



NORGE

(12) UTLEGNINGSSKRIFT

(19) NO

(11) 180555

(13) B

(51) Int Cl⁶ F 24 H 1/10, H 05 B 6/10

Styret for det industrielle rettsvern

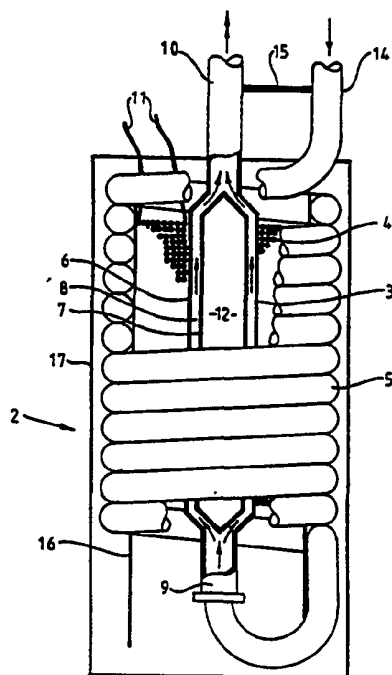
(21) Søknadsnr	924439	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	23.05.91, PCT/AU91/00226
(22) Inng. dag	18.11.92	(85) Videreføringsdag	18.11.92
(24) Løpedag	23.05.91	(30) Prioritet	29.05.90, NZ, 233841
(41) Alm. tilgj.	25.11.92		
(44) Utlegningsdato	27.01.97		

(71) Søker	Transflux Holdings Ltd, Corner Armagh and Manchester Street, Christchurch, NZ
(72) Oppfinner	Patrick Selwyn Bodger, Christchurch, NZ
	Ross Joseph Harold Walker, Christchurch, NZ
(74) Fullmektig	AS Bergen Patentkontor, 5001 BERGEN

(54) Benevnelse Apparat til oppvarming av et fluid

(56) Anførte publikasjoner Ingen

(57) Sammendrag En elektrisk drevet fluidumoppvarmer for nettstrømfrekvens som inkluderer en kjerneløs transformator og en elektrisk ledende kappe gjennom hvilken det fluidum som skal oppvarmes strømmer. Den kjerneløse transformator omfatter en primærvikling som er elektrisk isolert fra kappen men som i det minste delvis omgir den og en sekundærvikling som er arrangert slik at den ved hjelp av magnetisk fluks fra primærviklingen er forbundet med denne. Sekundærviklingen er elektrisk isolert fra primærviklingen, men elektrisk forbundet med kappen, slik at kappen oppvarmes både ved hjelp av motstandsoppvarming og ved hjelp av virvelstrømooppvarming.



Den foreliggende oppfinnelse vedrører apparat til oppvarming av et fluidum (dvs. væske eller gass) og spesielt apparat som er i stand til, med høy effektivitet, å oppvarme en kontinuerlig fluidumstrøm, uten anvendelse av nakne oppvarmingsselementer eller åpne flammer.

Apparatet ifølge den foreliggende oppfinnelse er spesielt egnet til vannoppvarming i kommersiell - eller industriell - skala og vil beskrives under spesiell henvisning til denne anvendelse. Imidlertid vil det kunne forstås at apparatet ikke på noen måte er begrenset til denne anvendelse, men også kan anvendes til oppvarming av enhver av et stort utvalg fluider.

For tiden er vannoppvarming i kommersiell og industriell skala vanligvis en satsvis prosess: - vann som rommes i en lagertank oppvarmes ved hjelp av et elektrisk oppvarmings-element eller ved hjelp av gassbrennere og rommes i lagertanken inntil behov opptrer. Denne prosess har flere ulemper: - lagertanken er voluminøs, og behøver å plasseres nær anvendelsesstedet dersom varmetap i tilførselsrørene skal kunne unngås. Dersom forbruket av varmtvann er lavt, forbrukes en stor del av energien ved å holde et stort vannvolum ved høy temperatur til ingen nytte. Dersom vannforbruket er høyt, kan tilførselen fra lagertanken være utilstrekkelig. For å overvinne disse ulemper, har det vært markedsført flere utforminger av "gjennomstrømmings"-vannoppvarmere, men alle slike utforminger har til dato bare vært i stand til å levere varmt-

vann ved relativt lave strømningshastigheter og installasjonskostnadene er høye.

