



Patentdirektoratet
TAASTRUP

(21) Patentansøgning nr.: 1038/88

(51) Int.Cl.5

B 29 C 47/28
B 29 C 47/06

(22) Indleveringsdag: 26 feb 1988

(24) Løbedag: 22 jun 1987

(41) Alm. tilgængelig: 26 feb 1988

(44) Fremlagt: 07 dec 1992

(86) International ansøgning nr.: PCT/US87/01417

(86) International indleveringsdag: 22 jun 1987

(85) Videreførelsesdag: 26 feb 1988

(30) Prioritet: 26 jun 1986 US 878701 17 jul 1986 US 886734 23 okt 1986 US 922198

(71) Ansøger: *General Electric Company; 1 River Road; Schenectady; New York 12305, US, *Graham Engineering Corporation; 1420 Sixth Avenue; P.O. Box 1104; York PA 17405, US

(72) Opfinder: Milton *Briggs; US, Eric Otto *Teutsch; US

(74) Fuldmægtig: Lehmann & Ree A/S

(54) Modulopbygget ekstruderhoved

(56) Fremdragne publikationer

EP off. g. skrift nr. 183905
DE off. g. skrift nr. 2345049

(57) Sammen drag:

1038-88

1038-88

Opfindelsen beskriver et modulopbygget ekstruderhoved, der omfatter et antal krydshovedmatricemoduler, som hver omfatter en strømningsbane til et enkelt harpiks. Smeltede harpikslag bringes til at strømme fra modulerne ud på en trindelt dorn og derefter langs dornen og ud af en ekstrudermatrice til dannelse af et flerlaget foremne. Lagene er tynde med en ensartet tykkelse og fri for huller. Modulerne er temperaturzoneopdelte for derved at give mulighed for at lade en harpiks med lav temperatur strømme langs dornen i berøring med en harpiks med høj temperatur uden egenskaberne ved harpiksen med den lave temperatur svækkes.

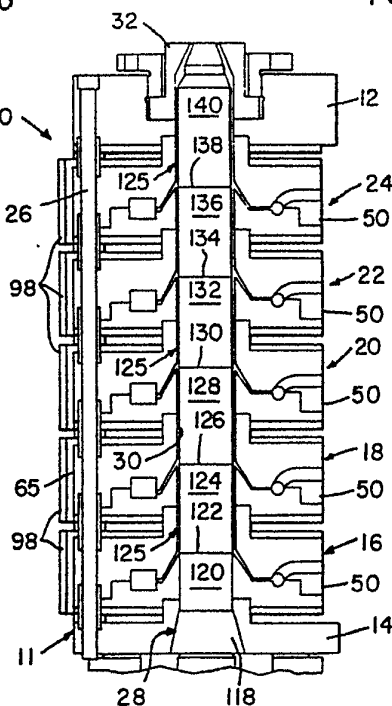


FIG. 1

Den foreliggende opfindelse angår harpiksekstrudering, og den den angår især ekstruderhoveder til ekstrudering af enkelt- og flerlagede harpiksforemner.

- 5 Almindeligt tilgængelige termoplastiske harpikser ekstruderes ved specifikke temperaturer for hver enkel harpiks. For at bevare harpiksens egenskaber skal flydetemperaturen under ekstrudering ligge inden for et forudbestemt temperaturområde for harpiksen. Harpiksens egenskaber nedbrydes, når harpiksen opvarmes væsentligt over sit flydeområde.
- 10 Kendte ekstruderhoveder er ude af stand til at danne et foremne, der har et lag af ikke-nedbrudt harpiks med lav flydetemperatur i umiddelbar nærhed af et lag af harpiks med høj flydetemperatur, da egenskaberne ved harpiksen med den lave flydetemperatur ville blive nedbrudt, hvis harpiksen blev opvarmet til flydetemperaturen for harpiksen ved høj flydetemperatur. Varme, der tilføres ekstruderhovedet af harpiksen med høj flydetemperatur, øger temperaturen i strømningsbanen for harpiksen med lav flydetemperatur og opvarmer denne harpiks tilstrækkeligt til at nedbryde dens egenskaber. Denne begrænsning ved
- 15 almindelige ekstruderhoveder har forhindret fremstillingen af foremner med tilstødende ikke nedbrudte lag af termoplastisk harpiks med høj og lav flydetemperatur og fremstillingen af blæsestøbte og andre typer genstande af sådanne foremner.
- 20 Foremner kan ekstruderes med et spærrelag af harpiks og bindelag af harpiks på begge sider af spærrelaget for fæstning af spærrelaget til de omgivne støttelag. Spærreharpiksen er betydeligt dyrere end støttelagsharpiksen, der f.eks. kan være polyolefiner eller polycarbonat. På grund af binde- og spærrelagenes pris har industrien forsøgt at reducere tykkelsen af disse lag. Succesfuld reduktion i lagtykkelsen kræver nøjagtig styring af ekstruderingsprocessen til sikring af, at hvert af de tynde lag har ensartet tykkelse og er kontinuere, hvilket vil sige, at de er uden huller. Huller i bindelaget hindrer den ønskede klæbning mellem spærrelaget og det tilstødende strukturlag. Huller i spærrelaget ødelægger spærreegenskaberne i produktet, der er dannet af foremnet.
- 25 Ekstrudering af disse meget tynde lag er gjort svær af nødvendigheden for at eliminere flydesøm og hindre varmenedbrydning af harpikser med lav flydetemperatur, mens disse er i ekstruderhovedet.
- 30
- 35

Sammensatte ekstruderhoveder modtager opvarmet, blødgjort og plastificeret harpiks fra individuelle ekstrudere gennem indløbsporte, harpiksen strømmer rundt om dornen og derefter på dornen gennem en ringformet munding. Efterfølgende lag strømmer på dornen. Et flerlaget foremne
5 ekstruderes ud af en ekstrudermatrices munding. Matricen kan moduleres til variering af foremnets tykkelse, hvilket kræves, for at sikre at det blæsestøbte produkt har en ensartet vægtykkelse i forhold til blæseforholdene.

10 Almindelige sammensatte ekstruderhoveder indeholder afgrænsede strømningsbaner til hver harpiks, der er samlet i et hoved. Hver enkel strømningsbanes position i hovedet er fast og kan ikke ændres. Hovederne er ikke modulopbyggede. Hver strømningsbane skal anvendes ved sin påtænkte placering inden i hovedet. Foremnelagene i almindelige sammensatte
15 ekstruderhoveder strømmer på cylindriske dorne med konstant diameter.

I krydshovedekstrudermatricer er det almindeligt, at harpiksen først strømmer rundt om dornen og ind i et ligevægtskammer, der er anbragt i afstand fra dornen. Harpiks strømmer fra dette kammer langs en generelt
20 konisk distributionspassage til en munding, der er placeret aksialt nedtrøms for kammeret og åbningen, ind i en ekstruderkanal ved dornen. Strømningstværsnitsarealet i distributionspassagen aftager fra kammeret til mundingen, hvorved modstanden mod harpiksstrømningen vokser, og uønsket stigning i harpiksens temperatur forekommer.

25 EP-patentansøgning nr. 0.183.905 danner basis for den indledende del af krav 1. Patentansøgningen beskriver et ekstruderhoved til samekstrudering af flere termoplastiske lag og består af flere plader, hvor hver plade omfatter en langsgående rørføring, et ringformet halvåbent
30 fordelingskammer, en halvåben kanal, et fremspring og en spejlvendt reces. De plader, der ligger mellem den første og den sidste plade, er forsynet med et andet halvåbent kammer og en anden halvåben kanal, som, ved sammenkobling med et foregående eller et følgende halvåbent kammer og en halvåben kanal, danner henholdsvis et kammer og en kanal,
35 som strækker sig rundt i en ring over hele pladen.

DE fremlæggelsesskrift nr. 2.345.049 beskriver en dyse til ekstrudering af plademateriale, som indeholder termisk isolerende lag gennem adskilte gennemstrømningsåbninger i ekstruderingsdysen.

Ekstruderhovedet ifølge opfindelsen er modulopbygget med et antal ens krydshovedmatricemoduler, der er stablet sammen og indespærret mellem to spændplader. Hvert matricemodul har en central udboring med fast diameter. En trindelt dorn, der er monteret på en plade, forløber gennem udboringerne og har radiale indadrettede trin, som er placeret ved matricenmodulmundingerne. Trinnene øger ekstruderkanalens strømningsareal mellem dornen og udboringen for at give plads til harpiks, der strømmer ind i kanalen.

Matricemodulets modulopbygning giver mulighed for at anvende individuelle moduler til at frembringe et ekstruderhoved til dannelse af et enlaget eller flerlaget foremne med det antal lag, der ønskes. Strømningsbanerne i modulerne kan være forskellige for at imødekomme strømning af forskellige typer eller produktioner af harpiks. Rækkefølgen af de individuelle moduler kan ændres uden modifikation af modulerne, ligeledes kan antallet af moduler ændres.

Modulerne er adskilt fra hinanden med ringformede luftrum. Disse rum forhindrer varme fra et modul, hvori der strømmer harpiks med høj temperatur, i at øge temperaturen i et tilstødende modul, hvori der strømmer harpiks med en lav temperatur. På denne måde strømmer harpikser med lav temperatur, typisk spærre- og bindeharpikser på dornen ved deres lave optimale flydetemperatur uden temperaturnedbrydning. Varmere på den ydre omkreds af modulerne tilfører varme til modulerne under opstart. I en udførelsesform letter kobberhylstre på modulernes ydersider varmestrømningen til og fra modulstrømningsbanerne. I en anden udførelsesform isolerer isolerende skiver i midten af luftrumene termisk modulerne.

Strømningsbanen inden i hvert modul omfatter en konisk distributionspassage, der forløber fra et ligevægtskammer til den ringformede munding i modulet ved dornen med et ensartet strømningstværsnit langs dens længde, idet passagen forløber nedstøms og radiale indad mod mundingen. Det ensartede strømningstværsnit hjælper til med at bevare harpiksstrømningen langs banen ved den ønskede strømningstemperatur, indtil den når ekstruderkanalen.

Strømningsbanen i hvert modul er kompakt med en høj gennemløbshastighed, således at opholdstiden reduceres og harpiksnedbrydning undgås.

Skift fra et harpiksmateriale til et andet kan gøres uden adskillelse af modulerne eller rensning med specielle rensningskomponenter.

5 Hvert modul kan være tilvejebragt med sit eget temperaturstyringsystem, der tager hensyn til zoneinddeling og variation inden i modulet i overensstemmelse med hvert harpikslags behov.

10 Harpikslagene, der strømmer ind i ekstruderkanalen, kommer i kontakt med andre harpikslag i kanalen og danner et bevægende mellemprodukt. Den store hastighed, hvormed mellemproduktet strømmer gennem kanalen og ud af ekstruderhovedets munding og harpikslagene isolerende egenskaber opretholder temperaturgradienter på tværs af berøringsfladerne mellem lagene, indtil lagene ekstruderes. Lag med lav temperatur opvarmes og nedbrydes ikke ved berøring med til stødende lag med høj
15 temperatur.

