

Titel

Spolekølingssystem og væskekølet spole

Frembringelsens område

5

Den foreliggende frembringelse angår et kølesystem med væskecirkulation til afkøling af en spole og en væskekølet spole.

10 **Baggrund for frembringelsen**

Induktive komponenter, såsom transformere og drosselspoler, har en isoleret spole, langs hvilken der løber strøm. Midt i spolen kan der være en jernkerne, eller spolen kan have en luftkerne. Spolens modstand bevirker at spolen opvarmes. Der generes en
15 meget stor mængde varme i især induktive komponenter med stærk strøm. For at holde spolen indenfor ét for spolen angivet optimal driftstemperaturområde skal spolen afkøles under brug.

Der er udviklet forskellige kølesystemer med væskecirkulation til at afkøle transformere og drosselspoler. Fra patentskriftet FI 118397 B kendes en væskekølet drosselspole,
20 der omfatter en drosselspolekerne og en spole omkring kernen. Drosselspolekernen er opdelt i mindst to dele, der er tilpasset til en køleprofil, hvorigennem en eller flere bevægelsesbaner for kølevæsken passerer.

Fra patentskriftet US 6157282 kendes en fremgangsmåde og et system til at afkøle en transformer. I fremgangsmåden udformes en spole, hvorigennem der er ført en eller flere kanaler i spolens længderetning. Kanalens ender er forbundet med et rør for at danne en lukket flydebane for kølevæske. Flydebanen kan have en varmeveksler til at afkøle kølevæsken. I denne løsning er kølekanalen udformet inden i spolen, hvilket gør
25 30 den induktive komponents konstruktion kompliceret og dens konfiguration besværlig. Kølekanalens køleflade er endvidere lille, hvorfor køleeffekten forbliver lav.

Patentskriftet EP 068055 A1 angår en transformer, hvor nogle af viklingerne i spolens leder er hule. Spolen afkøles ved at cirkulere kølevæske langs den hule leder. I denne
35 løsning induceres der spænding i kølevæsken, hvorfor der ikke kan anvendes en elektrisk ledende væske som kølevæske. Der må således anvendes en elektrisk ikke-

Iedende væske i kølesystemet eller apparatet skal udstyres med en separat spændingsafleder til kølevæsken. Begge alternativer øger klart kølesystemets omkostninger.

5 Formål med frembringelsen

Et formål med frembringelsen er at tilvejebringe et spolekølesystem og en væskekølet spole, hvormed ulemper og fejl ved kendt teknik kan reduceres væsentligt.

- 10 Frembringelsens formål opnås med et kølesystem og en spole, der er kendetegnet ved det, der er angivet i de uafhængige krav. Nogle fordelagtige udførelsesformer for frembringelsen er angivet i de afhængige krav.

15 Beskrivelse af frembringelsen

Et kølesystem med væskecirkulation ifølge frembringelsen til at køle en spole omfatter mindst tre køleelementer, som skal arrangeres i forbindelse med spolen, og en flydebane for kølevæske til at cirkulere kølevæske gennem køleelementerne.

- 20 Flydebanen omfatter mindst én kølekanal udformet indeni et køleelement, kølekanalen har en første åbning for indløb af kølevæske og en anden åbning for udløb af kølevæske. Kølesystemets køleelementer kan anbringes i forbindelse med spolen, der skal køles, således at kølevæskens flydebane ikke danner en ensartet sløjfe omkring spolen eller omkring hver af spolens lederledninger.

- 25 I en fordelagtig udførelsesform for kølesystemet ifølge frembringelsen er kølekanalens første åbning i køleelementets første endeflade og kølekanalens anden åbning er i køleelementets anden endeflade. Kølekanalen er fordelagtig et direkte hul, der fører fra køleelementets første endeflade til køleelementets anden endeflade.

- 30 I en fordelagtig udførelsesform for kølesystemet ifølge frembringelsen omfatter køleelementet mindst to kølekanaler. Køleelementets kølekanaler er fordelagtigt hovedsageligt parallelle.

- 35 I en udførelsesform for kølesystemet ifølge frembringelsen er kølekanalens første og anden åbning i den samme endeflade.

I en fordelagtig udførelsesform for kølesystemet ifølge frembringelsen omfatter kølevæskens flydebane et første flyderør til at lede kølevæske ind i kølekanalen, et andet flyderør til at lede kølevæske ud af kølekanalen og en bypassmanifold, hvori flyderørene er forbundet.

I en fordelagtig udførelsesform for kølesystemet ifølge frembringelsen har køleelementet mindst én bueformet, første overside, der kan ligge an mod en inderside af spolen.

Krumningsradien af køleelementets første overside er typisk 25-500 mm, fordelagtigt 50-250 mm og særligt fordelagtigt 150-200 mm. Køleelementets bredde er typisk 30-200 mm. Når den første forsides krumningsradius vælges, så at den er hovedsageligt lig krumningsradien af spolens inderside, overføres varmen effektivt fra spolen ind i køleelementet.

En fordelagtig udførelsesform for kølesystemet ifølge frembringelsen har mindst én bueformet, anden overside, som kan ligge an mod spolens yderside. Krumningsradien af køleelementets anden overflade er typisk 25-500 mm, fordelagtigt 50-250 mm og særligt fordelagtigt 150-200 mm.

Begge køleelementets overflade kan være bueformede. Den første og anden overflades krumningsradius kan være lige store eller have forskellig størrelse. Denne udførelsesform for køleelementet er egnet til anbringelse indeni spolen mellem overliggende spoleledninger eller folielag.

En væskekølet spole ifølge frembringelsen omfatter mindst tre køleelementer med væskecirkulation og en flydebane til kølevæsken til at cirkulere kølevæsken gennem køleelementerne. Flydebanen omfatter mindst én kølekanal udformet indeni et køleelement, kølekanalen har en første åbning for indløb af kølevæske og en anden åbning for udløb af kølevæske. Kølevæskens flydebane danner ikke en ensartet sløjfe omkring spolen eller omkring hver af spolens lederledninger. Den væskekølede spole er fordelagtigt spolen i en drosselspole eller transformer.

