



(12) PATENT

(19) NO

(11) 336846

(13) B1

NORGE

(51) Int Cl.

C25C 3/20 (2006.01)

F27D 1/12 (2006.01)

F28D 15/02 (2006.01)

C21B 7/10 (2006.01)

Patentstyret

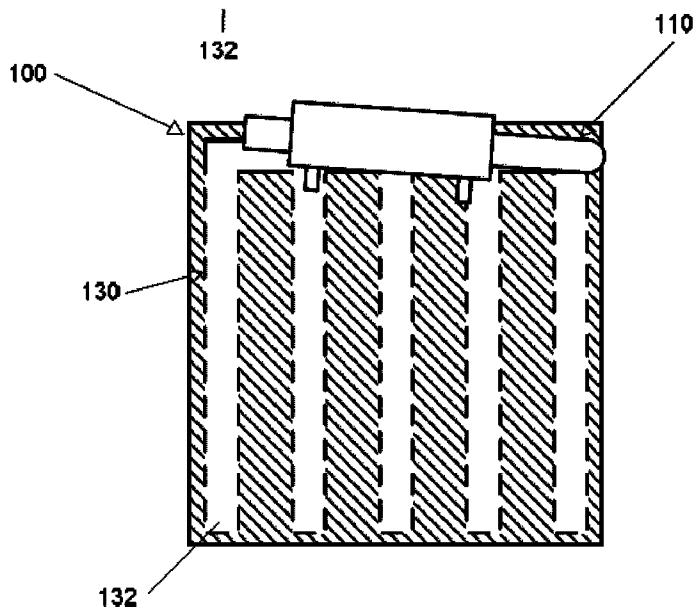
(21)	Søknadsnr	20120031	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr
(22)	Inng.dag	2012.01.12	(85)	Videreføringsdag
(24)	Løpedag	2012.01.12	(30)	Prioritet
(41)	Alm.tilgj	2013.07.15		
(45)	Meddelt	2015.11.16		
(73)	Innehaver	Goodtech Recovery Technology AS, Per Kroghs vei 4, 1065 OSLO, Norge		
(72)	Oppfinner	Versoslav Sedlak, c/o Goodtech Recovery Technology AS, Per Kroghs vei 4, 1065 OSLO, Norge		
		Dumitru Fetcu, c/o Goodtech Recovery Technology AS, Per Kroghs vei 4, 1065 OSLO, Norge		
(74)	Fullmektig	Acapo AS, Postboks 1880 Nordnes, 5817 BERGEN, Norge		

(54) Benevnelse **Forgrenet varmerør**

(56) Anførte publikasjoner
GB 2076428 A
CN 101029803 A
SU 624917 A
AU 5858180 A
US 2011/0114292 A

(57) Sammendrag

Den foreliggende oppfinnelsen vedrører en fremgangsmåte og et system for å kjøle over et stort område, egnet for anvendelse for kontroll av lagdanning over et utstrakt område i en aluminiumselektrolysecelle, og utnyttelse av varmen. Dette formålet er oppnådd ved en manifold hvor fra et flertall varm ende kanaler har en utstrekning, representerer den varme enden eller endene, hvor den kalde enden eller kondensoren kan tilveiebringes på innsiden av manifolden, eller kan ha en utstrekning på utsiden av manifolden.



Oppfinnelsens bakgrunn

5 Teknisk fagfelt

Den foreliggende oppfinnelsen vedrører varmeregulering generelt, og mer spesifikt en forbedret fremgangsmåte og et system for kjøling over et stort område, passende for bruk for regulering av lagdannelse over et utstrakt område i en aluminiums elektrolysecelle og utnyttelse av varme.

Kjent teknikk

Under aluminiumsproduksjon med dagens elektrolyseteknologi basert på såkalte Hall-Hèroult celler, er driften av cellene avhengige av danning og opprettholdelse av et beskyttende lag av elektrolytt i sideveggene til cellen. Dette frosne badet blir kalt sidelag og beskytter sideforingen på cellene mot kjemisk og mekanisk slitasje, og er essensiell for å oppnå en lang livstid for cellene. Det krystalliserte badet drives samtidig som en buffer for cellen i forhold til endringer i varmembalansen. Under drift vil varmeproduksjonen og varmembalansen til cellen variere pga. uønskede driftsforstyrrelser (endringer i surhetsgraden til badet, endringer i alumina konsentrasjonen, endringer i interpolare lengder, osv) og ønskede hendelser i cellene (metalltapping, anodebytte, brenning, osv.). Dette medfører endringer i tykkelsen av laget i utkanten av cellen, og i noen tilfeller blir laget helt borte i deler av utkanten. Da blir sideforingen eksponert til elektrolytten og metall, som når kombinert med oksiderende gasser leder til korrosjon av sideforingsmaterialene og forvitring derav. Slike reparerte skader kan over tid føre til spill på siden under drift. Det er derfor viktig å regulere dannelsen av lag, og lagstabilitet i Hall-Hèroult celler. For Hall-Hèroult celler med høy strømtetthet viser modellberegninger at det vil være vanskelig å opprettholde sidelaget til cellen grunnet stor varmeutvikling. For slike celler og tradisjonelle celler med varmembalanseproblemer vil det derfor være en forutsetning for et langt celleliv at man er i stand til å opprettholde laget som beskytter sideforingen.

I løpet av aluminiumsproduksjonen i samsvar med Hall-Héroult prinsippet, finner dette nå sted med relativt høyt energibruk når målt i kilo watt timer per kilo aluminium. Varmeutviklingen i elektrolysecellene skjer som et resultat av ohmisk spenningsfall i cellen, for eksempel i strømtilførselen, produsert metall og særlig i elektrolytten. Om lag 55 % av energien som tilføres elektrolysecellen brukes for varmeutvikling i cellen. Data fra kjent litteratur indikerer at om lag 40 % av det totale varmetapet fra cellene er gjennom sideforingen. Grunnet det store varmetapet og det beskyttende frosne laget i sideforingen er dette en foretrukket plass for anbringelse av elementer for varmegjenvinning i dette området av cellen.

Der er et behov for å optimalisere kontrollen over lagdanningen og varmegjenvinningen. For å optimalisere begge disse formålene samtidig er det viktig at varmegjenvinningen finner sted så nærme det dannede sidelaget som mulig. Dette vil føre til at regulering av og hastighet til lagdanningen er så rask som mulig, og at temperaturforskjellen mellom inntak og uttak av kjølemediet er så stor som mulig. Det sistnevnte er foretrukket for utnyttelse/gjenvinning av energi.

Videre er det grunnet den store skalaen til elektrolysecellene også ønskelig å regulere nevnte lagdannelse over et utstrakt område siden tap av lagdannelse over et lite område kan være skadelig.

Den tradisjonelle måten å fjerne varmen på var å bruke luftkonveksjon over hele overflateområdet til cellen, noe som resulterte i et begrenset potensiale for utnyttelse av den fjernede varmen.

Fra kjent teknikk vises det til meddelt patent NO 318012, som samsvarer med WO/2004/083489. Dette beskriver en sideforing formet med hulrom for gjennomstrømning av et kjølemedium. Fremstillingsprosessen derfor er imidlertid komplisert og krever at sideforingene formes med hulrom som fortrinnsvis formes før materialet sintres.

Fra kjent teknikk vises det også til patentsøknad NO 20101321, innbrakt i PCT fasen som WO2012/039624 av foreliggende søker. Dette beskriver et system for regulering av lagdanningen i en aluminium-elektrolysecelle og utnytting av varme som omfatter en sideforing tilveiebrakt med minst et hulrom for varmeoverføring og minst en varmekanal (engelsk: heat tube), kjennetegnet ved at varmekanalen er tilveiebrakt av hulrommet og at hulrommet er minst en kanal tilveiebrakt langs

overflaten av sideforingen. Fremstillingsprosessen derav er imidlertid komplisert og krever tilveiebringelse av sideforinger med et stort antall varmekanaler, vanligvis varmekanal, langs overflaten av sideforingen, som hver krever separat avkjøling.

