



PATENTDIREKTORATET
TAASTRUP

(21) Patentansøgning nr.: 6224/84

(22) Indleveringsdag: 21 dec 1984

(41) Alm. tilgængelig: 30 jun 1985

(44) Fremlagt: 25 mar 1991

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: 29 dec 1983 SE 8307215 27 sep 1984 SE 8404845

(71) Ansøger: *Flækt Aktiebolag; Box 81 001; Sickla Alle 13; Nacka; 104 81 Stockholm, SE

(72) Opfinder: Roy *Holmberg; SE

(51) Int.Cl.⁵

F 28 F 3/08

F 28 D 9/02

(74) Fuldmægtig: Dansk Patent Kontor A/S

(54) Plade-varmeudveksler

(56) Frømdragne publikationer

DE off. g. skrift nr. 2630905

FR pat. nr. 2318398

GB pat. nr. 510206

(57) Sammendrag:

6224-84

I en pladevarmeudveksler, der er indrettet til varmeveksling mellem gasformige medier, fortrinsvis luft er et antal tynde plader (1a-1c) med afstandsganer (2) stablet oven på hinanden under en indbyrdes vinkel forskydning mellem de enkelte plader på 90°, således at der dannes gennemgående kanaler (3a,3b), der forløber vinkelret på hinanden og har i hovedsagen rektangulær tværsnitsform.

Det nye består i, at pladerne mellem afstandsganerne er udformet med en finstruktur (4) i form af korrugeringer, der ligger i hovedsagen vinkelret på afstandsganerne (2), og som under gennemstrømningen danner et friktionsbetinget trykfald.

Herved opnås, at materialetykkelsen i pladerne kan formindskes og varmeoverføringskapaciteten forøges, samtidig med at strømningsmodstanden bibeholdes på en lav værdi.

Fig.1

6224-84

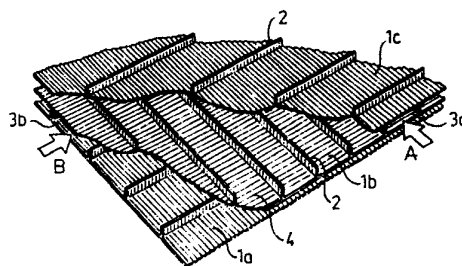
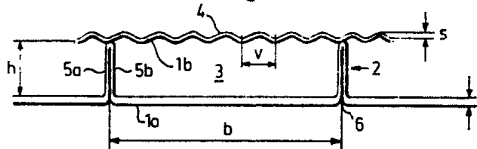


Fig. 2a



Opfindelsen angår en pladevarmeudveksler af den i krav 1's indledning angivne art.

En sådan pladevarmeudveksler kendes fra GB-A-510.206.
5 Pladevarmeudvekslere af denne art anvendes først og fremmest i varmegenvindingsaggregater i ventilationsanlæg. Sædvanligvis er det varmen fra en afgangsluftstrøm, der overføres til en tilførselsluftstrøm ved, at de pågældende strømme passerer varmeudveksleren i særskilte kanaler
10 efter det såkaldte krydsstrømsprincip.

En sædvanlig udformning af en sådan varmeudveksler omfatter korslagte plane planer, der er forsynet med afstandsorganer, som igen er udformet af og udgør en del af pladen og kan være fremstillet som runde vorter eller
15 langstrakte vorter, der strækker sig i strømningsretningen. Afstanden mellem disse afstandsorganer skal vælges stor i forhold til højden for at undgå en ugunstig turbulensfrembringelse i varmeudveksleren. Som følge heraf må materialetykkelsen i pladerne, som ofte er fremstillet
20 af aluminium, vælges forholdsvis stor for at pladerne skal tåle den store trykforskel mellem deres to fladsider, som er sædvanlig, uden at pladernes udbøjning bliver for stor. Eftersom materialeomkostningerne udgør en væsentlig del af omkostningerne for en færdig varmeudveksler, vil den
25 forholdsvis store materialetykkelse derfor betyde en væsentlig ulempe for denne type af varmeudvekslere.

En anden sædvanlig udformning af pladevarmeudvekslere til varmegenvindingsformål omfatter korslagte plane plader med mellemliggende korrugerede eller foldede plader, der udgør
30 afstandsorganer for de plane plader, idet sidstnævnte holder de to gasstrømme adskilt fra hinanden. Ved en sædvanlig udformning af de foldede plader er strømningskanalerne trekantede i tværsnit og tillader anvendelsen af små materialetykkelser. En ulempe består imidlertid i, at den
35 i tværsnit trekantede udformning af kanalerne, sammen med

en laminær strømning, kræver et stort varmeareal, hvad der igen medfører, at kanalerne bliver snævre, for at varmevekslerens rumfang ikke skal blive alt for stort. De
5 snævre kanaler bevirker bl.a. en uønsket høj trykfaldsforøgelse ved kondensatudfældning.