Mellemproduktet ekstruderes fra hovedet som et foremne. I tilfælde af, at foremnet føres til en blæsestøbningsmaskine, afkøles foremnet efter blæsestøbning til dannelse af en genstand. I rørproduktionen afkøles
20 foremnet i en væske. I filmfremstillingen ekspanderes foremnet med luft og afkøles. I arkfremstillingen opskæres og afkøles foremnet, idet det ledes gennem afkølede valser.

25 Det sammensatte ekstruderhoveds modulkonstruktion giver en reduceret aksial længde i forhold til almindelige hoveder og høje strømningshastigheder således, at harpiksens opholdstid inden i hovedet reduceres og risikoen for harpiksnedbrydning minimeres.

30 Trækkene ved det beskrevne ekstruderhoved tillader ekstrudering af foremner med tynde lag af ikke nedbrudt harpiks, særligt dyre binde- og spærreharpikser med ensartet cylindrisk og kontinuer eller hulfri tykkelse. Tykkelsen af disse lag i et fremkommet blæsestøbt produkt afhænger af ekstrudermatrixens modulation og af blæseforholdet. I nogle tilfælde kan en blæsestøbt genstand, der er dannet ud fra et flerlaget
35 foremne, som er ekstruderet fra det beskrevne hoved, have et spærrelag med en tykkelse på 0,025 mm (0,001 inch) og omgivende kontinuer binde- lag med en tykkelse på 0,013 m (0,0005 inch).

Opfindelsen angår således et ekstruderhoved for termoplastisk harpiks, hvilket ekstruderhoved omfatter et legeme med en langstrakt udboring, en ydre omkreds, der omgiver udboringen, en ekstrudermatrice ved udboringens ene ende, en dorn, der er monteret på legemet, og som strækker sig frit i udboringen for derved at danne en ringformet ekstruderkanal, der løber langs udboringen til ekstrudermatricen, et antal individuelle krydshovedmatricer, der er anbragt i afstand fra hinanden langs kanalen, hvilke krydshovedmatricer hver har et harpiksindløb på legemets omkreds, en ringformet munding, der strækker sig rundt om udboringen, og som er åben ind mod kanalen, og en strømningspassage, der forbinder indløbet og munden, og som omfatter en omkredsede del, der omgiver udboringen, og som er forbundet med munden, således at harpiks, der tilføres til indløbet, strømmer gennem passagen ud af munden og langs ekstruderkanalen i et ringformet lag, særpræget ved, at det endvidere omfatter en radiale smal hals, der adskiller nærliggende krydshovedmatricer, hvor den indvendige overflade af hver hals udgør en del af udboringen, og hvor den udvendige overflade af halsen er anbragt radiale indvendigt i forhold til legemets omkreds, og et ringformet luftrum mellem de nærliggende krydshovedmatricer, og som strækker sig rundt om halsen og udefter fra halsen til legemets omkreds.

Opfindelsen er primært anvendelig til ekstrudering af et foremne til anvendelse i blæsestøbte genstande typisk væske- og fødevarerholdere. Opfindelsen er også anvendelig i fabrikationen af rør, film, ark og sprøjtstøbte genstande.

Opfindelsen skal i det følgende forklares nærmere under henvisning til tegningen, hvor:

- 30
- fig. 1 er et snitbillede, der illustrerer et første eksempel på et femlags modulsammensat ekstruderhoved ifølge opfindelsen,
- fig. 2 er et forstørret billede af fig. 1 delvist gennembrudt,
- fig. 3 er et snitbillede taget langs linien 3-3 i fig. 2,
- 35 fig. 4a er et repræsentativt delvist tværsnitsbillede, der illustrerer harpiksstrømningen ind i og langs hovedets ekstruderingskanal,
- fig. 4b, 4c, 4d, 4e og 4f er forstørrede billeder af delene i fig. 4a,
- fig. 5 er et forstørret, delvist snitbillede af mellemproduktet i

- figurerne 4b-4f,
- fig. 6 er et skematisk billede, der viser geometrien af en del af en modulstrømningsbane,
- 5 fig. 7 er et snitbillede af en anden udførelsesform af ekstruderhovedet, der er ens med hovedet i figurerne 1-3,
- fig. 8 er et billede set fra oven af et adskilt modul ifølge en anden udførelsesform,
- fig. 9 er et snitbillede, der illustrerer en del af strømningsbanen i en modulplade i hovedet i fig. 8, og
- 10 fig. 10 er et delvist brudt snitbillede af et andet eksempel på et ekstruderhoved ifølge opfindelsen.

Et modulopbygget, sammensat ekstruderhoved 10 er illustreret i figurerne 1-6. Hovedet 10's krop 11 omfatter spændplader 12 og 14 og et antal 15 ens krydshovedmatricemoduler 16, 18, 20, 22 og 24, der er fastspændt mellem pladerne 12 og 14 med et antal matricebolte 26, hvoraf kun én er illustreret i fig. 1. En trindelt tilspidset cylindrisk dorn 28 er monteret i modstrømsspændpladen 14 og forløber nedstrøms gennem en cylindrisk udboring 30, der forløber gennem modulerne 16, 18, 20, 22 20 og 24 og pladen 12 til en ekstrudermatrice 32, som er monteret på pladen 12.

Matricen 32 er konstrueret på almindelig måde og omfatter en matricebøsning 34, der afgrænser udboringen 30's ende og en matricetap 36, 25 der er monteret i en udboring i enden af en spindel 38, som er monteret i dornen 28. En blæsepassage 40 forløber gennem spindelens 38 og matricetappen 36. Under hovedet 10's drift er udboringen 40 forbundet med en gasforsyning, hvorfra gas strømmer gennem matricetappen og ind i det ekstruderede foremnes indre for at hindre sammenbrud af foremnet. 30 En ringformet samlingsreces 42 er tilvejebragt i ekstrudermatricen 32 modstrøms munden 43 mellem bøsningen, dornens ende og matricetappen.

De fem modulaggregater 16, 18, 20, 22 og 24 danner hver en strømningsbane for opvarmet, blødgjort og plastificeret termoplastisk harpiks, 35 der danner et lag af foremnet, som ekstruderes fra hovedet. Hvert modul omfatter nedstrøms- og modstrømsmodulplader 44 og 46, der har en generelt cylindrisk ydre omkredsflade 48 med undtagelse af en flade 50 på den ene side af modulet. Som vist i fig. 1 og 2, kan alle fladerne 50 stå på linie på den ene side af hovedet. Strømningsbanen i hvert modul

forløber fra indløbsporten 52 på fladen 50 gennem indvendige passager i modulet til en 360⁰ munding 54, der er placeret ved den del af ud-boringen 30, som forløber gennem modulet. Indløbene 52 er forbundet til individuelle ekstrudere af skruetypen, der bringer opvarmet, blødgjort og plastificeret termoplastisk harpiks til at strømme til modu-
5 lerne med passende individuelle strømningstemperaturer og -tryk til dannelse af det flerlagede foremne.

Nedstrøms modulpladen 44 omfatter en flad flade 56, der vender ned-
10 strøms, og en cylindrisk hals 58 med en lille diameter, der er koncentrisk med akse gennem dornen, og som rager op over fladen 56. Modstrømsmodulpladen 46 omfatter en flad flade 60, der vender modstrøms, og en cylindrisk reces 62 med en lille diameter, der omslutter og er koncentrisk med akse gennem dornen.

15 Modulpladerne 44 og 46 er fortrinsvis fremstillet i stål. Kobberpladerne 59 og 61 er fastgjort til pladefladerne 56 og 60. En delvist cylindrisk kobberplade er fastgjort til modulets ydre cylindriske flade 48. En plade 63 forløber rundt om modulet væk fra fladen 50, som illustreret i fig. 3. Pladerne 59, 61 og 63 danner et kobberhylster, der omslutter modulets ydre overflader.

25 Modstrømsspændpladen 14 er tilvejebragt med en smal cylindrisk hals 64, der er koncentrisk med akse gennem dornen og har en tæt pasning indeni modulet 16's reces 62. Begge halse 58 og 64 er anbragt umiddelbart ved passagen 30 radialt indvendigt for kroppen 11's ydre omkreds. Som vist i fig. 2, er halsen 64's længde større end recessen 62's dybde, så der dannes et ringformet luftrum 67 mellem kobberpladen 61 og pladen 14's flade 66.

30 Tilstødende moduler er stillet på linie koaksialt med dornen 28 med halsen 58 af hver modulplade 44 anbragt indeni recessen 62 i den næste nedstrømsmodulplade 46, som illustreret. Halsene er længere end dybderne i recesserne, så der dannes ringformede luftrum 68 mellem tilstødende moduler. Halsen 58 på nedstrømsmodulet 24's plade 44 er sat ind i nedstrømsspændpladen 12's cylindriske reces 70, så der dannes et ringformet luftrum 72 mellem modulpladen 59 og kobberpladen 74, der ligger an mod pladen 12. Alle luftrumene omslutter halsene og forløber radialt udad til kropsomkredsen 65.

Hver modstrømsplade 46 omfatter en tyk skive 76 mellem væggene 60 og 78, hvilken skive forløber vinkelret i forhold til akse gennem dornen, og en nedstrømsragende konisk del 80, der har en indvendig cylindrisk flade, som udgør en del af udboringen 30, og en udvendig flade, der ligger på en keglestub. Skiven 76's ydre omkreds afgrænses af et
5 cylindrisk trin 82 og en udvendig flange 84.

Hver modstrømsmodulplade 34 omfatter en tyk skive 86 med en hals 58, der forløber nedstrøms fra skiven, og en indvendig flade på skiven, der omfatter en cylindrisk del, som udgør en del af udboringen 30 ved
10 halsen 58, og en flade på keglestubben er anbragt i afstand fra den koniske flade på pladen 46's del 80. En cylindrisk reces 88 er dannet på skiven 86's modstrømsflade, således at skiven 76, når pladerne er monteret sammen, forløber ind i eller ligger an i recessen 88 i skiven
15 86. De to plader fastholdes koaksialt i forhold til akse gennem dornen og flangen 84 flugter med skiven 86's ydre flade, som illustreret. En strømstyringsindsats 90 er indespærret i recesser i skiverne 76 og 86 modsat indløbet 52. Indsatsen forløber på tværs af berøringsfladen mellem de to plader, som generelt illustreret i fig. 2.

20 Matricebolte 26 holder de anliggende moduler sammen i hovedet aksial på linie med akse gennem dornen. Disse bolte forløber gennem passende linieføringsbøsninger 92 og afstands-bøsninger 94, som illustreret i fig. 2.

25 Ved hvert modul er en omkredsende, elektrisk modstandsvarmer 98 fastgjort til yderfladen af en ledende plade 63 og forløber rundt om modulet mellem fladen 50's ender. Under opstart letter indhylningsfladen 69 varmestrømningen fra varmeren 98 til strømningsbanen i modulet. Den
30 letter også bortledning af overskydende varme fra modulet ved konvektionsafkøling i luftrummen. Overskydende varme kommer af tryktab, idet harpiksen strømmer gennem modulet.