- 5 Det vises også til flate varmekanaler, som også er kjent som todimensjonale varmekanaler, basert på plater som danner tynne plane kapillærer. Dette designet er nyttig for varmespredere i høydesensitive anvendelser, men siden kapillærene er små og tynne, er den totale varmeoverføringen liten. Dette designet utviser også store metallområder som ikke er del av kapillærene, noe som videre minsker den
- 10 totale varmeoverføringen. I tillegg er dette designet vanligvis flatt, mens noe overflateujevnheter bør forventes, noe som fører til dårlig termisk kontakt. Dette betyr at flate varmekanaler ikke passer for nedkjøling av en sideforing.

- Generelt sett er det et problem at effektiv nedkjøling over et stort område krever et
- 15 system som har et stort antall deler som i neste rekke tilfører kompleksitet og kostnader, mens det også reduserer den helhetlige påliteligheten.

- Derved er der et behov for en fremgangsmåte og et system som kan overvinne de ovenfor nevnte problemene.
- 20

Sammendrag av oppfinnelsen

- Problemer som skal løses av oppfinnelsen**
- 25

Derved er et hovedformål ved den foreliggende oppfinnelsen å tilveiebringe en fremgangsmåte og et system for anvendelse for regulering av lagdanning over et utstrakt område i en aluminium-elektrolysecelle og utnyttning av varme.

30

Midler for å løse problemene

- Formålet oppnås i samsvar med den foreliggende oppfinnelsen ved et system for regulering av lagdanning i en aluminiums elektrolysecelle som definert i innledningen
- 35 til krav 1, som har egenskapene til den karakteriserende delen av krav 1, en fremgangsmåte for anvendelse av et flertall systemer som definert i innledningen til selvstendige fremgangsmåtekrav 13, som har egenskapene til den karakteriserende

delen av krav 13, en fremgangsmåte for anvendelse av et flertall systemer som definert i innledningen til selvstendige fremgangsmåtekrav 14, som har egenskapene til den karakteriserende delen av krav 14, en fremgangsmåte for regulering av lagdanning i en aluminiums elektrolysecelle som definert i innledningen til

5 selvstendige fremgangsmåtekrav 15, som har egenskapene til den karakteriserende delen av krav 15, en elektrolysecelle som definert i innledningen til krav 16, som har egenskapene til den karakteriserende delen av krav 16, og et system for regulering av lagdanning i en aluminiums elektrolysecelle som definert i innledningen til krav 17, som har egenskapene til den karakteriserende delen av krav 17.

10

Den foreliggende oppfinnelsen oppnår de ovenfor beskrevne målene med en manifold hvorfra et flertall varm ende varmekanaler har en utstrekning, og representerer den varme enden eller endene, hvor den kalde enden eller kondenseren kan tilveiebringes inni manifolden eller ha en utstrekning utenfor

15 manifolden.

15

Virkninger av oppfinnelsen

20 De tekniske forskjellene i forhold til kjent teknikk er at den foreliggende oppfinnelsen omfatter en manifold hvorfra et flertall av varm ende varmekanaler har en utstrekning, og representerer den varme enden eller endene, hvor den kalde enden eller kondenseren kan tilveiebringes inni manifolden eller kan ha en utstrekning utenfor manifolden. Kombinasjoner som bruker mins en kondenser inni manifolden

25 og/eller minst en kondensatorenhet utenfor den kalde enden kan også forestilles.

25

Den en tekniske virkningen av manifolden er å fange dampfase arbeidsfluid fra varmekanalene og bringe denne til den minst ene kondenseren, så vel som å fordele den flytende fasen til minst et varmekanal.

30

Disse effektene tilveiebringer så mange flere fordelaktige virkninger:

- det gjør det mulig å tilveiebringe en beleilig løsning som har få deler for nedkjøling av et stort område,
 - det tilveiebringer en mulighet for å sammenflette et flertall forgreinede
- 35 ("forked") varmekanal, som tillater reparasjoner eller erstatning av en enhet mens de andre enhetene er i drift, og tillater derved uavbrutt drift, og

35

- det tilveiebringer en svært forenklet installasjon og sammenkobling ved at en forgreinet varmekanal krever mange færre kjøleenheter for de kalde endene enn antallet varme ender.

5 Det bør nevnes at den foreliggende oppfinnelsen er forskjellig fra andre varmekanalløsninger så som sirkulerende varmekanaler hvor fluid i dampfase flyter i separate kanaler fra kanaler som fører fluid i flytende fase, og derved tilsetter ekstra kanaler og er mer komplekst. I motsetning dertil er der i følge den foreliggende oppfinnelsen en tofaseflyt hvor de to fasene flyter hovedsakelig i motsatte retninger.

10

Det bør også nevnes at den foreliggende oppfinnelsen er forskjellig fra varmekanaler brukt for solar oppvarming, vanligvis på tak, ved at disse anvender separate og individuelle varmekanaler som er koblet til en svært forskjellig manifold. Da denne koblingen bruker konduktiv varmeoverføring er den mye mindre effektiv enn den foreliggende oppfinnelsen hvor faseovergang er anvendt i hele systemet fra de varme endene gjennom manifolden og til de kalde endene.

15

Kort beskrivelse av figurene

20

Den foreliggende oppfinnelsen vil nå beskrives i sammenheng med eksemplifiserte utførelser som er skissert i tegningene, hvor:

Figur 1 viser kjent teknikk til en Hall-Hérault celle i form av en sideforingsblokk, og et stålskall eller –kappe,

25

Figur 2 viser en detaljert del av utførelsen i figur 1 i sammen med delen som vist fra siden,

Figur 3 viser kjent teknikk av en Hall-Hérault celle i form av en sideforingsblokk med hulrom tilveiebrakt med en varmekanal, og et stålskall eller –kappe,

30

Figur 4a viser et enderiss av en typisk utførelse av en forgreinet varmekanaler innsatt inn i en sideforingsblokk,

35

Figur 4b viser et frontriss av en typisk utførelse av en forgreinet varmekanal innsatt inn i en sideforingsblokk,

Figur 4c viser et sideriss av en typisk utførelse av en forgrenet varmekanal innsatt inn i en sideforingsblokk,

- 5 Figur 5a vise et enderiss av en forgreinet varmekanal tilveiebrakt med en rett arterie,

Figur 5b vise et enderiss av en forgreinet varmekanal tilveiebrakt med en bulkete arterie,

- 10 Figur 5c vise et enderiss av en forgreinet varmekanal tilveiebrakt uten en arterie,

Figur 5d vise et enderiss av en forgreinet varmekanal tilveiebrakt med en arterie koblet til et flertall varme ender mellom hver varmekanal,

- 15 Figur 5e viser et sideriss av figur 5d,

Figur 5f viser en seksjon av en detalj A av en kobling i figur 5d,

- 20 Figur 5g viser et frontriss av en forgrenet varmekanal tilveiebrakt med en arterie som kobler et flertall varme ender ved enden av hver varmekanal,

Figur 5h viser et sideriss av figur 5g,

- 25 Figur 5i viser en seksjon av en detalj B av en kobling i figur 5g,

Figur 5j viser et frontriss av en forgrenet varmekanal tilveiebrakt med en arterie som kobler et flertall varme ender ved siden til hver varmekanal,

Figur 5k viser et sideriss av figur 5j,

- 30 Figur 5l viser en seksjon av en detalj C av en kobling i figur 5j,

Figur 6a viser et enderiss av en forgrenet varmekanal tilveiebrakt med to kalde ender tilveiebrakt med hver sin varmeveksler,

- 35 Figur 6b viser et enderiss av en forgrenet varmekanal tilveiebrakt med en kald ende med to varmevekslere,

Figur 7a viser et enderiss av en typisk utførelse av to innskutte forgrenete varmekanaler,

- 5 Figur 7b viser et frontriss av en typisk utførelse av to innskutte forgrenete varmekanaler,

Figur 8a viser et enderiss av en utførelse av en forgrenet varmekanal med en sentralmatet kald ende,

10

Figur 8b viser et frontriss av en utførelse av en forgrenet varmekanal med en sentralmatet kald ende,

- 15 Figur 8c viser et sideriss av en utførelse av en forgrenet varmekanal med en sentralmatet kald ende,

Figur 9a viser et enderiss av en utførelse av en forgrenet varmekanal med en kondensator integrert i manifolden,

- 20 Figur 9a viser et frontriss av en utførelse av en forgrenet varmekanal med en kondensator integrert i manifolden,

Figur 9a viser et sideriss av en utførelse av en forgrenet varmekanal med en kondensator integrert i manifolden.

