(12) **PATENT**

(19) NO (11) **318649** (13) **B1**

NORGE (51) Int Cl[7] B 22 D 11/04, 11/124

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	19963538	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	1994.12.21 PCT/US94/14710
(22)	Inng.dag	1996.08.23	(85)	Videreføringsdag	1996.08.23
(24)	Løpedag	1994.12.21	(30)	Prioritet	1994.02.25, US, 201768
(41)	Alm.tilgj	1996.10.23			
(45)	Meddelt	2005.04.25			

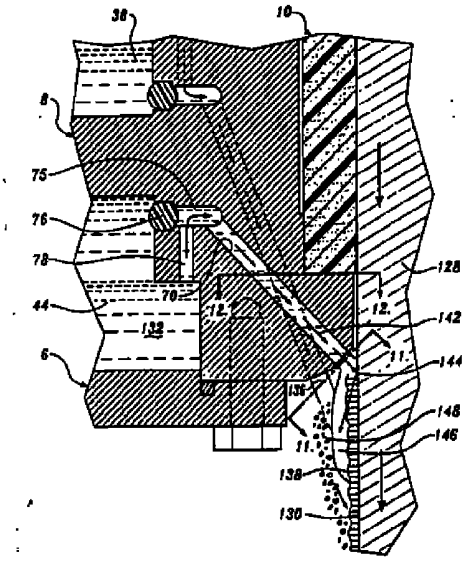
(73) Innehaver Wagstaff Inc, North 3910 Flora Road, Spokane, WA 99216, US
(72) Oppfinner Robert Bruce Wagstaff, South 1405 Limerick Street, Veradale, WA 99037, US
David Alan Salee, North 8611 Kelly Court, Spokane, OH 99208, US
(74) Fullmektig Bryn Aarflot AS, Postboks 449 Sentrum, 0104 OSLO, NO

(54) Benevnelse **Fremgangsmåte og anordning for støping av støpemetall til et langstrakt metallegeme.**

(56) Anførte publikasjoner
EP 0 533 133 A1
US 5 148 856

(57) Sammendrag

Ved direktekjøling av en støpeblokk som kommer ut fra en form, blir to sett (136 og 142) av kjølevæskestrømmer sendt mot støpeblokken fra et ringrom som er anordnet rundt formens nedre endeåpning. Ett sett av strømmer (136) sendes nedad ved 22,5° i forhold til formaksen, og den andre (142) sendes nedad ved 45° i forhold til formaksen. De to sett er innbyrdes : forskjøvet rundt formens omkrets, og på grunn av den innstilte, høye innfallsvinkel på 45° i forhold til formens akse, blir vesentlige partier av 45°-strømmene kastet tilbake fra støpeblokkens overflate ved deres anslagspunkter (144) mot støpeblokken, og skyter opp i krone-liknende masser av luftbåret kjølevæskesprut (146) som ligger på tvers av banen til 22,5°-strømmene, som i sin tur river med seg spruten slik at denne når inn i underliggende, suksessive lag (138) av kjølevæske.



Foreliggende oppfinnelse angår en fremgangsmåte og anordning for støping av støpemetall til et langstrakt metallegeme ved å helle, dvs. tvinge støpemetall under påvirkning av tyngdekraften gjennom en med åpne ender utformet form hos en støpeanordning, mens i to påfølgende trinn ved en støpeoperasjon i tilknytning til helletrinnet, blir en bunnblokk som innledningsvis står i samvirkende inngrep med formens nedre endeåpning, dvs. formens utløps-endeåpning, nedsenket langs en vertikal akse hos formen, dvs. en akse som strekker seg mellom formens henholdsvis innløps- og utløps-endeåpninger, gjennom en rekke påfølgende nedre nivåer i en underliggende grav, dvs. gjennom en rekke plan som strekker seg på tvers av formens akse ved suksessivt større avstandsinkrementer fra dens utløpsåpning i retning relativt aksielt bort fra dens innløpsåpning, først for å danne en opprinnelig lengdeseksjon omfattende metallegemets butt-ende, etterhvert som bunnblokken nedsenkes gjennom en relativt øvre rekke nivåer i graven, og deretter i et påfølgende likevekt-støpetrinn, for å forlenge metallegemet med ytterligere lengdeseksjoner, idet bunnblokken nedsenkes gjennom en forholdsvis lavere rekke nivåer i graven, idet metallegemets ytre omkretsflate i mellomtiden utsettes for omgivelsesatmosfæren i graven, idet metallegemets respektive lengdeseksjoner trekkes tilbake fra formen gjennom de forholdsvis øvre rekker av nivåer i graven.

Ved direktekjøling av de respektive lengdeseksjoner i metallegemet under en konvensjonell støpeoperasjon, blir kjølevæske ledet ut i den omgivende atmosfære i graven under formens nedre endeåpning, og et opprinnelig lengdeparti av lag av kjølevæske dannes på den opprinnelige lengdeseksjonens ytre omkretsflate i metallegemet etterhvert som bunnblokken og den opprinnelige lengdeseksjon i metallegemet trekkes ut fra formen og nedsenkes gjennom de relativt øvre nivårekker i graven. Deretter, mens bunnblokken og først den opprinnelige lengdeseksjon i metallegemet, og deretter de påfølgende ytterligere lengdeseksjoner i metallegemet, nedsenkes gjennom de relativt nedre nivårekker i graven under likevekt-støpetrinnet i støpeoperasjonen, dannes et ytterligere lengdeparti av laget av kjølevæske på hver suksessiv ytterligere lengdeseksjon i metallegemet, etterhvert som de respektive ytterligere lengdeseksjoner i metallegemet trekkes ut fra formen gjennom de relativt øvre nivårekker i graven. I mellomtiden strømmer kjølevæsken i det opprinnelige lengdeparti av

kjølevæskelaget og i hvert påfølgende ytterligere lengdeparti av kjølevæskelaget på grunn av tyngdekraften nedad langs metallegemets overflate gjennom de relativt nedre nivårekker i graven.

Det finnes et stort antall patenter på området direktekjøling, og mange av dem viser metoder for styring av prosessen for ett eller annet formål i tilknytning til variering av kjølevirkningen hos de respektive lengdepartier av kjølemiddellaget på metallegemets overflate. Se US 2.791.812, US 3.441.079, US 3.713.479, US 3.623.536, US 3.765.493, US 4.166.495, US 4.693.298, US 5.040.595, US 5.119.883 og US 5.148.856 som eksempler. Ved enkelte av disse patenter blir det dessuten gjort foranstaltninger for å differensiere mellom kjølevirkningene som de respektive lengdeseksjoner i metallegemet utsettes for under tykk-endeformingstrinnet og likevekts-støpetrinnet ved støpeoperasjonen. Ifølge US 3.441.079 blir f.eks. kjølevæsken pulset inn i gravens omgivelsesatmosfære på en syklisk eller på/av-måte, under operasjonens tykkende-formingstrinn, for å skille mellom virkningene som oppnås under dette trinn og operasjonens likevekt-støpetrinn. Ifølge US 4.351.384 dannes det opprinnelige lengdeparti hos kjølevæskelaget på overflaten til metallegemet ved et høyere nivå i de relativt øvre rekker av nivåer i graven, for operasjonens tykkende-formetrinn, en ved de ytterligere lengdepartier av lagene til kjølevæske som dannes deretter for operasjonens likevekt-støpetrinn. Ifølge US 4.166.495 til Yu, og US 4.693.298, US 5.040.595 og US 5.119.883 til Wagstaff eller Wagstaff et al., senkes kjølevæskens masse-volumstrøm under buttende-formetrinnet, og tilbakeføres deretter til en normal tilstand under likevekt-støpetrinnet, for å skille mellom virkningene som oppnås under de to trinn. Forskjellen mellom virkningene i alle disse prosesser oppnås ved å gjøre en forandring i grunn-prosessen ved direktekjøling under tykkende-formetrinnet, og deretter avbryte endringen under likevekt-støpetrinnet. Aldri oppnås det i motsatt rekkefølge, ved å forandre prosessen under likevekt-støpetrinnet. Imidlertid er selve likevekt-trinnet ikke noe bedre ved varme-uttrekking enn hva de ytterligere langsgående partier av laget av kjølevæske kan trekke ut av metallegemet etter at forandringen som utføres under buttende-formetrinnet avbrytes. I praksis er dette en funksjon av varmeuttrekkingshastigheten pr. volumenhet av de respektive ytterligere lengdepartier av kjølevæskelaget, og uansett hvilken forbedring som

kan oppnås ved å øke kjølevæskens utstrømningshastighet, for å øke volumet av de respektive partier.

Midt i disse anstrengelser har konstruktører og arbeidere innen metallstøpefaget søkt å idealisere forholdene ved å redusere hastigheten hvormed varme trekkes ut fra metallegemet under buttende-formetrinnet ved støpeoperasjonen, og samtidig maksimere hastigheten hvormed varme trekkes ut fra metallegemet under likevekt-støpetrinnet ved støpeoperasjonen. Men anstrengelsene har vært forgjeves. De har vist at Weber-tallet, dvs den hastighet hvormed forstøvning, blanding, og "omrøring" skjer i kjølelagets respektive, langsgående partier, har nær sammenheng med den hastighet hvormed hvert av de respektive partier av laget vil trekke varme fra metallegemet, pr. volumenhet av kjølevæsken i dette. De har også visst at generelt, jo tynnere parti og jo mer "laminært" det strømmer, dess mindre er dets varme-uttrekkingshastighet pr. volumenhet; og jo mer turbulent eller opprørt partiet og dets strømning er, dess høyere er dets varmeuttrekkingshastighet pr. volumenhet. Konstruktører og arbeidere i faget har alltid antatt at når kjølevæske strømmer ut i omgivelsesatmosfæren under en form, og rettes mot de respektive lengdeseksjoner i metallegemet som støpes deri, for å danne suksessive lengdepartier av et lag av kjølevæske på seksjonenes overflater, burde kjølevæsken rettes direkte mot overflatene i forholdsvis spisse innfallsvinkler mot formens akse, dvs. ca. 15 - 30° med aksen, for derved å minimere omfanget av sprut fra den utstrømmende kjølevæskes anslagspunkter mot overflatene, ved det generelt horisontale plan til graven i hvilken utstrømningen treffer overflatene. Se f.eks. linje 39 - 42 i spalte 1 i US 4351384. Konstruktører og arbeidere har dessuten observert at ved nivåene i graven umiddelbart under anslagsplanet, danner utstrømningen et forholdsvis smalt rundtløpende bånd av turbulens eller omrøring rundt de respektive overflater, dvs. kanskje mindre enn en halv tomme (25,4 mm), og at under dette smale turbulensbånd tar væskelagets respektive lengdepartier da form av en laminær strømning ved overflatene, inntil partiene kanskje i mindre enn en ytterligere tomme eller så, gjenopptar turbulent strømning. Under buttende-formetrinnet i støpeoperasjonen, er dette forløpsmønster ønskelig for minimal varmeuttrekking fra metallegemet, men under likevekt-støpetrinnet ved støpeoperasjonen, er det ikke lenger ønskelig. Og likevel har konstruktører og

arbeidere funnet at selv når utstrømningshastigheten økes, vil det opprinnelige turbulensbånd endre seg lite i bredde, og strømningsformen under båndet forblir i det vesentlige laminær strømning, fulgt av et nytt regime av turbulent strømning under det.

Formålet med foreliggende oppfinnelse er i første rekke å komme frem til en teknisk løsning som fører til et mer hensiktsmessig kjøleforeløp enn hva tilfellet er ved de kjente fremgangsmåter og anordninger. Nærmere bestemt, en teknikk for direkte kjøling hvorved det oppnås en forskjell mellom kjølevirkningen som den opprinnelige lengdeseksjon utsettes for, og kjølevirkningen som hver av de ytterligere lengdeseksjoner utettes for, under henholdsvis tykk-endens formet trinn og støpe operasjonens likevekt-støpetrinn.

Dette oppnås i følge oppfinnelsen ved en fremgangsmåte og anordning som angitt i de etterfølgende, selvstendige krav 1 og 10. Fordelaktige utføringsformer av oppfinnelsen fremgår av de øvrige, etterfølgende krav.

Ved fremgangsmåten og anordningen i følge foreliggende oppfinnelse, slippes fremdeles kjølevæske ut i den omgivende atmosfære i graven under den nedre endeåpning i formen, og det dannes fremdeles et innledende lengdeparti av et lag av kjølevæske på den ytre omkretsflate av den innledende lengdeseksjon i metallegemet når bunnblokken og den innledende lengdeseksjon i metallegemet trekkes tilbake fra formen og senkes gjennom de forholdsvis øvre rekker av nivåer i graven. Dessuten, mens bunnblokken og først den innledende lengdeseksjon i metallegemet, og deretter de suksessive ytterligere lengdeseksjoner i metallegemet, senkes gjennom de relativt lavere rekker av nivåer i graven under likevekts-støpetrinnet ved støpeoperasjonen, dannes fremdeles et ytterligere lengdeparti av laget av kjølevæske på hver suksessive ytterligere lengdeseksjon i metallegemet, når de respektive ytterligere lengdeseksjoner trekkes tilbake fra formen gjennom de regulativt øvre rekker av nivåer i graven. Nå utføres imidlertid det som ifølge teknikkens stilling har vært umulig å gjøre: varmeuttrekkingshastigheten pr. volumenhet av kjølevæskelagets respektive ytterligere lengdepartier økes i forhold til varmeuttrekkingshastigheten pr. volumenhet til kjølevæskelagets innledende lengdeparti, og dette skjer etterhvert som kjølevæskelagets respektive ytterligere lengdepartier dannes på metallegemets tilsvarende ytterligere lengdeseksjoner i metallegemet i de relativt øvre rekker av

nivåer i graven. På denne måte blir det mulig å øke hastigheten hvormed kjølevæskelagets respektive ytterligere lengdepartier trekker varme fra de ytterligere lengdeseksjoner i metallegemet under likevekts-støpetrinnet i støpeoperasjonen, uansett hvorvidt det ble gjort noen endring i hastigheten hvorved kjølevæskelagets innledende lengdeparti trakk varme fra metallegemets innledende lengdeseksjon under buttende-formetrinnet i støpeoperasjonen. Dette betyr at det nå kan oppnås en forskjell mellom de to trinn på den mest optimale måte; og dessuten kan forskjellen bestemmes til hvilken som helst ytterlighet en måtte ønske. Dvs. at ved å bruke fremgangsmåten og anordningen i følge oppfinnelsen, kan man nå ta hånd om begge trinn ved støpeoperasjonen, og om ønskelig, begge på samme tid, f.eks. for å øke forskjellen mellom de to ved f.eks. å anvende fremgangsmåten og anordningen i følge oppfinnelsen for å øke varmeuttrekkingshastigheten under likevekt-støpetrinnet, under samtidig anvendelse av én eller flere av de kjente fremgangsmåter for å minske varmeuttrekkingshastigheten under buttende-formetrinnet.