Fra det tyske offentliggørelsesskrift nr. 2.630.905 er det endvidere kendt i en varmeudveksler, der består alene af korslagte plader, der er forsynet med afstandsorganer, at
10 udforme afstandsorganerne som bølger i pladen, der strækker sig i strømningsretningen, hvorved der dannes i tværsnit rektangulære kanaler til gassens passage gennem varmeudveksleren. Det er kendt, at den rektangulære tvær-
15 snitsform er meget fordelagtig med hensyn til strømningen, men også denne udformning er behæftet med den ulempe, at der skal anvendes en stor materialetykkelse, da styrken ellers bliver for ringe. Som eksempel kan nævnes, at materialetykkelsen ved plader af denne art er mindst 0,3
20 mm og afstanden mellem afstandsorganerne eller bølgerne er op til 100 mm. Yderligere en ulempe består i, at den laminære strømning, der fremkommer ved anvendelsen af plane plader, også i dette tilfælde medfører snævre strømningskanaler. Ved denne kendte art varmeudveks-
25 lerplade dannes tætninger mellem pladerne sædvanligvis ved hjælp af en art tætningsmasse, eller ved at bukke kanten på den ene plade omkring kanten på den nærmest liggende plade, og dette giver en acceptabel tætning med plan eller jævn plade af den ovenfor angivne tykkelse.

Den pladevarmeudveksler, der kendes fra ovennævnte GB-A
30 510.206, består af et antal plader, der er stablet oven på hinanden og udstyret med afstandsorganer i form af i strømningsretningen langsgående finner, der er udformet i
35 et stykke med pladerne, idet hver plade er forsat 90° i forhold til tilstødende plader med henblik på dannelse af strømningskanaler af stort set rektangulær tværsnitsform. For at forbedre varmeoverføringen er der endvidere tilve-

jebragt en finstruktur mellem de langsgående afstandsorganer.

Pladerne er indbyrdes fastgjort f.eks. ved lodning, og
5 fastgørelsen af særskilte vinkelstykker og U-formede endele er vist. Ulemperne ved denne varmeudveksler vedrører fremstillingsmetoden, navnlig den indbyrdes fastgørelse og tætning mellem tilstødende plader.

En yderligere pladevarmeudveksler kendes fra
10 FR-A-2.318.398. Denne består af et antal på hinanden stablede plader med i strømningsretningen langsgående afstandsorganer, også her forsat i forhold til tilstødende plader for at danne strømningskanaler. Hver plades randtætning er udformet på en sådan måde, at endekanten på én
15 plade foldes omkring kanten på en nabo-plade til dannels af en foldekant. Den således dannede samling kan forstærkes ved hjælp af et klæbemiddel eller ved slaglodning i de tilfælde, hvor det er nødvendigt at sikre en tæt samling. Som nævnt ovenfor er en sådan foldet randtætning
20 acceptabel med en plan plade, forudsat at pladematerialet har den fornødne tykkelse.

Det er opfindelsens formål at anvise udformningen af en varmeudveksler, der ikke er behæftet med de kendte varmeudveksleres ulemper, men er fremstillet ved en stærkt
25 forenklet samlemetode, som på samme tid giver en pålidelig og effektiv tætning mellem tilstødende plader, til trods for anvendelsen af tyndere plademateriale end i sædvanlige varmeudvekslere.

De nævnte formål opnås ved en varmeudveksler, der ifølge
30 opfindelsen er ejendommelig ved de i krav 1's kendetegnende del angivne træk.

Opfindelsen er baseret på erkendelsen af, at det ved en langsgående bølging af pladernes ombukkede forbindelses-

kant er muligt at forhindre en tilbagefjedring af den ombukkede pladedel, dvs. på en sådan måde, at der opnås en låsning af forbindelseskanten.

- 5 Herved kan pladerne sammenføjes til dannelsen af en varmeudvekslerpakke med en stor varmeoverføringsevne, et lavt trykfald, en stor tæthed mellem kanalerne og stabile sideflader på pakken, samt en evne til at tåle store trykforskelle mellem kanalerne - alt takket være kombinationen
- 10 af finstrukturen i de tynde plader og den for opfindelsen ejendommelige udformning af sammenføjningen af de forskellige plader.