35 Strømningsbanen til harpiks gennem hvert modul omfatter en indløbspassage 102 i pladen 44, der løber fra indløbet 52 til en cirkulær første distributionskanal 104, som i det væsentlige forløber rundt om akse 106 gennem dornen, og udboringen 30. Som illustreret i fig. 2, er den første distributionskanal 104 dannet i de tilstødende flader af modulpladerne 44 og 46, og den er cirkulær i et radiale snit vinkelret

væk fra indsatsen 90. Et cirkulært ligevægts- eller dekompressionskammer 108, der er koncentrisk med akse 106, er dannet i pladen 46 ved den koniske del 80's grundflade. Kanalen 104 er tangent til kammeret 108 ved et punkt, der ligger 180° fra indløbet 52. Den ekscentriske første distributionskanal 104 er anbragt i afstand fra kammeret 108 ved indløbspassagen 102, som vist i fig. 3. Indsatsen 90 er sat ind i recesserne i de to plader 44 og 46 ved en placering modsat indløbspassagen 102 og omfatter konkave, ens krummende vægge 110, der forløber på tværs af kanalen 104 for gradvist at mindske det radiale tværsnitsareal i den første distributionskanal begyndende 30° til begge sider for 180° -stillingen. Indsatsen lukker fuldstændig kanalen 104 ved spidsen 112, der er defineret ved væggenes skæringer, og som er placeret ved 180° -stillingen.

Den første distributionskanal og ligevægtskammeret er i forbindelse via en smal omkredsende portpassage 114. Den radiale længde af portpassagen 114, som måles fra akse 106, aftager jævnt til begge sider for indløbspassagen 102 fra et maksimum ved indløbspassagen til et minimum på 0 ved tangentpunktet 180° fra indløbspassagen. Hvis kravet, kan en ringformet væsketæt pakning anbringes i berøringsfladen mellem pladerne 44 og 46 udvendigt for den første distributionskanal. Pakningen kan påkræves for at hindre harpiks i at sive radiale ud langs berøringsfladen.

Pladerne 44 og 46's indvendige og udvendige koniske overflader danner en konisk distributionspassage 116, der forbinder ligevægtskammeret 108 og munden 54. Passagen forløber nedstrøms og radiale indad fra kammeret 108 til munden 54 ved udboringen 30, hvilken munding har mindre diameter.

Bredden af passagen 116 tiltager fra kammeret 108 til munden 54, således at tværsnitsarealet af passagen vinkelret på harpiksens strømningsretning gennem passagen er ensartet til trods for formindskelsen af passagens radius fra kammeret til munden. Væggene, der danner passagen, ligger fortrinsvis på koniske flader. For at sikre et ensartet strømningstværsnit langs længden af passagen 116, er det nødvendigt at halvvinklen af keglen, der danner den indvendige flade, er større end halvvinklen af keglen, der danner yderfladen.

Forholdet mellem de to koniske halvvinkler, der kræves for at sikre det ensartede strømningstværsnitsareal langs passagen, kan forstås ved henvisning til fig. 6, hvor de radiale afstande (R) måles ud fra akse 106 gennem dornen ved niveauerne C_1 og C_2 , der er adskilt fra hinanden med en afstand C langs akse 106. Arealet af ringen mellem væggene i passagen 116 ved niveau C_1 , en kort afstand nedstrøms for kammeret 108, er:

$$\text{areal}_1 = (\pi) (R_4 - R_3)(R_4 + R_3)$$

hvor R_3 er ringens indvendige radius, R_4 er ringens udvendige radius og π er forholdet mellem omkredsen af en cirkel og dens diameter.

Arealet af ringen ved nedstrømsstillingen C_2 er:

$$\text{areal}_2 = (\pi) (R_2 - R_1)(R_2 + R_1)$$

hvor R_2 er ringens udvendige radius og R_1 er udboringen 30's radius.

Vinklen D er den halve vinkel af keglen ved passagen 116's inderflade, og vinklen E er den halve vinkel af keglen ved passagens yderflade. Hvis den aksiale afstand C, den ene kegles halve vinkel, den ene rings ønskede radier og en af den anden rings radier er kendt, kan den resterende halve vinkel og radius udregnes ved anvendelse af arealformlerne og formlerne for vinklerne D og E's tangenter:

$$\text{Tan } D = \frac{R_3 - R_1}{C}; \quad \text{og} \quad \text{Tan } E = \frac{R_4 - R_2}{C}$$

De to ringe ved C_1 og C_2 ligger i planer vinkelret på akse 106 og er ikke vinkelrette på harpiksen's strømningens retning gennem passagen 116. Passagen 116's strømningstværsnitsarealer ved positionerne C_1 og C_2 er direkte proportional med ringenes arealer, således at passagen har et ensartet strømningstværsnitsareal, når arealet ved C_1 er lig med arealet ved C_2 .

I hovedet 10 er den koniske halve vinkel D for passagen 116's indvendige flade 30° og den mindre halve vinkel E for passagens udvendige flade, der kræves for at tilvejebringe det konstante strømningstværsnitsareal er $27^\circ 16'$.

Den trindelte dorn 28 omfatter et konusformet hoved 118, der sikrer korrekt aksial orientering ved montering af dornen i en modstrøms spændpladen 14 i forhold til krydshovedmatricemodulerne, nedstrøms-spændpladen 12 og ekstrudermatricen 32. Dornens udvendige flade nedstrøms for hovedet 118 omfatter et første cylindrisk stykke 120 med en radius, der er lig med udboringen 30's radius og en tæt pasning i udboringen i modul 16's plade 46. Et radiale indadrettet trin 122, der er placeret på tværs fra modulet 16's munding 54 forbinder overfladen 120's nedstrømsende med den cylindriske overflade 124 med formindsket radius. Den cylindriske overflade 124's diameter er mindre end overfladen 30's diameter til dannelse af modstrømsenden af en cylindrisk ekstruderkanal 125, der strækker sig nedstrøms mod matricen 32. På tværs fra modulet 18's munding 54 forbinder et radiale indadrettet trin 126, overfladen 124's nedstrømsende med modstrømsenden af en cylindrisk flade 128 med en mindre diameter. Den cylindriske overflade 128 strækker sig fra trinnet 126 til trinnet 130, der går på tværs fra modulet 20's munding. En cylindrisk overflade 132 med en formindsket diameter strækker sig fra trinnet 130 til trinnet 134, der går på tværs fra modulet 22's munding. Den cylindriske overflade 136 med formindsket diameter strækker sig fra trinnet 134 til trinnet 138, der går på tværs fra modulet 24's munding. En sidste overflade 140 med formindsket diameter strækker sig fra trinnet 138 til dornens ende i ekstrudermatricen 32. Trinnene og overfladerne er illustreret bedst i tegningens fig. 1 og 2. Alle trinnene går glat over i de tilstødende overflader for at undgå skarpe hjørner eller skotrender og ligger på koniske overflader med 30° halvvinkler. Ekstruderkanalen 125 strækker sig langs længden af dornen og øger i bredde ved hvert trin.

De ringformede luftrum 67, 68 og 72 er åbne ved hovedet 10's ydre omkreds og strækker sig radiale indad til de respektive halse 58 og 64. Luftrumene strækker sig radiale indad forbi indløbspassagerne 102, de første distributionskanaler 104 og indløbspassagerne 114. Den inderste del i hvert luftrum, som udgøres af halsene, er anbragt tilnærmelsesvist i den samme radiale afstand fra akse 106 gennem dornen som ligevægtskamrene 108. Kobberhylstrene 69 strækker sig langs recessernes fulde radiale dybde.

Det modulsammensatte ekstruderhoved 10 ekstruderer et cylindrisk for-

emne med fem kontinuere omkredsede harpikslag med forskellig eller samme tykkelse, som kræves ved den særlige anvendelse. Lagene kan være dannet af termoplastiske harpikser med forskellige egenskaber og optimale arbejds- eller strømningstemperaturer, som kræves. En ekstruderer til hvert harpiks, der danner et lag i foremnet, er forbundet til indløbet 52 i hvert modul i hovedet og indstillet til at tilføre en strøm af harpiks til modulet ved den optimale strømningstemperatur for harpiksen og ved et passende tryk. Under opstart opvarmer varmerne 98 deres respektive moduler til flydetemperaturerne for harpikserne, der strømmer gennem modulerne.

Den opvarmede og trykregulerede plastic fra ekstruderen strømmer gennem indløbspassagen 102 og ind i begge grene i den første distributionskanal 104. Den smalle portpassage 114 tillader øget strømning af plastic gennem indløbet og ind i ligevægtskammeret 108, idet plastic'en strømmer omkredsede rundt om begge grene i den første distributionskanal 104 og trykket er reduceret. Indsatsfladerne 110 mindsker det radiale tværsnitsareal i den første distributionskanal til 0 ved 180⁰-stillingen og dirigerer strømmen af plastic indad mod ligevægtskammeret 108. Reduktionen i portpassagens længde væk fra indløbet 114 og reduktionen af tværsnitsarealet i den første distributionskanal ved indsatsvæggene 110 tilvejebringer sammen en omkredsede, ensartet, radiale indadrettet strømning af plastic gennem portpassagen og ind i det cylindriske ligevægts- eller dekompressionskammer 108. Harpiksen i kanalen 104 hvirvler eller stagnerer ikke, og den varmenedbrydes ikke.

Strømningstværsnitsarealet i kammeret 108 er større end det i indløbspassagen 114 for at sikre, at enhver trykgradient i harpiksen i kammeret ækvilibreres. Ækvilibrationen sikrer, at harpiksen i den koniske distributionspassage 116 befinder sig ved et ensartet tryk, idet den strømmer mod munden 54. Enderne af den forgrenede strømning langs kanalen 104 flyder sammen uden et flydesøm.

Den styrede temperatur i harpiksen, der strømmer gennem modulet, tillader dannelsen af et ensartet kontinuerligt lag af harpiks på dornen og i det fremkomne ekstruderede foremne. Det konstante strømningstværsnitsareal i den koniske distributionspassage 116 giver en volumetrisk ensartet strømning af harpiks til munden uden stigning eller fald i harpiksens temperatur som følge af en reduktion eller forøgelse af

passagens tværsnitsareal. Temperaturen i harpiksen mellem ligevægtskammeret og modulmunden er uafhængig af banens geometri og hastigheden, ved hvilken harpiksen strømmer gennem banen, når der ses bort fra friktion, hvorved temperaturstyringen af modulet forbedres og strømmingen på dornen lettes.

Temperaturerne og trykkene i harpiksene, der strømmer gennem matricehovedmodulerne og på dornen styres omhyggeligt. Trykket, ved hvilket hver harpiks strømmer på dornen, styres ved indstilling af driften af ekstruderen til modulet. Temperaturen af harpiksen, der strømmer på dornen, styres ved anvendelse af varmere i ekstruderen og også ved at tilføre varme, som kræves til modulet med varmeren 98. Kobberhylstrene 69 leder hurtigt varmen indad fra varmerne til harpiksstrømningsbanerne mellem pladerne 44 og 46. Overskudsvarme ledes bort ved konvektionskøling i luftrummen. Luftrummen forhindrer også varme i ét modul fra at nedbryde harpiks i et nærliggende modul. Luftcirkulation i luftrummen leder varmen bort.

