

(19) DANMARK



(12) FREMLÆGGELSESSKRIFT

(11) 163896 B

Patentdirektoratet
TAASTRUP

(21) Patentansøgning nr.: 0023/90

(51) Int.Cl.5

F 28 D 7/00
C 10 J 3/86

(22) Indleveringsdag: 05 jan 1990

(41) Alm. tilgængelig: 06 jul 1991

(44) Fremlagt: 13 apr 1992

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: -

(71) Ansøger: *Burmeister & Wain Energi A/S; Teknikerbyen 23; 2830 Virum, DK

(72) Opfinder: Knud Erik *Bendixen; DK

(74) Fuldmægtig: Internationalt Patent-Bureau

(54) Gaskøler for varmeovergang ved konvektion

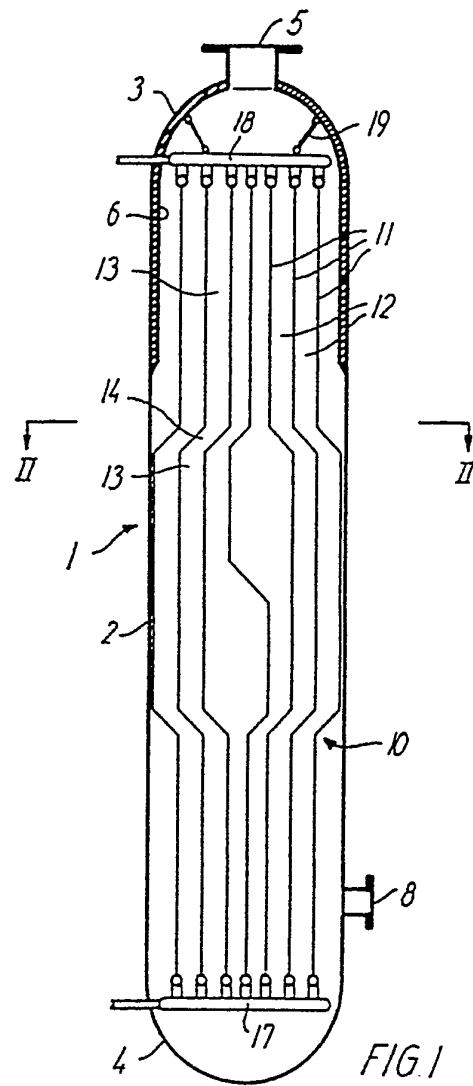
(56) Fremdragne publikationer

(57) Sammen drag:

23-90

Konvektionskøleren omfatter en aflang, lodret-placeret trykbeholder (1) med en gastilgang (5) foroven, en gasafgang (8) forneden og i beholderen et varmevekslingselement (10) med varmevekslingsflader (11) indrettet til gennemstrømning af vand og vanddamp under højt tryk. Varmevekslingsfladerne afgrænser gaskanaler (12) der er opdelt i retlinede afsnit (13) forbundet med korte kanalafsnit (14), der set i gasstrømmens retning skråner mod beholderens bund. Hosliggende kanalafsnit (13) er forsat i sideretningen i en afstand svarende til kanalbredden. Denne ændring af kanalens retning bevirker, at gasstrømmen under passagen blandes grundigt, så der fås en ensartet temperaturfordeling over hele kanal tværsnittet. Varmevekslingsfladerne (11) har foroven en fælles afgangskasse (18), der via ophæng (19) er ophængt i beholderens top, således at varmevekslingselementets (10) fulde vægt bæres af afgangskassen (18).

fortsættes



Opfindelsen vedrører en gaskøler til køling af en strøm af gas, hovedsagelig ved konvektion, f.eks. til køling af gas direkte nedstrøms for en strålingskøler, der modtager gas fra en forgasningsreaktor til
5 forgasning af faste stoffer, hvilken gaskøler omfatter en aflang, lodret placeret trykbeholder med en gastilgang foroven, en gasafgang forneden, og i beholderen et varmevekslingsselement med varmevekslingsflader indrettet til gennemstrømning af vand og vanddamp under højt
10 tryk, hvilke varmevekslingsflader mellem sig danner i det væsentlige lodretgående gaskanaler, der strækker sig over størstedelen af beholderens længde.