25

Beskrivelse av henvisningstallene

De følgende henvisningstallene og tegnene viser til tegningene:

- | | | |
|----|----|----------------------|
| | 1 | Anodehenger |
| | 2 | Anodekarbonblokk |
| 30 | 3 | Flytende elektrolytt |
| | 4 | Flytende aluminium |
| | 5 | Katodekarbon |
| | 6 | Frossen elektrolytt |
| | 7 | Isolerende murverk |
| 35 | 8 | Stålskal |
| | 9 | Stampemasse |
| | 10 | Varmeisolering |

	11	Sideforingsblokk
	12	Varmekanal
	13	Kondensatenhet for varmekanal
	14	Kondensatfinner
5	15	Termal masse mellom sideforingsblokk og stålskall
	100	Forgrenet varmekanalsammenstilling
	102	Arbeidsfluid
	110	Varmekanalsammenstilling kald ende
	120	Kondensenhet for varmekanal
10	124	Fluidkobling
	130	Varmekanalsammenstilling varm ende
	132	Nedre ende av varm endekanal
	140	Arterie
	142	Arteriesammenføyning
15	144	Arteriol
	150	Manifold
	154	Fluidkobling

20 **Detaljert beskrivelse**

Oppfinnelsen vil beskrives nedenfor i mer detalj med henvisning til figurene som viser utførelser. Figur 1 viser teknikkens stilling av en Hall-Hérault celle i form av en sideforingsblokk 11 og et stålskall 8 eller –kappe. Detaljer vises i figur 2. En celle i følge teknikkens stilling som bruker aktiv nedkjøling som kjent fra tidligere nevnt kjent teknikk er vist i figur 3.

Med sideforing bør man her forstå at dette betyr sideforingsblokk 11, valgfritt når det gjelder kjent teknikk i sammen med varmeisolasjon 10, hvor sideforingsblokken valgfritt tilveiebringes med varmekanal 12. Sideforingsblokken 11 er vanligvis en keramisk blokk, vanligvis i form av silikonkarbid (SiC).

Prinsipper som danner grunnlag for oppfinnelsen

35

Med varmekanalen 12, 100 er det tiltenkt to utførelser: «varmekanal» (eng: «heat pipe») hvor en veke eller annen kapillæreffekt drar væsken tilbake til den varme

enden, og «termosifong» hvor tyngdekraften drar væsken tilbake til den varme enden. Den varme enden er også kjent som evaporeringsdelen. Begge prinsippene kan brukes for denne oppfinnelsen, selv om en termosyfon er foretrukket hvor kanalenheten tilveiebringes med en vesentlig nedover-rettet helning slik at fluidet i væskefase kan strømme ned lengden til kanalen. Siden varmekanaler av begge typene drives ved å fjerne varme ved faseovergangen fra væske til gass, er det foretrukket at varmekanalen tillater at væske når det laveste punktet i varmekanalen.

En vanlig Hall-Hérault celle omfatter et stålskall eller-kappe 8, som omgir en sideforingsblokk 11. Stålkappen er i god termal kontakt med sideforingsblokken grunnet en termal masse. Sideforingsblokken på den motsatte siden av stålkappen er i kontakt med elektrolytten som inneholder aluminium (Al). Ved bruk av termisk kontroll bygger varmen som tas ut fra elektrolytten opp til et lag med frossen elektrolytt på sideforingen, og etterlater den gjenværende delen av elektrolytten 3 i den flytende fasen.

Sentralt til oppfinnelsen er forståelsen av at en forgrenet varmekanalsammensetning med et flertall varm ende kanaler koblet til en manifold vill tilveiebringe et forenklet system og fremgangsmåte for å fjerne varme fra et stort område sammenlignet med å bruke et flertall tradisjonelle varmekanaler.

Manifoldet deler funksjonaliteten til en tradisjonell varmekanal inn i to deler:

- En varm ende kanal hvor varmen absorberes ved fordamping, og
- En kald ende hvor varme frigis ved kondensasjon.

Manifolden tillater bruk av et flertall varm ende kanaler og/eller et flertall kalde ender.

Beste måter å utøve oppfinnelsen på

Utførelsen av apparatet i samsvar med oppfinnelsen vist i figur 4a, 4b og 4c omfatter en forgreinet varmekanalsammensetning 100 festet til en sideforingsblokk 11. Den forgreinede varmekanalsammensetningen 100 omfatter en manifold 150 hvor fra et flertall av varme ende varmekanaler har en utstrekning, og representerer varmekanalsammensetningens varme ende 130 eller ender, og en varmekanalsammensetnings kalde ende 110 med en utstrekning på utsiden av manifolden hvor en kondensatenhet 120 er tilveiebrakt.

Det er foretrukket at alle varme ender drives ved en lignende kapasitet og derved er det viktig at hver varm ende kanal mottar en hovedsakelig lik mengde arbeidsfluid i væskefasen. Væsken mottas vanligvis direkte fra manifolden. For å forbedre

5 situasjonen kan varm ende kanalene tilveiebringes med en arterie som kobler varm ende kanalene sammen, fortrinnsvis ved en lavere ende. Den tekniske effekten derav er å utjevne væsknivået.

10 Figur 4a viser et enderiss av en typisk utførelse av en forgreinet varmekanal innsatt i en sideforingsblokk.

Figur 4b viser et frontriss av en typisk utførelse av en forgreinet varmekanal innsatt i en sideforingsblokk.

15 Figur 4c viser et sideriss av en typisk utførelse av en forgreinet varmekanal innsatt i en sideforingsblokk.

De varme endene kan videre tilveiebringes med en arterie 140 som sammenkobler tilliggende varm ende kanaler som vist i figur 5a som viser et enderiss av en

20 forgrenet varmekanal tilveiebrakt med en hovedsakelig rett arterie. For å tilveiebringe noe fleksibilitet i tilfelle av forskjellig termisk ekspansjon kan arterien 140 tilveiebringes med buler som vist i figur 5b. Figur 5c viser en utførelse uten en arterie. Disse alternativene (rett eller bulet arterie) kan kombineres med variasjoner på hvordan arterien kobles til de varme ende kanalene.

25 Figur 5d viser et frontriss av en forgrenet varmekanal tilveiebrakt med en arterie som sammenkobler et flertall varme ender mellom hver varmekanal. Arterien er inline og omfatter en serie mindre kanaler, som hver kobler to tilliggende varme ende kanaler. Figur 5e viser et sideriss av figur 5d. Hensyn må tas i sideforingsblokken for å

30 imøtekomme arterien dersom varmekanalene er tilveiebrakt av hulrom definert i sideforingsblokken. Figur 5f viser en detalj av en kobling i figur 5d, og viser hvordan væske kan overføres mellom individuelle kanaler for å utjevne væsknivået. Alle varme ende kanaler bortsett fra den aller ytterste varm ende kanalene er direkte koblet til to nabovarmekanaler som tillater rask tømning eller fylling av væsken.

35 Ulempen er at det blir komplisert å tilpasse en inline arterie og de mange koblingene som blir gjort med varmekanalene.

Figur 5g viser et frontriss av en forgrenet varmekanal tilveiebrakt med en arterie som kobler et flertall varme ender ved enden av hver varmekanal. Arterien 140 er en enslig kanal koblet til varm ende kanaler ved bruk av mindre koblingskanaler kalt arterioler (eng: arterioles) 144 som ved en ende er koblet til arterien ved en

5 arteriesammenføyning 142 og på den andre siden til bunnen av henholdsvis hver varm ende kanal. Figur 5h viser et sideriss av figur 5g. Igjen må forhåndsregler tas i sideforingsblokken for å tilpasses til arterien dersom varmekanaler tilveiebringes ved hulrom definert i sideforingsblokken. Figur 5i viser en detalj ved koblingen i figur 5g, og viser hvordan væske kan overføres mellom individuelle kanaler for å utjevne

10 væsknivået. Alle varm ende kanalene er koblet til arterien, og det sikrer en mer jevn påfyll enn i det tidligere eksemplet hvor alle justeringene vil involvere væskeoverføring gjennom muligens mange varme ende kanaler og hvor overføringshastigheten vil være avhengig av hellingen i forhold til tyngdekraften.