Ved mange av de for tiden foretrukne utføringsformer av oppfinnelsen, dannes kjølevæske-utstrømningen i trykkstrømmer av kjølevæske og under buttendeformetrinnet i støpeoperasjonen rettes strømmene av kjølevæske ved den innledende lengdeseksjon i metallegemet slik at strømmene treffer dets ytre omkretsflate i et generelt horisontalt plan i graven, for å danne et innledende lengdeparti av et lag av kjølevæske på den innledende lengdeseksjons ytre omkretsflate, med et rundtløpende bånd av turbulens som dette i nivåene i graven umiddelbart under planet. Under likevekt-støpetrinnet ved støpeoperasjonen, økes deretter varmeuttrekkingshastigheten pr. volumenhet til kjølevæskelagets respektive ytterligere lengdepartier ved at et rundtløpende bånd av turbulens dannes rundt kjølevæskelagets ytterligere lengdepartier i nivåene i graven umiddelbart under nevnte anslagsplan, som er bredere enn det rundtløpende turbulensbånd som dannes rundt kjølevæskelagets opprinnelige lengdeparti aksialt langs formen. I noen utføringsformer heves dessuten planet hvor kjølevæskestrømmene treffer overflatene på metallegemets ytterligere lengdeseksjoner, i forhold til det plan ved hvilket kjølevæskestrømmene traff overflaten til metallegemets opprinnelige lengdeseksjon.

Fortrinnsvis dannes vi et rundtløpende turbulensbånd rundt kjølevæskelagets respektive ytterligere lengdepartier, som strekker seg sammen med den siste av de ytterligere lengdeseksjoner ved hvilke metallegemet forlenges under likevekt-støpetrinnet ved støpeoperasjonen. Dvs. at ovennevnte lami-
5 nærstrøm-regime blir fullstendig eliminert.

I enkelte av de for tiden foretrukne utføringsformer av vår oppfinnelse, dannes det brede turbulensbånd under anslagsplanet i kjølevæskelagets respektive ytterligere lengdepartier ved å tømme et ytterligere fluid ut i gravens omgivende atmosfærelag som umiddelbart omslutter de ytre omkretsflater av
10 kjølevæskelagets respektive ytterligere lengdepartier idet de dannes på metallegemets tilsvarende ytterligere lengdeseksjoner. I enkelte utføringsformer formes dessuten den ytterligere fluiduttømming til trykksatte fluidstråler og fluidstrålene rettes mot kjølevæskens ytterligere lengdepartier, slik at disses overflater treffes av fluid under væskestrømmenes anslagsplan.

15 I en gruppe av for tiden foretrukne utføringsformer, rettes de respektive kjølevæskestrømmer og stråler av ytterligere fluid mot henholdsvis overflatene til de respektive ytterligere lengdeseksjoner i metallegemet, og overflatene til de ytterligere lengdepartier av laget av kjølevæske på disse, for derved, for det første, å krysse partier av de respektive strømmer og stråler med hverandre i laget av
20 omgivende atmosfære i graven som umiddelbart omslutter overflatene til de ytterligere lengdepartier av kjølelaget, og for det annet, for å innskyte partiene av kjølevæskestrømmene i banene til partiene av strålene av ytterligere fluid, slik at partiene av kjølevæskestrømmene medrives i strålepartiene og treffes på overflatene av kjølevæskelagets ytterligere lengdepartier av strålene.

25 Når det bredere turbulensbånd formes ved å tømme ut et ytterligere fluid i laget av omgivende atmosfære rundt kjølelagets respektive ytterligere lengdepartier, kan man også innskyte en masse av luftbåret kjølevæskesprut på tvers av banen av det ytterligere fluid når fluidet tømmes ut i laget av omgivende atmosfære, slik at det ytterligere fluid tilfører de respektive ytterligere lengdepartier
30 av kjølevæskelaget ytterligere luftbåret kjølevæske når de ytterligere partier dannes på de tilsvarende ytterligere lengdeseksjoner i metalllegemet. F.eks. i disse utføringsformer, hvor den ytterligere fluidutstrømning formes i trykksatte fluidstråler som rettes mot kjølevæskelagets ytterligere lengdepartier slik at de

treffer deres overflater, innskytes masser av luftbåret kjølevæskesprut på tvers av banene av de respektive stråler av ytterligere fluid i laget av omgivende atmosfære, slik at stråler av ytterligere fluid tilfører de ytterligere lengdepartier av kjølevæskelaget ytterligere luftbåret kjølevæske når strålene treffer overflatene til de ytterligere lengdepartier. Og i de utføringsformer hvor strømmene av kjølevæske og strålene av ytterligere fluid rettes mot de respektive ytterligere lengdeseksjoner i metallegemet, og de ytterligere lengdepartier av kjølelaget på dette, for å krysse partier av de respektive strømmer og stråle med hverandre i laget av omgivende atmosfære, innskytes masser av luftbåret kjølevæskesprut på tvers av banene av de respektive stråler av ytterligere fluid ved at kjølevæskestrålene først rettes langs slike relativt høye anslagsvinkler til formens akse at betydelige partier av de respektive kjølevæskestrømmer preller av fra overflatene til de ytterligere lengdeseksjoner ved de respektive anslagspunkter av strømmene på disse, og formes til kroneaktige masser av luftbåret kjølevæskesprut i laget av omgivende atmosfære i graven umiddelbart rundt de respektive ytterligere lengdepartier av kjølevæskelaget, og deretter rettes strålene av ytterligere fluid langs slike forholdsvis lave anslagsvinkler til formens akse, fra aksielle høyder over strømmenes anslagsplan, at de kroneformete sprutmasser innskytes på tvers av banene til strålene av ytterligere fluid når det ytterligere fluid strømmer ut i laget av omgivende atmosfære.

Fortrinnsvis lar man de respektive strømmer og stråler strømme ut fra et ringrom som omslutter den nedre endeåpning av formen, og strømmene og strålene vinkelforskyves fra hverandre aksielt langs formen og forskyves fra hverandre omkretsmessig rundt formen, slik at de kroneformete kjølevæskesprut-masser som stiger opp fra anslagspunktene til relativt nærliggende kjølevæskestrømmer, kombineres slik at de danner såkalte "samvirkningsfontener" av sprut som skyter direkte opp i banene av de ytterligere fluidstråler. Dette fenomen er omtalt av Slayzak et al i en artikkel med titel EFFECTS OF INTERACTIONS BETWEEN ADJOINING ROWS OF CIRCULAR, FREE SURFACE JETS ON LOCAL HEAT TRANSFER FROM THE IMPINGEMENT SURFACE, som blir publisert i the Journal of Heat Transfer fra the American Society of Mechanical Engineers. Faktisk har man funnet at når trekkene ifølge dette fenomen inngår i fremgangsmåten og anordningen i følge oppfinnelsen, vil

sprut-fontenene ikke bare skyte direkte opp i banene til strålene med ytterligere fluid, men også i en sterkt luftfylt tilstand, slik at når strålene etter tur medrives av strålene av ytterligere fluid, vil strålene frembringe en ekstraordinær grad av turbulens i de ytterligere lag av kjølevæske, og dette vil i sin tur frembringe en bemerkelsesverdig øking i varmeuttrekkingshastighetene pr. volumenhet hos de respektive lag.

Vanligvis rettes kjølevæskestrømmene mot overflatene på de respektive ytterligere lengdeseksjoner i metallegemet langs anslagsvinkler i området 30 - 105° i forhold til formens akse. Strålene av ytterligere fluid rettes mot overflatene på de ytterligere lengdepartier av kjølevæskelaget langs anslagsvinkler i området 15 - 30° i forhold til formens akse.

Som tidligere angitt, varieres også det opprinnelige lengdeparti av kjølevæskelaget som dannes på metallegemets opprinnelige lengdeseksjon i buttende-formetrinnet ved støpeoperasjonen, på en eller annen måte konstruert til å minske varmeuttrekkingshastigheten pr. volumenhet av dette.

Når formen er innrettet til å danne et metallegeme med et mangekantet tverrsnitt på tvers av sin akse, såsom ved støping av plate-støpestykker, kan man dessuten også øke varmeuttrekkingshastigheten pr. volumenhet av kjølevæskelagets opprinnelige lengdeparti dannet på motsatte sider av metall-legemets opprinnelige lengdeseksjon, slik som på de motsatte ender av buttenden av det rektangulære tverrsnitt av støpestykket. På denne måte kan man oppnå en forskjell mellom motstående par av sider på metallegemet under buttende-forme-trinnet, såsom mellom de motsatte sider av buttenden, på den ene side, og de motsatte ender av dem, på den andre.

Man kan bruke gass eller ytterligere kjølevæsker som det ytterligere fluid. En fordel ved å bruke ytterligere kjølevæske er at det forenkler formen. Væske er også lettere å kontrollere; og bruken av den gjør det lettere å oppnå ensartethet fra én form til en annen, såvel som inne i hver form, når et flertall av former anvendes. På den annen side, ved bruk av gass, kan den samme gassen anvendes i hvilken som helst av de forskjellige kjente teknikker for minsking av masse-volumstrømmen av kjølevæsken under buttende-formetrinnet ved støpeoperasjonen.

En annen fordel ved bruk av ytterligere kjølevæske som det ytterligere fluid, er at under buttendeformetrinnet ved støpeoperasjonen, kan den ytterligere kjølevæske ledes ut på den opprinnelige lengdeseksjon i metallegemet for å danne det opprinnelige lengdeparti av kjølevæskelaget på dette. Faktisk blir, i visse for tiden foretrukne utføringsformer av oppfinnelsen, den førstnevnte kjølevæske og ytterligere kjølevæske ledet ut fra selve formen gjennom en første og andre rekke av innbyrdes adskilte hull i formen, som er anordnet rundt formens nedre endeåpning i et ringrom i formen, og forbundet med et par trykksatte kjølevæske-tilførselskamre i formlegemet, slik at sett av primære og sekundære kjølevæskestrømmer kan ledes ut fra henholdsvis de første og andre rekker av hull, og enten rettes mot henholdsvis de respektive ytterligere lengdeseksjoner i metallegemet, og de respektive ytterligere lengdepartier av kjølevæskelaget på deres overflater, for derved å avkjøle metallegemet under likevekts-støpetrinnet ved støpeoperasjonen, eller alternativt, selektivt slåes på og av ved de respektive tilhørende tilførselskamre, ved å kontrollere kjølevæskestrømmen til de respektive kamre, slik at om ønskelig, under buttendeformetrinnet ved støpeoperasjonen, blir bare det med sekundære kjølevæsker rettet mot den opprinnelige lengdeseksjon i metallegemet for å danne det opprinnelige lengdeparti av kjølevæskelaget på dette.

I enkelte av de sistnevnte utføringsformer, er de første og andre rekker av hull slik vinkelforskjøvet fra hverandre aksielt langs formen, og de første rekker av hull er så meget steilere skråstilt aksielt langs formen enn de andre rekker, at de respektive kamre for tilførsel av kjølevæske til de første og andre rekker av hull, kan være relativt anordnet over hverandre i formlegemet. Fortrinnsvis er imidlertid kamrene innbyrdes forbundet ved hjelp av en ventil, slik at kjølevæske kan tilføres til det relativt øvre kammer for levering til både de første og andre rekker av hull, men bare tilføres til det relativt nedre kammer gjennom ventilen, når støpeoperasjonens likevekts-støpetrinn påbegynnes.

Ved visse utføringsformer for fremstilling av støpeblokk, blir det relativt nedre kammer oppdelt i endeseksjoner og sideseksjoner, og endeseksjonene blir direkte forbundet med det relativt øvre kammer gjennom åpne, mellomliggende kanaler, mens sideseksjonene er innbyrdes forbundet med det forholdsvis øvre kammer gjennom ventiler, slik at kjølevæske tilføres det nedre kammers

endeseksjoner samtidig som den tilføres det øvre kammer, for å direktekjøle endene av støpeblokken under både buttende-formetrinnet og likevekts-støpetrinnet ved støpeoperasjonen.

Disse trekk vil bedre forstås ved henvisning til de medfølgende tegninger som viser en av de sistnevnte utføringsformer av oppfinnelsen og hvor det anvendes en kjølemiddel-utstrømningsform som har to kamre, men er delvis oppdelt for forskjellig avkjøling av endene og sidene av plate-støpeblokken.