Gassen der afgår fra en sådan gasreaktor kan have et tryk ca. 30 bar og en temperatur på 1400°C eller
15 derved, og gassen vil almindeligvis medføre smeltet slagge. Af hensyn til en efterfølgende vaskning af gassen afkøles denne til ca. 200°C i flere trin. Den indledende afkøling kan f.eks. foretages ved hjælp af en strålingskøler, og i det følgende trin sker afkølingen
20 ved hjælp af en konvektionskøler af den indledningsvis angivne art.

For at opnå den bedst mulige virkningsgrad af det anlæg, hvori gassen frembringes og eventuelt senere udnyttes, er det nødvendigt at genanvende den varme,
25 der udtages fra gassen ved afkølingen i konvektionskøleren. Dette gøres ved at varmevekslingsselementet i køleren gennemstrømmes af vand og vanddamp i en tofasestrøm under højt tryk, hvorefter dampen udskilles og udnyttes i et tilknyttet dampturbineanlæg.

30 Gassen der strømmer ind i køleren indeholder faste slaggepartikler, der som følge af godstemperaturen ved indløbet opfører sig som "bløde" eller "fugtige" partikler, der har tendens til at hæfte sig til varmevekslingsvæggene og hobe sig op i gaskanalerne.
35 Derfor udføres kendte kølere med lodretgående gaskanaler, så slaggepartiklerne under påvirkning af gasstrøm-

men og tyngdekraften kan falde direkte ned mod beholderens bund. Gastemperaturen er her væsentlig lavere, og slaggepartiklerne opfører sig her som "hårde" og "tørre" partikler, der af gasstrømmen rives med ud gennem gasudløbet. Som følge af denne udformning af gaskanalerne er gasstrømmen i hver kanal en parallelstrøm. Dette vil sige at gassen kun har en ubetydelig hastighedskomponent i retning på tværs af kanalen og dette medfører at den gas, der strømmer ned langs varmevekslingsfladerne, dvs. langs kanalens sider, afkøles hurtigere end den gas, der strømmer ned i kanalens midte. Derved opstår en temperaturgradient i gasstrømmen på tværs af dennes retning, hvilket giver en mindre effektiv varmeoverføring end hvis gasstrømmen havde samme temperatur over hele gaskanalens tværsnit.

Det er hensigten med opfindelsen at tilvejebringe en gaskøler af den i indledningen angivne art, med gaskanaler og varmevekslingsvægge, som er således udformet, at der sikres en jævn fordeling af gastemperaturen over kanaltværsnittet i størstedelen af gaskanalerne, medens det undgås, at slaggepartikler ophobes i kanalerne eller hæfter til varmevekslingsvæggene.

Gaskøleren ifølge opfindelsen adskiller sig fra den kendte ved, at størstedelen af gaskanalerne hver er opdelt i flere indbyrdes adskilte, retlinede afsnit, at overgangen mellem to efter hinanden følgende, retlinede afsnit udgøres af mindst ét kort, retlinet kanalafsnit, der set i gasstrømmens retning skråner mod beholderens nedre ende, og at kanalen ved den nederste ende af det skrånende kanalafsnit er forsat i sideretningen i en afstand svarende til kanalbredden.

Herved opnås at gasstrømmen udsættes for en brat retningsændring, der fremtvinger en opblanding af gasstrømmen, hvorved gastemperaturen udjævnes over kanaltværsnittet.

Ved at opdele hver kanal i flere retlinede afsnit, der er adskilt af korte partier, hvor kanalen

brat ændrer retning, sikres det, at gasstrømmen opblandes inden den når at udvikle sig til en parallelstrøm.

Da overgangen mellem to retlinede kanalafsnit udgøres af mindst ét kort, retlinet kanalafsnit, der set i gasstrømmens retning skråner mod beholderens nedre ende, vil eventuelt aflejrede partikler let blive fejet bort af gasstrømmen, som følge af lokal stigende gashastighed i kanalen. Ved at sideforskyde kanalen med et stykke, der svarer til en kanalbredde, opnås en yderligere sikring mod ophobning af gasbårne, faste partikler i det skrå afsnit af kanalen, fordi gassen, der strømmer langs kanalens, set i forhold til retningsændringen, inderste væg, fortsætter lige ud ved overgangsstedet og rammer den modsatte kanalvæg, således at eventuelt ophobede faste partikler bortfejes. Denne udformning af gaskanalen, ved hvilken det gaslag, der strømmer ned langs den ene kanalvæg, ledes direkte ind i det gaslag, der strømmer langs den anden kanalvæg, resulterer i en meget kraftig opblanding af gasstrømmen over hele kanaltværsnittet og fører derved til den ovenfor omtalte udjævning af temperaturen over tværsnittet.