Yderligere hensigtsmæssige udførelsesformer af varmeudveksleren ifølge opfindelsen er angivet i underkravene.

- 15 Opfindelsen skal i det følgende forklares nærmere under henvisning til tegningen, på hvilken

fig. 1 i perspektiv og skematisk viser tre varmeudvekslerplader, der er anbragt oven på hinanden, idet organerne til sammenføjning af pladerne ikke er vist,

- 20 fig. 2a skematisk og set mod enden viser to oven på hinanden anbragte varmeudvekslerplader,

fig. 2b er et forstørret delsnit gennem en kontaktplade til belysning af finstrukturen,

fig. 3 i perspektiv viser en såkaldt varmeudvekslerpakke,

- 25 fig. 4, 5a og 5b skematisk og i detaljer viser, hvorledes to varmeudvekslerplader er forbundet med hinanden, og

fig. 6 viser en varmeudvekslerplade, set mod fladsiden.

Fig. 1 viser princippet for, hvorledes tre varmeudveksler-

plader 1a, 1b og 1c er anbragt på hinanden med en indbyrdes vinkelforskydning på 90° . Denne figur viser ikke organer til indbyrdes sammenføjning af pladerne. Hver plade er
5 forsynet med langsgående afstandsorganer 2, der er udformet som folder i pladen. Herved dannes langstrakte i tværsnit rektangulære kanaler 3a og 3b for luften, som således bringes til at passere i krydsende strømme som vist med pilene A hhv. B. Luftkanalernes bredde b, jf.
10 fig. 2a, er mellem 10 og 50 mm, fortrinsvis mellem 20 og 30 mm, og deres højde h, der svarer til foldehøjden på afstandsorganerne 2, er større end 1,5 mm, fortrinsvis 2-10 mm. Det har vist sig, at en sådan udformning af kanalerne er hensigtsmæssig med hensyn til varmeoverføring,
15 trykfald, styrke og produktionsteknik. Varmeudvekslerens plader er fortrinsvis fremstillet af aluminium-materiale.

Ifølge opfindelsen er pladerne 1a, 1b og 1c forsynet med en friktionstrykfaldsdannende finstruktur 4 i form af korrugeringer, jf. fig. 2a og 2b. Korrugeringerne er fortrinsvis
20 orienteret vinkelret på afstandsorganerne 2, som også kan være udformet med en finstruktur.

Den nærmere udformning af finstrukturen 4 fremgår af den skematiske fig. 2b, der viser et snit vinkelret gennem en kontaktplade. Finstrukturens korrugeringer har en
25 bølgehøjde S på mellem 0,1 og 1 mm. Finstrukturen i pladen 1b har endvidere en bølgelængde v på mellem 1 og 5 mm, fortrinsvis 3 mm, og den er fortrinsvis trekantet som vist. Der kan også anvendes sinusbølgeform eller en eller anden mellemliggende form. Pladen med finstruktur har en
30 godstykkelse t på mindre end 0,1 mm, og pladernes finstrukturtykkelse T, der defineres som den samlede tykkelse af pladernes område med ikke-deformeret finstruktur 4, dvs. $S + t$, andrager mellem 0,1 og 1 mm, fortrinsvis 0,5 mm.

35 Det har vist sig, at finstrukturen i kanalen forårsager en

- gunstig turbulensfrembringelse, hvad der medfører en aktiv forøgelse af varmeoverføringskapaciteten, uden at trykfaldstabene forøges i uforholdsmæssigt høj grad.
- 5 Opfindelsen er således delvis baseret på erkendelsen af, at finstrukturen ifølge det ovenstående i tilslutning til kanalens udformning giver en gunstig turbulensfrembringelse i kanalen, og til forskel fra kendte anordninger ikke forårsager afløsningsstrømning. Takket være finstrukturens
- 10 afstivende virkning kan pladernes godstykkelse vælges så lille som 0,1 mm eller mindre. Herved bliver det samlede materialeforbrug af størrelsesordenen 25% sammenlignet med materialeforbruget for en konventionel varmeudveksler med tilsvarende varmeoverføringskapacitet og trykfald.
- 15 Fig. 2a viser detaljeret og skematisk to varmeudvekslerplader 1a og 1b, set mod enden. Mellem to af den nedre plades afstandsorganer 2 og den øvre plade dannes en luftkanal 3, der således er vist i tværsnit. I det viste udførelseseksempel er siderne 5a og 5b på afstandsorganerne 2 sammenpresset til dannelsen af en smal revne 6 på
- 20 undersiden af pladerne. En virkning af revnen 6 er, at den bidrager til en vis turbulensfrembringelse i luften på undersiden af pladen, hvad der er tilstrækkeligt for at forøge varmeovergangstallet, men kun i ringe udstrækning
- 25 bidrager til en forøgelse af trykfaldet i kanalen.