Figur 1 er et utspilt topp-perspektivriss av formens hoveddel-komponenter,

Figur 2 er et sammensatt topp-perspektivriss i relativt større målestokk, av to mellomliggende hoveddel-komponenter, dvs. en ringformet mantel og en grafitt-støpering som er anordnet rundt dens indre omkrets,

Figur 3 er et liknende topp-grunnriss i større målestokk, av mantelen og ringenheten;

Figur 4 er et liknende bunn-perspektivriss i større målestokk av mantelen og ringenheten,

Figur 5 er et liknende bunn-grunnriss i større målestokk av mantelen og ringenheten,

Figur 6 er et snitt av formen som en helhet, tatt langs linjen 6-6 i figur 3 og 5,

Figur 7 er et snitt av formen som en helhet, tatt langs linjen 7-7 i figur 3 og 5,

Figur 8 er et snitt av formen som en helhet, tatt langs linjen 8-8 i figur 3 og 5, og viser dessuten ett av et sett med anordninger som kan brukes for å åpne og lukke et sett ventiler som forbinder sideseksjonene og det relativt lavere kammer med det relativt øvre kammer i form-hoveddelen,

Figur 9 er et snitt lik figur 6, men viser også delvis graven, bunnblokken, og buttende-formetrinnet ved vår direktekjøleprosess når bunnblokken er bragt i samvirkende inngrep med formen ved dens nedre endeåpning, og deretter nedsenket gjennom en rekke av øvre nivåer i graven når støpemetall helles gjennom formen og mens begge sett av kjølevæskestrømmene ledes ut på endene av støpeblokken som vist i figur 10, blir bare ett sett av strømmene ledet ut på sidene av støpestykket slik som vist i figur 9 for å danne det opprinnelige

lengdeparti av et lag av kjølevæske på buttenden av støpeblokken, som differensieres med hensyn til dens kjøleeffekt på de respektive ender og sider av støpeblokken,

Figur 10 er et delvis skjematisk riss, delvis i snitt av formen tatt ved det samme sted som figur 9, men når ventilene er blitt åpnet for å innføre kjølevæske såvel til det nedre kammers sideseksjoner, slik at to sett av kjølevæskestrømmer nå ledes ut på sidene av støpeblokken, hvorav partier krysser hverandre i laget av omgivende atmosfære som omgir laget av kjølevæske på sidene av støpeblokken, fordi strømmene fra det nedre kammer "preller av" eller kastes tilbake fra sidene av støpeblokken, og formes til kroneliknende masser av luftbåret kjølevæskesprut som ikke bare skyter opp fra sidene av støpeblokken i baner som krysser banene til de øvre kammerstrømmer, men også skyter opp så nær hverandre at "vekselvirkningsfontenene" som dannes derimellom skyter opp i banene til de øvre kammerstrømmer og medrives av de andre kammerstrømmer og føres med dem på overflatene til de suksessive ytterligere lav av kjølevæske som dannes på sidene av støpeblokken i det som nå er likevekts-støpetrinnet ved støpeoperasjonen,

Figur 11 er et delvis skjematisk riss, delvis i snitt, langs linjen 11-11 i figur 10,

Figur 12 er et ytterligere delvis skjematisk riss, delvis i snitt langs linjen 12-12 i figur 10,

Figur 13 er en skjematisk illustrasjon av "vekselvirkningsfontene"-virkningen observert av Slayzak et al når væskestrøm- eller strålepar er tilstrekkelig nær hverandre til at de ikke bare frembringer kroneliknende masser av luftbåret væskesprut i den omgivende atmosfære over deres anslagspunkter med en metalloverflate, men dessuten vil sprutmassene kombineres for å danne "vekselvirkningsfontener" av sprut derimellom, som søker å skyte opp til og med høyere over overflaten enn de kroneliknende masser alene, selv om Slayzak et al anvendte såkalte vakter mellom strålepar for å regulere den effekt de ønsket å observere,

Figur 14 er en ytterligere skjematisk illustrasjon av effekten når den anvendes ved foreliggende oppfinnelse, og når den sees i rett vinkel til de respektive par av kjølevæskestrømmer når de treffer henholdsvis sidene av

støpeblokken og de suksessive ytterligere lengdepartier av kjølevæskelaget på denne, og

Figur 15 er enda en ytterligere skjematisk illustrasjon av effekten, men viser effekten i perspektiv når strømparene treffer overflaten på støpeblokken og de ytterligere lengdepartier av kjølelaget på denne.

Idet det først henvises til figur 1 - 8, vil man se at formens 2 hoveddel omfatter et par av ringformete topp- og bunnplater henholdsvis 4 og 6, en ringformet mantel 8 som er innskutt mellom platene for å danne formens hoved-støpekomponent, og en segmentert grafittring 10 som er anordnet rundt mantelens indre omkrets for å danne dens støpeflate. Platene, mantelen og støperingen har alle rektangulært tverrsnitt på tvers av formens vertikalakse 12, og det med åpen ende utformete formrom 14 i ringen har tilsvarende tverrsnitt på tvers av formens akse i samsvar med formen som er innrettet til å danne plate-støpeblokk. Ringens motsatte sidevegger 15 og endevegger 16 er dessuten forholdsvis konvekse og plane, slik at de blir egnet til denne funksjon, i likhet med mantelens sidevegger 17 og endevegger 18. Sistnevnte vegger er dessuten falset ved sine toppartier for å danne et sete 20 for støperingen. Ringen 10 er anbragt rundt formrommets omkrets på en måte som vist i US 4.947.925, og betjenes av olje og gass av grunner som omtalt i US 4.598.763. Betjeningene er bare skjematisk vist ved 22 (figur 6), men i likhet med anbringelsen av ringen kan detaljene ved begge trekk hentes fra ovennevnte patenter.

Ved sin topp-overflate 24 har mantelen 8 en ringformet utsparing 26, og utsparingen har et ringformet trinn 28 utformet i sin bunn ved utsparingens indre omkrets. Ved sin bunnflate 30 har mantelen 2 delvis ringformete utsparinger 32 og 34 i sine motsatte ender og sider, og igjen har hver utsparing 32 eller 34 et ringformet trinn utformet i sin bunn ved utsparingens indre omkrets. Ved bruk av bolter 37 er de ringformete plater 4 og 6 stav-boltet til mantelens respektive overflater 24 og 30, for å dekke de respektive utsparinger i disse, og for å danne et par relativt overliggende kamre 38 og 40 i toppen og bunnen av mantelen, hvorav det øvre, 38, er ringformet, og det nedre, 40, er oppdelt i delvis ringformete seksjoner 42 og 44 ved mantelens henholdsvis ender og sider. For å medvirke i avtetting av de respektive kamre er dessuten hver plate 4, 6 falset rundt deres

indre og ytre omkretser, slik at de får et mellomliggende ubrutt parti eller partier 46 som kan innskyves i motstående utsparing 26 eller utsparinger 32, 34 når platene monteres på mantelen. Dessuten har hver plate fått to rundtløpende spor 48, 50 rundt det ubrutte parti eller partier på disse, i hvilke elastomer-O-ringer 52 er anbragt for å tette skjøtene mellom de respektive plater og mantelen, ved de indre og ytre omkretser av hvert ubrutt parti, når platene monteres til mantelen. Topp-platen 40 er tilstrekkelig smal ved sin åpning, til at den ligger over grafitt-støperingen 10, og til å danne en smal leppe 54 ved sin indre omkrets over ringen. En tredje elastomer-O-ring 56 er anbragt i et tredje spor 58 rundt omkretsen til topp-platen ved skjøten mellom denne og støperingen, og trekkene ved en lekkasje ved et lekkasje-avledningssystem såsom det som er beskrevet i US 4.597.432 er inkorporert i topp-platen og skjematisk representert ved 60, for å beskytte skjøten mot inntrengning av lekkasje fra det øvre kammer.

Bunnplaten 6 er imidlertid tilstrekkelig bred ved sin åpning, til at platens indre omkrets er forskjøvet radielt utad fra mantelveggene 17, 18, til at det frilegges et ringrom 62 i mantelen ved dens nedre indre omkretshjørne. Ringrommets øvre halvdel er i sin tur gjæret 45° i forhold til formens akse, og den nedre halvdel er gjæret 67,5° i forhold til formaksen, og i en større dybde radielt utad, slik at ringrommet har to aksielt og radielt forskjøvne flater 64 og 66. Flatene er i sin tur utformet med to rekker av innbyrdes adskilte hull, henholdsvis 68 og 70, som er anordnet rundt den nedre endeåpning 72 av formrommet i ringrommet, for utstrømning av primær- og sekundær-kjølevæskestrømmer fra formen, som nedenfor forklart.

Idet det nå henvises til mantelens respektive kamre 38, 40, vil en se at det i trinnenes 28 eller 36 innvendige omkretsvegg i hvert kammer er utformet et dypt, rundtløpende spor henholdsvis 74 og 75, som er falset rundt sin munning for å oppta en ringformet tetningsring 76 med betydelig større diameter enn de som benyttes ved skjøtene til enheten. Dessuten er det boret en rekke innbyrdes adskilte hull 78 i skulderen 80 til hvert trinn, som munner ut i dets motsvarende spor 74 eller 75, for å bevirke en innsnevret strøm til det fra det motsvarende kammer, som en slags ledeflate for kammeret. De respektive rekker av hull 68 og 70 i mantelens nedre indre omkretshjørne, blir så boret inn i sporenes 74 og 75 bunner, fra ringrommets 62 gjæringsflater 64, 66, og i rett vinkel til disse, slik at

hullrekken danner vinkler på henholdsvis 22,5° og 45° i forhold til formaksen 12. Hullene i de respektive hullrekker er imidlertid innbyrdes forskjøvet rundt formens omkrets, slik at hullene i én hullrekke er omkretsmessig forskjøvet i forhold til hullene i den andre hullrekke, og vise versa, og hvert strekker seg gjennom mellomrommene mellom hullparene i den andre hullrekke. Se figur 6 og 8 - 15.

Idet det nå henvises spesielt til figur 1 - 5, 7 og 8, vil en se at formens mantel 8 har to sett av vertikale, gjennomgående kanaler 82 og 84, som munner ut i dens øvre og nedre kamre, ved punkter nær mantelens respektive hjørner. Ett sett av kanaler, de som sees ved 82, forbinder det nedre kammers 40 endeseksjoner 42 med det øvre kammer 38, og omvendt, og ved de motsatte ender av endeseksjonene 42 på tvers av formen. Det andre sett av kanaler, som sett ved 84, forbinder det nedre kammers sideseksjoner 44 med det øvre kammer og omvendt. En gjenget åpning 86 er anordnet under hver kanal 82, og ved hvert av formens hjørner, i dens bunnplate 6, for å oppta tapp-koplingsdelen (ikke vist) av en trykkvann-kilde for fylling av endeseksjonene 42 til det nedre kammer og hele det øvre kammer 38 med kjølevæske under trykk. Som følge av kanalene 84 mellom det øvre kammer og sideseksjonene 44 til det nedre kammer, får trykk-kjølevæske også adgang til det nedre kammers sideseksjoner. Disse kanaler 84 er imidlertid utformet som ventiler 88, slik at trykk-kjølevæsken i det øvre kammer kan slippes selektivt til det nedre kammers sideseksjoner, dvs. på en på/av-måte, ved behov. Som det fremgår av figur 8 er en ventil-lukkeinnretning 90 montert under hver kanal 84, på bunnplaten. Innretningen 90 kan påvirkes til å åpne og lukke den respektive kanal for strømning, og omfatter et sylindrisk hus 92 med et innvendig sylindrisk kammer 94, på en vertikal akse. Et stempel 96 er forskyvbart anordnet i kammeret og kan heves og senkes aksielt langs dette, og stempelet har en oppadstående stang 98, hvis skaft er forskyvbart innført i det nedre kammers respektive sideseksjon 44, gjennom motstående hull 100 og 102 i henholdsvis toppen 103 av huset og det tilstøtende hjørne av bunnplaten. Stangen 98 har i sin tur en ventil-lukkeskive 104 ved sin øvre ende, i det nedre kammers motsvarende sideseksjon 44, og skiven er falset og avfaset ved sin overside 106, og utstyrt med en elastomer-O-ring 108 i fals-skulderen 110, for avtetting mot kanalens bunnåpning 112, og lukking av samme under påvirkning av stempelet. Stempelet følges imidlertid av en skruefjær 114 som er plassert rundt stempelstangen, i

kammeret 94 i huset, mellom stempelet og husets topparti 103. Fluid tilføres stempelets underside gjennom en åpning (ikke vist) i huset, og når kanalen 84 skal stenges, settes kammeret 94 i huset under trykk med fluidet for å heve stempelet mot kraften fra fjæren 114, inntil skiven 104 griper inn i kanalåpningen 112 og lukker denne. Når kanalen skal åpnes, frigjøres fluidet for å tillate stempelet å gå tilbake under kraften fra fjæren, og således bringe skiven ut av inngrep med kanalåpningen. Normalt blir fluidet sakte frigjort slik at kanalen åpnes gradvis, som nedenfor forklart.

Ytterligere elastomer-O-ringer 116 er anordnet rundt stempelets omkrets, og rundt stangens 98 skaft ved hvert av hullene 100, 102 i platen 6 og husets topparti 103.

Hvert innløp som er utformet over åpningene 86, blir fortrinnsvis skjermet og overvåket på en måte som vist i US søknad nr. 07/970.686 innlevert november 4, 1992, med titelen ANNULAR METAL CASTING UNIT, og nå US patent 5.323.841.