En udførelsesform af gaskøleren er ejendommelig ved, at den ved den nedadvendende ende af nogle af de korte, retlinede kanalafsnit har et andet kort, retlinet kanalafsnit, der set i gasstrømmens retning skråner mod beholderens bund, og at kanalen ved den nederste ende af det andet, skrånende kanalafsnit flugter med det lodretgående kanalafsnit umiddelbart opstrøms for det første, skrånende kanalafsnit.

Ved denne udformning af gaskanalerne opnås at alle retlinede kanalafsnit i de enkelte kanaler kan bringes til at flugte med hinanden. Herved opnås en bedre udnyttelse af beholdervolumenet, idet det undgås at der ved gentagne forskydninger af kanalerne til samme side opstår uudnyttede rum i beholderen.

En foretrukket udførelsesform er ejendommelig ved, at varmevekslingsfladerne er udført som svejste membranrørvægge, og at membranrørvæggene i overgangsområderne mellem efter hinanden følgende lodretgående kanalafrsnit er bukket i facon efter færdigsvejsningen.

Da sideforskydningen af kanalerne kun svarer til én kanalbredde er det muligt at udføre varmevekslingsfladerne som membranrørvægge, der efter færdigsvejsningen bukket i facon, hvilket medfører den fordel, at produktions- og montageomkostningerne kan reduceres.

En tredje udførelsesform af gaskøleren er ejendommelig ved, at varmevekslingsfladerne ved den ene ende er forbundet til en fælles tilgangskasse for vand og vanddamp og ved den anden ende til en fælles afgangskasse, og at enten tilgangskassen eller afgangskassen er båret i beholderen og derved bærer varmevekslingselementets fulde vægt, medens der ved den ende af varmevekslingselementet, der er modsat den ende i hvilken det er båret, er styr, der begrænser varmevekslingselementets bevægelse i radialretningen. F.eks. kan den fælles afgangskasse være ophængt i den øverste endebund eller være båret af konsoller fastsvejest foroven i svøbet. Da hele vægten af varmevekslingselementet i lodret stilling af beholderen bæres af den fælles afgangskasse, er det blot nødvendigt at styre varmevekslingselementet foruden, så det er bevægeligt i længderetningen af hensyn til varmeudvidelsen. Derved undgås de ofte komplicerede og pladskrævende afstivninger, som anvendes i kendte kølere. Denne udførelsesform har den yderligere fordel, at vedligeholdelsen af varmevekslingselementet lettes, idet det som en enhed kan løftes ud af den lodretstående beholder efter at dennes top er demonteret.

En yderligere udførelsesform er ejendommelig ved, at der i en af de lodretgående kanaler er indbygget en selvstændig varmeveksler med separate til- og afgang for kølemedium.

Da varmevekslingsselementet i gaskøleren virker som en kompakt dampkedel, er det fordelagtigt at kunne indbygge en eller flere af de øvrige varmevekslere, der sædvanligvis indgår i et dampkedelanlæg i trykbeholderen, f.eks. en overheder eller en economiser, for at udnytte beholderens volumen fuldstændigt, og samtidig opnå en bedre virkningsgrad af hele det anlæg, hvori gaskøleren indgår.

Opfindelsen vil nu blive forklaret nærmere ved hjælp af nogle udførelsesformer og med henvisning til tegningen, på hvilken

fig. 1 viser et noget skematisk længdesnit i en konvektionskøler ifølge opfindelsen,

fig. 2 et snit langs linien II-II i fig. 1,

fig. 3 et noget skematisk delsnit i en anden udførelsesform af køleren,

fig. 4 et delsnit som fig. 3 i en tredje udførelsesform af køleren,

fig. 5 et delsnit som fig. 3 i en fjerde udførelsesform af køleren, og

fig. 6-7 delsnit som fig. 3 i andre udførelsesformer af køleren visende indsatte, separate varmevekslere.