For den foreliggende oppfinnelse er det derfor et formål å frembringe en gjennomstrømnings- (dvs. kontinuerlig) fluidumoppvarmer som har relativt lave fremstillings- og installasjonskostnader, men som er i stand til å fungere effektivt ved forholdsvis høye strømningshastigheter.

I de fleste bedrifts- og boligeiendommer, er nettstrøm tilgjengelig. Det reduserer i stor grad installasjons- og driftskostnadene for elektriske fluidumoppvarmere dersom nettstrøm kan anvendes (dvs. en vekselstrømstilførsel, med en frekvens innen området 50 til 60 Hz) uten behov for å modifisere strømmens type eller frekvens. Det er derfor et ytterligere formål ifølge oppfinnelsen å frembringe et fluidumoppvarmingsapparat som kan drives med nettstrøm.

Det har tidligere vært lagt frem mange forslag til anvendelse av en elektrisk transformator til oppvarming av fluider, spesielt vann.

Eksempelvis omtaler US-patent 1.458.634 en innretning som består av en felles kjerne på hvilken primære og sekundære spoler er viklet. Sekundærspolen er forkortet, slik at den induerte spenning i sekundærspolen forårsaker at det i sekundærspolen går en strøm som oppvarmer den. Sekundærspolen er rørformet og det vann som skal oppvarmes påvirkes til å strømme gjennom den. Primærspolen kan også være rørformet.

Oppvarmere av denne generelle type er også omtalt i US-patentene 4.602.140 og 4.791.262.

En variant av denne utforming er omtalt i US-patent 1.656.518, hvori det fluidum som skal oppvarmes strømmer gjennom en tank, som fungerer som en forkortet sekundærspole.

En annen variant er omtalt i US-patent 2.181.274, hvori de fluidum som skal oppvarmes strømmer gjennom transformatorens kjerne. Primær- og sekundærspolene befinner seg konsentrisk rundt kjernen, idet sekundærspolen i praksis er en enkelt forkortet vinding.

En ytterligere variant omtales i US-patent 1.671.839, hvori den primære og den sekundære vikling og den felles

kjerne alle kan være hule og fluidum som skal oppvarmes sirkuleres gjennom kjernen og (valgfritt) også gjennom primær- og sekundærspolen. Sekundærspolen er forkortet.

5 Imidlertid har transformatoren, i alle de innretninger som hittil er nevnt, en kjerne.

Det er et veletablert prinsipp i det elektriske ingeniørfag at i innretninger som er beregnet for nettstrømfrekvens, oppnås den effektive magnetiske fluksforbindelse bare dersom det anvendes en transformator-kjerne. Kjerneløse transformatorer har vært kjent og anvendt i mange år, men bare i høyfrekvent utstyr (vanligvis 50 kHz, dvs. 1000 ganger større enn nettstrømfrekvensen) siden effektiv fluksforbindelse kan oppnås i høyfrekvent utstyr uten kjerne.

15 Imidlertid er utformingen ifølge den foreliggende oppfinnelse blitt funnet å inneha en uventet og overraskende fordel, idet at selv om innretningen ifølge den foreliggende oppfinnelse mangler kjerne, er den funnet å kunne operere med meget høy effektivitet ved nettstrømfrekvens.

