første gruppen også bortetter inntil det oppstår innerst rom for ringer i hvilket en av
30 deres bendeler er gitt et tverrsnitt og dreier forskjellig fra de i den andre bendelen.

14.

Transformator-kjerne i følge krav 1,

k a r a k t e r i s e r t v e d a t a l l e r i n g e r h a r e t r o m b i s k t v e r r s n i t t
med to vinkler på 60° og to vinkler på 120° .

5 15.

Transformator-kjerne i følge krav 1,

k a r a k t e r i s e r t v e d

en ytterligere kjerne (70) av bånd mellom viklingene brakt sammen ved toppen og
bunnen av kjernen.

10

16.

Transformator-kjerne i følge krav 1,

k a r a k t e r i s e r t v e d e n y t t e r l i g e r e k j e r n e i m i d t l i n j e n a v i
det minste en båndpol og dersom mange anordnet tre og tre i en pakke (fig. 8 og 9)

15 hvilke poler er bøyd mot hvert åk.

17.

Transformator-kjerne i følge krav 1,

k a r a k t e r i s e r t v e d a t s e g m e n t e r m e l l o m t v e r r s n i t t e t a v

20 benene og en omkretsbeskrivende sirkel er delvis fylt av tynne ringer og/eller litt
bredere bånd.