Den på tegningen viste konvektionskøler består af en aflang, cirkulærcylindrisk trykbeholder 1, med et svøb 2, og har foroven og forneden endebunde, henholdsvis 3 og 4. Den øverste endebund 3 har en studs 5 for tilslutning til en ikke-vist ledning for tilførsel af varm gas til konvektionskøleren. Den øverste del af svøbet 2 og endebunden 3 har på indersiden en varmeisolering 6, til beskyttelse mod varmepåvirkningen fra gassen. I svøbet tæt over den nederste endebund 4 er placeret en studs 8 for afgang af afkølet gas fra konvektionskøleren.

Som vist i fig. 1 og 2 er der inde i beholderen placeret et varmevekslingsselement 10, der er opdelt i

flere lodretgående varmevekslingsflader 11. Herved dannes der mellem varmevekslingsfladerne hovedsagelig lodretgående gaskanaler 12. Af hensyn til tydeligheden er varmevekslingsfladerne kun vist med en enkelt streg, og dele af varmevekslingsfladerne, der i fig. 1 ligger bagved snittets plan, og i fig. 2 under snittets plan, er ikke vist.

Som det fremgår af fig. 1 er størstedelen af gaskanalerne hver opdelt i flere indbyrdes adskilte, retlinede afsnit, og overgangen mellem to efter hinanden følgende, retlinede afsnit 13 udgøres af mindst ét kort, retlinet kanalafsnit 14, der set i gasstrømmens retning skråner mod beholderens nedre ende. Kanalafsnittet 13 ved den nederste ende af det skrånende kanalafsnit 14 er i størstedelen af kanalerne forsat i sideretningen i en afstand, svarende til kanalbredden i det umiddelbart ovenfor beliggende retlinede kanalafsnit 13.

I den i fig. 1 viste udførelsesform er alle varmevekslingsflader på nær den midterste udført med tre lodretgående retlinede afsnit, medens den midterste omfatter fire lodretgående retlinede afsnit for at opnå en jævnere og mere symmetrisk gasstrømning. Kanalbredden i størstedelen af kanalerne er hovedsagelig konstant, medens der ved denne udførelsesform fremkommer to kanalafsnit ved midten af varmeveksleren, hvor kanalbredden er noget større end i det øvrige kanaler.

Som vist i fig. 2 indeholder varmevekslingselementet også varmevekslingsflader 15, der aflukker kanalerne 13 mod beholdersvøbet, og de herved fremkomne rum mellem varmevekslingsfladerne og svøbet kan eventuelt være udfyldt med isoleringsmateriale, dels for at mindske varmetabet til omgivelserne og dels for at undgå at der i disse i nogen tilfælde snævre passager, kan ophobes slaggepartikler.

Varmevekslingsfladerne 11 og 15 er fornedet forbundet til en fælles tilgangskasse 17 for vand og

vanddamp og foroven til en fælles afgangskasse 18. Den fælles afgangskasse 18 er båret i beholderens øverste del, f.eks. ved hjælp af en skitse-mæssig vist ophængning 19, således at den fælles afgangskasse 18 bærer den fulde vægt af varmevekslings-elementet 10. Tilgangskassen 17 kan på ikke vist måde være støttet mod beslag på beholdersvøbet 2 eller endebunden 4 således at dens bevægelse i radialretning er begrænset medens bevægelsen i beholderens længderetning kan foregå uhindret af hensyn til varmeeekspansionen af varmevekslings-elementet. I en anden udførelsesform kan den nederste fordelingskasse 17 være båret på konsoller fastgjort til svøbet eller endebunden, og afgangskassen 18 skal i dette tilfælde styres således, at den kun kan bevæge sig i beholderens længderetning af hensyn til den nødvendige varmeeekspansion. Vægten af varmevekslings-elementet 10 vil i dette tilfælde blive båret af konsollerne forinden i beholderen.