20 Kjerneløse transformatorer har et antall fordeler sammenlignet med transformatorer med kjerne: - for det første fremkommer en vesentlig kostnadsbesparing fordi kjernen ikke behøver fremstilles eller installeres. For det andre fremviser kjerneløse transformatorer vanligvis en nært lineær magnetiseringskurve, i kontrast til den platåvise magnetiseringskurve som fremvises av transformatorer med kjerne. Den nært lineære magnetiseringskurve betyr at transformatoren kan drives effektivt over et mye bredere spenningsområde og derfor lettere kan styres, dvs. det er mulig å variere spenningen over et mye bredere område uten påvirkning av platået. En ytterligere fordel er at en kjerneløs transformator er enklere å avkjøle ganske enkelt fordi det ikke finnes noen kjerne som utgjør et hinder for avkjølingsfluider. Dermed forbedres transformatorens effektivitet.

35 En ytterligere karakterisering av alle de ovennevnte innretninger er at fluidumet i det vesentlige oppvarmes ved hjelp av utelukkende en enkelt fremgangsmåte, dvs. ved hjelp av ledning fra den forkortede sekundærspole. Sekundærspolen

fremstilles vanligvis av materiale med lav motstand, fordi dette er nødvendig av hensyn til effektiv kraftoverføring. Imidlertid er et materiale med lav motstand ikke ideelt for et motstandsoppvarmingselement, for hvilket et materiale med høy
5 motstand er å foretrekke.

US-patent 4.471.191 omtaler en innretning til fluidumoppvarming som i det vesentlige innlemmer en kjernefri transformator: - en primærspole omgir en beholder, hvis indre er oppdelt av metallsylindere, som danner passasjer gjennom
10 hvilke den væske som skal oppvarmes strømmes. Sekundærspoler i form av metallringer eller -spiraler er plassert innen beholderen, atskilt fra sylindrene.

I bruk, induserer primærspolen en spenning i sekundærspolen eller -spolene, som er forkortet slik at det dannes
15 varme deri ved hjelp av den induserte strøm. De metalliske sylindere oppvarmes også induktivt og varmen fra sekundærspolen eller -spolene og fra sylindrene oppvarmer det fluidum som passerer gjennom beholderen.

Imidlertid sløses det, i denne utforming, med energi: -
20 for det første befinner primærspolen utenfor beholderen, og den kan derved ikke bidra med noe til oppvarming av fluidumet. For det andre betyr det konsentriske arrangement av sekundærspolene og de metalliske sylindere at den magnetiske fluksforbindelse mellom primær- og sekundærspole er langt fra ideell
25 og det vil opptre flukslekkasje, hvilket senker innretningens effektivitet. For det tredje er sekundærspolen eller -spolene forkortet, i stedet for å være forbundet med en last som motstandsoppvarmes ved hjelp av sekundærspenningen. Dette har de ulemper som er diskutert i det foregående.

30 For den foreliggende oppfinnelse er det derfor et ytterligere formål å frembringe en innretning til fluidumoppvarming som overvinner i det minste den tredje av de i det foregående beskrevne ulemper og som kan fungere med høy effektivitet ved nettspenningfrekvens.

35 Den foreliggende oppfinnelse frembringer en elektrisk fluidumoppvarmer som driver med nettspenningfrekvens og som inkluderer en kjerneløs transformator og en elektrisk ledende

kappe gjennom hvilken fluidum som skal oppvarmes strømmer ved bruk, idet den kjerneløse transformator omfatter: en primærvikling av elektrisk ledende materiale som er arrangert for i det minste delvis å omgi kappen, men er elektrisk isolert
5 derfra; en sekundærvikling av elektrisk ledende materiale som er slik arrangert i forhold til primærviklingen at ved anvendelse, forbinder magnetisk fluks som genereres av en vekselstrøm som går i primærviklingen denne med sekundærviklingen og den induserer en spenning deri; sekundærviklingen er elektrisk
10 isolert fra primærviklingen, men elektrisk forbundet med kappen slik at ved anvendelse gir den spenning som induseres i sekundærviklingen opphav til en strøm som går gjennom kappen og oppvarmer kappen ved hjelp av motstandsoppvarming, idet kappen også oppvarmes ved hjelp av virvelstrømmer som indu-
15 seres deri ved hjelp av vekselstrøm som går i primærviklingen.