Harpiks strømmer langs passagen 116 i modulet 16 forbi munden 54 og trinnet 122 og fortsætter nedstrøms i en enkeltlaget cylindrisk strømning langs ekstruderkanalen 125. Strømningstværsnitsarealet af denne del af kanalen kan være det samme som strømningstværsnitsarealet af den koniske distributionspassage 116 i modulet 16. Ved munden 54 i modulet 18 strømmer harpiksen, der strømmer fra modulpassagen 116 på overfladen af den smeltede harpiks fra modulet 16, som allerede strømmer langs kanalen 125. Ved denne munding 54 mindsker trinnet 126 dornens diameter, så strømningstværsnitsarealet i kanalen øges for at optage det nye harpikslag. Mindskelsen af overfladen 128's diameter kan være en smule større end tykkelsen af strømningspassagen ved overfladen 124 for at sikre den korrekte forøgelse af strømningsarealet.

Harpikslaget fra modulerne 20, 22 og 24 strømmer på dornen på samme måde, efterhånden som harpikslagene, der allerede er på dornen, bevæges radialt indad ved trinnene ved hver modulmunding. Nedstrøms for trinnet 138 har ekstruderkanalen en maksimumsbredde og den omkranser et harpikslegeme, der omfatter fem diskrete og kontinuerlige cylindriske lag.

Harpikslagene i mellemproduktet 152, der udfylder den trindelte ekstru-

derkanal 125, bevæger sig laminært nedstrøms langs kanalen, selv om hastigheden, ved hvilken harpiksen strømmer langs kanalen, kan variere mellem hosliggende modulmundinger 54 afhængigt af de relative tryk, ved hvilke harpiksene strømmer ind i kanalen. Laminær strømning hjælper til med at opretholde kontinuiteten af de individuelle harpikslag, så at lagene i det fremkomne foremne er kontinuere eller fri for huller, selv når de individuelle lag er meget tynde.

De åbne ringformede luftrum 67, 68 og 72 tillader hvert modul at blive inddelt i zoner eller holdt ved en strømningstemperatur, der er passende for den særlige harpiks, som strømmer gennem modulet uafhængigt af temperaturen i nærliggende moduler. I det tilfælde et modul med en høj temperatur er i umiddelbar nærhed af et modul med lav temperatur, tillader luftrummet mellem de to moduler, at varme ledes bort fra modulet med høj temperatur ved konvektionskøling, uden at temperaturen i det nærliggende modul med lav temperatur stiger. Luftrummenes radiale dybde letter zoneopdelingen og varmebortledelsen.

Under hovedet 10's drift tilfører hvert modul 16, 18, 20, 22 og 24 et kontinuert cylindrisk lag af harpiks til den trindelte cylindriske ekstruderkanal 125, der befinder sig mellem dornen 28's trindelte overflade og den cylindriske udboring 30. Dannelsen af dette flerlagede mellemprodukt forstås bedst under henvisning til figurerne 2 og 4.

Harpiksen tilføres modulet 16 ved en styret strømningstemperatur og et styret indløbstryk og passerer gennem den koniske distributionspassage 116 forbi munden 54 og ind i ekstruderkanalen 125's modstrømsende ved trinnet 122 til dannelse af et cylindrisk inderlag 142 af harpiks på dornen. Inderharpikslaget 142 bevæger sig nedstrøms langs dornen, indtil det når trinnet 126 modsat munden 54 i modulet 18. Harpiks ved en styret strømningstemperatur og et styret tryk strømmer fra modulet 18's munding ind i kanalen 125 og på inderlaget af harpiks som illustreret i fig. 4a til dannelse af et andet cylindrisk lag 144 af smeltet harpiks på dornen, hvilket andet lag ligger hen over inderlaget 142 af harpiks. Trinnet 126 er placeret modsat modulet 18's munding 54 for at tilvejebringe tilstrækkelig plads for inderlaget 142, som skal bevæges radially indad på dornen, idet det andet lag 144 strømmer på dornen. Harpikslagene, der strømmer fra modulerne 20, 22 og 24

med uafhængige sæt strømningstemperaturer og -tryk berører og ligger hen over lagene, der i forvejen er strømmet på dornen og bevæger disse lag radialt indad ved trinnene 130, 134 og 138, således at det tredje, fjerde og femte cylindriske harpikslag 146, 148 og 150 strømmer på mellemproduktet 152, der strømmer nedstrøms langs den cylindriske ekstruderkanal 125 som illustreret.

Mellemproduktet 152 i kanalen 125 omfatter et antal efter hinanden følgende cylindriske lag af harpiks, der hver befinder sig ved en optimal flydetemperatur for det særlige harpiks i det væsentlige uafhængigt af temperaturen i de tilstødende harpikslag. Harpiks er ikke en god varmeleder. Mellemproduktet 152 bevæger sig hurtigt nedstrøms langs dornen med en hastighed så høj som 48,8 cm pr. sekund (1,6 fod pr. sekund). Den aksiale afstand fra det første trin 122 til munden 43 er relativt kort, ca. 38 cm (ca. 15 inch). Ved at bevæge de forskellige temperaturiserende lag af harpiks langs dornen ved denne relativt hurtige hastighed ekstruderes mellemproduktet ud af munden 43 til dannelse af foremnet uden at lagene med høj temperatur opvarmer og beskadiger eller nedbryder egenskaberne ved de nærliggende lag med lav temperatur. Den høje temperaturgradient mellem de forskellige temperaturlag opretholdes, indtil produktet ekstruderes fra hovedet. Foremnet afkøles derefter til dannelse af en ønsket flerlaget genstand, i hvilken de individuelle lag er kontinuere, ikke nedbrudte og dannet af harpiks med de tidligere uforenelige flydetemperaturer. Foremnet kan blæsestøbes og afkøles til dannelse af en genstand eller anvendes til at fremstille andre flerlagede produkter. Tykkelsen af foremnet, der ekstruderes fra munden 43, kan varieres ved at modulere matricetappen 36 på en almindeligt kendt måde til at tilvejebringe et foremne til dannelse af en sprøjtetøbt genstand med flerlagede vægge med i det væsentlige ensartet tykkelse. Variationen i tykkelsen over det ekstruderede foremnes længde, der er sprøjtetøbt til dannelse af en bestemt genstand afhænger af blæseforholdet for genstanden ved hvert punkt langs foremnets længde.

Den radiale dybde af trinnene 126, 130, 134 og 138 kan vælges, så kanalen 125's tværsnitsareal øges tilstrækkeligt til at tillade det nye yderlag at strømme ind i kanalen, medens det eller de i forvejen tilstrømmede lag forskydes radialt indad ved trinnet. Den radiale dybde af et bestemt trin er en smule større end den radiale bredde af passa-

gen 125 modstrøms for trinnet for at kompensere for faldes i omkreds af det eller de i forvejen tilstrømmede lag, idet de bevæges indad ved trinnet. Trinnene er skrå indad med en vinkel på 30^0 , der tilnærmelsesvis er lig med distributionspassagerne 116's halvvinkler for at lette en glat strømning af harpiks fra passagerne til ekstruderkanalen 125 og på det i forvejen ekstruderede harpiks i kanalen.

Hvert harpikslag strømmer ind i kanalen 125 ved et tryk, der er bestemt ved indstillingen af ekstruderen, der leder harpiksen til modulet og måles ved modulindløbet. Den relative tykkelse af lagene, der strømmer ind i kanalen 125 kan ændres ved at variere trykkene, ved hvilke de enkelte harpikser strømmer ind i kanalen. Trykækvilibreringen mellem et eller flere i forvejen tilstrømmede lag og et netop indkommende lag forekommer, idet det netop tilstrømmende lag ledes ind i kanalen. Et øget tilførselstryk øger tykkelsen af det tilførte lag og mindsker relativt tykkelsen af det eller de i forvejen ekstruderede lag. Et mindsket tilførselstryk mindsker tykkelsen af det netop tilførte lag, medens det relativt øger tykkelsen af det eller de i forvejen ekstruderede lag.

I fig. 4b-4f er mellemproduktets inder- og yderlag betydeligt tykkere end de tre mellemliggende lag. Det indre strukturlag 142 har en tykkelse på 0,6 mm (0,024 inch), det indre bindelag 144 har en tykkelse på 0,04 mm (0,0015 inch), spærrelaget 146 har en tykkelse på 0,08 mm (0,003 inch), det ydre bindelag 148 har en tykkelse på 0,04 mm (0,0015 inch) og det ydre strukturlag 150 har en tykkelse på 1,5 mm (0,060 inch) ved mellemproduktet, der har en total tykkelse på 2,3 mm (0,090 inch). Produktets ydre radius R_p , vist i fig. 5, er 25 mm (1 inch) svarende til udboringen 30's radius. Ekstrudermatricemundingen 43's radius er en smule mindre end 12,5 mm (1/2 inch) mindre end udboringen 30 med en radius på 25 mm (1 inch), så at mellemproduktet mindskes i diameter, idet det strømmer fra dornen gennem akkumulationsrecessen 42 forbi matricetappen 36 og ud af munden 43. Modulering af tappen 36 for at variere tykkelsen af det fremkomne foremne forstyrrer ikke kontinuiteten eller tykkelsen af plasticlagene i nedstrømsenden af mellemproduktet, idet det ekstruderes.

Udboringen 30, der strækker sig gennem hovedet 10, har en konstant radius, hvorved de individuelle krydshovedmatricemoduler har mulighed

for at blive anvendt ved forskellige placeringer på hovedet og i forskellige kombinationer afhængig af konstruktionen af et bestemt hoved. F.eks. kan hovedet 10 omdannes til et firelags sammensat ekstruderhoved ved at fjerne et af modulerne og genfastspænde de resterende fire modu-
5 ler mellem spændpladerne 12 og 14. Alternativt kan hovedet modificeres ved at tilføje et yderligere lignende modul for at ekstrudere et sekslaget foremne. I hvert tilfælde skal en passende lang trindelt dorn tilpasses.

10 Hovedet 10's modulkonstruktion giver også mulighed for at erstatte modulerne med forskellige strømningsbaner, som kræves. S.eks. kan et relativt viskøst harpiks eller en høj tilførselshastighed kræve anvendelse af et modul med en bane med øget strømningstværsnitsareal. I
15 nogle anvendelser kan et enkelt modulkonstruktionshoved anvendes til at ekstrudere et enkeltlaget foremne.

Ekstruderhovedet er i stand til, hvadenten der ekstruderes et flerlaget eller et enkeltlaget foremne, at ekstrudere alle ekstruderbare termiske plasticharpiksmaterialer omfattende f.eks. celluloseestre og
20 ethere, såsom ethylcelluloseacetat, acetobutyrat og acetopropionat, vinyl og vinylidenpolymerer og copolymerer, såsom polymerer og copolymerer af vinylchlorid, vinylacetat, vinylidenchlorid, polyvinylalkohol, polyvinylbutyral og polymerer og copolymerer af olefiner, såsom ethylen, propylen og butylen, polymerer og copolymerer af styren, 2-methylstyren og deres blandinger af elastomerer, copolymerer, polyamider,
25 interpolyamider, såsom polyhexamethylenadipamid, polycaprolactam, polyundecanamid, polyhexamethylensebacamid, polycarbonater, polyaldehyder, polyethere, polyurethener, polyestere, naturlige og syntetiske elastomerer, termoplastiske fluorinerede harpikser, siliconeharpikser og
30 elastomerer og lignende.