Fig. 3 og 4 viser i skematisk form forløbet af gaskanalerne i andre udførelsesformer af konvektionskøleren ifølge opfindelsen. I fig. 3 er gaskanalerne alle ved overgangen mellem retlinede afsnit 13 forsat til samme side, og det ses, at der på den måde opstår områder i beholderen, der ikke er fuld udnyttet som gaspassager. Områderne giver en usymmetrisk fordeling af varmebelastningen i køleren og dette er der søgt rådet bod på ved udførelsesformen i fig. 4, hvor varmevekslings-elementet som helhed er en smule skråtstillet i forhold til beholderens længdeakse.

Fig. 5 viser en foretrukket udførelsesform af gaskøleren, hvor der ved den nedad vendende ende af nogle af de korte, retlinede kanalafsnit 14 er et andet kort, retlinet kanalafsnit 20, der set i gasstrømmens retning skråner mod beholderens bund. Det skrå kanalafsnit 20 har en sådan længde, at kanalafsnittet 13 ved den nederste ende af kanalafsnittet 20 flug-

ter med det lodretgående kanalafsnit 13 umiddelbart opstrøms for det første skrånende kanalafsnit 14.

Fig. 6 viser en udførelsesform der svarer til den, der er vist i fig. 3, men hvor der i de uudnyttede rum i beholderen er indsat separate varmevekslere 21 og 22. Disse varmevekslere kan f.eks. være overhedere eller forvarmere, der indgår i det til køleren tilknyttede dampanlæg. Fig. 7 viser endnu en udførelsesform, hvor varmevekslerne 21 og 22 er placeret ved midten af trykbeholderen, idet gaskanalerne ved siderne er forsat symmetrisk mod midten, set i gasstrømmens retning.

Varmevekslingsfladerne er udført som svejste membranrørvægge og retningsændringerne af fladerne er fremkommet ved, at disse er bukket i facon efter færdigsvejsningen.

Af hensyn til renholdelse af varmevekslingsfladerne indbygges der sodblæsere og mekaniske vibrationsorganer i trykbeholderen. Såfremt varmevekslingsselementet 10 er ophængt foroven i beholderen, er det fordelagtigt at anbringe de mekaniske vibrationsorganer forneden ved tilgangskassen 17, der er styret således, at den kan bevæges en smule, hvorved vibrationsorganerne får den størst mulige effekt. Sodblæserne anbringes fordelagtigst foroven i beholderen, hvor de er rettet ned i de enkelte gaskanaler.

P A T E N T K R A V

1. Gaskøler til køling af en strøm af gas, hovedsagelig ved konvektion, f.eks. til køling af gas, direkte nedstrøms for en strålingskøler, der modtager gas fra en forgasningsreaktor til forgasning af faste stoffer, hvilken gaskøler omfatter en aflang, lodret placeret trykbeholder (1) med en gastilgang (5) foroven, en gasafgang (8) forneden, og i beholderen (1) et varmevekslingselement (10) med varmevekslingsflader

(11) indrettet til gennemstrømning af vand og vanddamp under højt tryk, hvilke varmevekslingsflader (11) mellem sig danner i det væsentlige lodretgående gaskanaler (12), der strækker sig over størstedelen af beholderens (1) længde, k e n d e t e g n e t ved, at størstedelen af gaskanalerne (12) hver er opdelt i flere indbyrdes adskilte, retlinede afsnit (13), at overgangen mellem to efter hinanden følgende, retlinede afsnit udgøres af mindst ét kort, retlinet kanalafsnit (14), der set i 10 gasstrømmens retning skråner mod beholderens (1) nedre ende, og at kanalen (12) ved den nederste ende af det skrånende kanalafsnit (14) er forsat i sideretningen i en afstand svarende til kanalbredden.

2. Gaskøler ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at den ved den nedadvendende ende af nogle af de korte, retlinede kanalafsnit (14) har et andet kort, retlinet kanalafsnit (20), der set i gasstrømmens retning skråner mod beholderens nedre ende, og at kanalen (12) ved den nederste ende af det andet, skrånende kanalafsnit (20) flugter med det lodretgående kanalafsnit (13) umiddelbart opstrøms for det første, skrånende kanalafsnit (14).