Fortrinnsvis er kappen, primærviklingen og sekundærviklingen alle konsentriske, med primærviklingen ved siden av kappen og sekundærviklingen rundt primærviklingens ytterside. Imidlertid vil et arrangement hvori primærviklingen befinner seg rundt sekundærviklingens ytterside også være mulig.
20

Multiple sekundærviklinger kan anvendes, hvorav begge eller alle er elektrisk forbundet med kappen, serielt eller parallelt.

Sekundærviklingen kan være rørformet (eksempelvis en spiral eller en kappe med dobbeltvegg) idet sekundærviklingen er forbundet med kappen slik at det fluidum som skal oppvarmes strømmer gjennom sekundærviklingen enten før eller etter at den strømmer gjennom kappen. Dette mønster for fluidumstrøm bidrar til avkjøling av sekundærspolen så vel som til oppvarming av fluidumet. Primærspolen kan også være rørformet, med samme hensikt, men dette er funnet å være mindre ønskelig fordi det fremviser praktiske utformingsvanskeligheter.
25
30

For å frembringe det som utelukkende er et eksempel, beskrives en foretrukken utførelsesform ifølge den foreliggende oppfinnelse i detalj under henvisning til den medfølgende tegning hvori: -
35

Fig. 1 viser et riss, i delvis lengdesnitt, av apparat

ifølge oppfinnelsen.

Idet det henvises til fig. 1, omfatter apparatet 2 en dobbeltvegget kappe 3 rundt hvilken det er viklet en primær-
vikling 4. En sekundærvikling 5 er viklet over primærviklingen
4.

Kappen 3 er fremstilt av metall, med fordel et metall som har en relativt høy elektrisk motstand.

Det bør understrekes at kappen ikke fungerer som en transformator-kjerne og det er derfor ikke behov for at kappen fremstilles av et ferromagnetisk metall. Imidlertid er det en fordel om kappen er fremstilt av et ferromagnetisk metall, siden dette forbedrer innretningens effektfaktor ved at innretningens magnetisering forbedres. Et egnet materiale for kappen er smijern, som oppfyller alle de ovennevnte krav.

Kappen fremviser en yttervegg 6 og en innervegg 7, med en sylindrisk passasje 8 mellom veggene gjennom hvilken fluidum strømmer når apparatet anvendes. Én ende av passasjen 8 er forbundet med en fluidumtett forbindelse 9 til det indre av et kveilet rør som utgjør sekundærviklingen 5 og passasjens 8 andre ende er forbundet med et utløpsrør 10.

Rommet 12 innen innerveggen 7 er luftfylt. Dette rom kan huse en metallkjerne, men anvendelsen av en slik kjerne er ikke funnet i vesentlig grad å endre apparatets yteevne.

Alternativt kan kappen ha en enkelt vegg, forutsatt at det fluidum som skal oppvarmes ved hjelp av innretningen er en god varmeleder, eller det utelukkende kreves en forholdsvis lav oppvarmingshastighet. Fluidumet i kappen oppvarmes ved hjelp av ledning fra de oppvarmede vegger og derfor blir utelukkende de fluidumlag som befinner seg i kontakt med disse vegger direkte oppvarmet; - resten av fluidumet oppvarmes ved hjelp av ledning og konveksjon innen fluidumet. Dermed må passasjens 8 lengde og bredde utvelges under hensyn til den fluidumtype som skal oppvarmes, den ønskede temperaturøkning i fluidumet og den ønskede strømningshastighet.

Primærviklingen 4 består av vindinger av isolert tråd som er viklet direkte på kappens 3 ytterside, idet tråden er arrangert i ett eller flere romlig atskilte lag, etter hva som

er nødvendig til mottakelse av viklingens lengde. Tråden består av et materiale som er en god elektrisk leder (eksempelvis kopper, aluminium, superledere). Primærviklingens ender 11 er forbundet med en vekselstrømkilde (230 volt, 50 Hz).