Det er en fordel ved frembringelsen, at kølingen af spolen ved hjælp af den kan håndteres effektivt over hele spolens areal.

5 Det er en yderligere fordel ved frembringelsen, at der ikke induceres nogen spænding i kølevæsken. En elektrisk ledende væske, såsom postevand, kan således anvendes som kølevæske i frembringelsen.

10 Det er en fordel ved kølesystemet ifølge frembringelsen, at den er konstruktionsmæssigt simpel, lille i størrelse og masse. Den lille størrelse og masse gør det muligt at anvende kølesystemet i flere forskellige brugssituationer.

15 Det er en yderligere fordel ved kølesystemet ifølge frembringelsen, at den helt kan anbringes udenfor spolens konstruktion. Kølesystemet kræver således ikke nogen konstruktionsændring af selve spolen.

Beskrivelse af tegninger

20 I det følgende vil frembringelsen blive detaljeret beskrevet. I beskrivelsen henvises der til den medfølgende tegning, hvori

Fig. 1a viser et eksempel på et kølesystem ifølge frembringelsen set diagonalt fra oven,

25 Fig. 1b viser kølesystemet i fig. 1a set fra oven i retningen af spolens længdeakse,

Fig. 1c viser et særskilt køleelement af kølesystemet i fig. 1a set diagonalt fra oven,

30 Fig. 2a viser et eksempel på en fordelagtig udførelsesform for kølesystemet ifølge frembringelsen set fra oven i retningen af spolens længdeakse,

Fig. 2b viser et eksempel på en anden fordelagtig udførelsesform for kølesystemet ifølge frembringelsen set fra oven i retningen af spolens længdeakse,

35 Fig. 3a viser et eksempel på en fordelagtig udførelsesform for et køleelement af kølesystemet ifølge frembringelsen set diagonalt forfra,

Fig. 3b viser et eksempel på en anden fordelagtig udførelsesform for et køleelement af kølesystemet ifølge frembringelsen set diagonalt forfra,

- 5 Fig. 4a-4d viser fordelagtige udførelsesformer for kølesystemets køleelementer anbragt i forbindelse med en spole, og

Fig. 5 viser et eksempel på et køleelement af kølesystemet ifølge frembringelsen set diagonalt fra oven.

10

Detaljeret beskrivelse af tegningen

- 15 Fig. 1a viser et eksempel på et kølesystem ifølge frembringelsen set diagonalt fra oven og fig. 1b viser det fra oven. Spolen 100, der skal afkøles, er fremstillet af en eller flere spoleledninger eller folielag, hvorimellem der er nødvendige isoleringer.

Spoleledningen eller folielagene danner en rørignende konstruktion, som har en inderside 120 og en yderside 122. Midt i spolen er der et åbent cylinderformet mellemrum, hvor der kan være en ferritisk spolekerne. Spolens konstruktion er
20 almindeligt kendt i teknikken og vil derfor ikke blive beskrevet yderligere her.

- Der er fire langstrakte køleelementer 102 omkring spolen. Køleelementerne er arrangeret symmetrisk omkring spolen, således at deres længdeakse er hovedsageligt parallel med spolens længdeakse. I fig. 1 er køleelementerne dele, hvis tværsnit er
25 rektangulært, dvs. de har to modstående overflader, en første overflade 124 og en anden overflade 126, og to modstående kantflader (fig. 1b). Køleelementerne er anbragt således i forbindelse med spolen, at køleelementets første overflade 124 ligger an mod spolens yderside 122. Den i spolen genererede varme kan således ved hjælp af ledning overføres fra spolen til køleelementet. En kølekanal 104 løber inden i et
30 køleelement, hvor kølekanalen fungerer som kølevæskens flydebane (fig. 1c).

- Hvert køleelement er forbundet med to flyderør 112a, 112b til en bypassmanifold 110, der hører til kølesystemet. Bypassmanifolden har en indløbsforbindelse 112, langs hvilken kølevæsken ledes ind i bypassmanifolden, og en udløbsforbindelse 116,
35 gennem hvilken den opvarmede kølevæske fra køleelementerne ledes ud af bypassmanifolden. Den opvarmede kølevæske afkøles til en egnet temperatur i en

varmeveksler, som kan forbindes til kølesystemet, hvorefter kølevæsken returneres til bypassmanifolden. Varmerveksleren hører ikke til omfanget af denne frembringelse og beskrives følgelig ikke mere detaljeret her.

- 5 Fig. 1c viser et enkelt køleelement i kølesystemet set diagonalt fra oven. Kølekanalen 104 passerer inden i køleelementet i en U-formet bane, der begynder fra den første endeflade 118 og ender i den første endeflade. Inde i køleelementet kommer kølekanalen nær den anden endeflade. I køleelementets første endeflade 118, hvis endeflade peger opad i fig. 1c, er der åbninger 106a, 106b i kølekanalen, hvori
- 10 flyderørens anden ende er forbundet. Kølekanalens tværsnit vælges således, at dens strømningsmodstand for kølevæsken bliver så lille som muligt. Køleelementerne er fremstillet af noget materiale, der leder varme godt, såsom aluminium. Varmen der ledes fra spolen til køleelementet overføres således let fra køleelementet og frem ind i kølevæsken, der flyder i kølekanalen.
- 15 Det i fig. 1 viste køleelement har en kølekanal, begge hvis ender åbner ind i den samme endeflade. Et køleelement kan også have flere kølekanaler, såsom to, tre eller fire kølekanaler, og kølekanalernes åbninger kan også åbne i modstående endeflader af køleelementet. I dens mest enkle udformning, kan kølekanalen således være et
- 20 direkte hul, der fører fra køleelementets første endeflade til køleelementets anden endeflade. Det første flyderør forbindes således til kølekanalens første åbning i den første endeflade, og det andet flyderør forbindes til kølekanalens anden åbning i kølekanalens anden endeflade.
- 25 Kølevæske ledes gennem indløbsforbindelse 114 til bypassmanifolden 110 og fra bypassmanifolden frem langs de første flyderør 112a gennem den første åbning 106a ind i hvert køleelement. Inde i køleelementet overføres varme ved at blive ledt fra køleelementet til kølevæsken. Kølevæsken forlader køleelementet gennem den anden åbning 106b ind i det andet flyderør 112b og videre ind i bypassmanifolden. Der kan
- 30 anvendes enhver egnet kølevæske, såsom postevand eller en vand-glycolblanding, som kølevæske i systemet. I frembringelsen er flyderørene og køleelementerne anbragt omkring spolen, således at kølevæskens flydebane ikke danner en lukket sløjfe omkring hver af de enkelte lederledninger i spolen 100. Der induceres således ikke nogen væsentlig spænding i den kølevæske, der cirkulerer i kølesystemet, selvom

der skulle være anvendt en elektrisk ledende væske, såsom postevand, som kølevæske.