Som vist i figur 1 og i figur 6 - 10, er topplaten 4 tilstrekkelig bred ved sin ytre omkrets, til at den danner en flens 118 rundt form-hoveddelen, og når formen bringes i drift, innføres den i en åpning (ikke vist) i et støpebord og nedsettes på bordet med sin flens 118 som støtte for formen i åpningen. Bordet er i sin tur opplagret over en støpegrav 120 (figur 9) som er utstyrt med en bunnblokk 122 som er bevegelig frem- og tilbake langs formens akse 12 (figur 1), og innledningsvis teleskopisk samvirkende opptatt i formens nedre endeåpning 72. Ved begynnelsen av støpeoperasjonen, og etterhvert som støpemetall helles gjennom formen ved dens formrom 114, blir bunnblokken 122 nedsenket langs aksen, gjennom en rekke suksessive nedre nivåer i graven. Fra figur 9 - 15 ser en at først virker helle-trinnet og bunnblokkens påfølgende bevegelse, til å danne en innledende lengdeseksjon 124 i blokklegemet som skal støpes, vanligvis kalt støpeblokkens "buttende". I løpet av denne tid senkes imidlertid bunnblokken bare gjennom en øvre rekke 126 av nivået i graven, kanskje et fall på femten - tretti cm. Deretter, etterhvert som helletrinnet skrider frem, og etterhvert som bunnblokkens nedadbevegelse skrider frem, forlenges støpeblokk-legemet med ytterligere lengdeseksjoner 128 (figur 10) etterhvert som bunnblokken senkes ned gjennom en relativ nedre rekke (ikke vist) nivåer i graven, under den øvre rekke

126. Dette kalles vanligvis for støpeoperasjonens likevekt-støpetrinn. I løpet av hele denne tid, under begge trinn, blir støpeblokklegemets ytre omkretsflate 130 gradvis utsatt for den omgivende atmosfære i graven under formen, etterhvert som de respektive lengdeseksjoner 124 og 128 i støpeblokklegemet trekkes tilbake fra formen gjennom den relativt øvre rekke 126 av nivåer i graven. For å direktekjøle de respektive lengdeseksjoner i støpeblokklegemet etterhvert som de trekkes ut av formen, blir dessuten kjølevæske 132 ledet ut på overflaten til hver seksjon etterhvert som den kommer ut fra formen. Dette er omtalt tidligere, og som da nevnt, er det på dette punkt at oppfinnelsen trer i virksomhet.

Idet det igjen henvises til figur 9, vil en se at under buttende-formetrinnet ved støpeoperasjonen, blir formens øvre kammer 38 - og selv om det ikke er vist, også det nedre kammers endeseksjoner 42 - fylt med kjølevæske 132 under trykk. Kjølevæsken strømmer ut på sidene og endene av den utkommende støpeblokk, men bare gjennom 22,5°-hullene 68 i formen ved støpeblokkens sider, mens gjennom både 22,5°-hullene 68 og 45°-hullene 70 ved støpeblokkens ender. Utstrømningen på sidene fremgår av figur 9, og utstrømningen på endene i figur 10. Ser man for øyeblikket bort fra endene, og betrakter først figur 9, vil en se at utstrømningen på sidene danner et innledende lengdeparti 134 av et lag av kjølevæske som dannes på sidenes overflate 130 etterhvert som bunnblokken 122 senkes gjennom den øvre rekke 124 av nivåer i graven. Det innledende lengdeparti 134 starter ved et horisontalplan i graven, sett generelt ved 133, der kjølestrømmene 136 fra hullene 68 treffer overflaten 130 til støpeblokkens sider. Som tidligere forklart, og som velkjent innen faget, oppstår det ved nivåer umiddelbart under anslagsplanet 133, et smalt rundtløpende bånd 135 av turbulens i kjølevæskepartiet 134, og dette følges i sin tur av et noe bredere, laminært strømningsregime 137, vertikalt nedenfor det. Deretter gjeninntar kjølevæsken turubulent strømning etterhvert som den fortsetter å strømme under påvirkning av tyngdekraften ned langs lengden av den nylig utkommende seksjon 124 i støpeblokken. Og i mellomtiden er det laminære strømningsregime på overflaten 130 tynt og utsatt for film-koking, kvaliteter som er ønskelige for buttende-formingstrinnet, for å minimere "buttende-krølling", men som ikke er ønskelig for likevekt-støpetrinnet ved støpeoperasjonen, når maksimal kjølevirkning er ønskelig.

Det blir vanligvis satt likhetstegn mellom kjølevirkning og turbulentstrømning og vise versa, ettersom jo mer turubulent strømningen er, dess høyere er Weber-tallet. Hvis buttende-formingstrinnet ble fullført og likevekt-støpetrinnet ved støpeoperasjonen ble påbegynt med bare strømmene 136 som et middel for avkjøling av de suksessive ytterligere lengdeseksjoner 128 i støpeblokklegemet, ville hvert suksessivt ytterligere lengdeparti 138 av kjølevæskelaget som dannes på dette hatt et smalt turbulensbånd under anslagsplanet 133, men båndet ville ha begrenset kapasitet for uttrekking av varme fra støpeblokklegemet før denne oppgaven måtte overtas av det laminære strømningsregime. Ironisk nok er det beste tidspunkt for uttrekking av varme fra støpeblokklegemet de nivåer i graven som faller sammen med regimene 135 og 137, ettersom det er på sitt varmeste på formens utside. Som forklart har det likevel ikke vært noen kjent måte for realisering av denne mulighet. Kjølevæske-utstrømningshastigheten kan økes når likevekts-trinnet påbegynnes, men dette har meget begrenset virkning og gir ingen forbedring av varmeuttrekkingshastigheten pr. volumenhet av de respektive partier av kjølevæskelaget i regimene 135, 137. For hver tomme (25,4 mm) fall under sin meniskus, erfarer imidlertid støpeblokken et temperaturfall på ca. 800°F (426,7°C), og muligheten til å uttrekke varme på det optimale tidspunkt går hurtig tapt.

Oppfinnelsen endrer dette ved å tilveiebringe et middel og en teknikk for øking av varmeuttrekkingshastigheten pr. volumenhet av de suksessive ytterligere partier 138 (figur 10) av kjølevæskelaget som dannes på overflaten 130 under støpeblokklegemets passasje gjennom regimene 135, 137 i likevekts-støpetrinnet ved støpeoperasjonen. I korthet, blir båndet 135 utvidet, både nedad og oppad i forhold til formens akse, og faktisk utvidet nedad i den grad at det laminære strømningsregime 136 blir helt eliminert. Virkningen ble i virkeligheten oppnådd under buttende-formetrinnet ved støpeoperasjonen, men bare ved støpeblokkens ender, der kjølevæske også strømmet ut fra 45°-hullene 70, for å treffe støpeblokkens ender. Dette ble gjort på grunn av beskaffenheten av buttende-krølle-fenomenet på tvers av støpeblokkens breddedimensjon, sammenlignet med dens smalere dimensjon. Men forsåvidt som virkningen i støpeblokkens lengderetning er blitt valgt for illustrasjon i figur 9 - 15, vil beskrivelsen heretter bli rettet til den alene, uansett at den samme virkning ble oppnådd på endene av støpeblokken under buttende-formetrinnet ved støpeoperasjonen.

Ved avslutningen av buttende-formetrinnet, åpnes kanalene 84 under anvendelse av innretningene 90, og kjølevæske 132 slippes inn i det nedre kammers sideseksjoner 44 for å begynne utstrømning gjennom 45°-hullene 70 i ringrommets 62 sideseksjoner. Etterhvert som den tilsatte utstrømning bygger seg opp, og etterhvert som kjølevæskestrømmene 142 ut gjennom 45°-hullene 70 treffer sidene på hver suksessiv ytterligere lengdeseksjon 128 av støpeblokken slik det fremgår av figur 9 - 15, vil betydelige deler av de respektive 45°-strømmene 142, prelle tilbake fra overflatene 130 på de ytterligere lengde-seksjoner 128 ved strømmenes 142 respektive anslagspunkter 144 på disse. Ettersom de er luftbåret, vil delene dessuten skyte opp i kroneliknende masser av kjølevæskesprut 146 som krysser mellom 22,5°-kjølevæskestrømmene 136 som passerer gjennom laget av omgivende atmosfære umiddelbart rundt det ytterligere lengdeparti 138 av kjølevæskelag som befinner seg på støpeblokken. I dette lag av omgivende atmosfære, medføres sprut 146-massene i sin tur av kjølevæskestrømmene 136, og kjølevæsken i strømmene 136 blir i sin tur tilført sprutluften og -væsken når strømmene farer mot og treffer overflaten på partiet 138. Følgelig vil strømmene 136, i tillegg til å omgi overflaten av hvert parti 138 med ytterligere fluid, og bevege overflaten på grunn av anslagskraften, også virke til å innføre et betydelig luftvolum i partiene 138 idet de skaper turbulens i dem.

For å minske sjokket av den tilsatte kjølevæske, blir imidlertid kanalene 84 åpnet sakte, slik at den tilsatte kjølevæske frigjøres gradvis inn i det nedre kammers sideseksjoner 44.

Med en tilstrekkelig liten avstand mellom strøm-parene i de respektive sett av strømmer 136 og 142 rundt formen, kan de krone-liknende masser av kjølevæskesprut 146 som stiger opp fra anslagspunktene til par av de relativt tilstøtende 45°-strømmer 142 med kjølevæske, forventes å danne såkalte "vekselvirknings-fontener" 148 av sprut som skyter direkte opp i banene til 22,5° kjølevæskestrømmene 136. Dette fenomen er vist i figur 13, tatt fra ovennevnte artikkel av Slayzak et al, men med noen mindre endringer i teksten. Som vist i figuren, og for å isolere fenomenet under hensyn til deres observasjoner, monterte Slayzak et al skjermpar 150 mellom sine respektive par av "frie stråler" eller strømmer 152. Deretter observerte de at når strålene eller strømmene er tilstrekkelig nær hverandre, vil de kroneliknende sprutmasser 146 som stiger opp

fra strømmenes anslagspunkter, faktisk smelte sammen i mellomrommene mellom strømmene, og herunder strømme eller skyte opp i den omgivende atmosfære over overflaten 130 som treffes, i den grad at "fontenene" 148 av sprut dannes i mellomrommene, godt over selve kronene 146. Vi har i sin tur observert at når de oppfanges og drives inn i kjølevæskelagene 138 ved hjelp av 22,5°-kjølevæskestrømmene 136, vil sprut-fontenene 148 innføre betydelige volumer av luftbåret kjølevæske, eller kjølevæskebåret luft, inn i 22,5°-kjølevæskestrømmene 136 og strømmene vil i sin tur innføre den samme luftbårne kjølevæske, eller kjølevæskebårne luft inn i lagene, hvilket i sin tur virker til en dramatisk øking i varmeuttrekkingshastigheten pr. volumenhet hos de respektive lag.

Det er også observert at ved å anvende separat ventilstyrte kanaler (ikke vist) ved sentrene til det nedre kammers endeseksjoner 42 i formen, lik de som er vist i figur 8, og istedenfor kanalene vist ved 82, blir det mulig å tilføre kjølevæske selektivt til endene av støpeblokken, så vel som til dens sider. I et slikt tilfelle bør imidlertid kanalene 82 avsperres fra endeseksjonene 42 til det nedre kammer, slik at bare det øvre kammer 38 får tilførsel.

PATENTKRAV

1. Fremgangsmåte for støping av støpemetall til et langstrakt metallegeme ved det trinn å lede støpemetall gjennom en endeåpen form (2) i en støpeanordning og innbefattende følgende ytterligere trinn:

a) utforming av et innledende lengdeparti (134) av et lag av kjølevæske på den ytre omkretsflate (130) av en innledende lengdeseksjon (124) av metallegemet;

b) utstrømning av kjølevæske (142) for derved å utforme ytterligere lengdepartier (138) av kjølevæskelaget på suksessive lengdeseksjoner (128) av metallegemet;

c) utstrømning av ytterligere fluid (136) og retting av et parti av det ytterligere fluid (136) mot overflatene til de respektive ytterligere lengdepartier (138) av kjølevæskelaget,

k a r a k t e r i s e r t v e d at strømmen eller strømmene av utstrømmende kjølevæske (142) rettes langs slike forholdsvis høye innfallsvinkler i forhold til formens akse at betydelige deler av kjølevæskestrømmen eller - strømmene som kastes tilbake fra de ytterligere langsgående seksjoners overflate ved de respektive treffpunkter på disse, hvorved det dannes masser av luftbåret kjølevæskesprut (146), og ved at massen av luftbåret kjølevæskesprut (146) innskytes i banen til partiet av det ytterligere fluid (136) når dette partiet rettes mot overflatene til de respektive ytterligere lengdepartier (138) av kjølevæskelaget, slik at partiet av det ytterligere fluid (136), når det treffer disse overflater, virker til at det i kjølevæskelagets respektive ytterligere lengdepartier (138) innføres ytterligere luftbåret kjølevæske som er innrettet til å modifisere varmeuttrekkingshastigheten pr. volumenhet av kjølevæskelagets respektive ytterligere lengdepartier (138), i forhold til varmeuttrekkingshastigheten pr. volumenhet av dets opprinnelige lengdeparti (134).

2. Fremgangsmåte ifølge krav 1,
k a r a k t e r i s e r t v e d at den videre omfatter utforming av kjølevæskeutstrømningen (142) til trykksatte kjølevæskestrømmer (142), retting av kjølevæskestrømmene (142) mot de ytre omkretsflater (130) til de ytterligere

lengdeseksjoner (128) i metallegemet for derved å danne de respektive ytterligere lengdepartier (138) av kjølevæskelaget på dette, utforming av den ytterligere fluidutstrømning (136) til trykksatte fluidstråler (136), retting av fluidstrålene (136) mot de ytre omkretsflater av de respektive ytterligere lengdepartier (138) av kjølevæskelaget, slik at de treffer disse, og innskyting av en masse av luftbåret kjølevæskesprut (146) i banene til strålene (136) av ytterligere fluid slik at når de treffer disse vil strålene (136) virke til at det i de respektive ytterligere lengdepartier (138) av kjølevæskelaget tilføres ytterligere luftbåret kjølevæske.