5 Sekundærviklingen 5 omfatter en spiral av rør som er fremstilt av et materiale som er en god leder både for varme og for elektrisitet (eksempelvis kopper, aluminium).

10 Sekundærviklingen er viklet rundt en ledeplate 16 for oljestrøm. Innretningen er forseglet innen en temperatur-isolasjonstank 17. Primærviklingen 4 avkjøles av olje som pumpes rundt tanken ved hjelp av en pumpe (ikke vist). Avkjølingsoljen tvinges mellom primærviklingens atskilte lag, og deretter rundt sekundærviklingens yttersides overflate, idet den overfører varme fra primær- til sekundærviklingen og 15 dermed til fluidum som sirkulerer i sekundærviklingen.

 Imidlertid, dersom det kreves en enklere innretning til fluidumoppvarming og et lavere varmeutgående kan aksepteres (dvs. innretningen kan drives ved en lavere temperatur) kan tanken 17 og avkjølingsoljen utelates og primærviklingen kan 20 avkjøles ganske enkelt ved at sekundærviklingen vikles tett over primærviklingen, slik at primærviklingen avkjøles ved ledning.

 Slik det er nevnt i det foregående, er én av sekundærviklingens ender ved hjelp av forbindelsen 9 forbundet med 25 kappens 3 passasje 8. Sekundærviklingens andre ende er forbundet med et fluiduminnløp 14. Sekundærviklingens begge ender er elektrisk forbundet med kappen 3, ved hjelp av enhver egnet anordning, eksempelvis forbindelsen 9 (som er en elektrisk så vel som fluidumforbindelse) og en metallplugg 15 (som uteluk- 30 kende er en elektrisk forbindelse).

 Den innretning som er beskrevet i det foregående anvendes som følger: - fluidum som skal oppvarmes (eksempelvis vann) mates inn i den rørformede sekundærvikling gjennom innløpet 14. Fluidumet beveger seg langs sekundærviklingens 35 lengde og ved den andre ende mates den inn i kappens 3 passasje 8 gjennom forbindelsen 9. Fluidumet beveger seg deretter langs kappens 3 lengde og tømmes ut fra utløpsrøret

10. Imidlertid forutsettes det at en reversert fluidumstrøm (dvs. gjennom passasjen 8 først og deretter gjennom sekundærviklingen) kan gjennomføres.

5 Primærviklingen 4 forsynes med vekselstrøm (enkelt- eller flerfaset). Denne strøm frembringer en magnetisk fluks som induserer en elektrisk spenning i sekundærviklingen. Denne induerte spenning gir opphav til en strøm som passerer gjennom kappen 3 via de elektriske forbindelser 9 og 15, og dermed oppvarmes kappen ved hjelp av motstandsoppvarming. Med andre
10 ord, utgjør kappen en transformatorkets' last. Det skal bemerkes at det til kappen er fordelaktig å anvende et metall som har en forholdsvis høy motstand, siden dette maksimiserer motstandsoppvarming og forbedrer innretningens effektfaktor.

15 Dersom kappen er metallisk, oppvarmes den også av virvelstrømmer som dannes av primærviklingens fluktuerende magnetfelt. Denne effekt merkes i det arrangement som er vist i fig. 1 hvor primærviklingene ligger mellom kappen og sekundærviklingene, men den opptrer i en mindre grad endog
20 dersom sekundærviklingen ligger mellom primærviklingen og kappen. Ytterligere oppvarming av kappen fremkommer ved hystereseoppvarming fra hysteresetap.

 Primær- og sekundærviklingene tenderer også til å oppvarmes ved anvendelse: - denne oppvarming opptrer på grunn av
25 viklingsmetallets motstand overfor den strøm som går igjennom viklingene. Ifølge veletablert transformatorpraksis, vil anvendelse av metaller med god elektrisk ledningsevne i primær- og sekundærviklingene minimalisere denne motstandsoppvarming. Dessuten må utformingen av det avkjølingssystem som anvendes
30 (slik det er diskutert i det foregående) utvelges slik at primærviklingen holdes innen et egnet temperaturområde ved drift.