Figur 5j viser et frontriss av en forgrenet varmekanal tilveiebrakt med en arterie som kobler et flertall varme ender på siden av hver varmekanal. Arterien 140 er en enslig kanal koblet til de varme ende kanalene ved bruk av mindre koblingskanaler kalt arterioler 144 som ved en ende er koblet til arterien ved en arteriesammenføyning 142 og på den andre siden til siden av den lavere enden 132 av henholdsvis hver

20 varm ende kanal. Figur 5k viser et sideriss av figur 5j. Forhåndsregler må tas i sideforingsblokken for å tilpasses til arterien dersom varmekanaler tilveiebringes av hulrom definert i sideforingsblokken dersom hulrommene og kanalene ikke er tilveiebrakt langs overflaten på sideforingen og er grunne sammenlignet med posisjonen til arterien. Figur 5l viser en detalj ved koblingen i figur 5j, og viser

25 hvordan væske kan overføres mellom individuelle kanaler for å utjevne væsknivået. Alle varm ende kanalene er koblet til arterien, og det sikrer et mer jevnt påfyll enn i det tidligere eksemplet hvor alle justeringene vil involvere væskeoverføring gjennom muligens mange varme ende kanaler og hvor overføringshastigheten vil være avhengig av hellingen i forhold til tyngdekraften. Ulempen er at væsknivået må nå

30 nivået i arterien for at væske kan strømme over og inn i arterien.

Nedkjøling av den kalde enden kan utføres i følge tradisjonelle løsninger, ved bruk av en varmeveksler på kondensatorenden slik alt vist i figur 4. Siden væske i gassfasen samles fra et flertall varme ende kanaler av manifloden vil mengden fluid

35 som skal kondenseres tilbake til væskefasen være større enn for tradisjonelle varmekanaler. En åpenbar løsning er å tilveiebringe varmekanalsammensetningen med en stor kondensatorenhet. I en videre utførelse av den foreliggende

oppfinnelsen kan den kalde enden med en kondensatorenhet erstattes av to kalde ender med kondensatorenheter slik vist i figur 6a. Den vesle økningen i kompleksitet tilveiebringer en fordel ved å øke påliteligheten da de to varmevekslerne kan sammenkobles med separate kretsløp og dersom ett av kretsløpene svikter vil det andre kretsløpet fortsatt være i drift og derved tillate kontinuerlig drift. Flere geometrier kan forestilles og selv om figur 6a viser at begge de kalde endene kobles til den samme siden på manifolden kan man også bruke begge endene på manifolden.

- 10 Figur 6b viser en annen høypålitelig konfigurasjon hvor en kald ende er tilveiebrakt med to varmevekslere. Hver varmeveksler kobles typisk til forskjellige kjølekretsløp.

Kombinasjoner med et flertall varmevekslere på et flertall kalde ender koblet til den samme manifolden er også mulig.

- 15 Under drift fordampes arbeidsfluidet i væskefase langs lengden av de varme ende kanalene og strømmer som damp mot manifolden hvor dampen samles av manifolden fra alle varme ende kanalene og bringes inn i den kalde enden eller endene. Ved den siste kalde enden fjernes varme av minst en kondensatorenhet typisk nedkjølt av olje. Dette fører til at arbeidsfluidet i dampfasen kondenserer og 20 strømmer som væske mot manifolden hvor væsken fordeles inn i de varme ende kanalene. Det er foretrukket at væskeflyten er tilstrekkelig for å tillate at væsken når den lavere enden til varme ende kanalene før den igjen fordampes. En arterie tillater, om tilstedeværende, gjenfordeling av væsknivået mellom de varme ende kanalene dersom påfyllingshastigheten til de varme ende kanalene varierer betraktelig. 25

- I en tradisjonell varmekanal, kan dampfaseflyten overstige lydshastigheten og nå et nivå hvor denne flyten feier væsken langs dampstrømningen og effektivt reverserer den normale væskeflytningen. Dette reduserer den effektive mengden arbeidsmedium og reduserer også varmetransportevnen. For å unngå en slik 30 situasjon må flythastighetene justeres deretter, for eksempel ved å øke diameteren på kanalen. Dette er særlig viktig for manifold hvor flyten er summen av et flertall av varme ende kanaler. Å øke diameteren er en løsning, ved å redusere den maksimale strømningshastigheten. Å feste kalde ender til forskjellige posisjoner langs 35 manifolden kan man også redusere maksimalflythastigheten i manifolden.

Oljen som anvendes for å kjøle ned varmevekslerne transporterer varme ut av varmekanalsammensetningen og tillater resirkulering av varme, for eksempel ved å heve damp for bruk i en dampturbin. For å øke den overordnede påliteligheten er det mulig å bruke flere enn et kretsløp for oljen. Kretsløpene kan veves i sammen slik at dersom et kretsløp svikter vil bare en del av de forgreinede varmekanalsystemene slutte å fungere. Et forgrenet varmekanalsystem kan tilveiebringes med mer enn en varmeveksler, og dette tillater kontinuerlig drift av alle varmekanalsystemene, selv med noen med redusert kapasitet.

Alternative utførelser

Et antall variasjoner fra det som er vist ovenfor kan forestilles. For eksempel kan en tenke seg en manifold med en enslig varmekanal som tilsvarer en varm ende og et flertall kondensatorer. Dette kan være anvendbart for systemer med høy tilgjengelighet og pålitelighet. Selv om denne utførelsen til å begynne med synes kompakt og attraktiv bør man merke seg at den omfatter flere komplikasjoner, så som håndteringen av kjølevæskeskretsløpene inne i manifolden. I den foretrukne utførelsen defineres varmekanalen av en ubrutt overflate mens denne integrerte løsningen krever penetrering for inntak og uttak av kjølemediet.

Høy pålitelighet er viktig, og det er også muligheten for å reparere og sjekke varmekanalsammensetningen i løpet av driften av en celle, og også muligheten for å unngå enslige sviktpunkter for å stå imot begrensede problemer uten katastrofal driftssvikt. I så måte er en løsning tenkt som bruker overlappende forgreinede varmesammensetninger hvor de varme endene til et første forgrenet varmekanalsystem er sammenflettet med varme ender til et andre forgrenet varmekanalsystemet. Effekten derav er at i tilfelle av svikt av et forgrenet varmekanalsystem kan det andre forgreinede varmekanalsystemet være i stand til å ta overlasten og opprettholde det beskyttende sidelaget.

Figur 7a viser et enderiss av en typisk utførelse av to sammenflettede forgreinede varmekanaler, og viser hvordan en første, tredje og femte varme ende kanal er koblet til en første manifold og en andre, fjerde og sjette varm ende kanal er koblet til en andre manifold. Figur 7b viser utførelsen i et frontriss. I denne utførelsen er de individuelle varmekanalsystemene asymmetriske når det gjelder lengden på de varme ende kanalene og i koblingen av de kalde endene til de medfølgende

manifoldene. Bruk av sentralmatete kalde ender vil forbedre symmetrien og muligens gjøre de to varm ende kanal systemene fullt utvekslbare, og derved redusere kostnadene relatert til fremstilling og lagervarer. En 3-veis og større orden av sammenfletting er også mulig.

5

Sammenflettede løsninger kan også tilveiebringes med arterier. For å være lette i bruk er det foretrukket at arteriene er i forskjellige plan. For eksempel kan et første forgrenet varmekanalsystem tilveiebringes med en inline- eller endepåkoblet arterie som vist henholdsvis i figur 5d og 5f, og et andre forgrenet varmekanalsystem kan

10

Figur 8b viser et frontriss av en utførelse av en forgrenet varmekanal med en sentralmatet kald ende. Dette har den fordel at det reduserer strømningshastigheten i de to sidegreinene på manifolden. En liten helning i forhold til tyngdekraften er vist for manifolden, dette er en måte å sikre at arbeidsfluidet i væsketilstand er jevnt fordelt. Som vist i figur 8a og figur 8c har den kalde enden en utstrekning ut i retningen bort fra sideforingsblokken, som har den tilleggsfordelen at det forenkler strukturen når sammenlignet med tidligere viste utførelser hvor en ekstra sving på den kalde enden indikeres. Tilrettelegging av de tidligere viste utførelsene med

20

I de tidligere viste utførelsene finner kondenseringen sted ved en kald ende som er ekstern i forhold til manifolden. Oppfinnerne har skjønnet at disse funksjonene kan kombineres, på bekostning av mer kompleksitet i forbindelse med behovet for å penetrere varmekanalsystemet for å mate gjennom for olje brukt i kjølingen, som går mot tradisjonell lærdom for varmekanaldesign.