Fig. 2a viser et eksempel på en fordelagtig udførelsesform for kølesystemet ifølge frembringelsen set fra oven i retning af spolen 100's længdeakse. I denne fordelagtige udførelsesform for frembringelsen er køleelementerne 102 anbragt inden i spolen, således at køleelementets anden overflade 126 ligger an mod spolens inderside 120. Spolens indre betyder i denne figur det mellemrum, som dannes midt i spolen og som er afgrænset af spolens ledning eller folielag. I denne udførelsesform er der tre kølelementer, og de er anbragt med jævne mellemrum mod spolens inderside. Flyderørene 112, 112b's første ender er forbundet med bypassmanifolden 110 og de anden ender med kølekanalernes åbninger i køleelementernes første ende-flader. Kølevæsken flyder således ind i køleelementerne på spolens inderside gennem åbningen i spolens første ende og forlader indersiden gennem den samme åbning. Kølevæsken ledes ikke til at cirkulere omkring nogen særskilt af spolens ledninger.

Fig. 2b viser et eksempel på en anden fordelagtig udførelsesform for kølesystemet ifølge frembringelsen set fra oven i retning af spolens længdeakse. I denne udførelsesform er køleelementerne 102 ved spolen 100's fremstilling anbragt inden i spolen mellem den overliggende spoleledning eller folielag. Også i denne udførelsesform er de fløderør, der forlader bypassmanifolden, forbundet med køleelementerne, således at kølevæskens flydebane ikke cirkulerer omkring nogen af de enkelte af spolens lederledninger (flyderørene og bypassmanifolden er ikke vist i figuren).

Det i fig. 1a, 1b, 1c, 2a og 2b viste kølesystemer har tre eller fire kølelementer. Antallet af kølelementer er imidlertid ikke begrænset til disse antal, men der kan også være et andet antal. Det væsentlige ved frembringelsen er, at der er så mange kølelementer, at der opnås en tilstrækkelig kølevirkning med systemet. Det egnede antal kølelementer afhænger således af spolens kølebehov, hvilket igen blandt andet afhænger af antallet af ledningsvindinger og mængden af elektrisk strøm, der passerer spolen. Systemet kan således omfatte tre, fire, fem, seks, syv eller otte kølelementer. Det har ved forsøg vist sig, at mindst tre kølelementer skal være arrangeret i forbindelse med spolen for at opnå en tilstrækkelig effektiv og jævnt fordelt køling.

Fig. 3a viser et eksempel på en fordelagtig udførelsesform for et enkelt køleelement i kølesystemet. I denne udførelsesform er køleelementets første overflade 124 bueformet, og den anden overflade 126 er lige. Den første overflade har en krumningsradius $R1$. Denne fordelagtige udførelsesform for køleelementet er særligt egnet til brug i kølesystemer, hvor køleelementerne er anbragt inden i spolen, således at køleelementets første overflade 124 ligger an mod spolens inderside 120. Når den første overflades krumningsradius vælges således, at den er hovedsageligt lig krumningsradien $r1$ af spolens inderside, overføres varmen effektivt fra spolen og ind i køleelementet.

Fig. 3b viser et eksempel på en anden fordelagtig udførelsesform for et enkelt køleelement 102 i kølesystemet. I denne udførelsesform er både køleelementets første overflade 124 og anden overflade 126 bueformede. Den første overflade har en krumningsradius $R1$ og den anden overflade har en krumningsradius $R2$. Krumningsradiene $R1$ og $R2$ kan være lige store eller have forskellig størrelse. Denne fordelagtige udførelsesform for køleelementet er særligt egnet til brug i kølesystemer, hvor køleelementerne er anbragt uden på spolen, således at køleelementets anden overflade ligger an mod spolens yderside. Når den anden overflades krumningsradius $R2$ vælges således, at den er hovedsageligt lig krumningsradien $r2$ af spolens yderside, overføres varmen effektivt fra spolen og ind i køleelementet. Det i fig. 3b viste køleelement er endvidere egnet til placering inden i spolen mellem overliggende spoleledning eller folielag.

Fig. 4a-4c viser visse udførelsesformer for de i fig. 3a og 3b viste køleelementer anbragt i forbindelse med forskellige spoler 100. I figurerne er spolerne vist set fra enden i retning af spolens længdeakse. I fig. 4a er der en spole 100 med et rundt tværsnit, hvis indersides radius er $r1$. Tre køleelementer 102, hvis første overflade 124 er bueformet, er anbragt mod spolens inderside 120. Overfladens krumningsradius $R1$ er hovedsageligt lig indersidens krumningsradius $r1$.

I fig. 4b er der en spole 100 med et ovalt tværsnit. Spolen har et vægafsnit s , hvis krumningsradius er $r1$. Et køleelement 102 er anbragt på dette vægafsnit af spolen, hvor krumningsradien $R1$ af køleelementets første overflade er hovedsageligt lig vægafsnittet $s1$'s krumningsradius $r1$.

I fig. 4c er der en spole 100 med et rundt tværsnit, hvor hvis yderside 122's krumningsradius er r_2 . Fire køleelementer 102 er anbragt mod spolens yderside 122, hvor krumningsradien R_2 af køleelementets anden overflade er hovedsageligt lig krumningsradien r_2 af spolens yderside.