 I tilfellet med sekundærviklingen, vil imidlertid, dersom det anvendes en rørformet sekundærvikling, det fluidum
35 som skal oppvarmes og som sirkulerer derigjennom avkjøle sekundærviklingen og det antas at det kan være fordelaktig å utvelge et metall med forholdsvis høy motstand (eksempelvis

stål) til sekundærviklingen siden den varme som utvikles i sekundærviklingen med fordel kan anvendes til oppvarming av fluidumet.

Når fluidumet kommer inn i kappen, oppvarmes fluidumet ytterligere, ved hjelp av ledning fra kappen. Siden oppvarming av fluidumet i kappen skjer ved hjelp av ledning, er passasjen 8 fortrinnsvis relativt trang, til oppnåelse av maksimal kontakt mellom fluidumet og kappen.

Det skal bemerkes at den i det foregående beskrevne utførelsesform, tilfører innretningen varme til fluidumet på et antall separate måter: -

1. Ved hjelp av motstandsoppvarming av kappen.
2. Ved hjelp av virvelstrøm- og hysteresoppvarming av kappen.
3. Ved hjelp av motstandsoppvarming av primærviklingen, som overføres til sekundærviklingen ved hjelp av primærviklingens avkjølingssystem.
4. Ved hjelp av motstandsoppvarming av sekundærviklingen.

Det skal bemerkes at fluidumet kunne oppvarmes ved at det utelukkende ble ført gjennom kappen og ikke gjennom sekundærviklingen, selv om dette kunne være ufordelaktig idet sekundærviklingen ikke ville bli avkjølt og idet fluidumet da ikke ville bli oppvarmet ved ledning fra sekundærviklingen.

I et alternativ til den i det foregående beskrevne utforming, foreligger kappen 3 i form av en rørs spiral gjennom hvilken det vann som skal oppvarmes strømmer.

Det ble utført en test på apparat som var konstruert som beskrevet i fig. 1. Kappen 3 ble fremstilt av smijern, og var 265 mm lang, med en største diameter på 60 mm og en passasje 8 på ca. 3 mm's diameter.

Primærviklingen ble fremstilt med 327 vindinger av koppertråd av 3,75 mm's diameter. Sekundærviklingen bestod av 13 vindinger kopperrør av 11,5 mm's diameter.

Primærviklingen ble forbundet med en nettstrømkilde:

	Spenning	230 V
	Frekvens	50 Hz
	Strømstyrke	147,5 A
	Effekt	29,7 kW
5	Effektfaktor	0,874 lag
	Primærviklingstemperatur	105-93°C
	Effektivitet	96%

Innretningen fungerte i en stabil elektrisk tilstand og var termisk stabil. Vann med en innløpstemperatur på 15°C ble ført gjennom innretningen med en hastighet av omtrent 17,9 l/min, passerte gjennom sekundærviklingen og deretter gjennom kappen og forlot utløpet ved 38°C.

Idet all den varme som genereres av innretningen overføres til vannet (mindre elektrisk leder-, lednings- og tank-utstrålingstap) er innretningens effektivitet >95%.

Til kommersiell eller industriell anvendelse utstyres det i det foregående beskrevne apparat med styringsanordninger som muliggjør at fluidumets utløpstemperatur forvelges eller varieres etter behov, sammen med en trykkmåler eller detektor for strømningshastighet som slår på strømtilførselen til apparatet når fluidumstrømmen starter og stopper den når fluidumstrømmen stopper eller faller under en trygg minimumsverdi.

Apparatet kan utformes til drift ved høye trykk, og kan anvendes til frembringelse av damp, eksempelvis som en erstatning for dampkjeler.

Det har vært utformet innretninger til drift ved 230 V og 400 V, med utgående effekt innen området 6 kW - 40 kW, men de kunne vært utformet til drift utenfor disse områder.