25

Figur 9a viser et enderiss til en utførelse av en forgrenet varmekanal med en kondensator integrert i et manifold som har to matere anbrakt derigjennom utstyrt med en fluidkobling 154, typisk for olje. Varmevexleren på innsiden kan ha mange forskjellige overflater med for eksempel en blad eller vingeprofil. For maksimal effektivitet er det viktig at det effektive overflateområdet maksimeres, for eksempel ved bruk av en overflate så som kjølefinner. En fordel ved integrerte manifolder er at dette løser problemet med økt strømningshastighet i en manifold som forsterker flyten fra hver varm ende kanal og bringer den totale flyten inn i en kald ende. For en integrert manifold kan strømningshastigheten derved holdes lav.

35

Industriell anvendelse

- 5 Oppfinnelsen i følge den foreliggende søknaden kan i en aluminium elektrolysecelle og utnytting av varmen. Mer spesifikt kan den anvendes med en elektrolysecelle som omfatter et system som beskrevet ovenfor.

Patentkrav

1. System kalt forgrenet varmekanalsystem, for kontroll av lagdanning i en aluminiumselektrolysecelle og utnyttelse av varmen, hvor nevnte elektrolysecelle
5 omfatter en sideforing (11) og et skall (8);
karakterisert ved at systemet omfatter
et flertall varm ende kanaler for å absorbere varmen ved fordamping av et arbeidsfluid fra en flytende fase til en dampfase;
minst en kald ende for å kondensere arbeidsfluidet fra en dampfase til en
10 flytende fase; og
en manifold hvorfra nevnte flertallet varme ende kanalene strekker seg ut; hvor manifolden leder arbeidsfluidet mellom flertallet varme endene og den minst ene kalde enden.
- 15 2. System i samsvar med krav 1, hvor flertallet varme ende kanalene er en «heat pipe».
3. System i samsvar med krav 1, hvor flertallet varme ende kanalene er en termosifong.
20
4. System i samsvar med krav 1 – 3, hvor den minst ene kalde enden er ekstern i forhold til manifolden.
5. System i samsvar med krav 1 – 3, hvor den minst ene kalde enden er intern i
25 forhold til manifolden.
6. System i samsvar med krav 1 – 5, hvor den minst ene kalde enden er tilveiebrakt med mer enn en varmeveksler.
- 30 7. System i samsvar med krav 1 – 6, som i tillegg omfatter en arterie for jevn fordeling av arbeidsfluid i væskeform ved en lavere ende av flertallet varme ende kanalene.
8. System i samsvar med krav 7, hvor arterien er buklet for å tilveiebringe
35 fleksibilitet.

9. System i samsvar med krav 7 eller 8, hvor arterien er inline og omfatter en rekke mindre kanaler, som hver sammenkobler de to tilliggende varm ende kanalene.
- 5 10. System i samsvar med krav 7 eller 8, hvor arterien er en enkel kanal koblet til varm ende kanalene ved bruk av mindre koblingskanaler kalt arterioler (144) som ved en ende er sammenkoblet med arterien ved en arteriesammenføyning (142) og ved den andre enden med henholdsvis hver varm ende kanal.
- 10 11. System i samsvar med krav 10, hvor arteriolene er koblet til bunnen av henholdsvis hver varm ende kanal.
12. System i samsvar med krav 10, hvor arteriolene er koblet til siden av henholdsvis hver varm ende kanal.
- 15 13. Fremgangsmåte for anvendelse av et flertall systemer i samsvar med krav 6, hvor varmevekslerne er koblet til et flertall kretsløp.
14. Fremgangsmåte for anvendelse av et flertall systemer i samsvar med krav 1- 20 10, hvor de varme endene til et første forgrenet varmekanalsystem er innskutt mellom de varme endene til et andre forgrenet varmekanalsystem.
15. Fremgangsmåte for kontroll av lagdanning i en aluminiumselektrolysecelle, k a r a k t e r i s e r t v e d å lede varmen bort ved anvendelse av nevnte 25 forgrenede varmekanalsystem i samsvar med krav 1.
16. Elektrolysecelle omfattende et varmekanalsystem i samsvar med krav 1 – 12.
17. System kalt forgrenet varmekanalsystem, for kontroll av lagdanning i en 30 aluminiumselektrolysecelle og utnyttelse av varmen, hvor nevnte elektrolysecelle omfatter en sideforing (11) og et skall (8); k a r a k t e r i s e r t v e d at systemet omfatter en varm ende kanal for å absorbere varmen ved fordamping av et arbeidsfluid fra en flytende fase til en dampfase; 35 et flertall kalde ender for å kondensere arbeidsfluidet fra en dampfase til en flytende fase; og en manifold hvorfra nevnte ene varme ende kanal strekker seg ut;

hvor manifolden leder arbeidsfluidet mellom den ene varme enden og nevnte flertallet kalde endene.