5

Fig. 4d viser en spole, hvor fire køleelementer 102 ved spolens fremstilling er anbragt inden i spolen 100 mellem spolens overliggende ledning eller folielag. Begge køleelementernes overflader er buede.

- 10 Fig. 5 viser et enkelt køleelement til et kølesystem ifølge en udførelsesform for frembringelsen set diagonalt fra oven. Kølekanalen 104 passerer inde i køleelementet 102 begyndende fra den første endeplate 118 og endende i den anden endeplate 119. I køleelementets første endeplate 118 er der en første åbning 106a i kølekanalen, hvorigennem kølevæsken flyder ind i kølekanalen, I køleelementets anden endeplate
- 15 er der en anden åbning 106b, hvorigennem kølevæsken forlader kølekanalen.

Ovenfor er beskrevet nogle fordelagtige udførelsesformer af kølesystemet og spolen ifølge frembringelsen. Frembringelsen er ikke begrænset til de beskrevne løsninger, men den opfinderiske idé kan anvendes på utallige måder inden for omfanget af

20 kravene.

Krav

- 5 1. Kølesystem med væskecirkulation til køling af en spole (100), hvori kølesystemet omfatter mindst tre køleelementer (102), som skal arrangeres i forbindelse med spolen, og en flydebane (110, 112a, 112b, 104) til kølevæske til cirkulation af kølevæske gennem køleelementerne, flydebanen omfatter mindst én kølekanal (104), som er udformet inden i et køleelement, hvor kølekanalen har en første åbning (106a) til indløb af kølevæske og en anden åbning (106b) til udløb af kølevæske, 10 **kendetegnet** ved, at køleelementerne kan være anbragt således i forbindelse med spolen, som skal køles, at kølevæskens flydebane ikke danner en ensartet sløjfe omkring spolen eller omkring en enkelt spolens af lederledninger, og at flydebanen til kølevæske omfatter et første 15 flyderør (112a) til at lede kølevæsken ind i kølekanalen (104) og et andet kølerør (112b) til at lede kølevæsken ud af kølekanalen og en bypassmanifold (110), hvori flyderørene er forbundne.
- 20 2. Kølesystem ifølge krav 1, **kendetegnet** ved, at kølekanalens (104) første åbning (106a) er i køleelementets (102) første endeflade (118), og kølekanalens anden åbning (106b) er i køleelements anden endeflade (119).
- 25 3. Kølesystem ifølge krav 2, **kendetegnet** ved, at kølekanalen (104) er et direkte hul, der går fra køleelementets (102) første endeflade (118) til køleelementets anden endeflade (119).
- 30 4. Kølesystem ifølge ethvert af kravene 1-3, **kendetegnet** ved, at køleelementet (102) omfatter mindst to kølekanaler (104).
5. Kølesystemet ifølge krav 4, **kendetegnet** ved, at køleelementets (102) kølekanaler er hovedsageligt parallelle.
- 35 6. Kølesystem ifølge krav 1, **kendetegnet** ved, at kølekanalens (104) første åbning (106a) og anden åbning (106b) er i den samme endeflade.