P A T E N T K R A V

- 15 1. Elektrisk drevet fluidoppvarmer for nettstrømfrekvens,
k a r a k t e r i s e r t v e d at oppvarmeren inkluderer
en kjerneløs transformator og en elektrisk ledende kappe (3)
gjennom hvilken fluidet som skal oppvarmes strømmer under
drift; idet den kjerneløse transformator omfatter: en primær-
20 vikling (4) av elektrisk ledende materiale, som er arrangert
for i det minste delvis å omgi kappen (3), men som er elekt-
risk isolert derfra; en sekundærvikling av elektrisk ledende
materiale som i forhold til primærviklingen (4) er arrangert
slik at magnetisk fluks som genereres av en vekselstrøm som
25 går gjennom primærviklingen (4) under drift utgjør forbin-
delsen med sekundærviklingen (5) og induserer en spenning
deri; sekundærviklingen (5) er elektrisk isolert fra primær-
viklingen (4), men elektrisk forbundet med kappen (3) slik at
den spenning som induseres i sekundærviklingen (5) under drift
30 gir opphav til en strøm som går gjennom kappen (3) og som opp-
varmer kappen ved hjelp av motstandsoppvarming, idet kappen
også oppvarmes av virvelstrømmer som induseres deri ved hjelp
av primærviklingen (4).
- 35 2. Oppvarmer i samsvar med krav 1, k a r a k t e r i -
s e r t v e d at sekundærviklingen (5) består av to eller
flere deler, hvorav hver enkelt er elektrisk forbundet med
kappen (3).
- 40 3. Oppvarmer i samsvar med krav 1, k a r a k t e r i -
s e r t v e d at sekundærviklingen (5) er rørformet og er
forbundet med kappen (3) slik at det fluid som skal oppvarmes

strømmer gjennom sekundærviklingen (5) før eller etter at det strømmer gjennom kappen (3), hvorved fluidet oppvarmes ved hjelp av transformatoroppvarming.

- 5 4. Oppvarmer i samsvar med krav 1 eller 3, k a r a k -
t e r i s e r t v e d at kappen (3), primærviklingen (4)
og sekundærviklingen (5) alle er konsentriske.
- 10 5. Oppvarmer i samsvar med krav 4, k a r a k t e r i -
s e r t v e d at kappen (3) i det minste delvis er omgitt
av primærviklingen (4) som i det minste delvis er omgitt av
sekundærviklingen (5).
- 15 6. Oppvarmer i samsvar med et av de foregående krav,
k a r a k t e r i s e r t v e d at kappen (3) er av et
elektrisk ledende materiale med høy motstand.
- 20 7. Oppvarmer i samsvar med et av de foregående krav,
k a r a k t e r i s e r t v e d at primær- og sekundær-
viklingene (4,5) er av et elektrisk ledende materiale med lav
motstand.
- 25 8. Oppvarmer i samsvar med et av de foregående krav,
k a r a k t e r i s e r t v e d at kappen (3) har dobbelt
vegg, og fluidet som skal oppvarmes strømmer mellom veggene.
- 30 9. Oppvarmer i samsvar med krav 7 eller 8, k a r a k -
t e r i s e r t v e d at primærviklingen (4) under drift
avkjøles av tvungen oljesirkulasjon, idet oljen også sirku-
leres over sekundærviklingen (5), for å overføre varme fra
primærviklingen (4) til sekundærviklingen (5).
- 35 10. Oppvarmer i samsvar med krav 7 eller 8, k a r a k -
t e r i s e r t v e d at sekundærviklingen (5) er i fysisk
kontakt med, men elektrisk isolert fra primærviklingens (4)
ytterlag, slik at under drift avkjøles primærviklingen (4) ved
ledning til sekundærviklingen (5).

11. Oppvarmer i samsvar med et av de foregående krav,
k a r a k t e r i s e r t v e d at primær- og sekundærvik-
lingene (4,5) fremstilles av kopper, og kappen (3) er frem-
stilt av smijern.