1/8

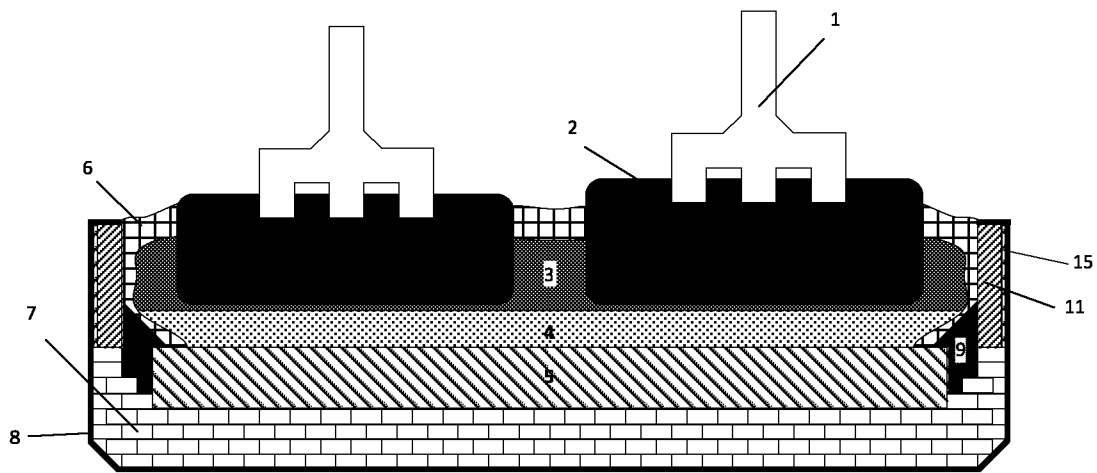


Fig.1

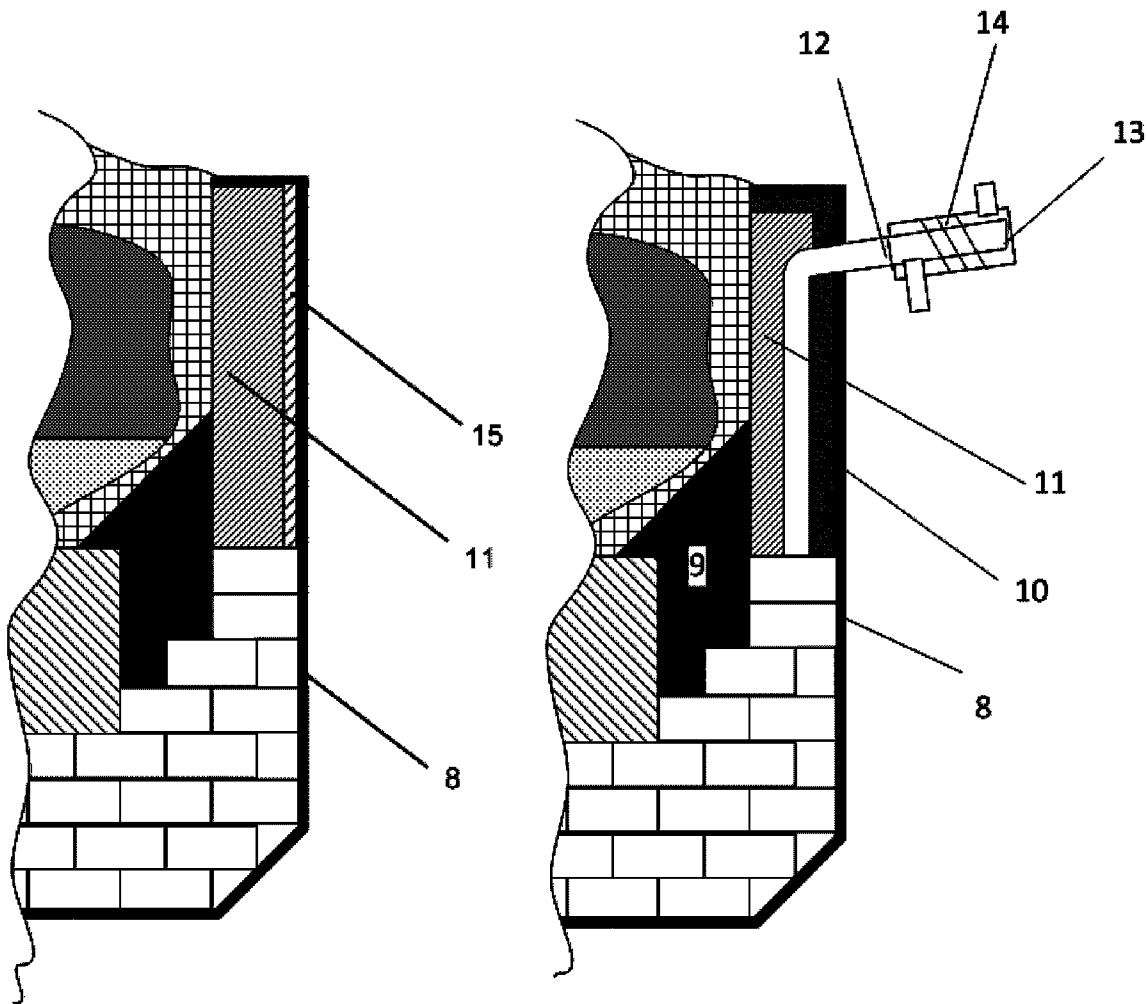
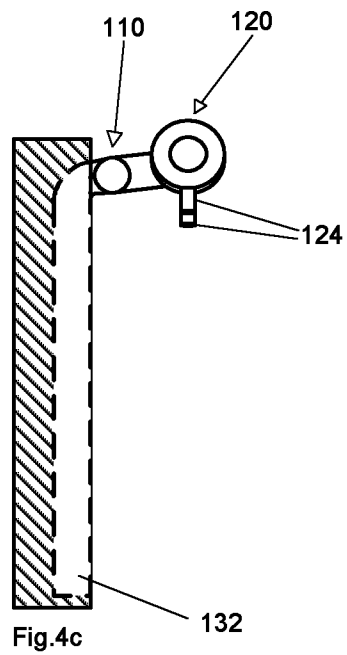
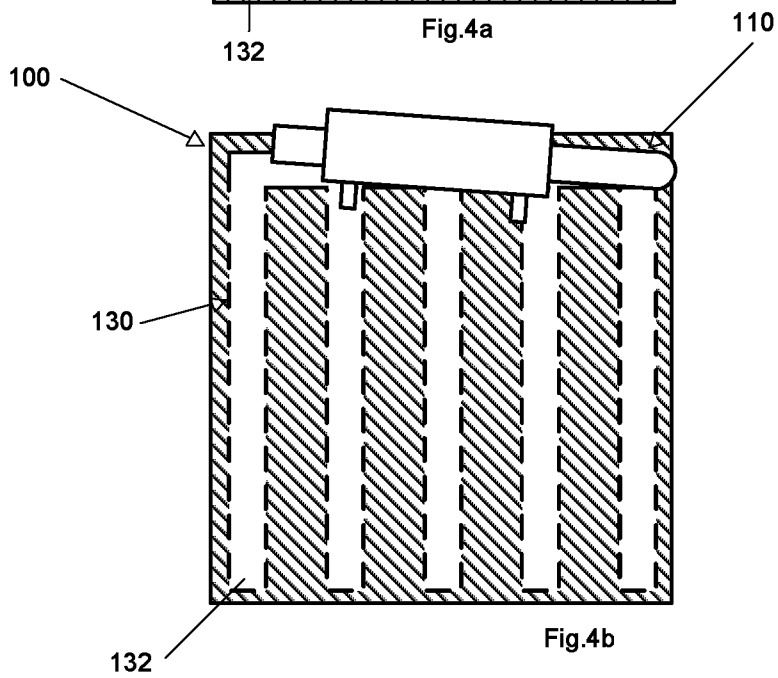
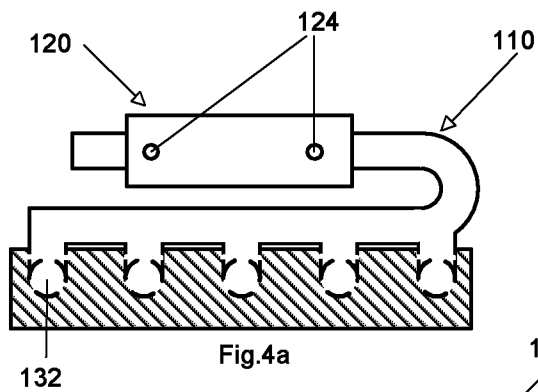
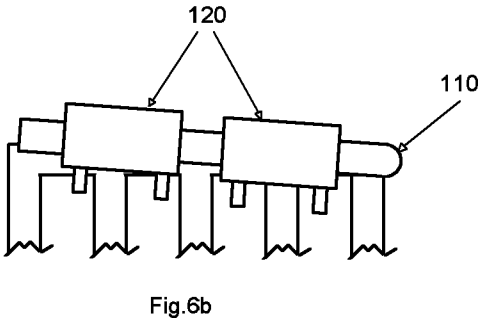
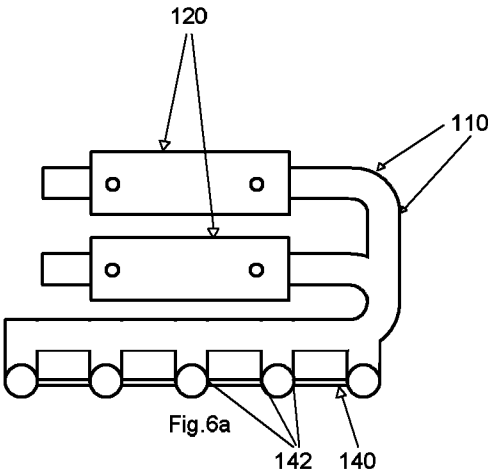
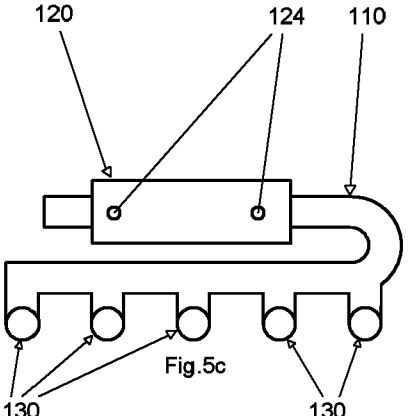
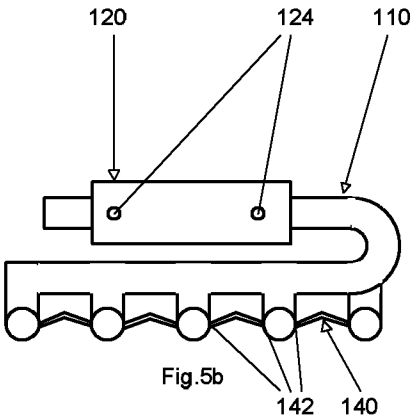
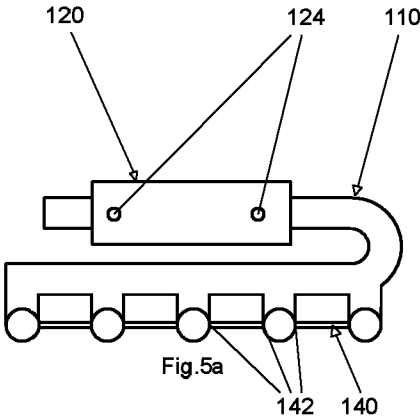