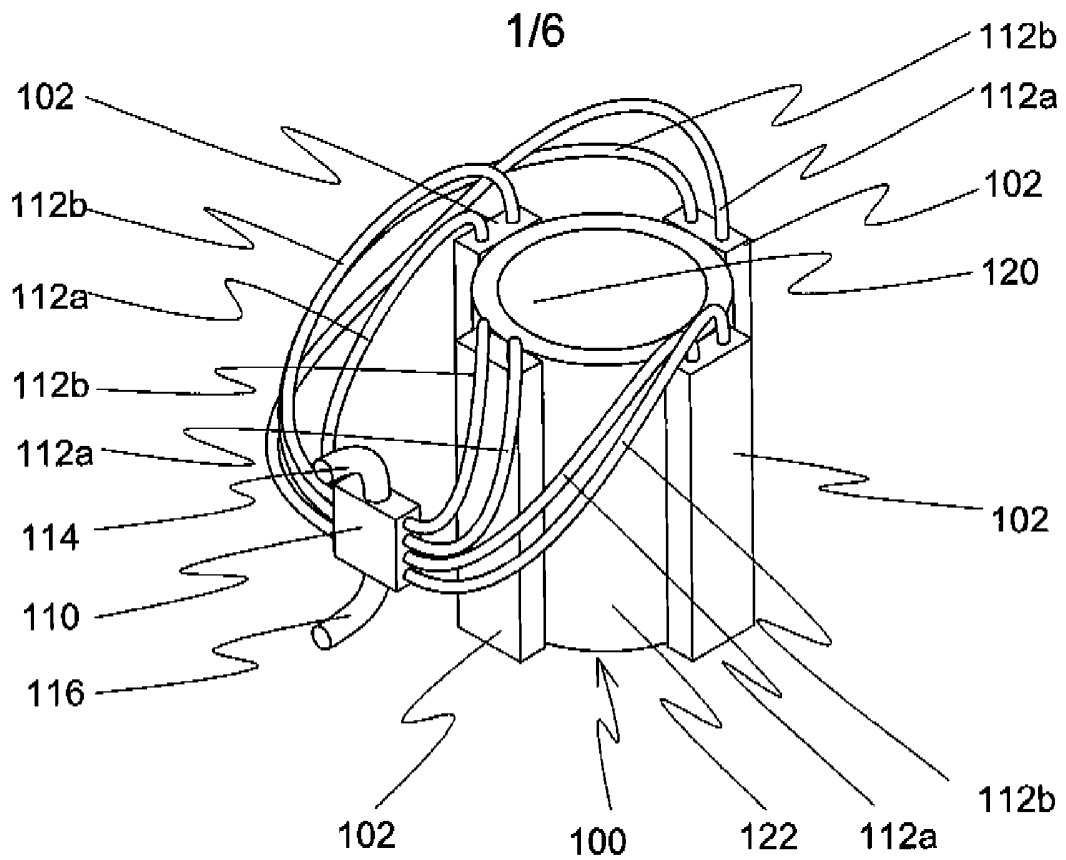


Fig. 1a

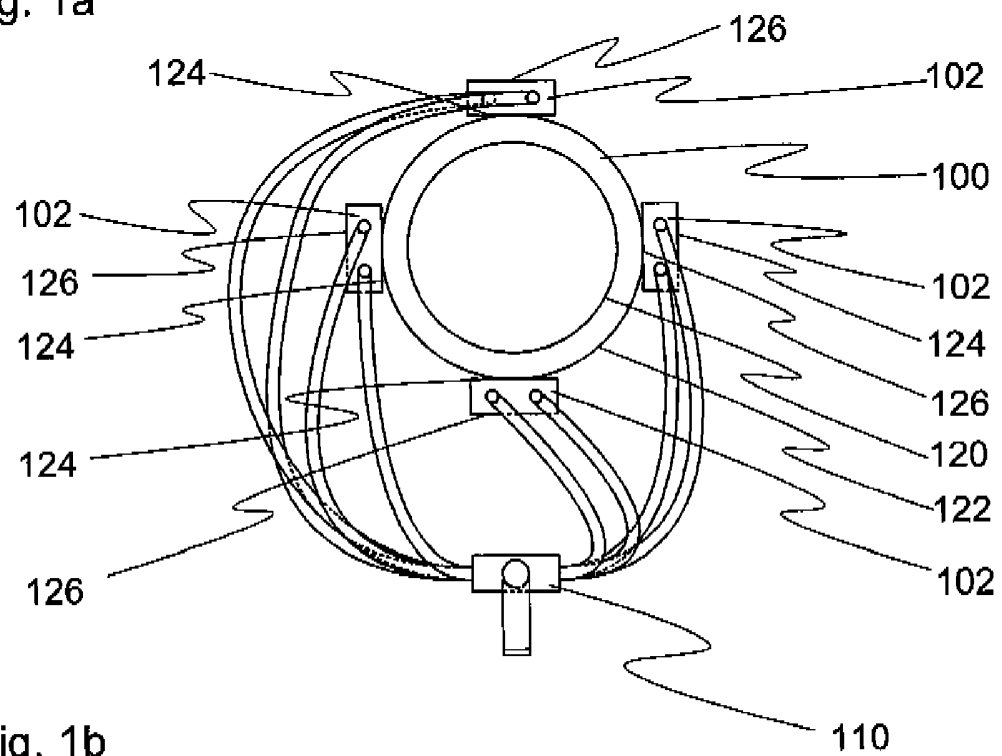


Fig. 1b

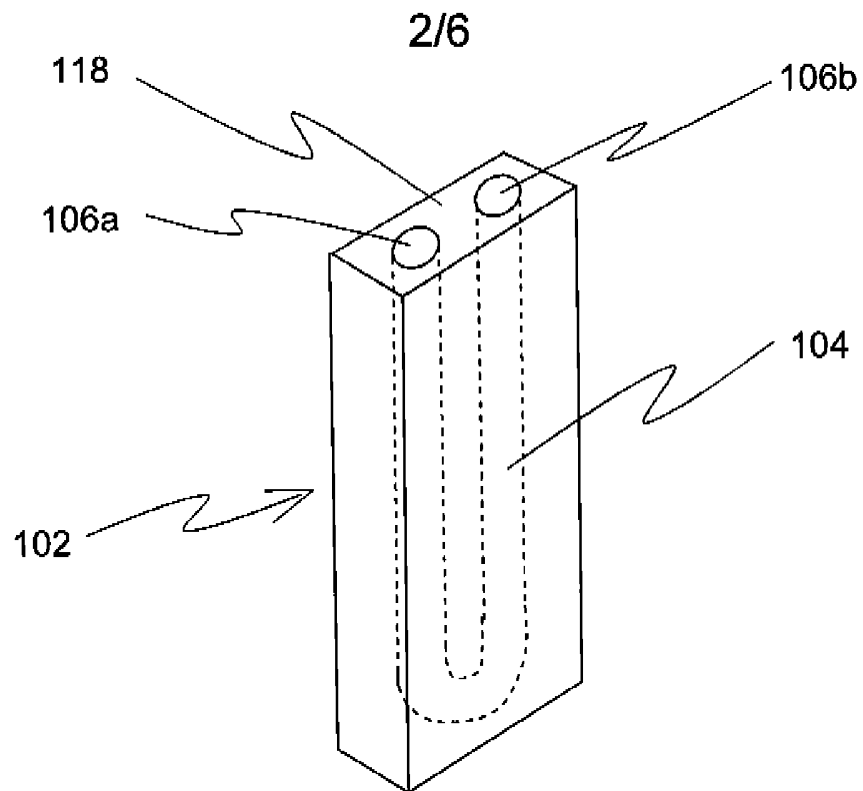