Disse termoplastiske harpiksmaterialer kan anvendes i blanding med fyldstoffer, blødgørere, farvestoffer og andre almindelige tilsætningsstoffer, forudsat at de ikke forhindrer smelteekstrudering. Yderligere
35 kan genformalet harpiksmateriale, der dannes ved at genformale og smelte graten og andet spildplastic, som dannes ved en sprøjttestøbningssproces, ekstruderes med hovedet.

I den foretrukne proces er forskellige termoplastiske materialer, såsom

dem beskrevet ovenfor, kombineret for at drage fordel af de ønskelige egenskaber ved hvert termoplastisk materiale i foremnet. Disse egenskaber omfatter mekanisk styrke, modstand overfor chok, termiske egenskaber, gennemsigtighed, uigennemsigtighed, spærreegenskaber, som omfatter modstand mod kemikalier, ugennemtrængelighed for væsker, gasser og lugte, gode bearbejdningsevner til at modtage tryk eller dekoration o.s.v. Materialet kan placeres ved en ønsket placering i foremnet for at drage fuld fordel af dets egenskaber.

10 Ekstruderhovedet ifølge opfindelsen tillader klæbemiddel eller bindeharpikser at blive ekstruderet med harpikser med høj temperatur og blive anvendt til at fremstille på anden måde uopnåelige foremner. F.eks. kan et flerlaget foremne fremstilles med et gensidigt foreneligt klæbemiddel eller bindeharpikslag, der er indlagt mellem tilstø-
15 dende lag af termoplastisk harpiks, som uden et indlagt klæbemiddellag ikke normalt ville klæbe til hinanden. På denne måde er det muligt at danne flerlagede produkter, der kombinerer materialer efter deres specifikke egenskaber uden hensyn til, om disse materialer er i stand til at blive direkte hæftet til hinanden under sammensat ekstrudering eller
20 ej.

Trykkene i harpiksene, der strømmer til de individuelle moduler og som måles umiddelbart ved indløbsportene 52, varierer som en funktion af et antal faktorer, der omfatter geometrien af modulstrømningsbanen, tykkelsen af det ønskede harpikslag, flydetemperaturen og egenskaberne ved det bestemte harpiks. Polycarbonatharpiks tilføres typisk til et modul ved et indløbstryk på 27,56 MPa til 41,36 MPa (4000 til 6000 lbs. pr. square inch). Polypropylenharpiks kan tilføres til modulet ved et indløbstryk fra 17,22 MPa til 27,56 MPa (2500 til ca. 4000 lbs. pr. square inch). Bindeharpikser og spærreharpikser kan tilføres ved indløbstryk fra 13,78 MPa til 20,67 MPa (2000 til ca. 3000 lbs. pr. square inch). Disse tryk er generelt lavere end trykkene, ved hvilke tilsvarende harpikser tilføres til strømningsbanerne i almindelige sammensatte ekstruderhoveder til dannelselse af sprøjttestøbte foremner.

35 En første struktur, der sprøjttestøbes af et foremne, som er ekstruderet med hovedet 10 har et inderlag, der er 0,4 mm (0,0168 inch) tykt, og som er dannet af et polycarbonatharpiks (Lexan[®] 154, der fremstilles af General Electric Co.), et forgrenet polycarbonat med en optimal

flydetemperatur ved ca. 307⁰C (585⁰F). Det andet lag, der er 0,04 mm (0,0016 inch) tykt er dannet af et klæbemiddel eller et bindeharpiks (Admer VF500[®], der fremstilles af Mitsui PetroChemical Industries, Ltd., Tokyo, Japan) med en optimal flydetemperatur ved ca. 196⁰C (385⁰F). Det midterste spærrelag er 0,08 mm (0,0032 inch) tykt og er dannet af et vilkårligt copolymer af ethylen og vinylalkohol (Eval-F[®], der fremstilles af Kurary Co., Ltd. og forhandles i USA af Evalca of America, Omaha, Nebraska), og det har en flydetemperatur ved ca. 196⁰C (385⁰F). Det fjerde lag er 0,04 mm (0,0016 inch) tykt, dannet af et klæbemiddel svarende til det andet lag med en flydetemperatur ved ca. 193⁰C (380⁰F). Det femte og yderste lag er 0,4 mm (0,0168 inch) tykt, dannet af et polycarbonatharpiks svarende til det, der udgør det første eller inderste lag, og det har en flydetemperatur ved ca. 307⁰C (585⁰F). Denne struktur har en total tykkelse på 1 mm (0,040 inch). Polycarbonatharpiksens flydetemperatur kan variere fra ca. 277⁰C (530⁰F) til ca. 307⁰C (585⁰F).

Hovedet 10 danner det ønskede foremne til sprøjttestøbning af strukturen i fig. 7 til trods for forskellen på ca. (93⁰C) (200⁰F) i temperatur mellem de optimale arbejds- eller flydetemperaturer ved de to yder- og de tre inderlag. Mellemproduktet, der strømmer gennem hovedet 10 til dannelse af foremnet, der ekstruderes og støbes til dannelse af denne struktur, omfatter kontinuerlige inder- og yderlag ved ca. 307⁰C (585⁰F) i berøring med tilstødende koldere lag ved ca. 196⁰C (385⁰F). Hovedets temperaturodelingsegenskaber, harpiksens isolerende egenskaber og mellemproduktets hurtige bevægelse langs dornen og ud af ekstruderematricen 32's munding forhindrer nedbrydning af egenskaberne ved harpiksene med lav temperatur, før foremnet størkner.

En anden struktur, der er sprøjttestøbt af et foremne, som er ekstruderet af hovedet 10, har et indre 0,3 mm (0,012 inch) tykt lag, der er dannet af et ekstruderingsegnet polypropylenharpiks med en flydetemperatur ved ca. 204⁰C (400⁰F). Den anden, tredje og fjerde bindespærrer og bindelagene svarer til lagene i den første struktur og har flydetemperaturer ved ca. 196⁰C (385⁰F). Det ydre lag er 0,55 mm (0,0216 inch) tykt og dannet af den samme polycarbonatharpiks, som anvendtes til den første struktur med en flydetemperatur ved ca. 307⁰C (585⁰F). Strukturen har en total tykkelse på 1 mm (0,04 inch). Polypropylenens flyde-

temperatur kan variere fra ca. 175⁰C (347⁰F) til ca. 21⁰C (41⁰F).

Den tredje struktur, der er sprøjttestøbt af et foremne, som er ekstruderet af hovedet 10, har et indre 0,35 mm (0,014 inch) tykt lag, der er dannet af polypropylenharpiks, som beskrevet ved den anden struktur, og som har en flydetemperatur ved ca. 240⁰C (400⁰F). Det andet bindelag er 0,013 mm (0,0005 inch) tykt, dannet af et bindeharpiks, som beskrevet før og med en flydetemperatur ved ca. 196⁰C (385⁰F). Det midterste barrierelag er 0,025 mm (0,001 inch) tykt og dannet af et spærremateriale, som tidligere beskrevet med en flydetemperatur på ca. 196⁰C (385⁰F). Det ydre bindelag er ens med inderbindelaget, og det ydre strukturlag er 0,35 mm (0,014 inch) tykt, dannet af et polypropylenharpiks, som tidligere beskrevet med en flydetemperatur ved ca. 240⁰C (400⁰F). Strukturen har en total tykkelse på 0,76 mm (0,030 inch).

Et femlaget foremne af polymerharpiks fremstilles med et femmodulsmatricehoved, som beskrevet og vist på den vedføjede tegning. I modul 1 (farvelæggelse af basislaget på dornkomponenten) indføres der en smelte af polycarbonatharpiks (LEXAN[®] 154, General Electric Co.). I de efterfølgende fire moduler indføres der i rækkefølge til de efterfølgende aflæggelser smelter af et polyolefinharpiksbindelag (E-310K), et vilkårligt copolymer af ethylen og vinylalkohol (EVAL-F[®], Kuraray Co., Ltd., Evalca Co. of America, Omaha, NE), et andet harpiksbindelag (Adner VF-600[®], et klæbemiddelpolyolefin [polyvinylacetat/polyethylencopolymer], Mitsui Petrochemical Industries Ltd., Tokyo, Japan) og polypropylen. De individuelle moduler opvarmes til en smeltetemperatur for hvert harpiksmateriale, der indføres og holdes ved temperaturen, der er udvalgt for at udlevere harpiksen under forudbestemte strømningshastigheder til ekstruderkanalen for fortløbende aflæggelse, der danner det flerlagede foremne. Basislagets totale opholdstid i ekstruderkanalen er ca. på 1 sekund. Foremneproduktet har ensartet vægt over hele dets længde, det er frit for bobler (set med det blotte øje), og der er ingen synlig flydesøm. Produktet opnås ved en hastighed på 313 kg/time (690 lbs./time). Temperaturerne i hvert modul er vist i nedenstående tabel med de ekstruderede lags omtrentlige tykkelser.

Tabel

Modul	Harpiks	Temperatur °C (°F)	% af rørtykkelse	
1	Polycarbonat	260 (500)	75	
5	2	E-310K	219 (426)	5
	3	EVAL-F [®]	219 (426)	5
	4	VF-600 [®]	219 (426)	5
	5	Polypropylen	204 (400)	10

10

Strukturer, der er sprøjtstøbt af dette foremne, er ens med strukturerne, som er beskrevet i de første tre eksempler med lag, der har tykkelser, som er proportionale med den procentvise tykkelse af de individuelle harpikser i foremnet.

15

Hovedet 10 danner det ønskede foremne til sprøjtstøbning af strukturen i fig. 7 til trods for temperaturforskellen på ca. 93°C (200°F) mellem de optimale bearbejdnings- eller flydetemperaturer ved de to yder- og de tre inderlag. Mellemproduktet, der strømmer gennem hovedet 10 til dannelse af foremnet, som ekstruderes og støbes til dannelse af denne struktur, omfatter kontinuerende inder- og yderlag ved ca. 307°C (585°F) i berøring med tilstødende afkølingslag ved ca. 196°C (385°F). Hovedets temperaturopdelingsegenskaber, harpiksens isolerende egenskaber og mellemproduktets hurtige bevægelse langs dornen og ud af ekstruderematrixens munding forhindrer nedbrydning af egenskaberne, hvis harpiksen med lav temperatur nedkøles før foremnet.