Finstrukturen i pladen 1b har en bølgelængde v på mellem 2 og 5 mm, fortrinsvis 3 mm, og den er som vist sinusbølgeformet, men kan også være trekantet eller have en mellemliggende form.

- 30 Fig. 3 viser, hvorledes et antal varmeudvekslerplader samles til en varmeudvekslerpakke. Varmeudvekslerpakken orienteres i reglen således, at varmeudvekslerpladerne ligger lodret. Varmeudvekslerlegemet bringes til at hæle i forhold til det vandrette plan, således at kondensvand,
- 35 der udfældes i kanalerne, lettere kan løbe af.

Fig. 4, 5a, 5b og 6 viser detaljeret, hvorledes en nedre varmeudvekslerplade ifølge opfindelsen sammenføjes med en øvre varmeudvekslerplade ved sin endekant. For at varme-
5 udvekslerpakken skal fungere godt er det nødvendigt, at sammenføjningen mellem pladerne er effektiv, både med hensyn til mekanisk styrke og med hensyn til tæthed. Lækage mellem de særskilte kanaler bør i størst mulig grad undgås og kan ved disse anvendelser være direkte skadelig.

10 Fig. 6 viser, hvorledes varmeudvekslerpladen ved hver af sine to på tværs af afstandsorganerne 2 forløbende endekanter 10a og 10b har en kantzonedel 11a hhv. 11b. Hver kontaktplade har med hver af sine to langs med afstandsorganerne 2 forløbende endekanter 20a og 20b
15 endvidere en kantzonedel 21a hhv. 21b, hvori der er anbragt en ombukningskant 22a hhv. 22b. Pladen har endvidere hjørneudskæringer 26. Ombukningskanterne 22a og 22b er bestemt til sammenføjning med en naboplade på en sådan måde, at disse kanter ombukkes omkring nabopladens kant-
20 zonedel, hvorved der dannes en ombukket kant 23. Ombukningskanterne 22a og 22b har endvidere en afstandsdel 25, hvis størrelse svarer til den afstand mellem nabopladerne, der bestemmes af højden på folderne eller afstandsorganerne 2, og danner en sidetætning for de ved pladernes ende-
25 kanter beliggende luftkanaler 3a og 3b. Den ombukkede kant 23 strækker sig over nabopladens kantzonedel og omslutter denne. Den ombukkede kant 23 og det heraf omsluttede materiale udviser endvidere en langsgående bølgekant 24, der strækker sig i pladens fulde bredde og er bestemt til at
30 bevirke en låsning af den ombukkede kant 23, således at en eventuel tilbagefjedring af ombukningskanterne 22a og 22b forhindres. Inden for bølgekanten 24 er finstrukturen i begge plader under delvis deformering sammenpresset mod hinanden og danner en effektiv tætning mellem pladerne.

35 Ved sammenpresningen bliver den resulterende tykkelse i alt væsentligt ikke større end den under henvisning til fig. 2b definerede finstrukturtykkelse T.

Fig. 5a viser en særlig hensigtsmæssig udførelsesform, hvori afstandsorganet 2 ved enden er lagt ned og derpå dækket af den underliggende plades ombukkede kant 23. Finstrukturen i de på hinanden liggende plader - herunder ombukningskanterne 22a og 22b og den ombukkede kant 23 - er herved blevet deformeret på en sådan måde, at den samlede tykkelse i alt væsentligt kan ligge inden for den under henvisning til fig. 2b definerede finstrukturtykkelse T.

10 Denne betingelse kan også opfyldes, selv om de to sider 5a og 5b på afstandsorganerne 2 er forsynet med finstruktur.

Ifølge opfindelsen har bølgekanten 24 en bølgelængde Y og en bølgehøjde y, der er således dimensioneret, at den strækning af materialet, som de bevirker, i det mindste

15 svarer til den forøgelse af overfladearealet, der opstår ved deformationen af finstrukturen inden for bølgekanten. Bølgekantens bølgelængde Y andrager ca. 10 mm og dens bølgehøjde y ca. 2 mm. Forøgelsen af overfladearealet i finstrukturen andrager mellem 1 og 10%, fortrinsvis 3%.