3. Fremgangsmåte ifølge krav 2,
k a r a k t e r i s e r t v e d at den videre omfatter retting av de respektive strømmer (142) av kjølevæske og stråler(136) av ytterligere fluid på henholdsvis overflatene (130) til de respektive ytterligere lengdeseksjoner (128) i metallegemet og overflatene til de ytterligere lengdepartier (138) av kjølevæskelaget på dette.

4. Fremgangsmåte ifølge krav 2,
k a r a k t e r i s e r t v e d at hvor en masse av luftbåret kjølevæskesprut (146) innskytes i banene til de respektive stråler (136) av ytterligere fluid ved først å rette strømmene (142) av kjølevæske langs slike relativt høye anslagsvinkler i forhold til formens (2) akse (12) at vesentlige partier av de respektive kjølevæskestrømmer (142) kastes tilbake langs vinkelbaner fra overflatene (130) til de ytterligere lengdeseksjoner (128) ved strømmenes (142) respektive anslagspunkter (144) på disse, og formes til kroneformete masser av kjølevæskesprut (146) i laget av omgivende atmosfære umiddelbart rundt de respektive ytterligere lengdepartier (138) av kjølevæskelaget, og deretter å rette strålene (136) av ytterligere fluid langs slike relativt lave anslagsvinkler i forhold til formaksen (12), fra steder mellom formens (2) utløpsendeåpning (72) og anslagspunktene (144) til kjølevæskestrømmene (142) på overflatene (130) til de ytterligere lengdeseksjoner (128), at partier av strålene (136) krysser vinkelbanene til de kroneformete masser av luftbåret kjølevæskesprut (146) og river med seg spruten (146).

5. Fremgangsmåte ifølge krav 4,
k a r a k t e r i s e r t v e d at den videre omfatter utstrømning av de respektive strømmer (142) og stråler (136) fra et ringrom (62) rundt formens (2) utløpsende-åpning (72), og vinkelforskyvning av strømmene (142) og strålene (136) fra hverandre aksielt i forhold til formen (2), og innbyrdes forskyvning av strømmene (142) og strålene (136) rundt formens (2) omkrets, slik at de kroneformete masser av kjølevæskesprut (146) som stiger opp fra anslagspunktene (144) av forholdsvis tilgrensende kjølevæskestrømmer (142), kombineres for å danne samvirkende fontener (148) av sprut (146) som skyter opp direkte i banene til de ytterligere fluidstråler (136).

6. Fremgangsmåte ifølge krav 4,
k a r a k t e r i s e r t v e d at kjølevæskestrømmene (142) rettes mot overflatene (130) til de ytterligere lengdeseksjoner (128) i metallegemet langs innfallsvinkler i området 30 - 105° i forhold til formens (2) akse, og strålene (136) av ytterligere fluid (136) rettes mot overflatene til de ytterligere lengdepartier (138) av kjøle-væskelaget langs innfallsvinkler i området 15 - 30° i forhold til formens (2) akse (12).

7. Fremgangsmåte ifølge krav 1,
k a r a k t e r i s e r t v e d at den videre omfatter forming av kjølevæskeut-strømningen (142) til trykksatte kjølevæskestrømmer (142), retting av kjølevæske-strømmene (142) på de respektive lengdeseksjoner (124, 128) i metallegemet under buttendeformings- og likevekt-støpetrinnene ved støpeoperasjonen.

8. Fremgangsmåte ifølge krav 7,
k a r a k t e r i s e r t v e d at den videre omfatter innskyting av massen av luftbåret kjølevæskesprut (146) i banen til det ytterligere fluidparti (136) under likevekt-støpetrinnet.

9. Fremgangsmåte ifølge krav 7,
k a r a k t e r i s e r t v e d at den videre omfatter forming av et turbulens-omkretsbånd rundt de respektive ytterligere lengdepartier (138) av kjølevæske-

laget, som strekker seg sammen med den siste av de ytterligere lengdeseksjoner (128) ved hvilke metallegemet forlenges under likevekt-støpetrinnet ved støpeoperasjonen.

10. Anordning for støping av støpemetall til et langstrakt metallegeme, omfattende en endeåpen form (2) med en innløpsendeåpning, en utløpsendeåpning (72), og en akse (12) som strekker seg mellom henholdsvis innløps- og utløpsendeåpningene, og med hvilken en blokk (122) innledningsvis er i samvirkende inngrep med formens (2) utløpsendeåpning (72) og tilbaketrekkbar langs formens (2) akse (12) gjennom en rekke plan som strekker seg på tvers av formens (2) akse (12) med suksessivt større avstands-inkrementer fra formens (2) utløpsendeåpning (72) i retning aksielt bort fra dens innløpsendeåpning,

midler (44, 70) for utstrømning av kjølevæske (142) i formens (2) omgivende atmosfære nær dens utløpsendeåpning (72),

midler (38, 68) for forming av et innledende lengdeparti (134) av et lag av kjølevæske på den ytre omkretsflate (130) av den innledende lengdeseksjon (124) i metallegemet etter hvert som blokken (122) og den innledende lengdeseksjon (124) i metallegemet trekkes ut av formen (2) og

midler (38, 68) for utstrømning av et ytterligere fluid (136) i laget av omgivende atmosfære i formen (2) umiddelbart rundt de ytre omkretsflater (130) av de respektive ytterligere lengdepartier (138) av laget av kjølevæske, og

midler (68) for retting av et parti (136) av det ytterligere fluid (136) på overflatene til de respektive ytterligere lengdepartier (138) av kjølevæskelaget, slik at overflatene treffes av det ytterligere fluidparti (136).

11. Anordning ifølge krav 10, hvor de respektive første og andre fluidutstrømnings-styremidler (70 og 88, 38 og 68) kan påvirkes til å la de respektive strømmer (142) og stråler (136) strømme ut fra et ringrom (62) som er anordnet rundt formens (2) utløpsendeåpning (72), og til slik å vinkelmessig forskyve strømmene (142) og strålene (136) fra hverandre aksielt i forhold til formen (2), og slik innbyrdes forskyve strømmene (142) og strålene (136) fra hverandre omkretsmessig rundt formen (2), at de kroneformete masser av kjølevæskesprut (146) som stiger opp fra anslagspunktene (144) til relativt tilstøtende kjølevæske-

strømmer (142) kombineres til å danne vekselvirkningsfontener (148) av sprut (146) som skyter opp direkte i banene til strålene (136) av ytterligere fluid.

12. Anordning ifølge krav 10, hvor formen (2) har et endeåpent formrom (14) på aksen (12) og anordningen videre omfatter

midler som avgrenser et første kammer (38) anordnet rundt formrommet (14) på tvers av dets akse (12) og med et innløp (42, 82, 86) gjennom hvilket kjølevæske (132) kan tilføres under trykk til det første kammer (38),

hvilket første kammer (38) har en topp, en bunn, vegger som strekker seg mellom toppen og bunnen ved de indre og ytre omkretser av det første kammer (38), og hjørner utformet mellom toppen og bunnen av det første kammer (38) og den indre omkretsvegg av dette, og

midler (38, 40, 68, 70, 88) for utstrømning kjølevæske (132) som er anordnet rundt formrommet (14) nær et av hjørnene av det første kammer (38) og avgrenser er andre kammer (44) for opptak av kjølevæske (132) fra det første kammer (138) og for utstrømning av den på metall som kommer ut som et legeme fra den relativt nedre endeåpning (72) av formrommet (14) ved omgivelsesatmosfæren rundt støpeanordningen,

hvilke midler (38, 40, 68, 70, 88) for utstrømning av kjølevæske (32) har en overflate som strekker seg sammenhengende til det første kammer (38) og som befinner seg i avstand fra det andre hjørne av det første kammer (38) og den ytre omkretsvegg av det første kammer (38) for derved å avgrense det første kammer (38) delvis ved et hjørne av dette,

en rekke hull (84) som munner ut i det første kammer (38) ved overflaten av midlene (68) for utstrømning av kjølevæske (132), og tømmer ut i det andre kammer (44) for å slippe kjølevæske (132) dertil med et redusert trykk i forhold til trykket av kjølevæske (132) i det første kammer (38), og

en kanal (70) som munner ut i det andre kammer (44) og tømmer ut i den omgivende atmosfære av støpeanordningen nær formrommets (14) relativt nedre endeåpning (72) for å påføre kjølevæsken (132) på metallegemet som kommer ut av dette.

13. Anordning ifølge krav 10,

k a r a k t e r i s e r t v e d at formen er en ringformet form (2) som avgrenser et formrom (14) omfattende:

et par relativt indre og ytre omkretsvegger rundt formrommets (14) akse (12) og i avstand fra hverandre på tvers av aksen (12) for mellom seg å danne et første kammer (38),

hvilket første kammer (38) har motsatt anordnete endevegger som strekker seg på tvers av aksen (12), og

et innløp (42, 82, 86) gjennom hvilket kjølevæske (132) under trykk kan leveres til det første kammer (38),

idet formens (2) indre omkretsvegg har et trinn (28) som rager inn i det første kammer (38) fra den indre omkretsvegg relativt mot den ytre omkretsvegg,

hvilket trinn (28) har en første flate som strekker seg på tvers av formrommets (14) akse (12) i avstand fra én av endeveggene til det første kammer (38), og en andre flate som strekker seg generelt parallelt med formrommets (14) akse (12) i avstand fra formens (2) andre omkretsvegg og grenser til den første flate for å danne et mellomliggende hjørne, og

hvilke midler (68, 70) for utstrømning av kjølevæsken (132) fra det første kammer (38) på metallet som kommer ut som et legeme fra formrommets (14) ene endeåpning (72), innbefattende et andre kammer (44) som er utformet ved trinnet (28) i formens (2) indre omkretsvegg,

en rekke hull (84) som munner ut i det første kammer (38) ved trinnets (28) første eller andre flate, og i det andre kammer (44) for å slippe kjølevæsken (132) inn i dette ved et redusert trykk i forhold til kjølevæskens (132) trykk i det første kammer (38), og

en kanal (70) som munner ut i det andre kammer (44) og i formens (2) omgivende atmosfære nær dens ene endeåpning (72), for tilførsel av kjølevæsken (132) til metallegemet som kommer ut derfra.

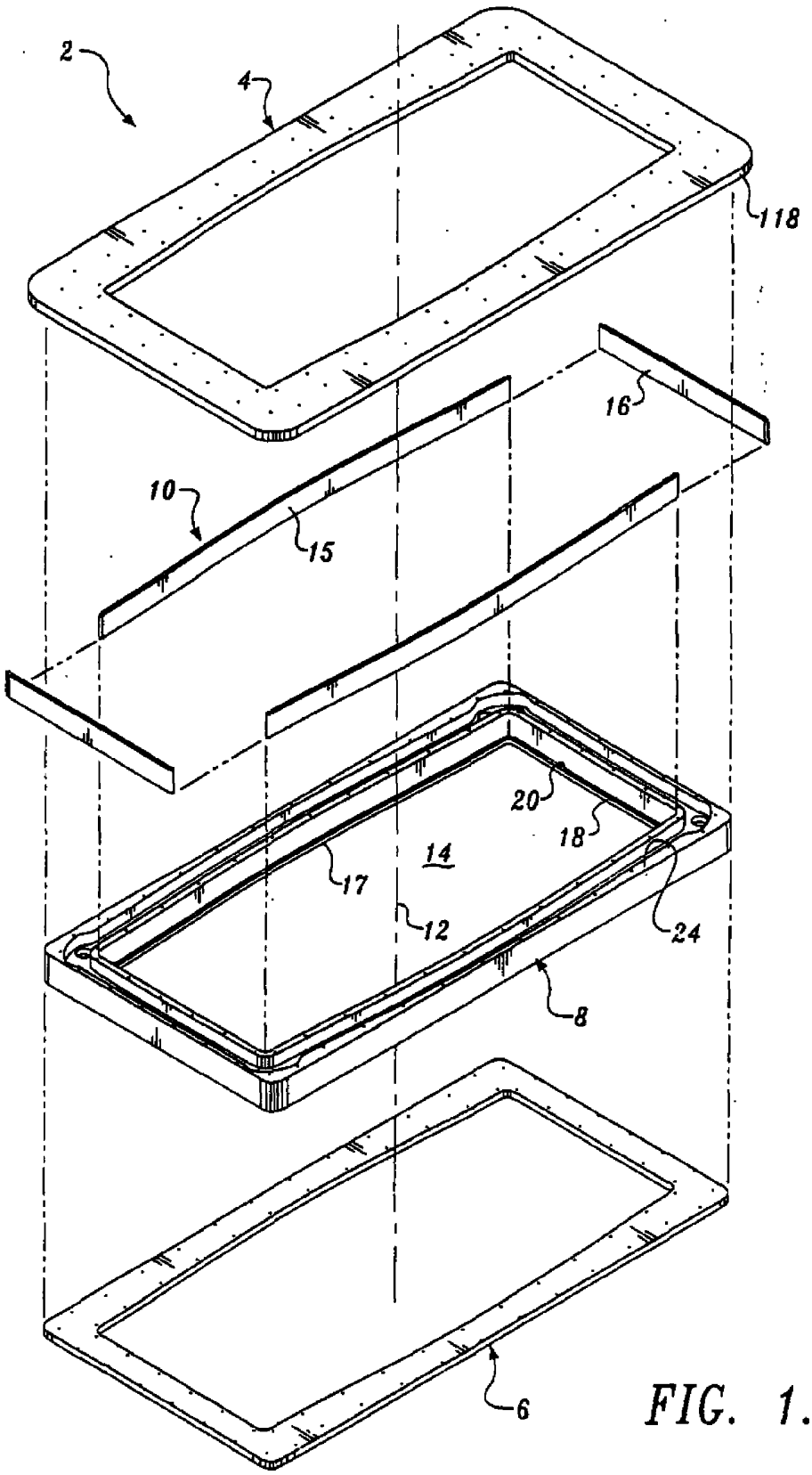


FIG. 1.