Strukturerne, der er sprøjtstøbt eller fremstillet af foremner, som er ekstruderet af hovedet 10, er ensartede over hele deres længde fri for bobler (set med et blotte øje) og har intet synligt destrueret materiale og ingen synlige flydesøm. Alle lagene er kontinuerende. Harpiksen i hvert lag i disse strukturer fremviser alle egenskaberne ved harpiksen, som hvis laget var blevet ekstruderet i et enkeltlaget foremne. Harpiksens egenskaber er ikke svækkede på grund af den sammensatte ekstrudering. I et femlags sammensat ekstruderhoved, som beskrevet, hvor udboringen 30's radius er på 25 mm (1 inch), kan foremnet ekstruderes med en hastighed på 313 til 454 kg/time (690 til ca. 1000 lbs. pe. time).

Fig. 7 illustrerer et andet eksempel på et modulsammensat ekstruderhoved 210, der svarer til den tidligere beskrevne første udførelsesform for det sammensatte ekstruderhoved 10. Hovedet 210 er som det tidligere beskrevne hoved og omfatter fem ens krydshovedmatricemoduler, modstrøms og nedstrøms spændplader, en trindeltdorn og en ekstruderdermatrice som i hovedet 10. Strømningsbanerne i de individuelle moduler i hovedet 210 er som dem i hovedet 10. Hovedet 210 danner et mellemprodukt og et foremne som dem, der dannes af hovedet 10 med temperaturopdelingen og de andre fordele som tidligere beskrevet.

I hovedet 210 tilvejebringer de ringformede luftrum eller spalter 212 mellem de tilstødende moduler 214 og 216 en termisk afbrydelse mellem modulerne og tillader bortledning af varme fra et modul såvel som fra hovedet 10. Modulerne er ikke tilvejebragt med kobberhylstre. Termiske isolationsskiver 218 er tilvejebragt i midten af luftrummen mellem modulerne som illustreret. Skiverne bæres i luftrummen. Isoleringen af modulerne med isolationsskiverne 218 forhindrer udstråling og konvektionsoverførelse af termisk energi mellem modulerne, hvilket ellers kunne medføre uønskede temperaturtilstande i de tilstødende moduler. Et hvilket som helst kendt termisk isolerende materiale kan anvendes til isolationsskiverne 218, såsom fiberglas, asbest og lignende materialer i en selvbærende (stiv eller halvstiv) form. Isolationsskiverne 214 skal ikke udfylde recesserne 212, da luftafbrydelsen er nødvendig. En udfyldende anbringelse af isolerende materiale, såsom fiberglas, indeni de ringformede recesser 212 mellem modulerne ville ikke effektivt zoneopdele modulerne og kunne resultere i nedbrydning af et ethvert højtemperaturfølsomt harpiks indeni et modul i nærheden af et modul, der opererer ved en temperatur, som er nedbrydende for den følsomme harpiks. Adskillelse og termisk isolation af hvert modulelement i hovedet 210 med luftmellemrum og isolerende materialeskiver 218 giver mulighed for effektiv bortledning af overskudsvarme fra hvert modul og nøje styring af den enkelte og individuelle harpikssmeltetemperatur ved ekstruderingspunktet ind i ekstruderkanalen i hovedet 210. Den termiske afbrydelse undgår stråleopvarmning af tilstødende lag til hjælp for opretholdelsen af temperaturforskellen mellem tilstødende lag, der kan være så stor som 132°C (270°F). Dette er tydeligvis meget vigtigt, når tilstødende harpikslagsmaterialer kræver vidt forskellige smeltetemperaturer. Der er fortrinsvis et minimalt overfladeberøringsareal mellem modulerne for at undgå termisk transmission mellem modu-

terne. Denne egenskab ved apparatet ifølge opfindelsen er fordelagtig, når tilstødende lag i et flerlaget foremne, der ekstruderes, kræver væsentligt forskellige temperaturtilstande for smelteekstrudering, særligt når et af harpiksene kræver en temperatur, som ville forårsage nedbrydelse af det tilstødende harpiks, der presses ind i ekstruderkanalen og på dornen. Med ueffektiv temperaturstyring kan det ekstruderede, flerlagede foremneprodukt blive nedbrudt til det uanvendelige. F.eks. kræver polycarbonat med en smelteekstruderingsgrad en temperatur på ca. 275⁰C til 300⁰C (527⁰F til 572⁰F) for at opnå den korrekte smelteviskositet for ekstruderingsstrøjttestøbning. For at opnå en tilfredsstillende lamination med ét lag af polyolefin, såsom polypropylen (ekstruderingsmeltemperatur på ca. 190⁰C til 210⁰C (374⁰F til 410⁰F), der omfatter et mellemliggende lag af et bindeharpiks, såsom ethylenvinylacetatcopolymer, kræver optimal viskositet og strømningshastighed af hvert harpiksekstrudat, nøje temperaturstyring af hver smelte for at undgå problemer, som "trækrySTALLisering" ("woodgraining").

I hovedet 210 er hvert modul forbundet med individuelle organer til opvarmning af modulet til en temperatur, der er fordelagtig for ekstruderingen af et bestemt harpikslag. I hovedet 210 er hvert modul på ydersiden omgivet af en modstandsopvarmer 220 som den tidligere beskrevne opvarmer 98. Modstandsopvarmeren 220 er tilpasset i tæt berøring med den ydre omkredsede væg af det ringformede modul 18 for således at overføre termisk energi til modulet ved stråling og/eller konduktion. I en anden udførelsesform ifølge opfindelsen er modstandsopvarmeren 220's opvarmningsorgan opdelt i et antal separate opvarmere, der er monteret på modulets ydre, således at de i det væsentlige omkredser modulet. Fig. 7 er et billede fra oven af modulet, der bærer sådan et opvarmningsorgan, som omfatter et antal på fem zonemodstandsopvarmere 222, 224, 226, 228 og 230 sammen med separate elektriske forsyningsorganer 232, 234, 236, 238 og 240 til at levere energi til opvarmeren, der er forbundet dermed. Opvarmerne zoneopvarmer individuelt de separate moduler til de korrekte smelteudleveringstemperaturer for de forskellige harpikser, der strømmer gennem de forskellige moduler. Den korrekte termiske energitilførselsbalance fra opvarmerne og den termiske energispredning fra de åbne, ringformede spalter eller recesser 212 sikrer endvidere temperaturstyringen af modulerne, så at harpikser med meget forskellige flydetemperaturer kan ekstruderes gennem nærliggende moduler og på dornen uden nedbrydning. Modulernes zone-

opvarmningselementer, såsom modstandsopvarmningselementerne 222-230 kan være og er fortrinsvis individuelt forsynet med og frataget energi (energized and de-energized) for at opretholde en forudbestemt smelte-temperatur i modulets harpikssmeltedistributionskanalzoner. Thermoelementer, såsom thermoelementerne 242, 244, 246 og 248 og 250 kan være forbundet med hver af de modulzoneopvarmende elementer som en del af et almindeligt energitilførende og bortledende elektrisk kredsløb til hjælp ved den ønskede temperaturstyring.

10 Fortrinsvis opdeler en skovldeler, der er monteret på bunden i den første distributionskanal i hvert modul modsat indløbspassagen, strømmen i to halvdele, der går i hver sin retning. Detaljerne er vist i fig. 9, der er et forstørret billede af sprederen 252 vist på sin plads. En temperaturføler 254 kan anbringes til at afføle temperaturen i den spredte harpiks. En halvdel af harpiksen vil strømme fra den inaktive passage gennem hver halvdel af distributionskanalen. Hver halvdel af den opsplittede harpiks vil til sidst strømme mod modulets munding. Opdeleren kan være bevægeligt anbragt til således at indstille strømmen, så en større strøm dirigeres i den ene halvdel ind i den anden halvdel til at kompensere for skævheder i den naturlige strømning indeni passagen.

Fig. 10 er en vertikal sideprojektion i snit af en del af et andet eksempel på et ekstruderhoved 254 ifølge opfindelsen, hvori modulerne er af en speciel og særlig konstruktion. Som vist i fig. 10, er hvert modul 256 som de tidligere beskrevne moduler fremstillet af en overplade 258 og en underplade 260. Hver plade 258 og 260 er generelt plane legemer med en indbyrdes afpasset overflade med en midteråbning 262, der går på tværs af modullegemet og sammen med nærliggende modulåbninger danner en ekstruderkanal 264. Modsat apparaterne 10 og 210 holdes de tilstødende over- og underplader 258 og 260 i hvert modul sammen i en forseglende forbindelse med udvendige spændestykker indeni de vertikalt stablede moduler. Konstruktionens udformning, som er vist i fig. 10, har den særlige fordel, at den undgår enhver type forsegling mellem den øverste og nederste matriceplade. I det i fig. 10 viste apparat er modstandsopvarmningselementerne 260 fuldstændig indeholdt indeni det samlede modulelementlegeme i stedet for på en udvendig overflade, som det er tilfældet med apparatudførelsesformerne 10 og 210, der er beskrevet tidligere.

P a t e n t k r a v .

1. Ekstruderhoved for termoplastisk harpiks, hvilket ekstruderhoved omfatter et legeme (10) med en langstrakt udboring (30), en ydre omkreds (48), der omgiver udboringen, en ekstrudermatrice ved udboringens ene ende, en dorn (28), der er monteret på legemet, og som strækker sig frit i udboringen for derved at danne en ringformet ekstruderkanal (125), der løber langs udboringen til ekstrudermatricen, et antal individuelle krydshovedmatricer (16,18,20,22), der er anbragt i afstand fra hinanden langs kanalen, hvilke krydshovedmatricer hver har et harpiksindløb (102) på legemets omkreds, en ringformet munding (54), der strækker sig rundt om udboringen, og som er åben ind mod kanalen, og en strømningspassage, der forbinder indløbet og munden, og som omfatter en omkredsende del (108), der omgiver udboringen, og som er forbundet med munden, således at harpiks, der tilføres til indløbet, strømmer gennem passagen ud af munden og langs ekstruderkanalen i et ringformet lag, k e n d e t e g n e t ved, at det endvidere omfatter en radialt smal hals (58), der adskiller nærliggende krydshovedmatricer, hvor den indvendige overflade af hver hals udgør en del af udboringen, og hvor den udvendige overflade af halsen er anbragt radialt indvendigt i forhold til legemets omkreds, og et ringformet luftrum (68) mellem de nærliggende krydshovedmatricer, og som strækker sig rundt om halsen og udefter fra halsen til legemets omkreds.
2. Hoved ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at luftrummet er åbent ved legemets omkreds.
3. Hoved ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t ved, at halsens (58) ydre flade udgør luftrummet's indervæg, og at denne flade og den omkredsende del af strømningspassagen er anbragt tilnærmelsesvis i den samme radiale afstand fra akse (106) gennem dornen.
4. Hoved ifølge krav 3, k e n d e t e g n e t ved, at den omkredsende del (108) omfatter et cirkulært ligevægtskammer.
5. Hoved ifølge krav 3, k e n d e t e g n e t ved, at hver krydshovedmatrice omfatter en omkredsende opvarmer (98) og et udvendigt termisk ledende hylster (69), der strækker sig fra opvarmeren radialt indad langs luftrummet til halsen.