Fig. 2

Fig.3

2/8





4/8

Fig.5d

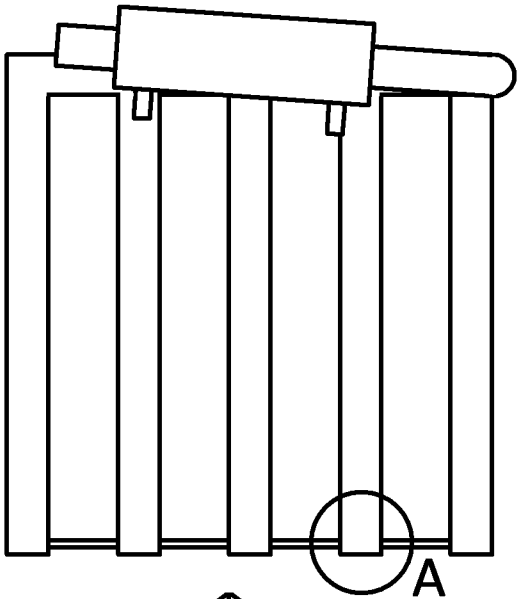


Fig.5e

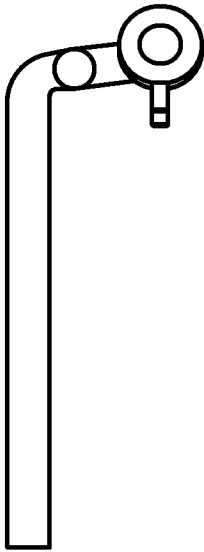


Fig.5g

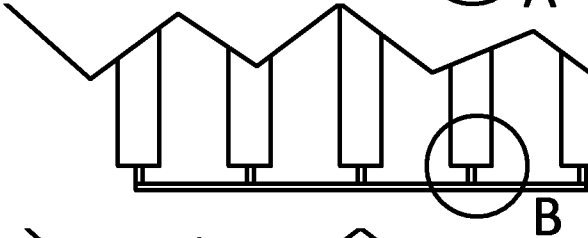


Fig.5h

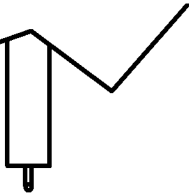


Fig.5j

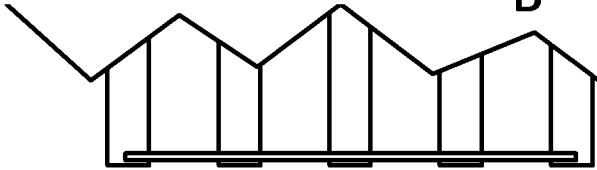
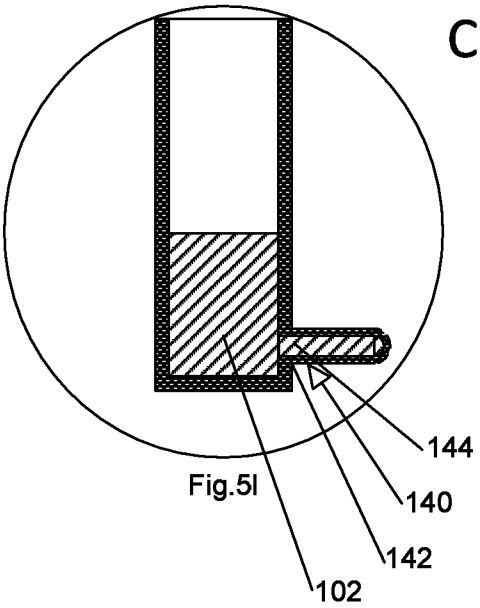
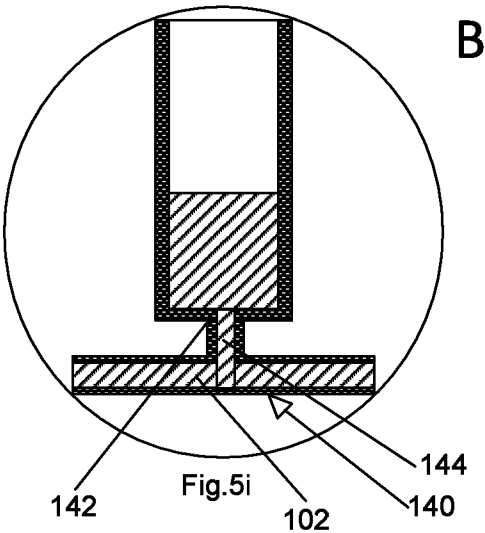
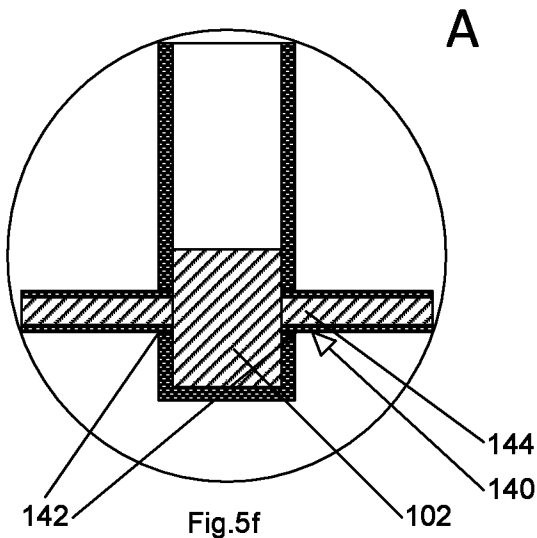