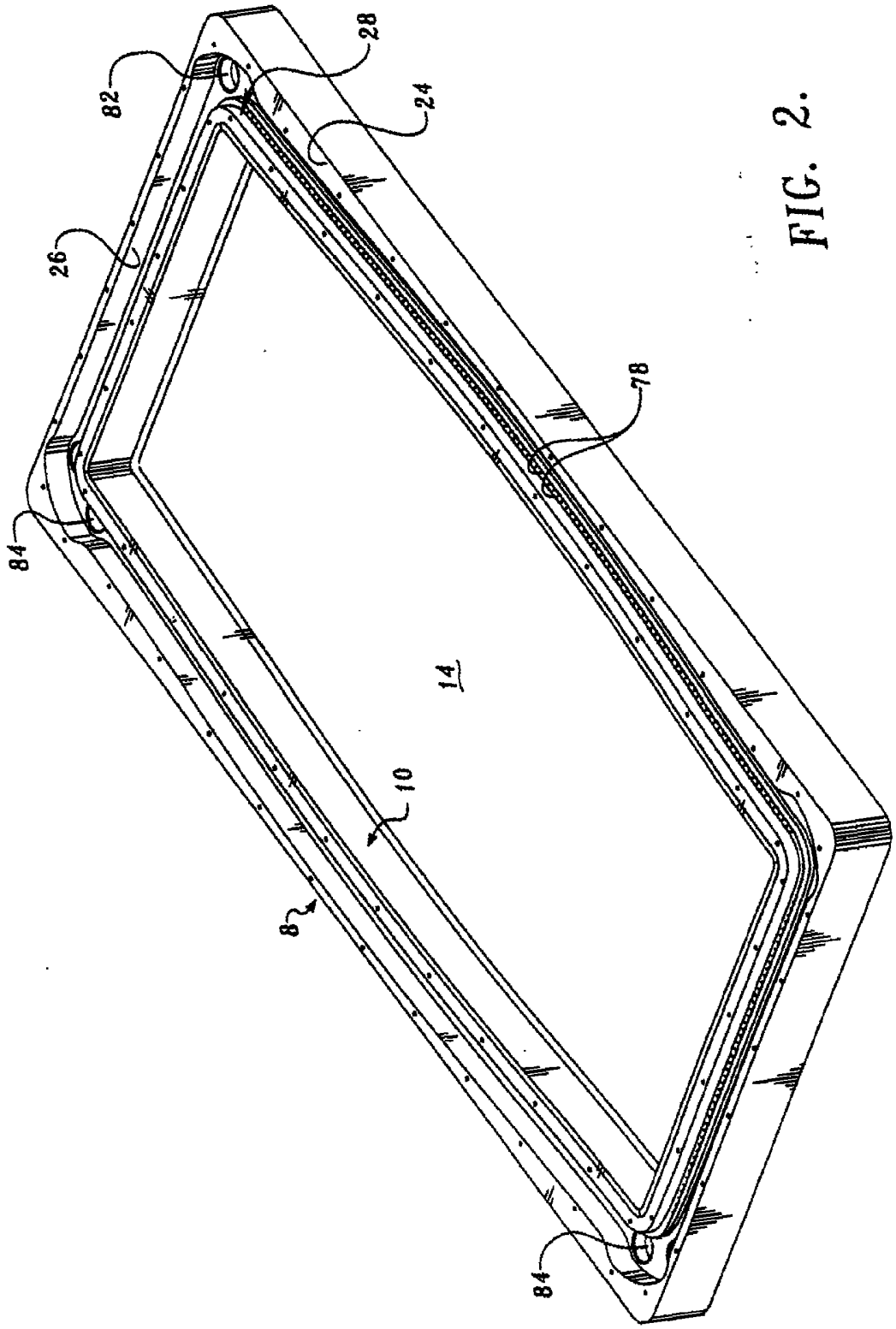


FIG. 2.

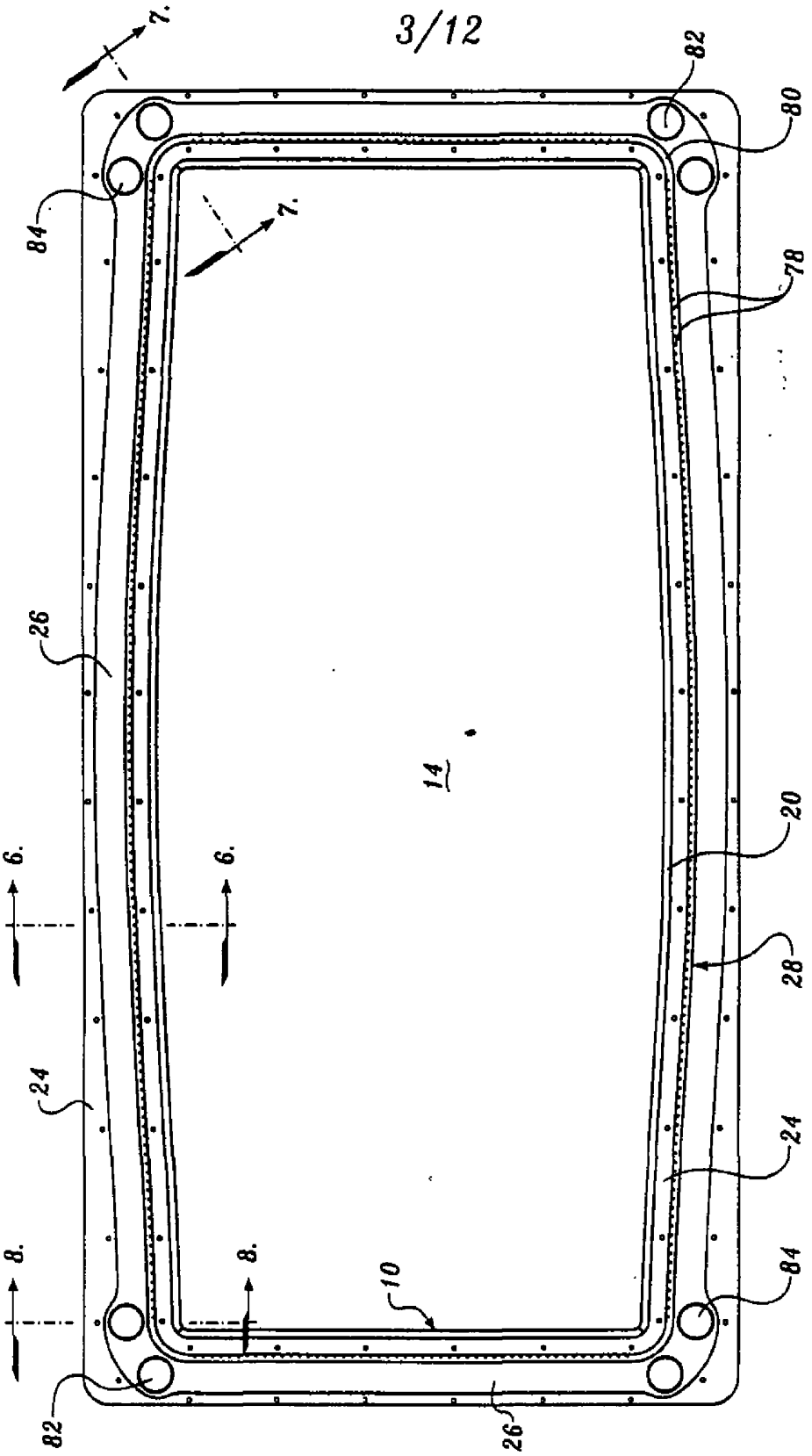


FIG. 3.

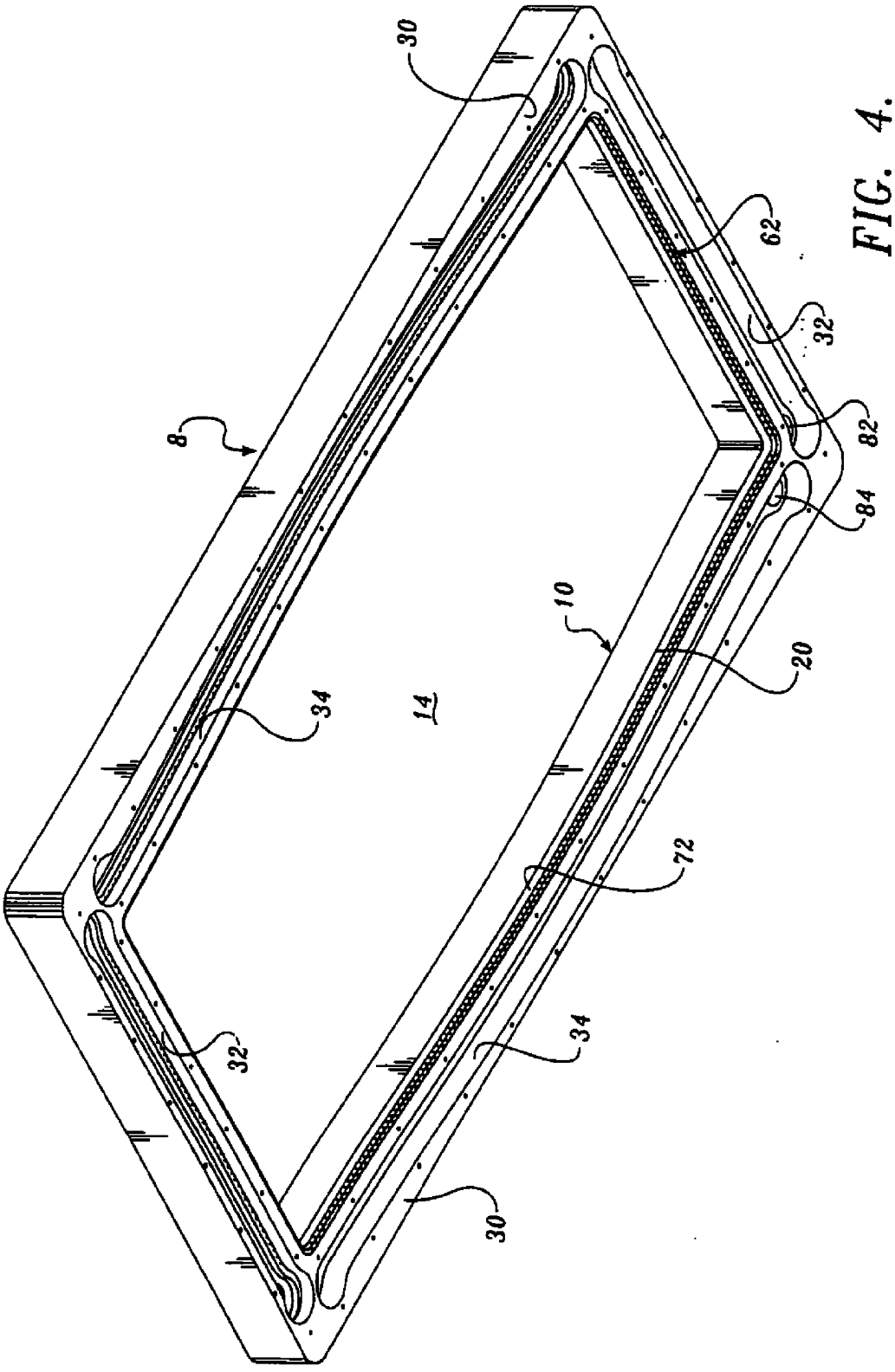


FIG. 4.

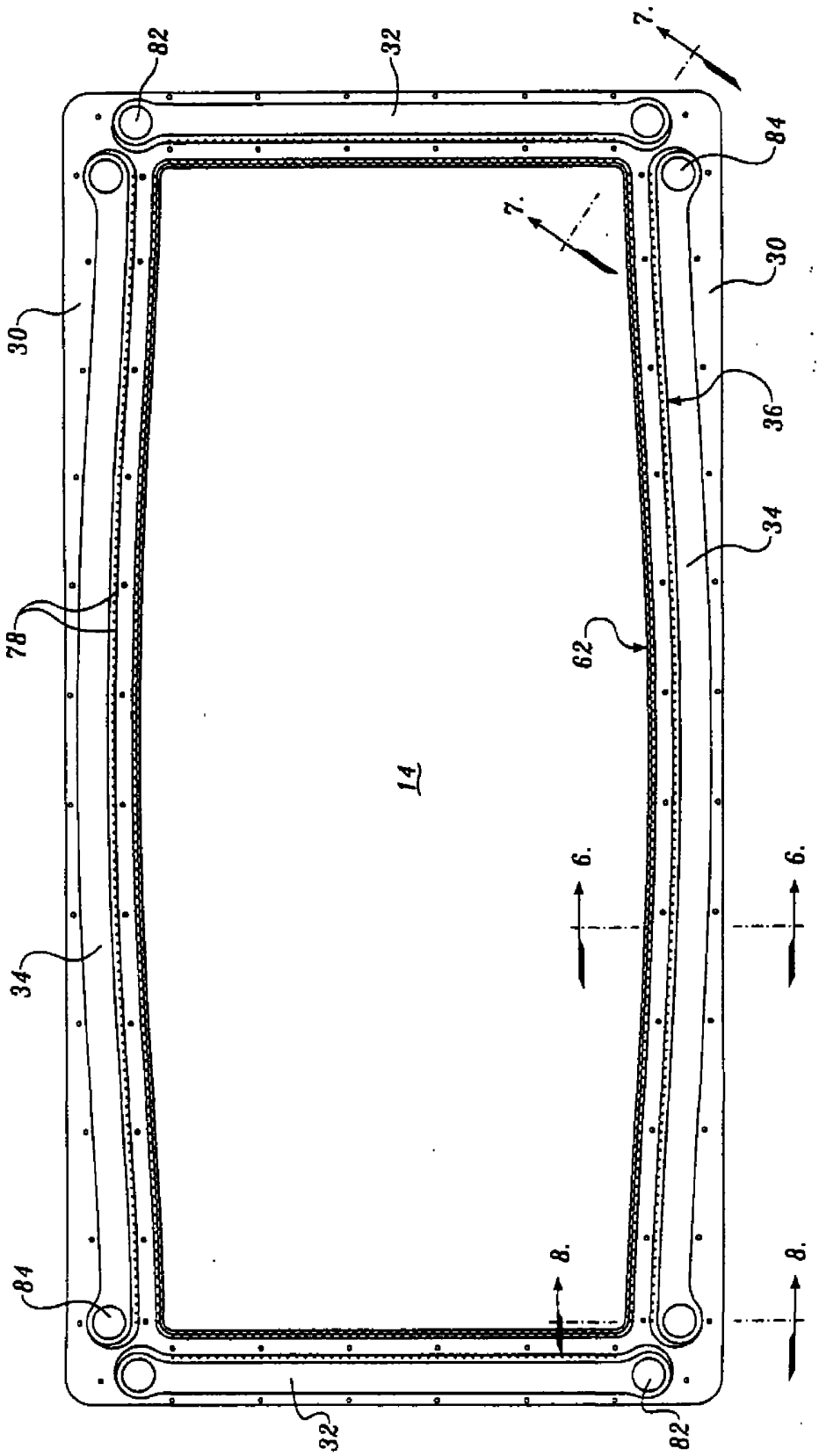


FIG. 5.