- 5 6. Hoved ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at legemet omfatter en modstrøms- og en nedstrømsspændplade (12,14), der er anbragt i afstand fra hinanden, hvor udboringen forløber gennem nedstrøms spændpladen og at par lignende krydshovedmatricemoduler er stablet mellem spændpladerne, hvor det nævnte luftrum er placeret mellem modulerne.
7. Hoved ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at dornen omfatter et radiale trin (126) ved hver munding.
- 10 8. Hoved ifølge krav 7, k e n d e t e g n e t ved, at dornens dele mellem trinnene er cylindriske.
- 15 9. Hoved ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at hver strømningspassage omfatter en distributionspassage (116), der ender ved mundingen, hvilken distributionspassage har et ensartet strømningstværsnit langs sin længde.
- 20 10. Hoved ifølge krav 9, k e n d e t e g n e t ved, at distributionspassagerne (116) strækker sig fra mundingernes omkredsede dele (108) og generelt er koniske.

25

30

35

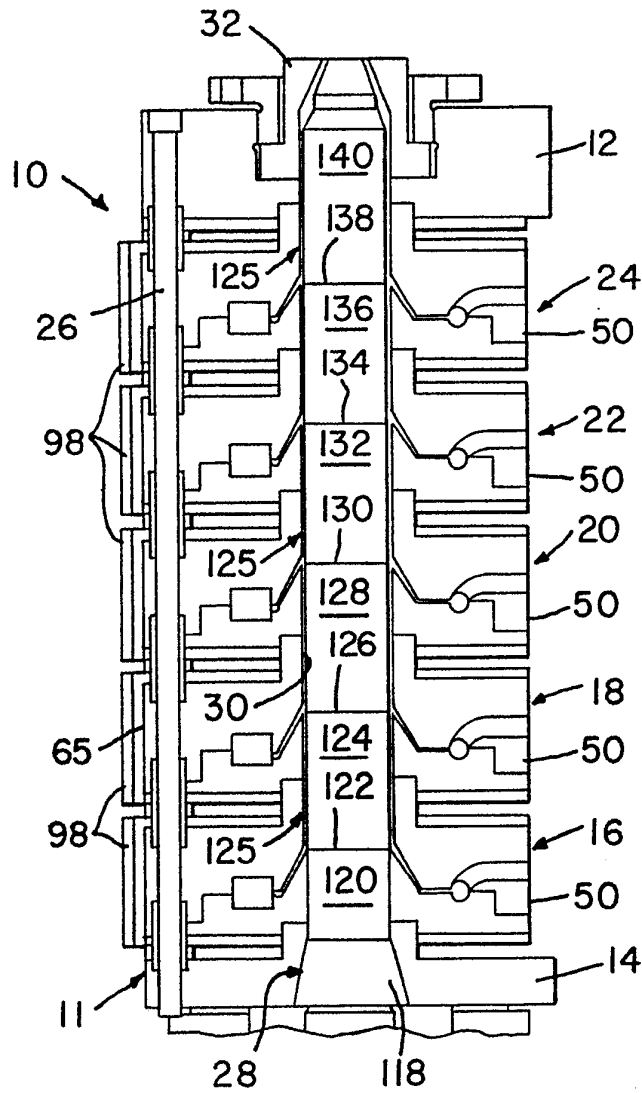


FIG. 1

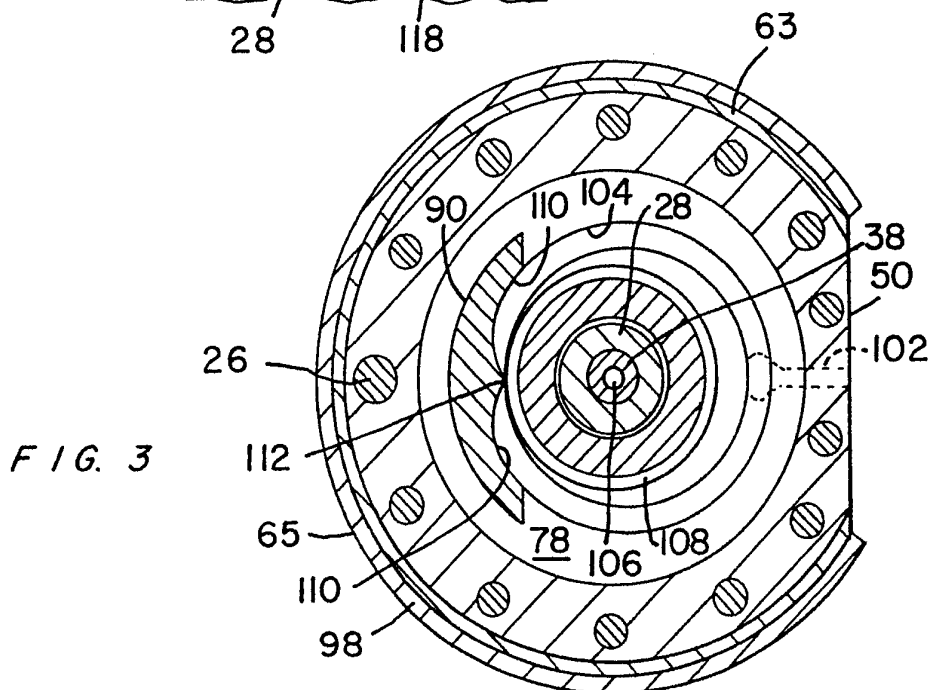


FIG. 3

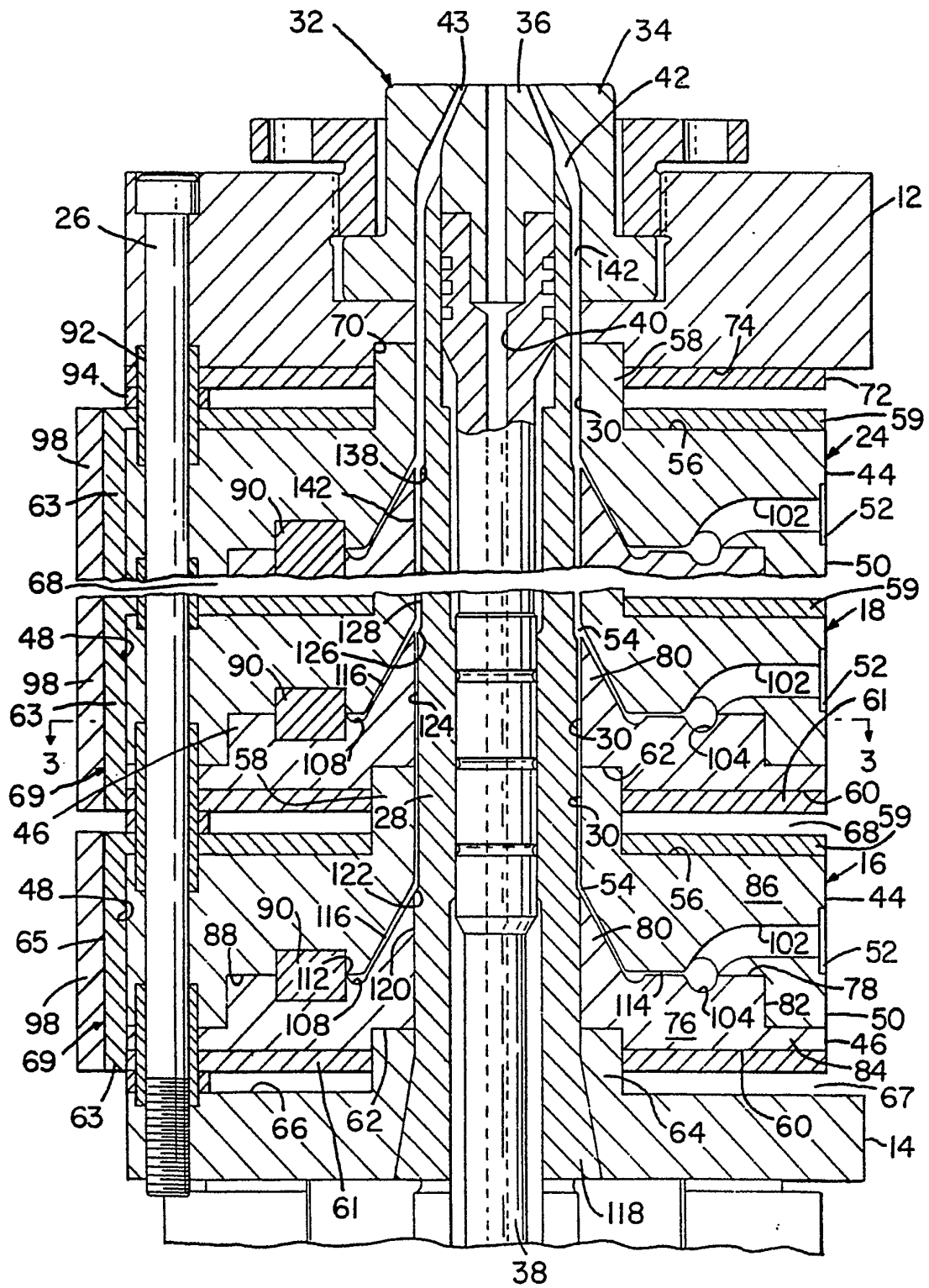


FIG. 2

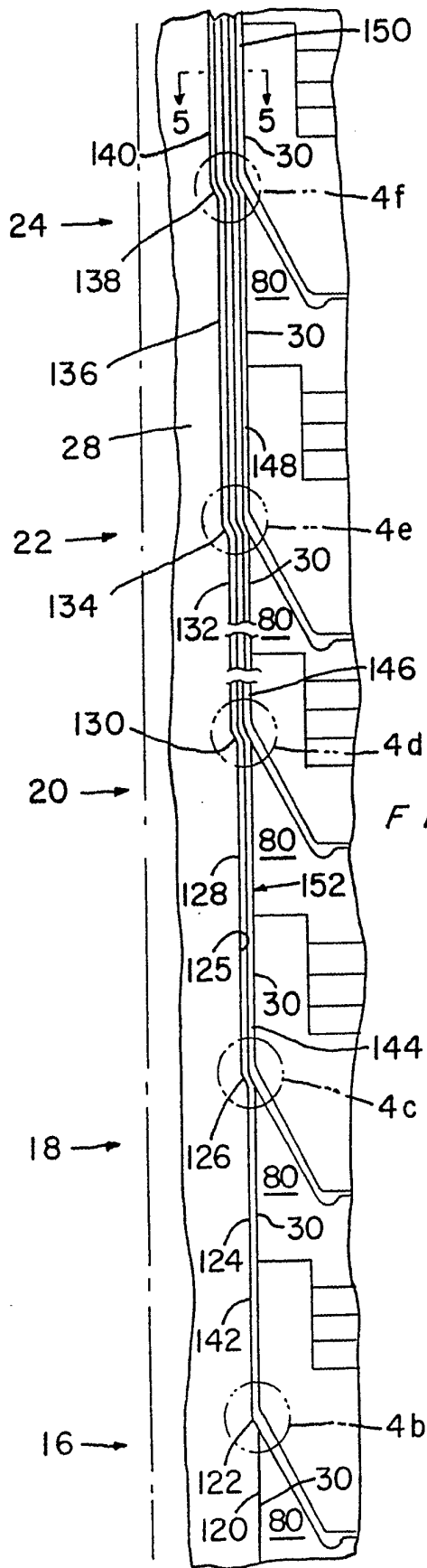


FIG. 4a

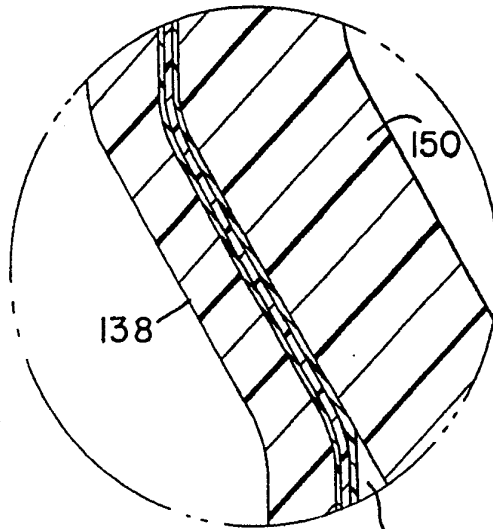


FIG. 4f

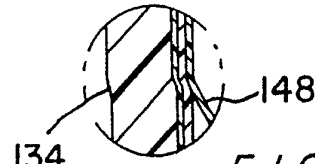


FIG. 4e

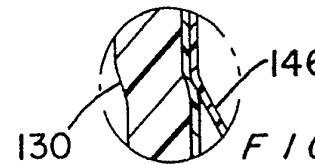


FIG. 4d

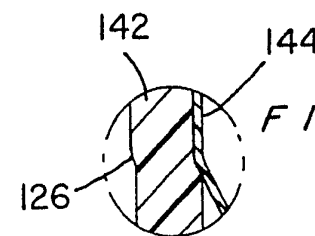


FIG. 4c

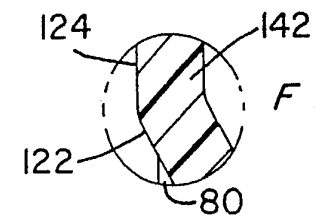


FIG. 4b

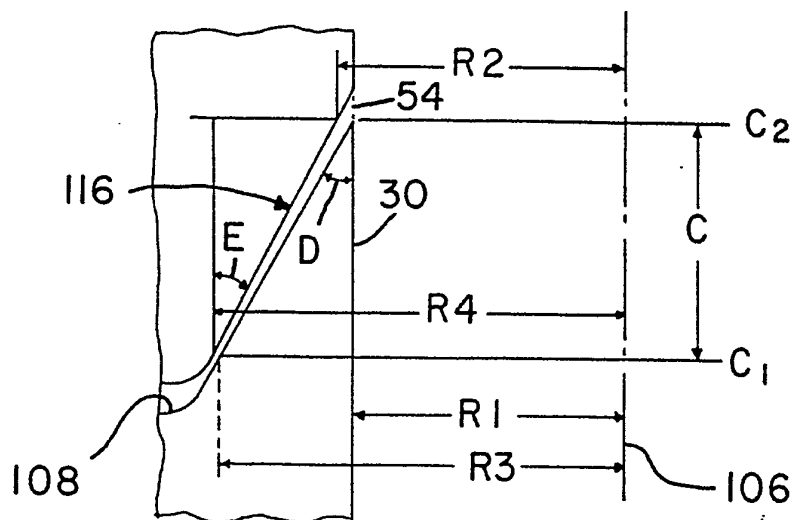
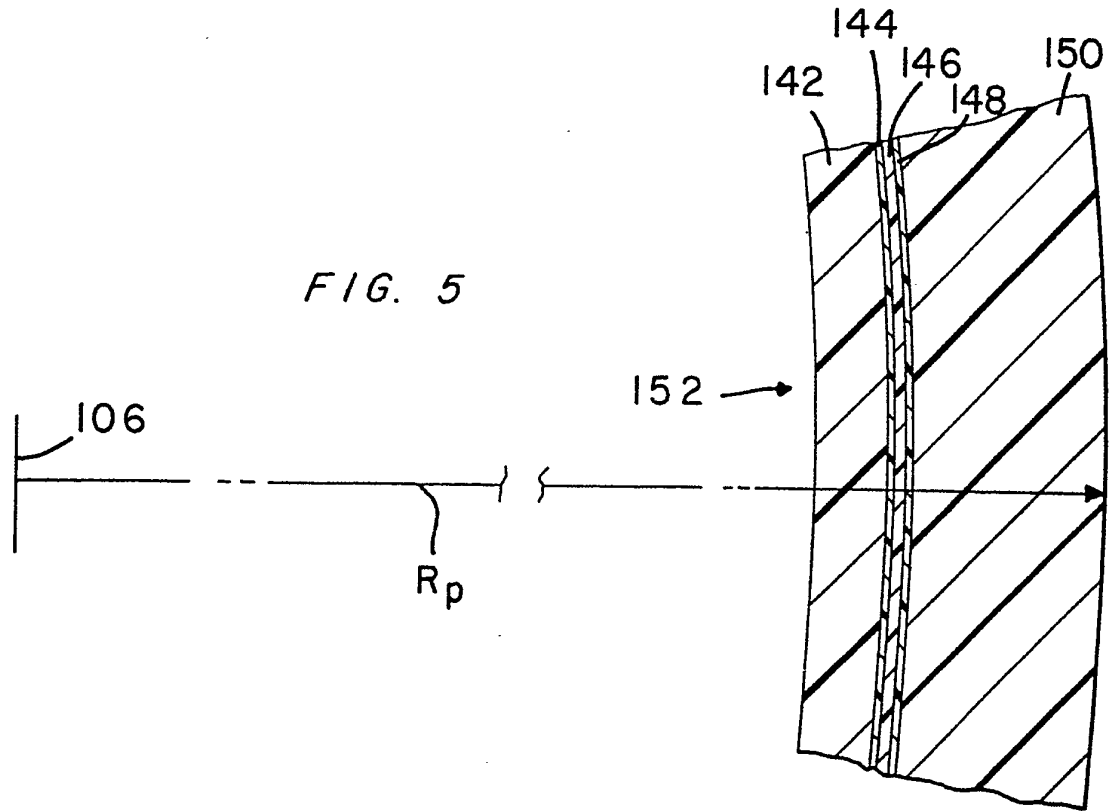


FIG. 6

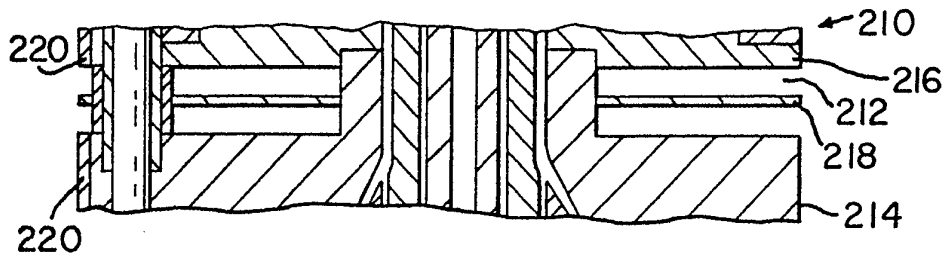


FIG. 7

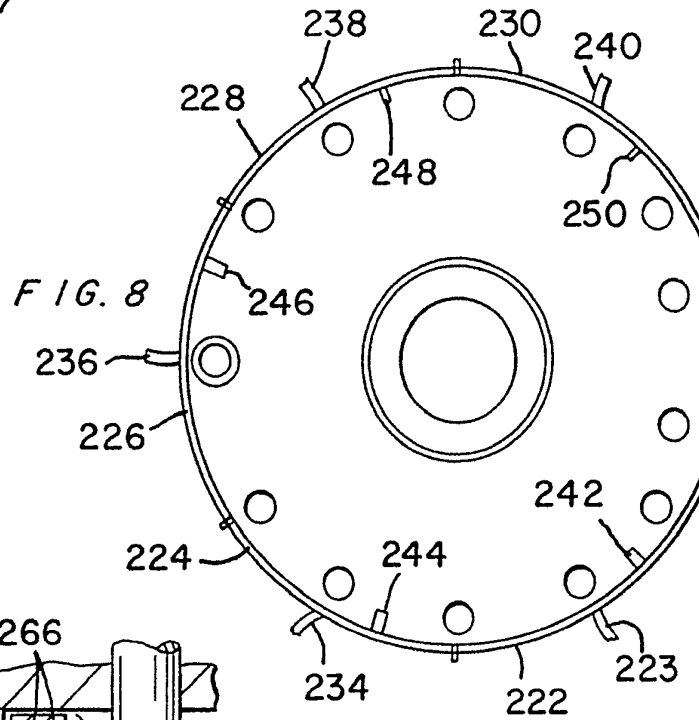


FIG. 8

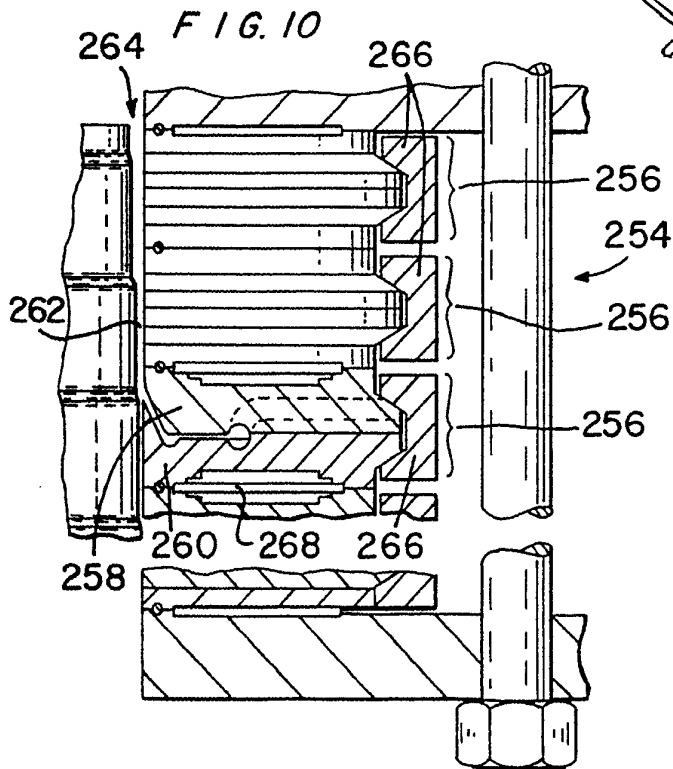


FIG. 10

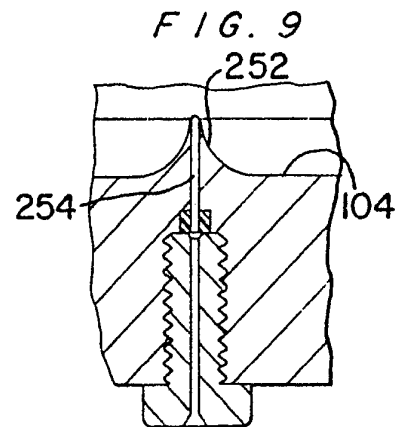


FIG. 9