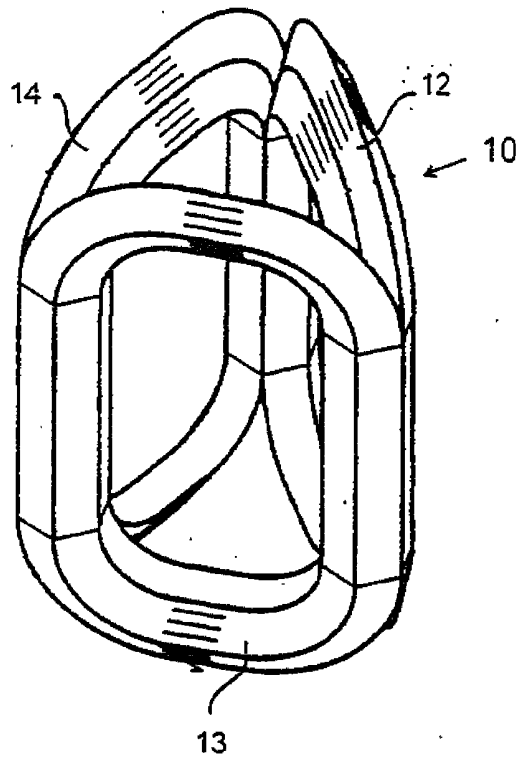


Fig. 1

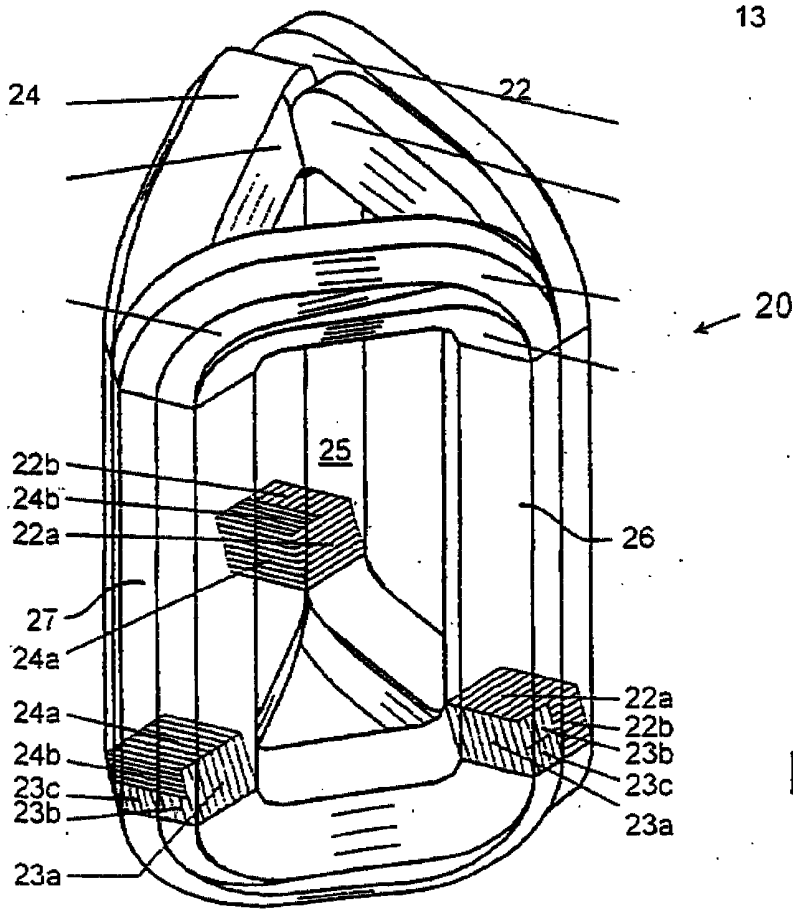


Fig. 2