Fig. 1c

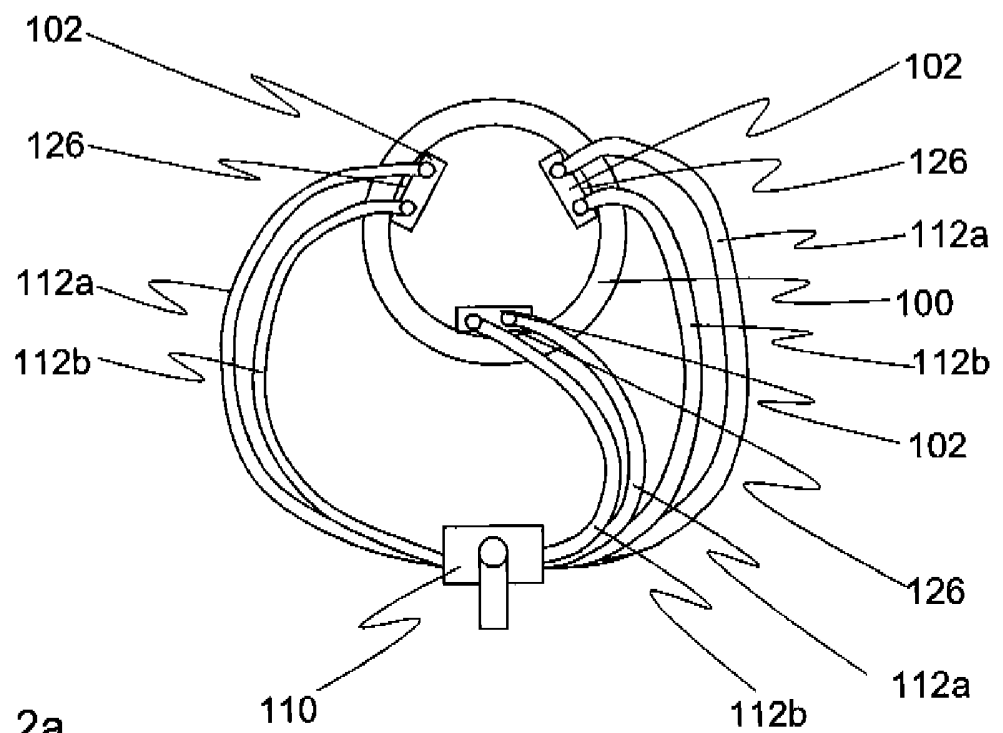


Fig. 2a

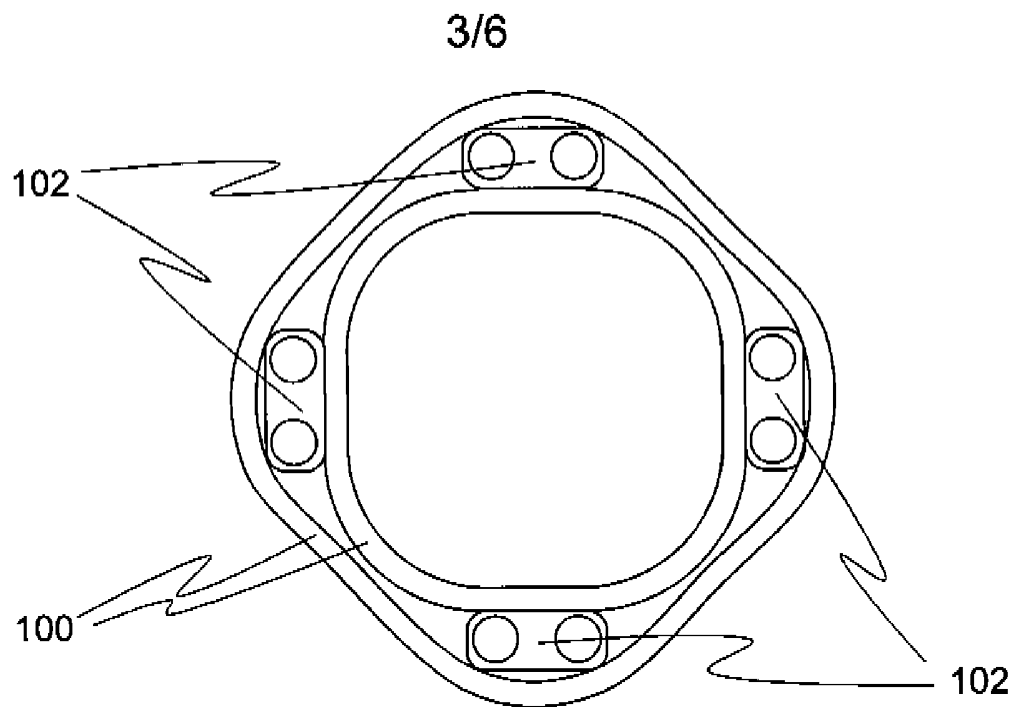


Fig. 2b