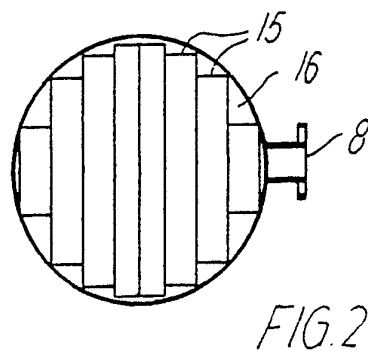
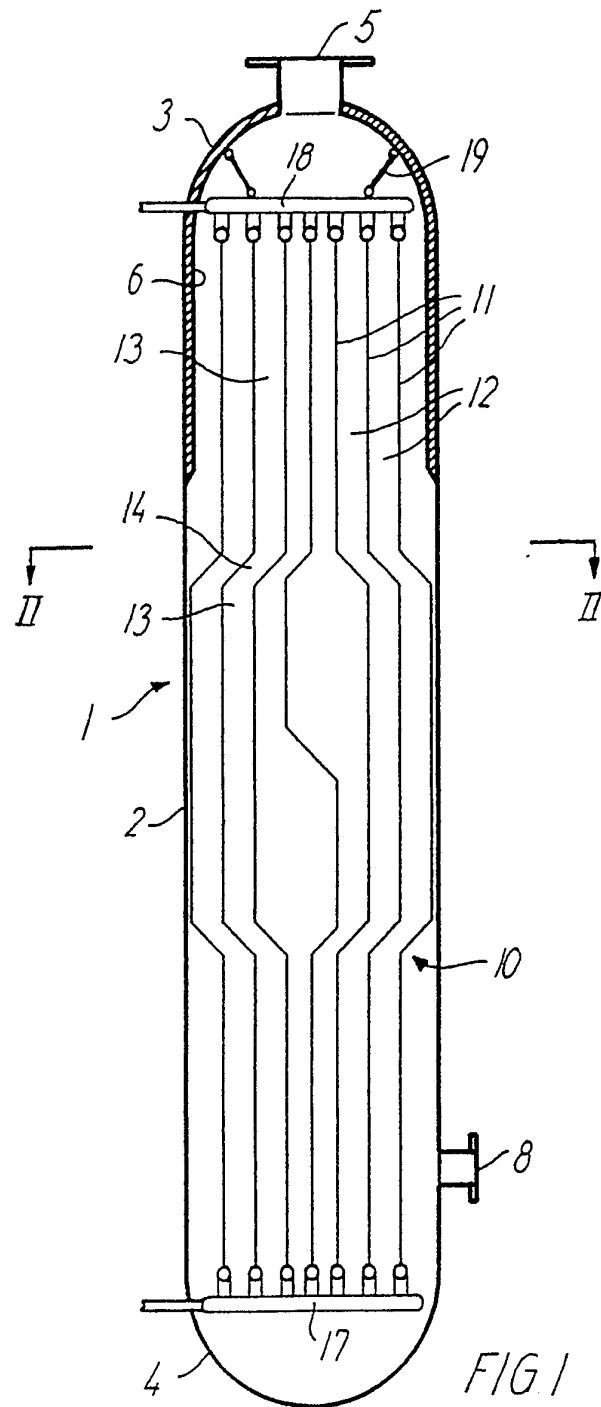
3. Gaskøler ifølge krav 1 eller 2, k e n d e t e g n e t ved, at varmevekslingsfladerne (11) er udført som svejste membranrørvægge, og at membranrørvæggene i overgangsområderne (14, 20) mellem efter hinanden følgende, lodretgående kanalafsnit (13) er bukket i facon efter færdigsvejsningen.

4. Gaskøler ifølge ethvert af de foregående krav, k e n d e t e g n e t ved, at varmevekslingsfladerne (11) ved den ene ende er forbundet til en fælles tilgangskasse (17) for vand og vanddamp og ved den anden ende til en fælles afgangskasse (18), og at enten tilgangskassen (17) eller afgangskassen (18) er båret i 35 beholderen (1) og derved bærer varmevekslingselementets (10) fulde vægt, medens der ved den ende af varmeveks-

lingsselementet (10), der er modsat den ende i hvilken det er båret, er styr, der begrænser varmevekslingsselementets (10) bevægelse i radialretningen.

5 k e n d e t e g n e t ved, at der i en af de lodretgående kanaler (12) er indbygget en selvstændig varmeveksler (21, 22) med separate til- og afgang for kølemedium.