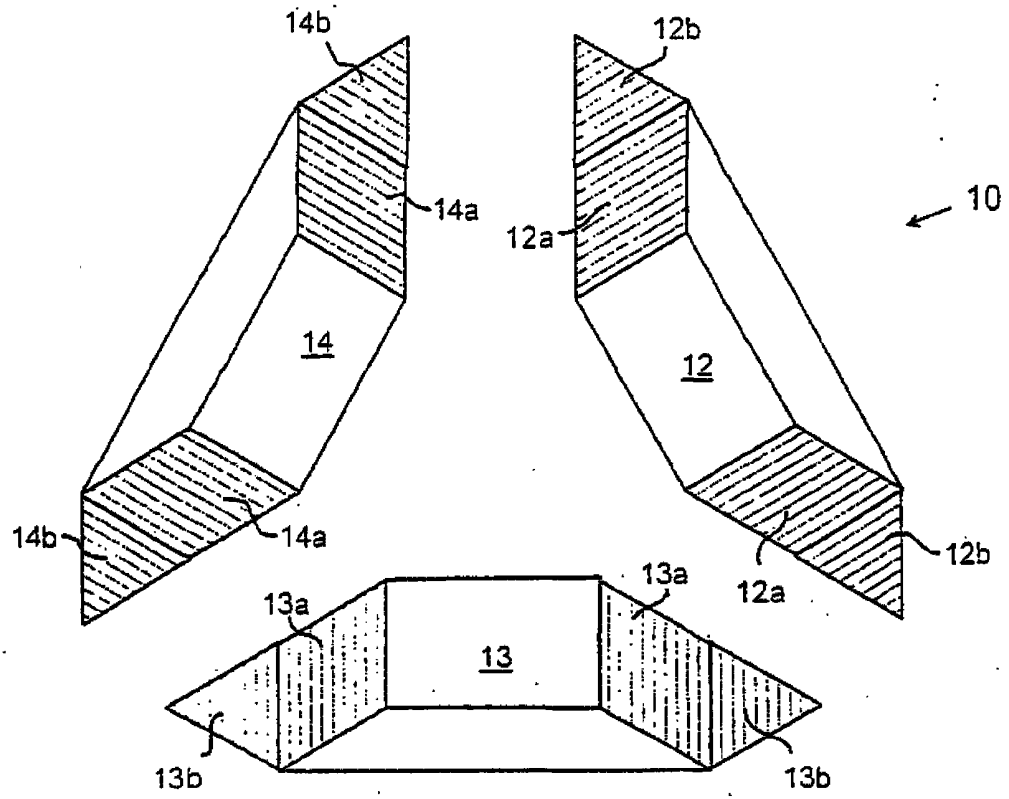


Fig. 1a

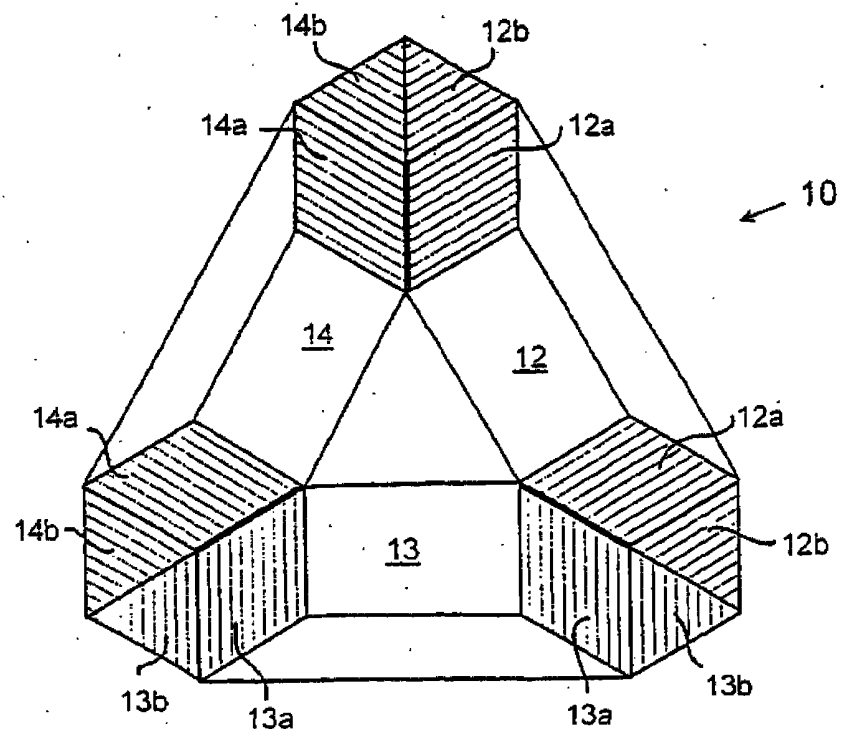


Fig. 1b