Fig.5k



5/8



6/8

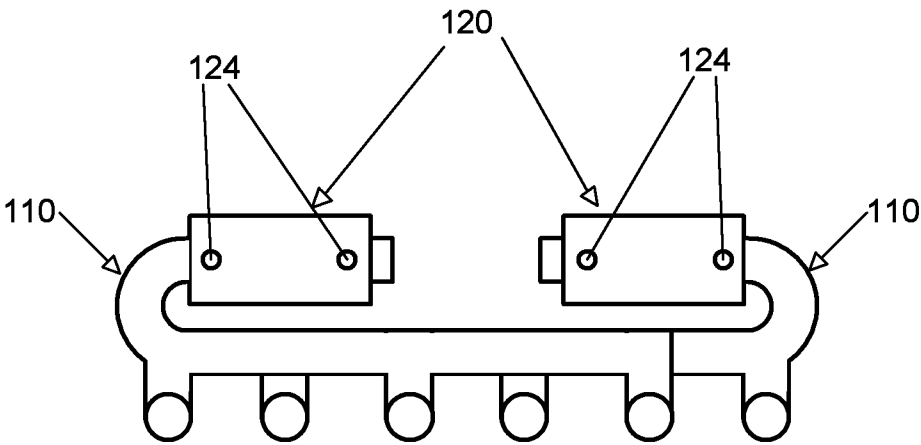


Fig.7a

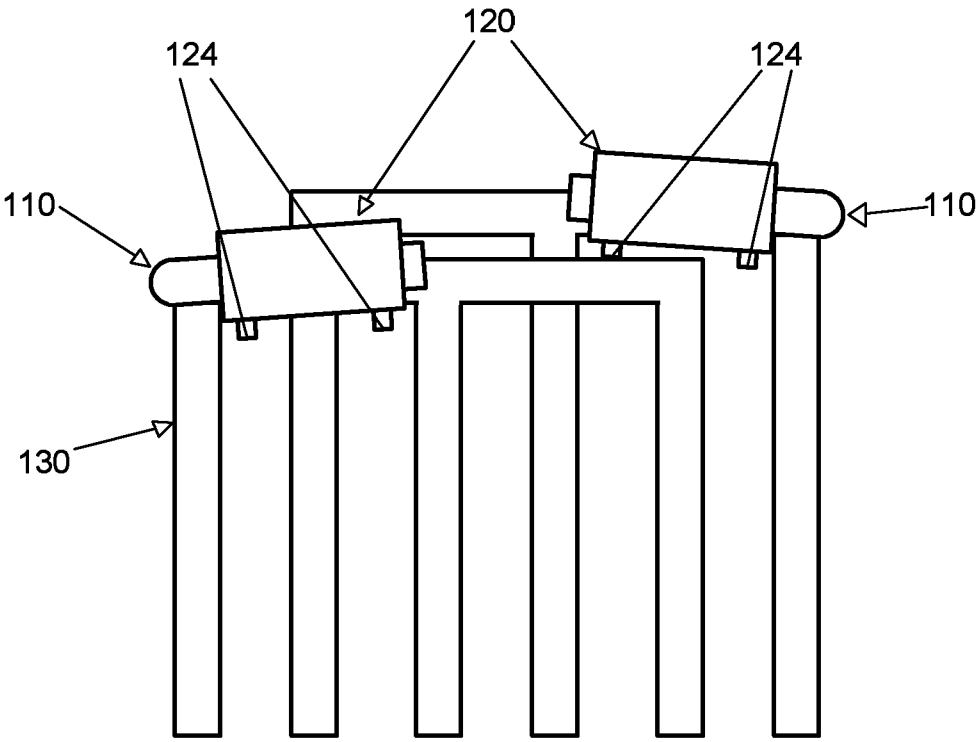
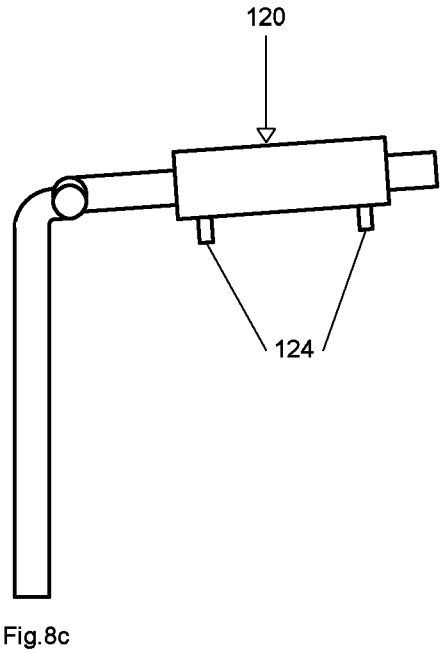
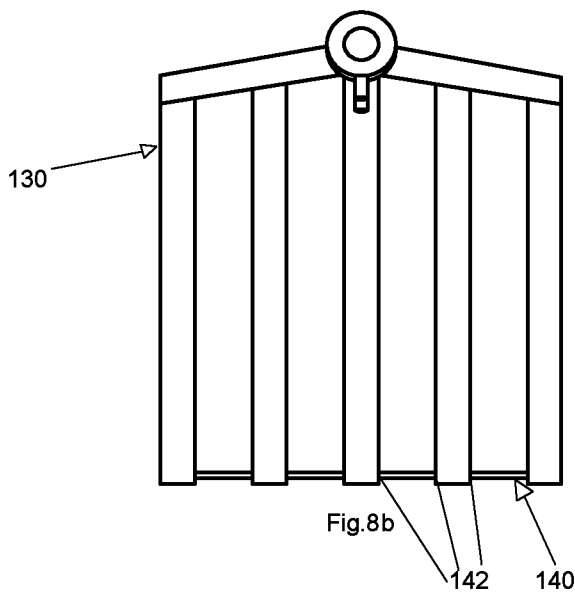
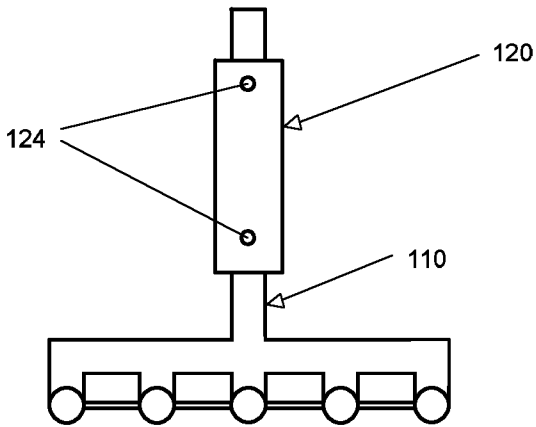


Fig.7b

7/8



8/8

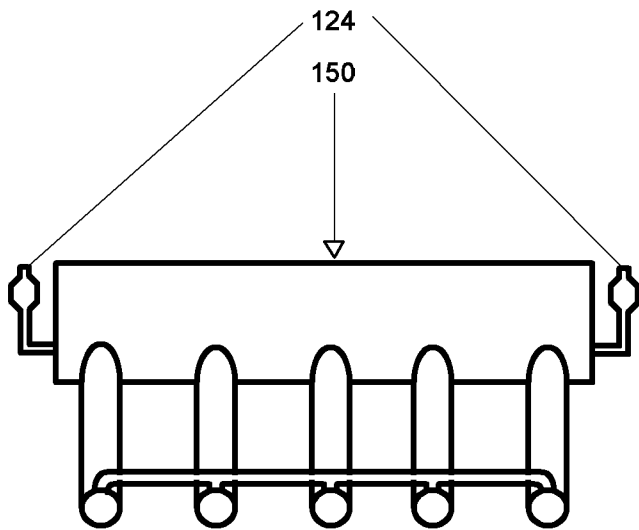


Fig. 9a

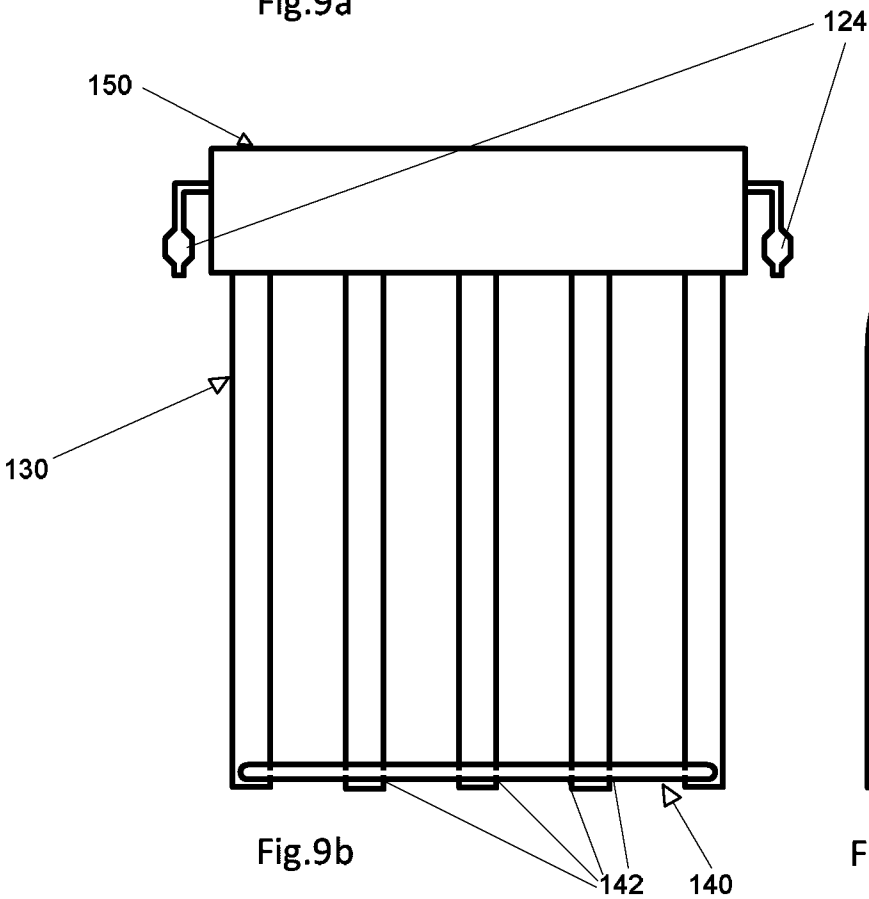


Fig. 9b

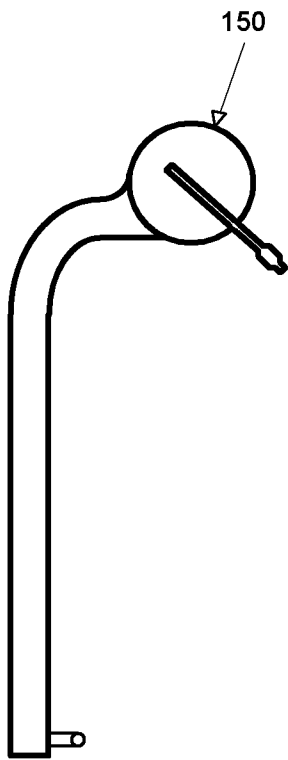


Fig. 9c