10 krav, k e n d e t e g n e t ved, at den har sodblæsere fortrinsvis ved den øverste ende af varmevekslingsselementet (10), og mekaniske vibrationsorganer, fortrinsvis ved den ende af varmevekslingsselementet (10), der er modsat den ende i hvilket det er båret.



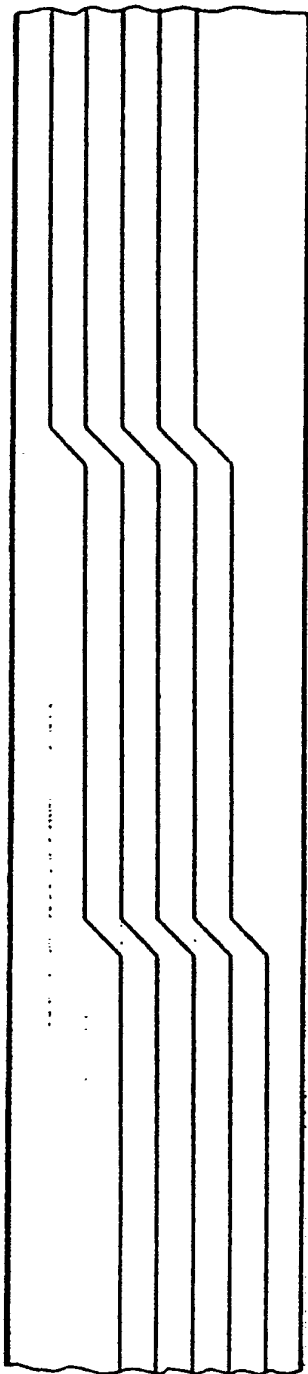


FIG. 3

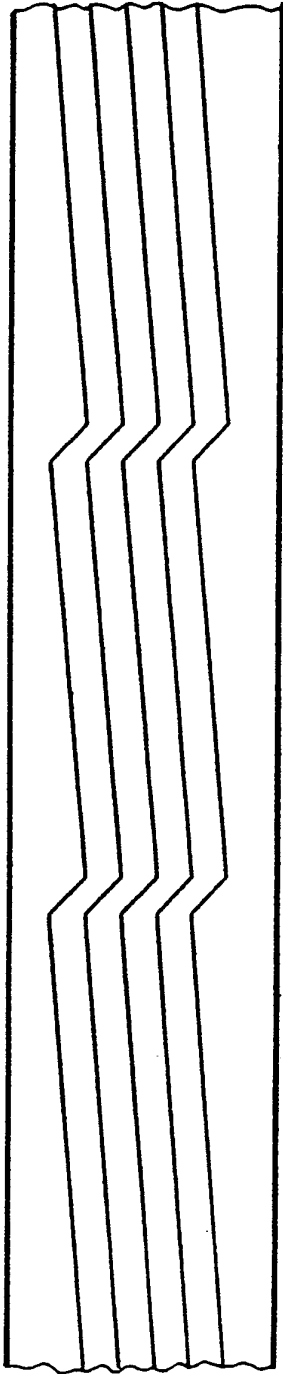


FIG. 4

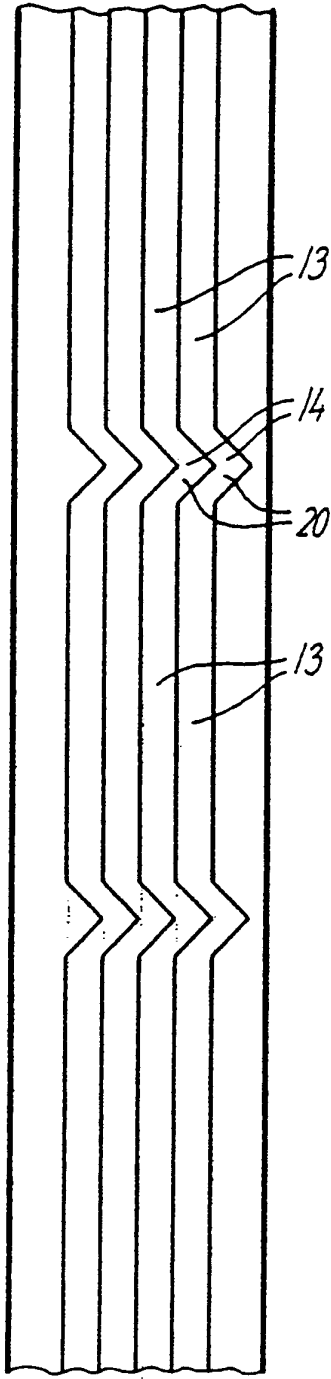


FIG. 5

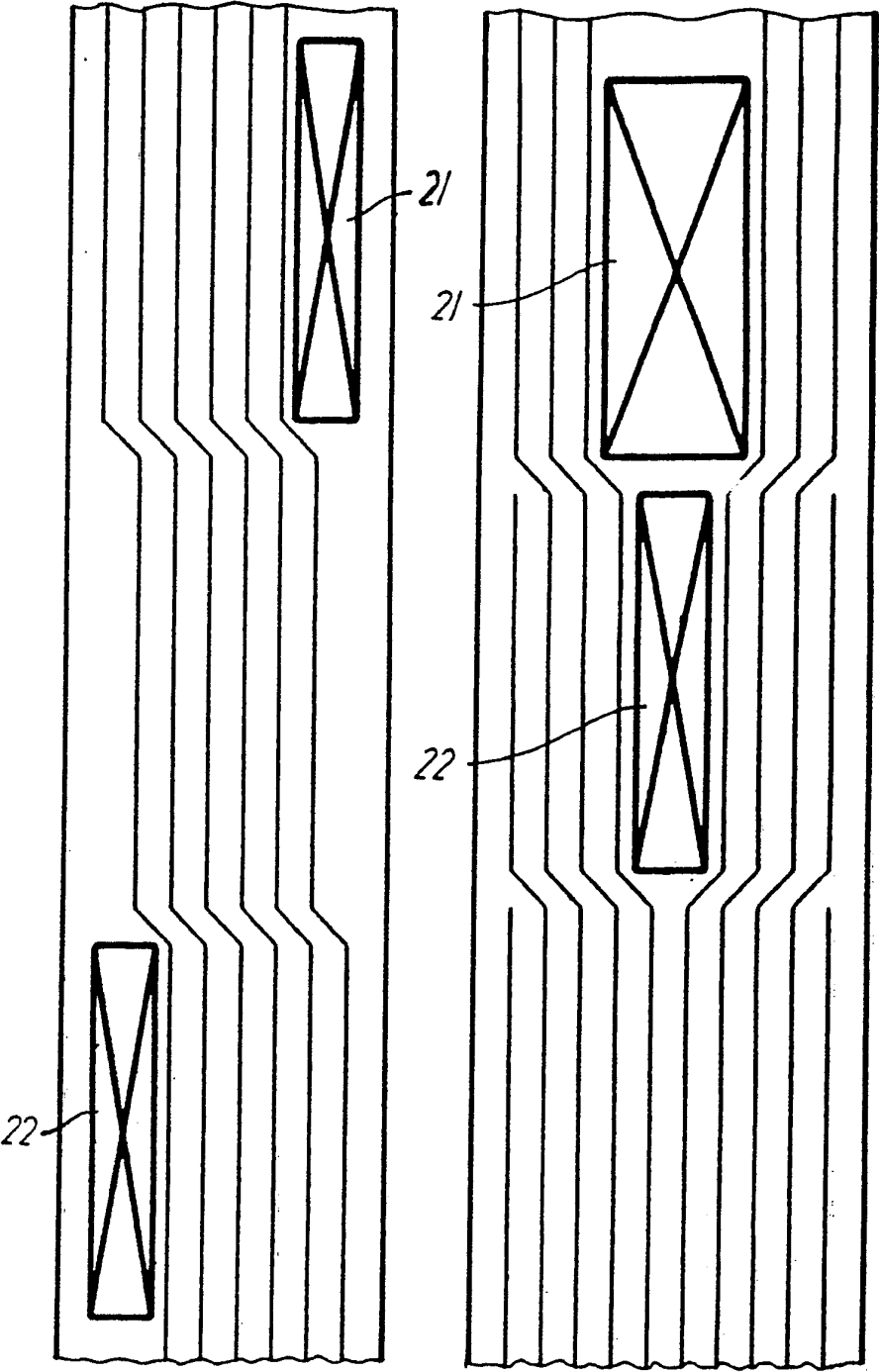


FIG. 6

FIG. 7