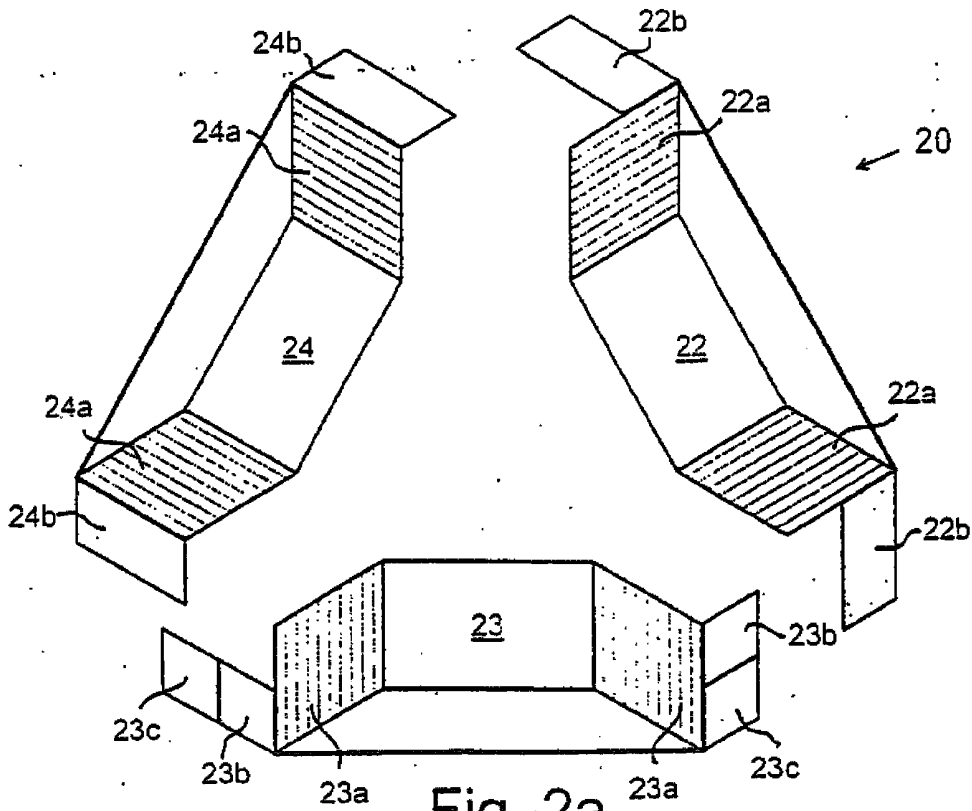


Fig. 2a

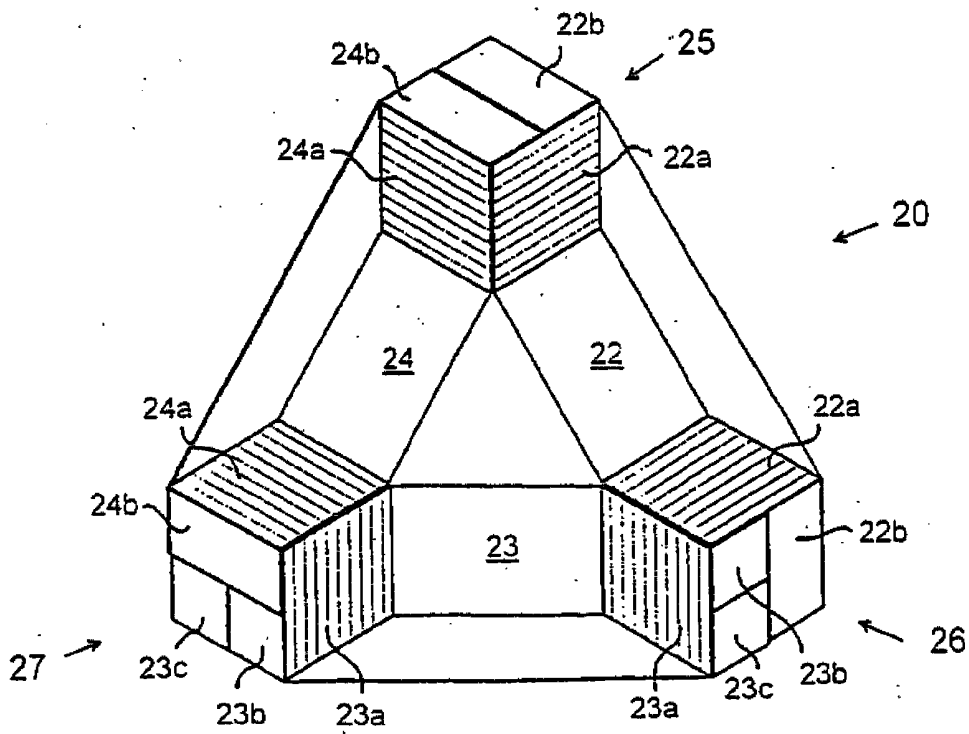


Fig. 2b