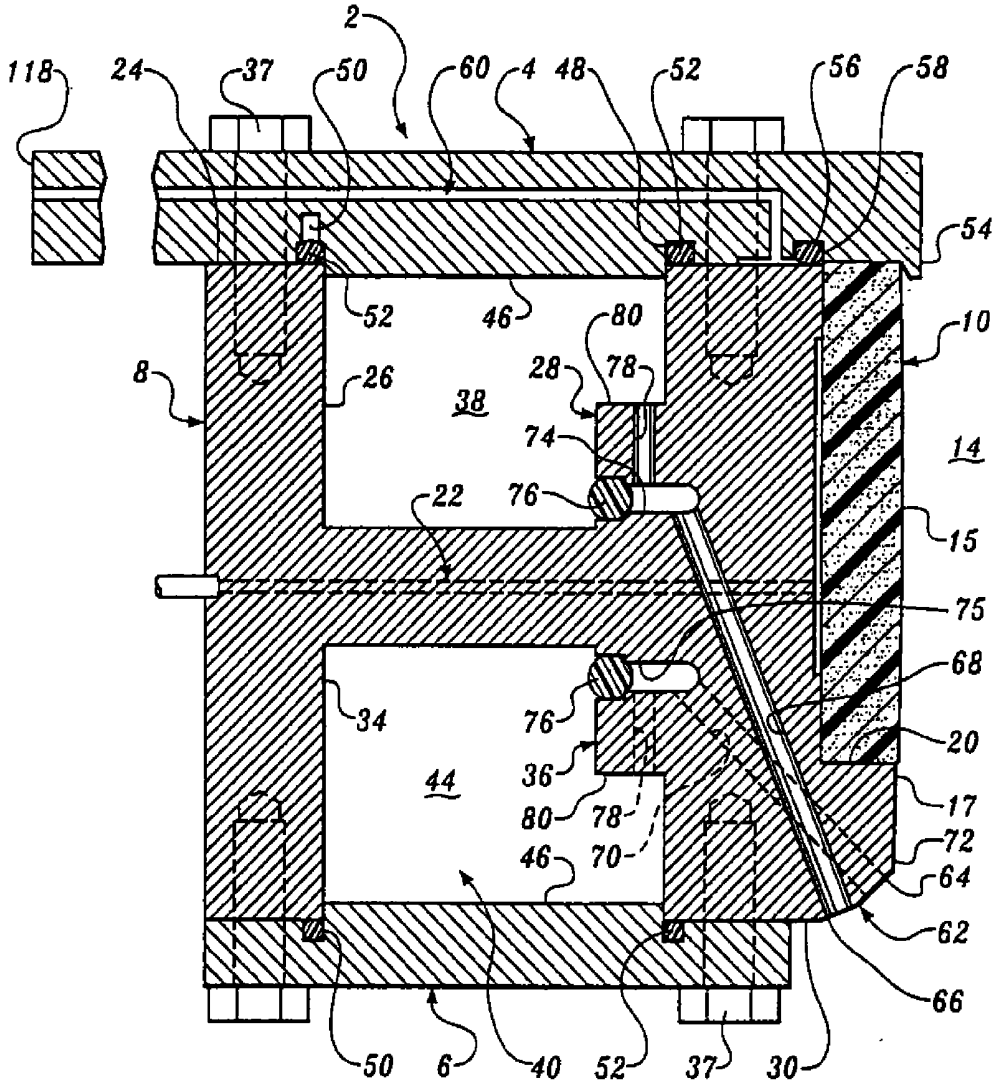

2
118
24
37
50
60
4
48
52
56
58
54
52
46
80
10
8
26
28
78
38
74
14
22
76
15
75
68
34
76
20
36
44
17
80
78
72
46
70
64
62
66
50
6
40
52
37
30

FIG. 6.

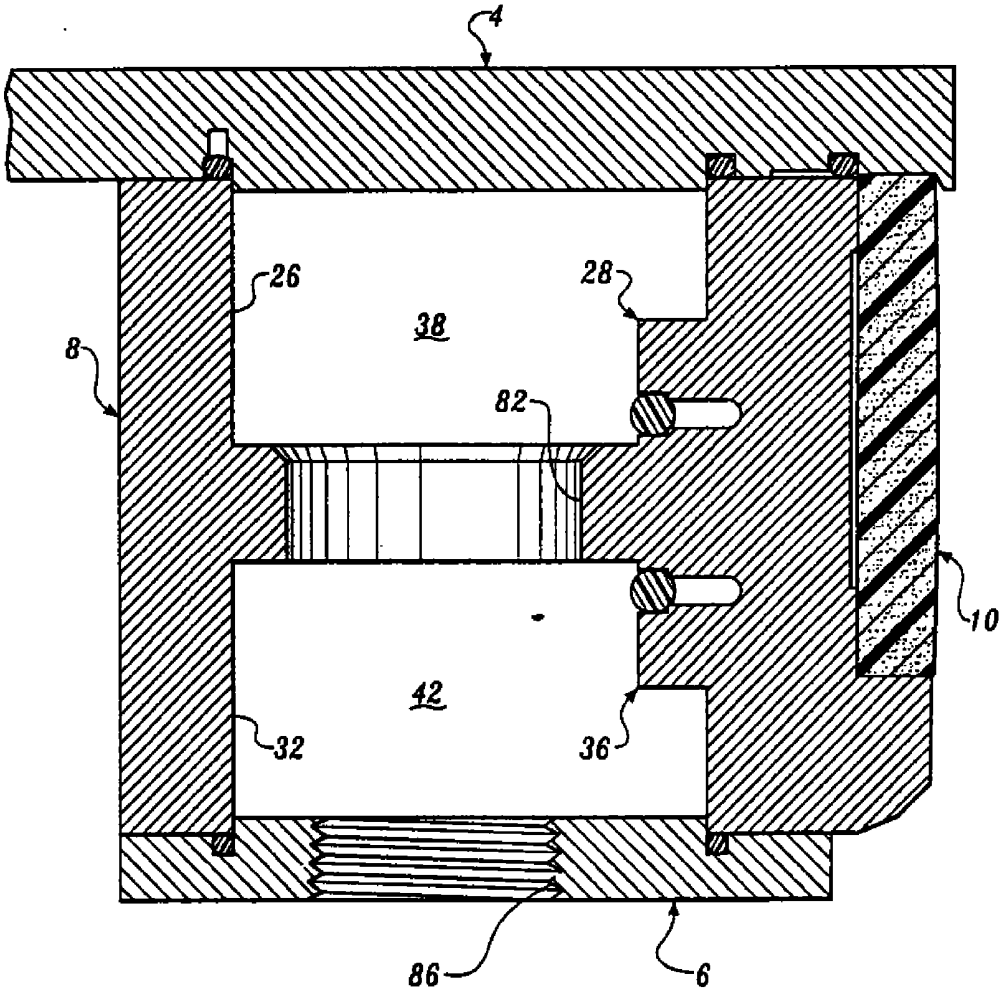


FIG. 7.

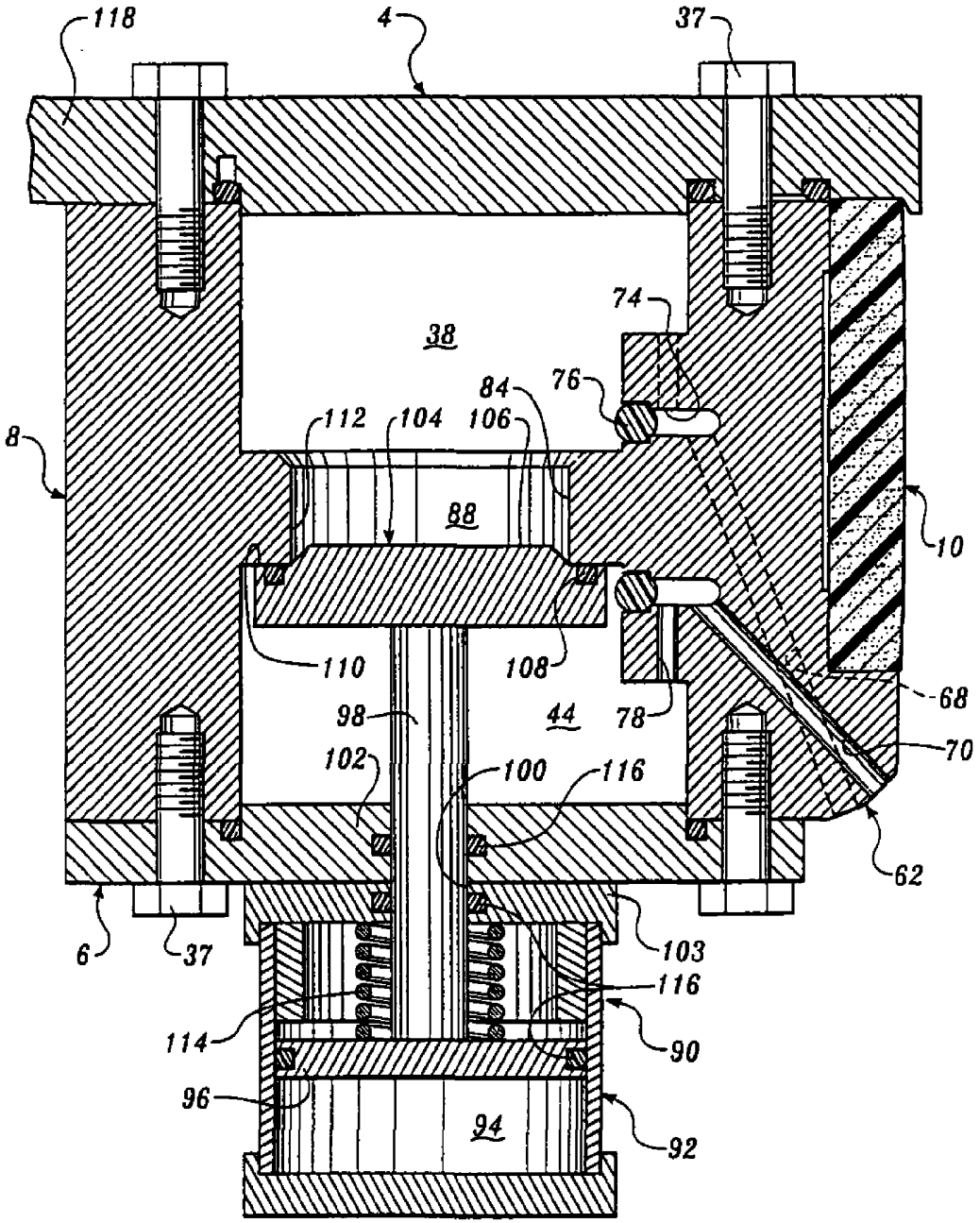

118
4
37
74
38
84
76
112
104
106
8
88
10
110
108
68
98
44
78
70
102
100
116
62
6
37
103
116
114
90
96
94
92

FIG. 8.