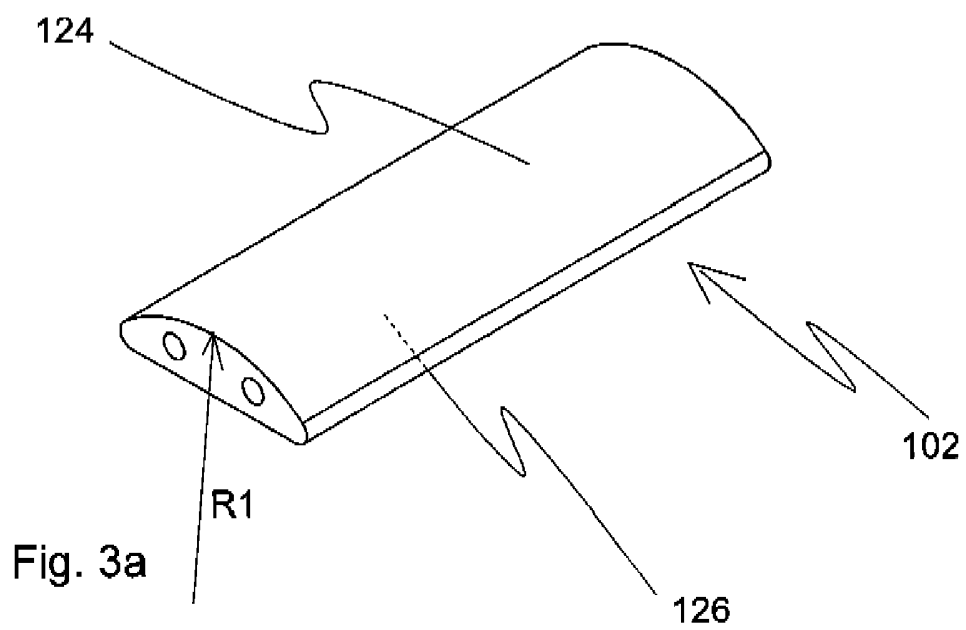
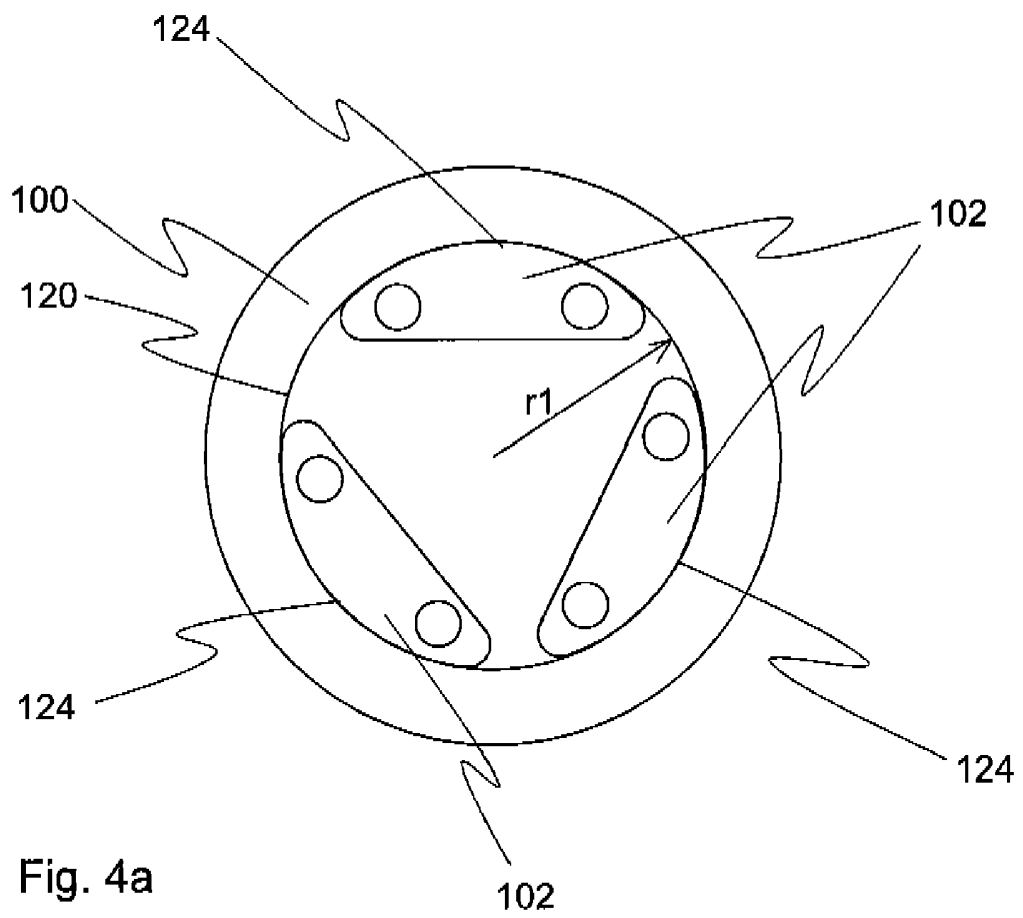
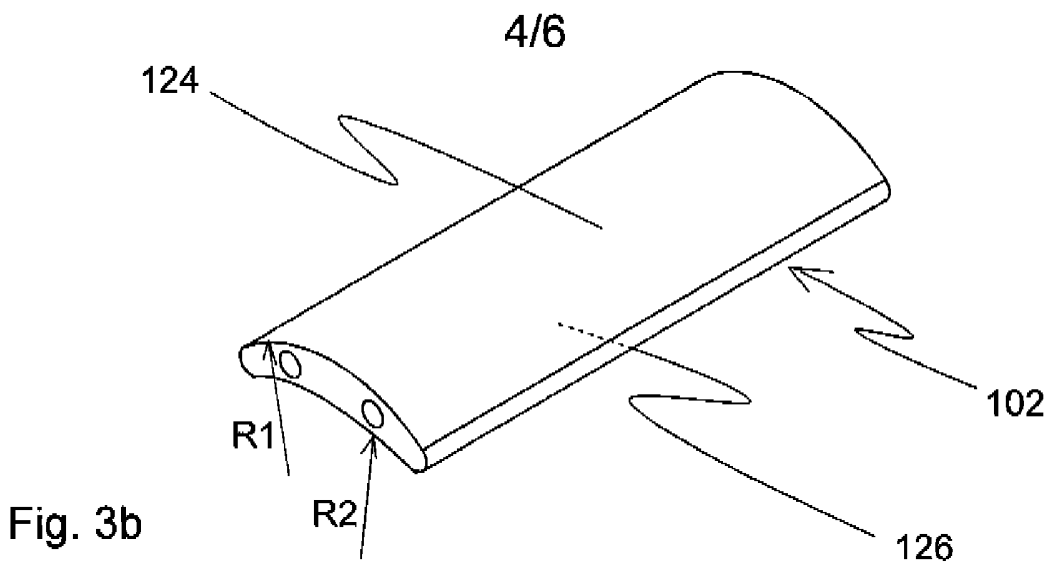