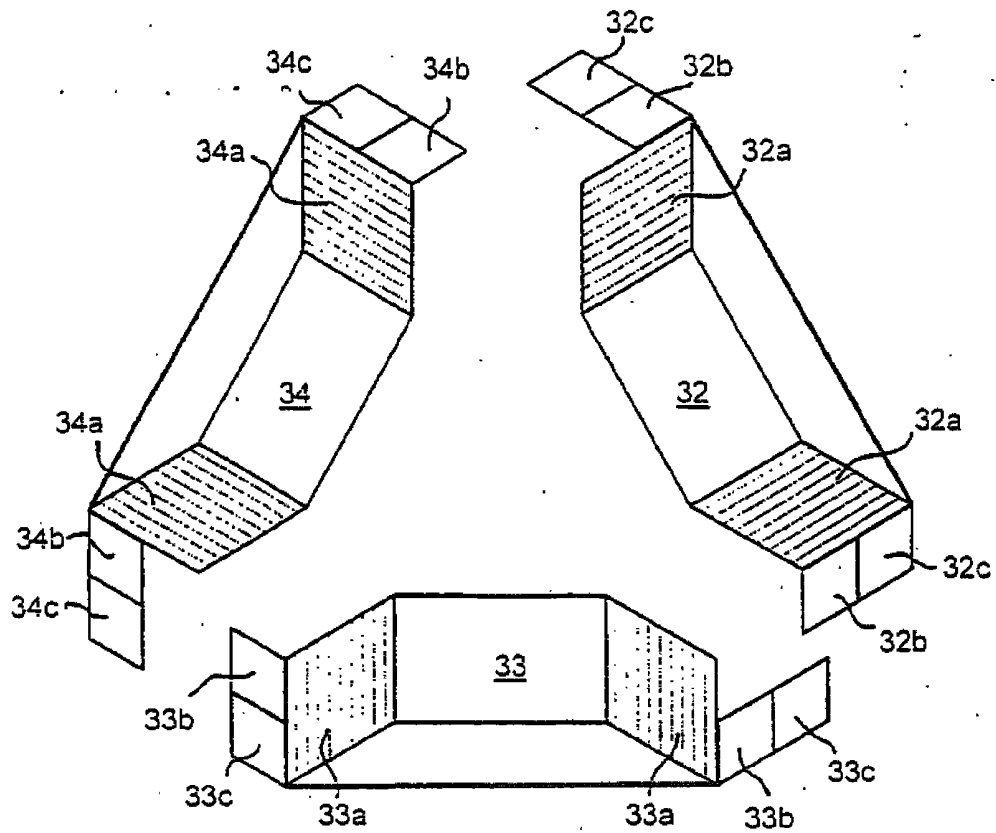


Fig. 3a

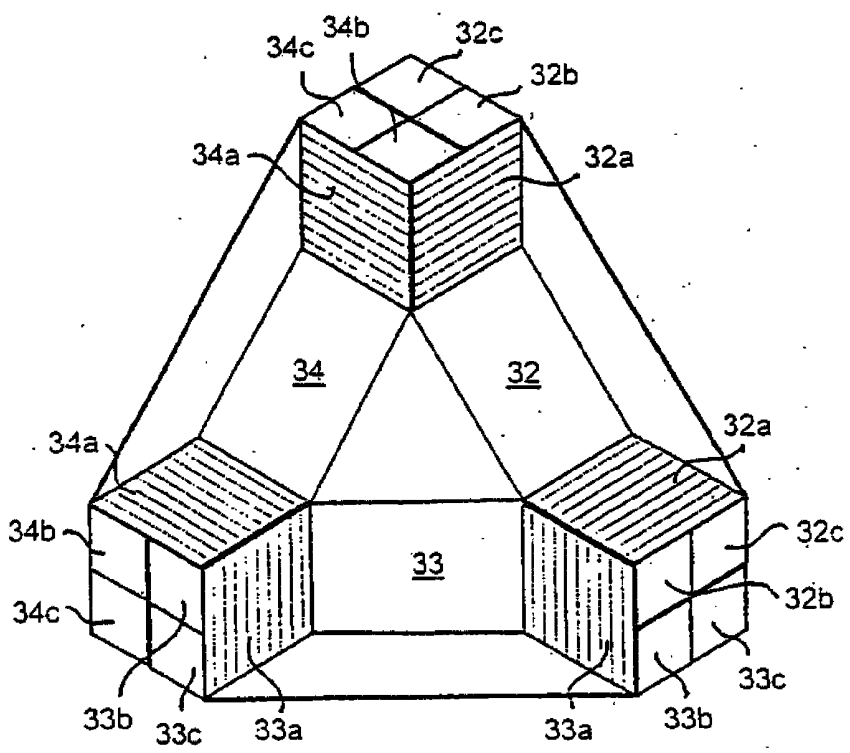


Fig. 3b

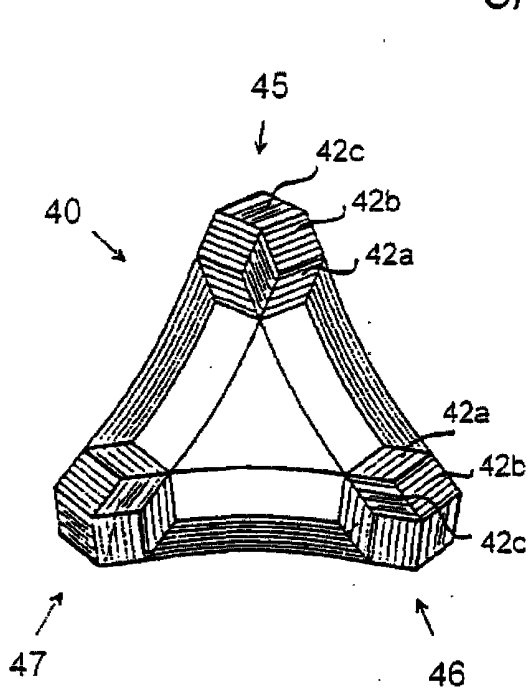