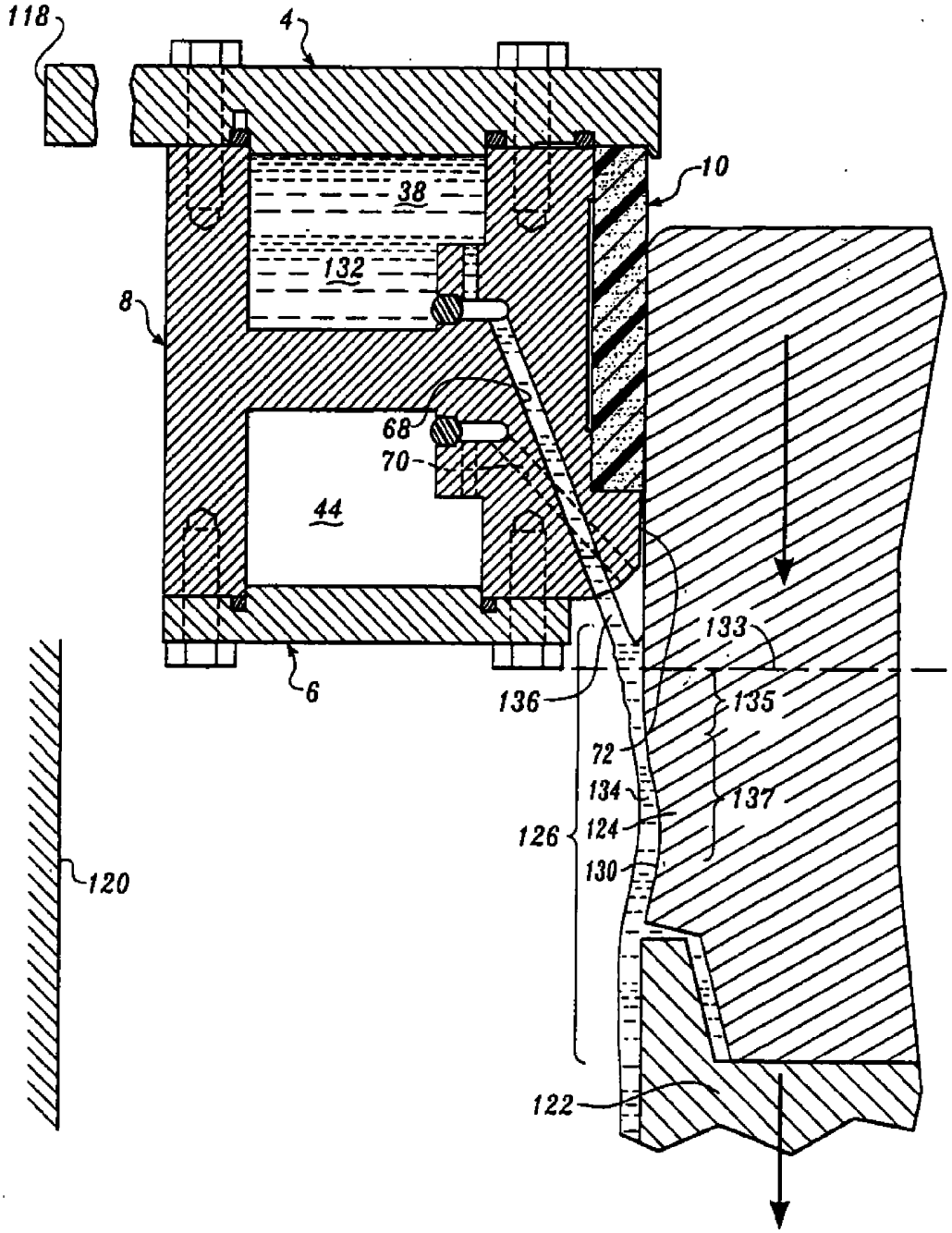

118
4
10
38
132
8
68
70
44
6
133
136
135
72
134
137
126
124
130
120
122

FIG. 9.

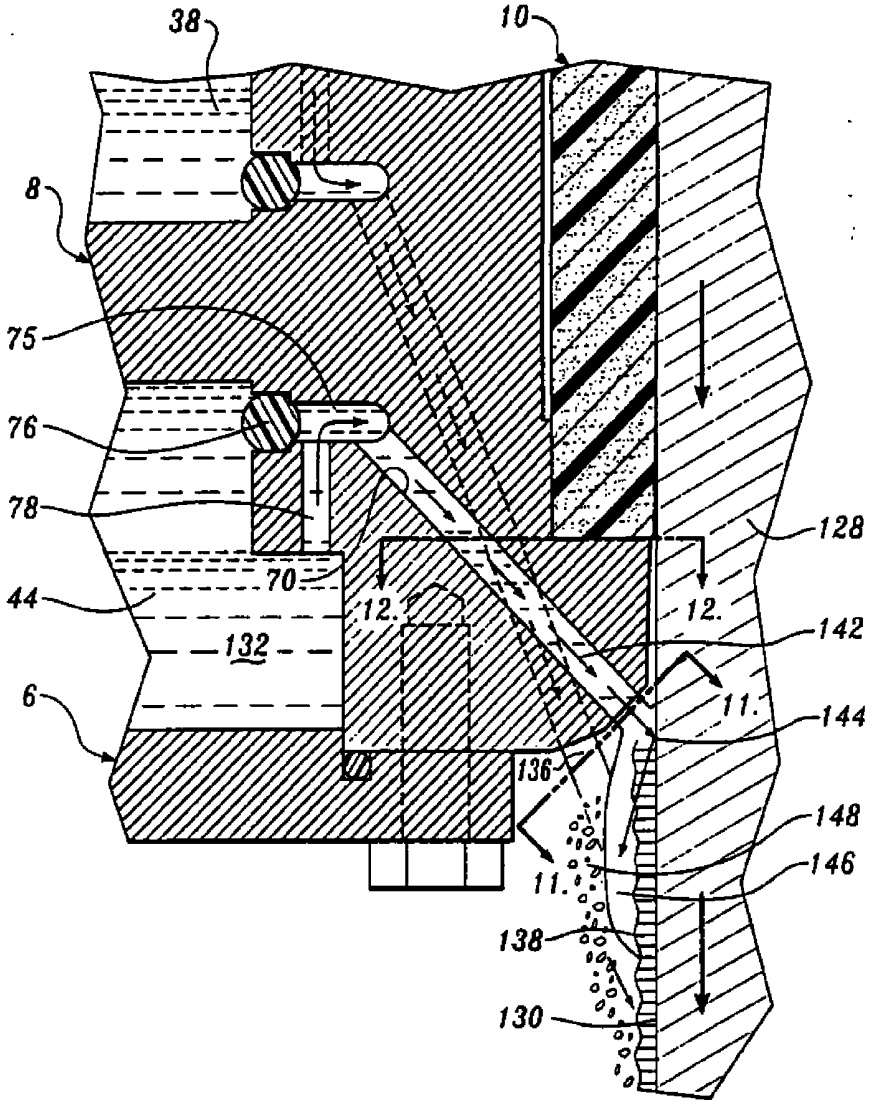

38
10
8
75
76
78
70
44
132
6
12.
12.
128
142
11.
144
136
148
11.
146
138
130

FIG. 10.

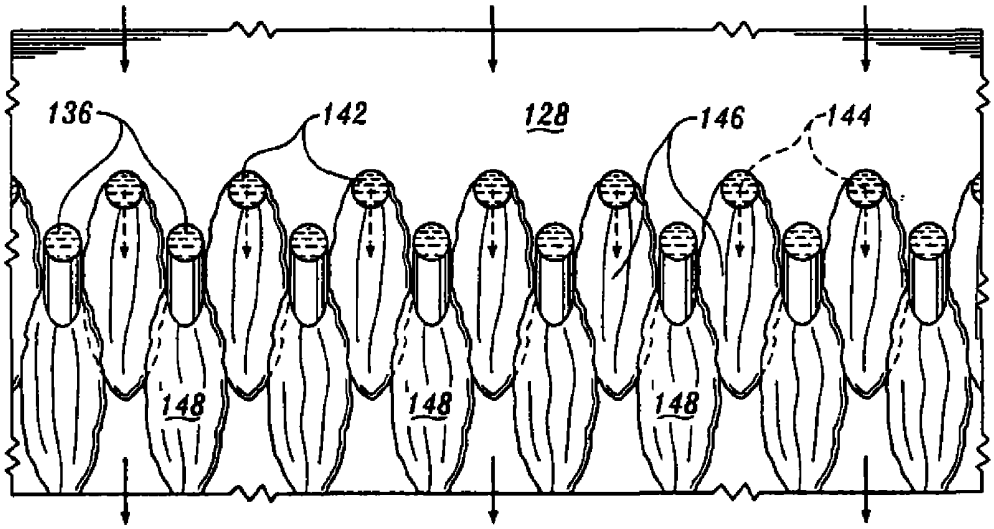

136
142
128
146
144
148
148
148

FIG. 11.

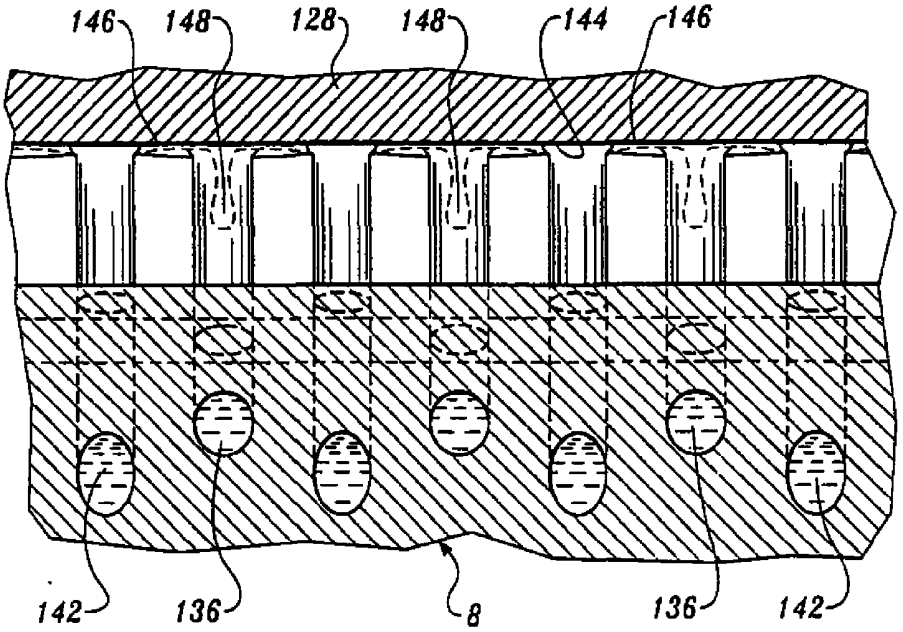

146
148
128
148
144
146
142
136
8
136
142

FIG. 12.

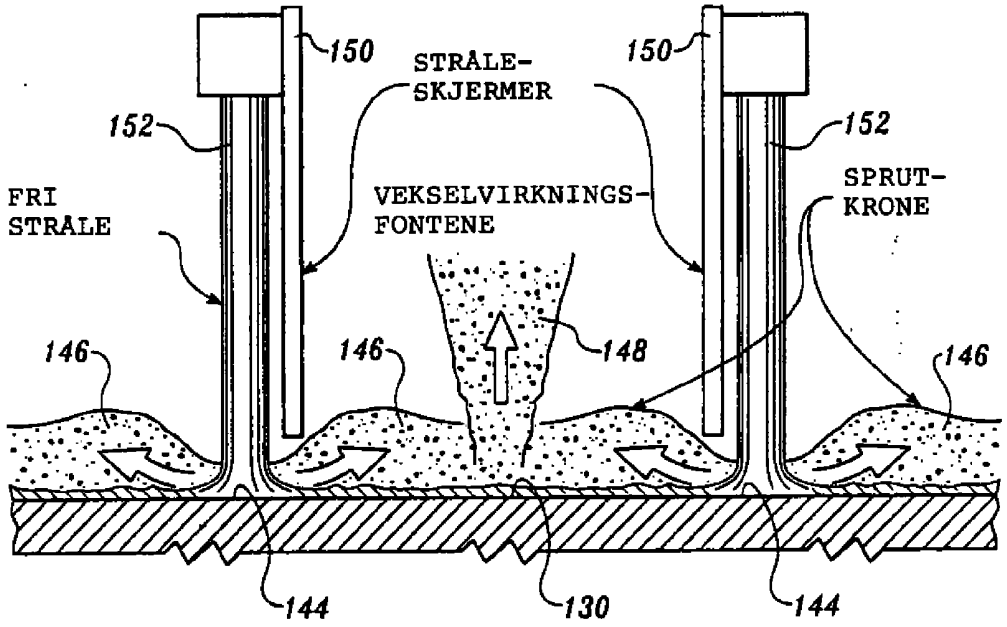


FIG. 13.

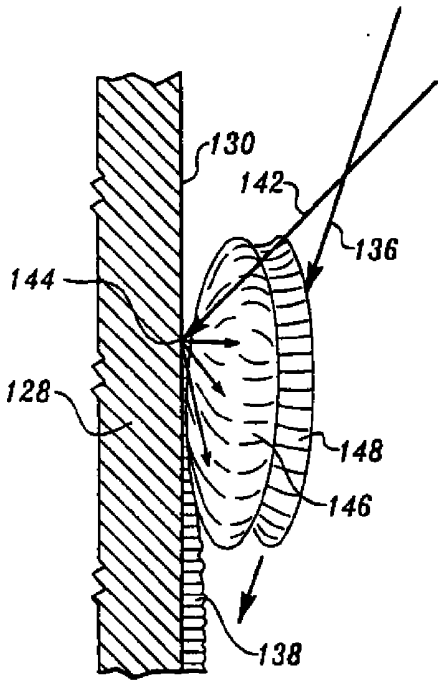


FIG. 14.

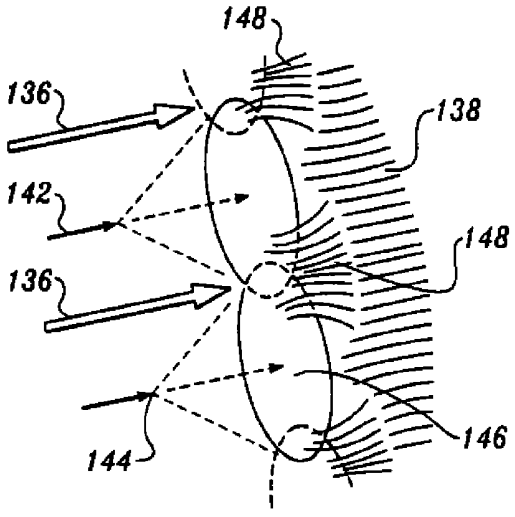


FIG. 15.