Fig. 3a



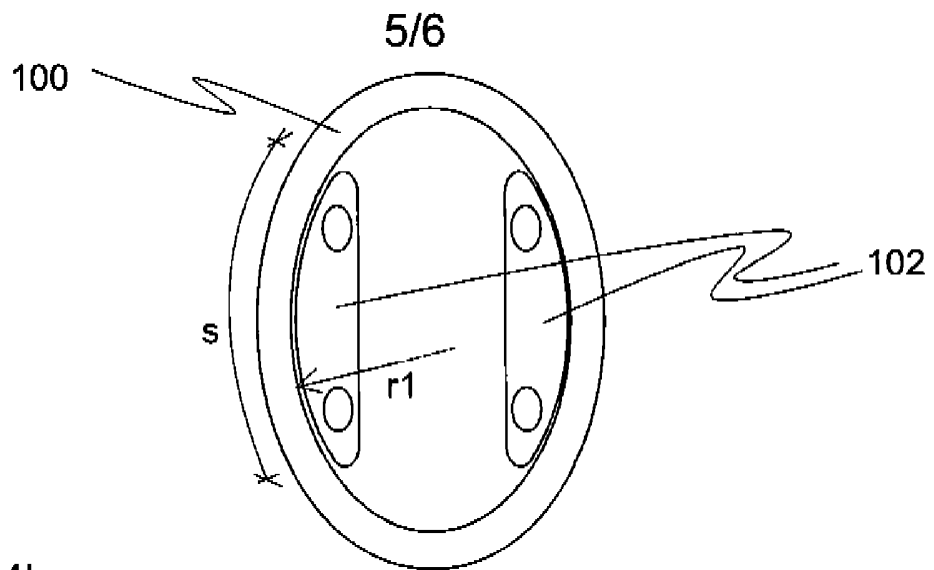


Fig. 4b

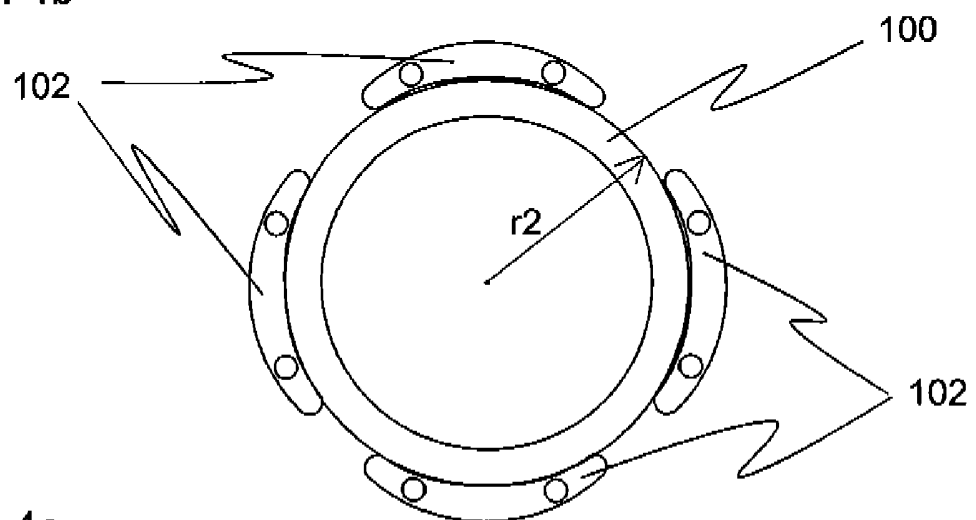


Fig. 4c

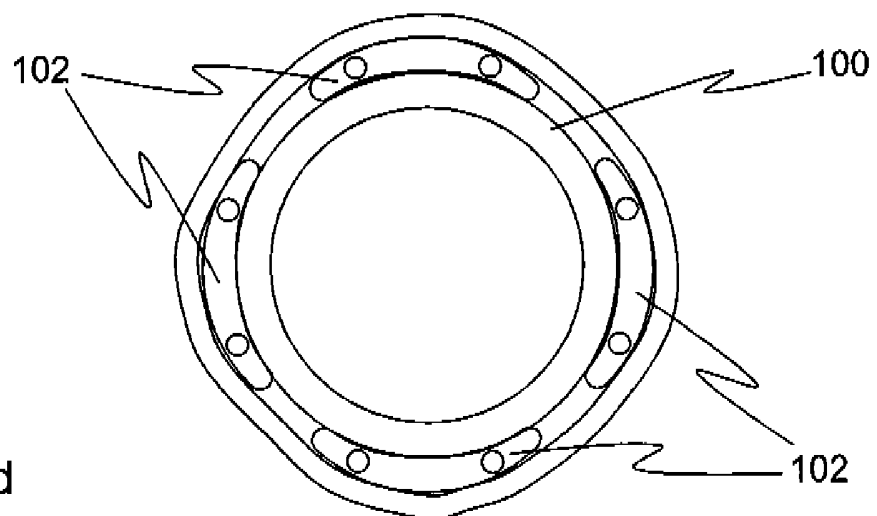


Fig. 4d

6/6

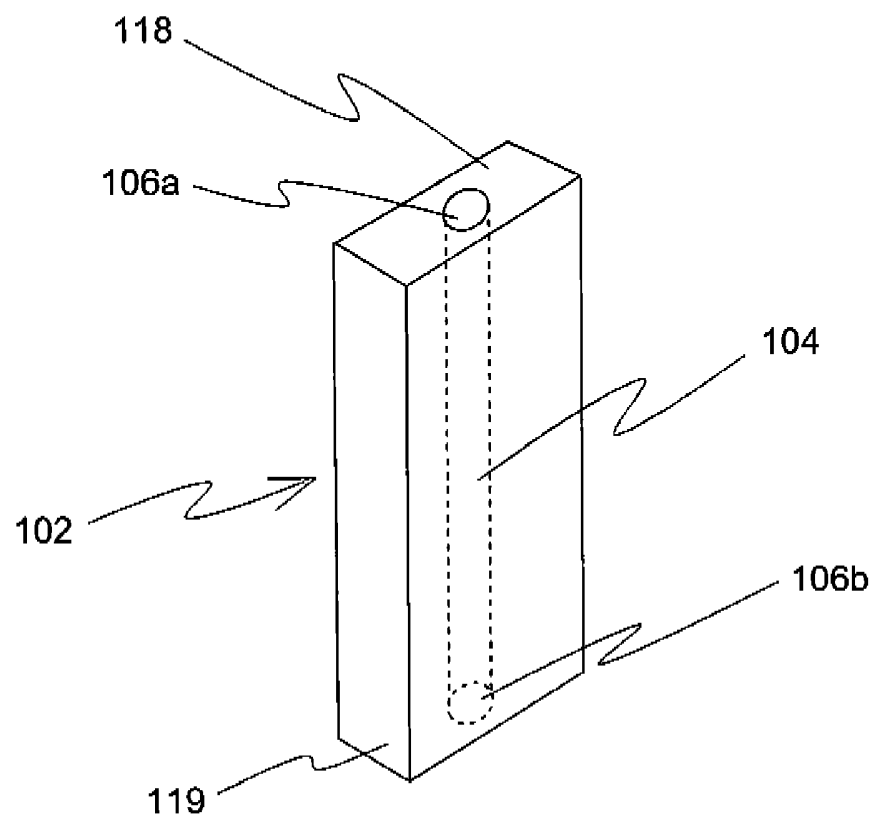


Fig. 5