Fig. 4a

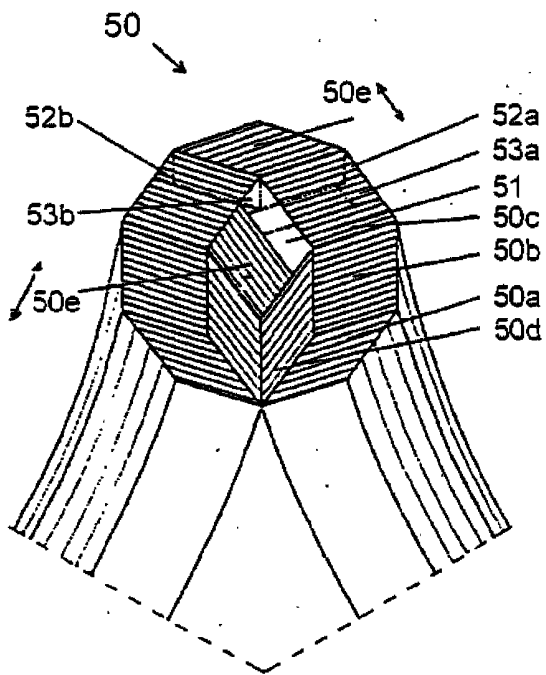
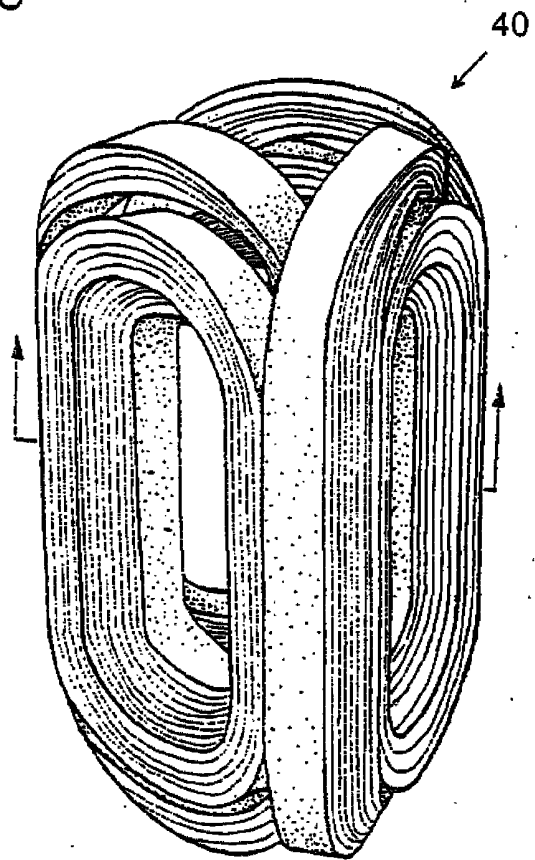


Fig. 5

Fig. 4

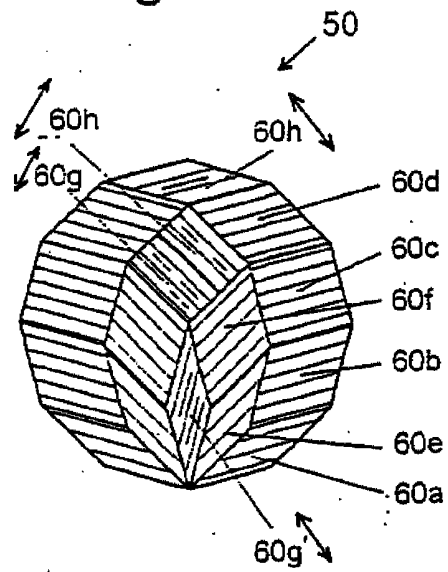


Fig. 6

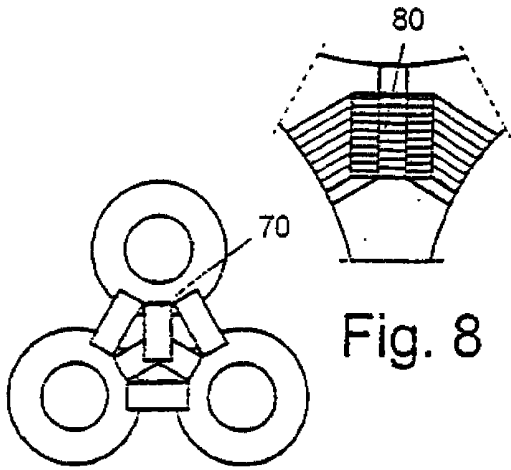


Fig. 7

Fig. 8

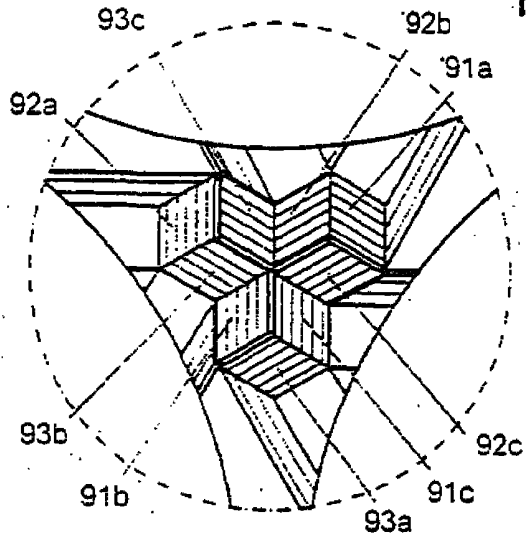


Fig. 9

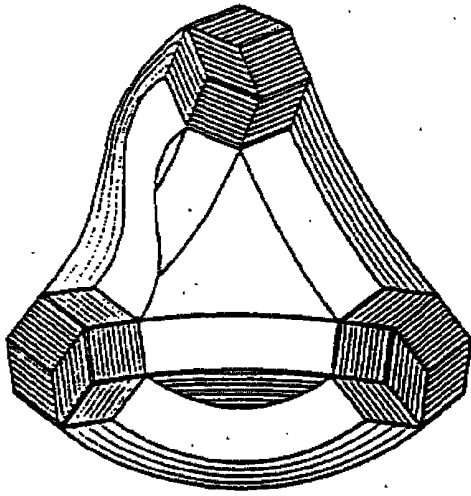


Fig. 10

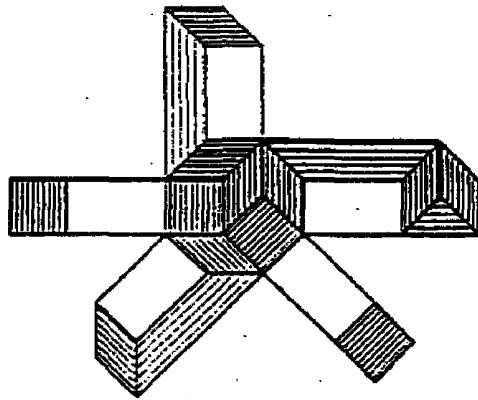


Fig. 12

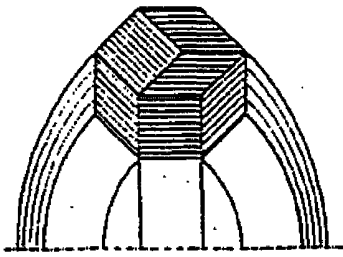


Fig. 13

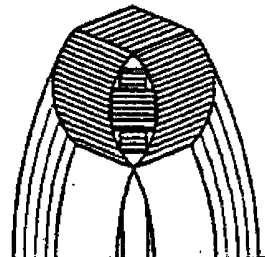


Fig. 14

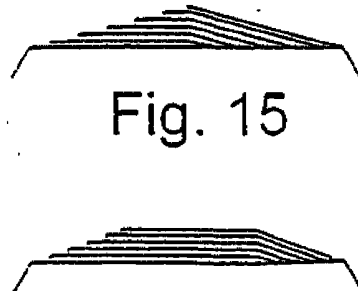


Fig. 15

Fig. 16

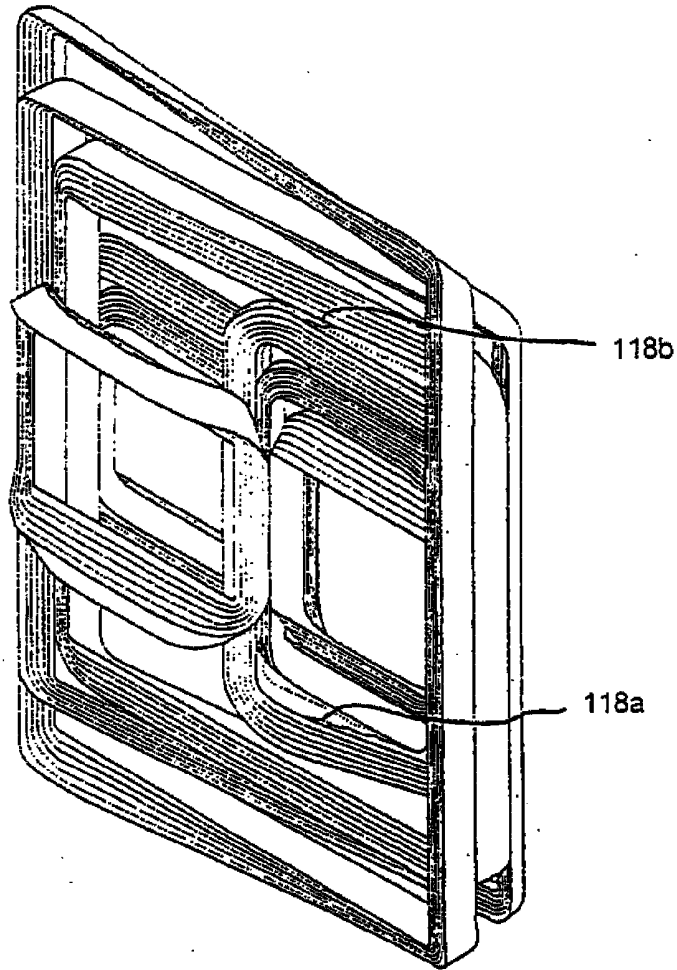


Fig. 11

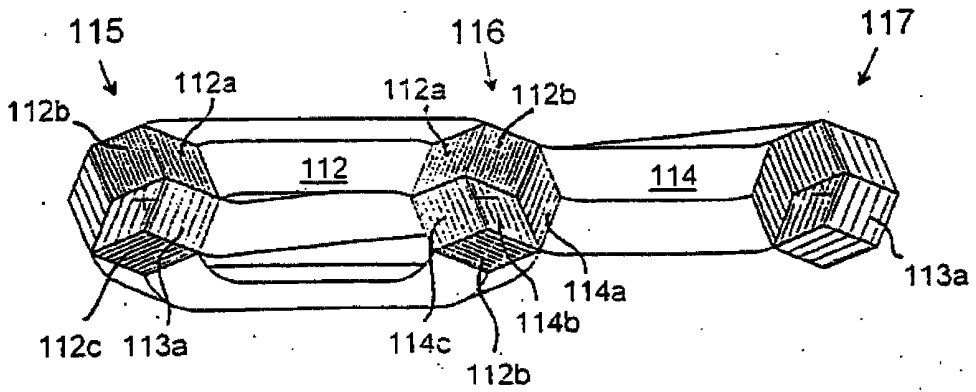


Fig. 11a

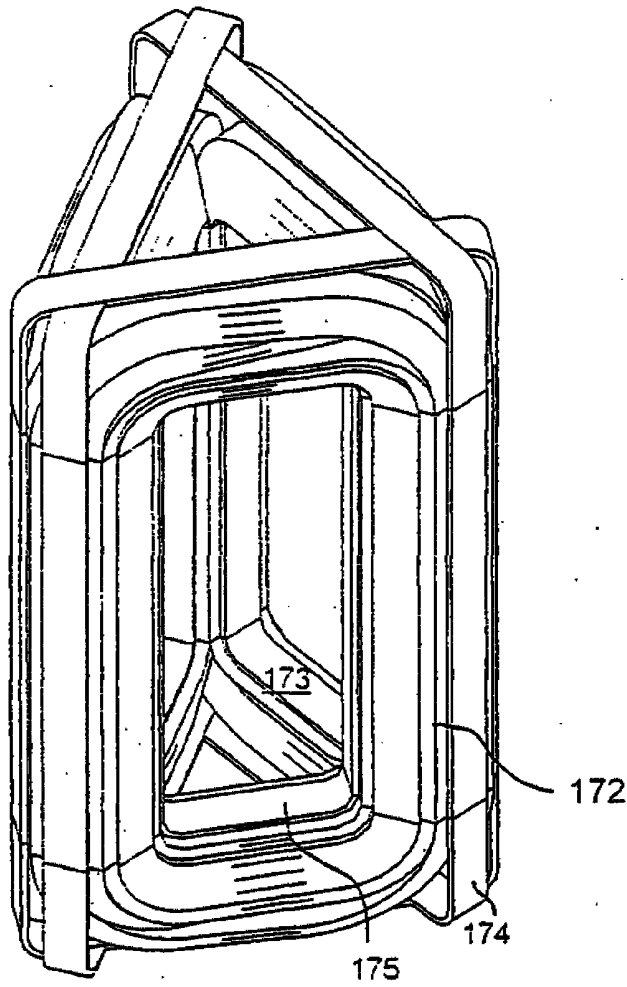


Fig. 17

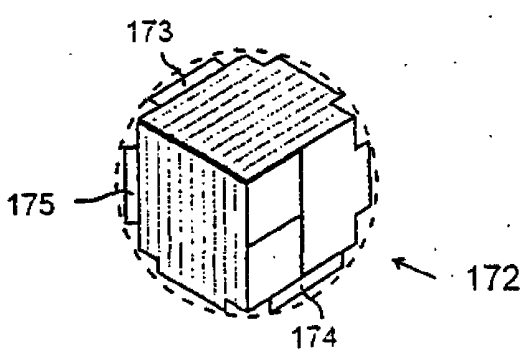


Fig. 17a

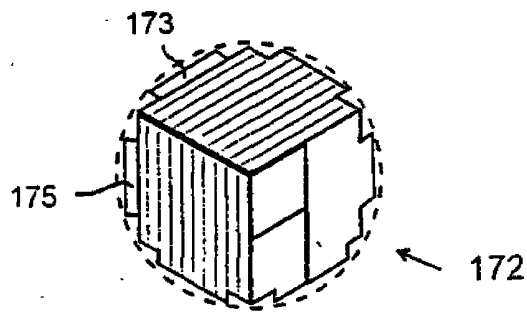


Fig. 17b