20 Ved at gå frem på denne måde opnås en meget effektiv tætning mellem de forskellige kanaler. Den strækning af den ombukkede kant 23, som den langsgående bølgekant 24 bevirker, udjævner finstrukturen på den ombukkede kant 23 og danner en ombukket, jævn og tæt fuge. Endvidere kan de

25 eventuelt nedbukkede afstandsorganer 2, takket være finstrukturen, finde plads inden for pladernes finstrukturtykkelse T. Ved sammenpresningen af den ombukkede kant 23 kan finstrukturens funktion sammenlignes med en pakningsfunktion.

30 Den viste udførelsesform for pladevarmeudveksleren er først og fremmest bestemt til anvendelse i såkaldte komfort-ventilationsanlæg, men opfindelsen er selvsagt ikke begrænset til denne udførelsesform eller til dette anvendelsesområde.

P A T E N T K R A V

1. Pladevarmeudveksler indrettet til varmeudveksling mellem gasformige medier, fortrinsvis luft, som i varmeudveksleren holdes adskilt fra hinanden, hvilken varmeudveksler udgøres af et antal på hinanden stablede tynde plader (1a-1c), der er forsynet med på langs af strømningsretningen forløbende afstandsorganer (2) i form af folder, der er udformet i ét stykke med pladerne, idet hver anden plade er vinkelforsat gennem 90° i forhold til den nærmestliggende plade, og med denne danner gennemgående kanaler (3a,3b), og idet pladerne (1a-1c) mellem de langsgående afstandsorganer (2) er forsynet med en friktionstrykfaldsdannende finstruktur (4) i form af korrugeringer, kendetegnet ved,

- a) at hver kontaktplade (1a-1c) ved hver af sine to på tværs af afstandsorganerne (2) forløbende endekanter (10a,10b) har en langsgående kantzonedel (11a,11b),
- b) at hver kontaktplade (1a-1c) ved hver af sine to i afstandsorganernes (2) længderetning forløbende endekanter (20a,20b) har en langsgående kantzonedel (21a,21b), der omfatter en ombukningskant (22a,22b),
- c) at de nævnte ombukningskanter (22a,22b) med henblik på sammenføjning med en nærmestliggende plade er ombukket omkring dennes kantzonedel under dannelse af en ombukket kant (23), der strækker sig over denne kantzonedel og omslutter denne, og
- d) at den ombukkede kant (23) og det af denne omsluttede materiale udviser en langsgående bølgekant (24), der strækker sig i pladens fulde bredde med henblik på låsning af ombukningskanten (22a,22b).

2. Pladevarmeudveksler ifølge krav 1, kendetegnet ved, at i de to plader er finstrukturen inden for den langsgående ombukning (24) under delvis deformation sammenpresset mod hinanden under dannelse af en effektiv tætning mellem pladerne.

3. Pladevarmeudveksler ifølge krav 1, kendetegnet ved, at finstrukturen (4) er orienteret i hovedsagen vinkelret på afstandsorganerne (2).
- 5 4. Pladevarmeudveksler ifølge krav 1, kendetegnet ved, at afstandsorganerne (2), herunder disses sider (5a,5b), udviser en finstruktur (4).
5. Pladevarmeudveksler ifølge krav 1, kendetegnet ved, at afstandsorganernes (2) sider (5a,5b) er sammen-
10 presset mod hinanden.
6. Pladevarmeudveksler ifølge krav 1, kendetegnet ved, at afstandsorganerne (2) inden for kantzonedelen (11a,11b) udviser et nedbukket parti, der er omsluttet af den ombukkede kant (23).
- 15 7. Pladevarmeudveksler ifølge krav 1, kendetegnet ved, at ombukningens (24) bølgelængde (Y) og bølgehøjde (y) er således dimensioneret, at de bevirker en strækning af materialet, der i det mindste svarer til den forøgelse af overfladearealet, der opstår ved deformationen af fin-
20 strukturen før ombukningen.
8. Pladevarmeudveksler ifølge krav 7, kendetegnet ved, at bølgelængden (Y) andrager ca. 10 mm og bølgehøjden (y) ca. 2 mm.
9. Pladevarmeudveksler ifølge krav 1, kendetegnet ved, at overfladeforøgelsen i finstrukturen andrager
25 mellem 1 og 10%, fortrinsvis 3%.
10. Pladevarmeudveksler ifølge krav 1, kendetegnet ved, at finstrukturens (4) bølgehøjde (S) andrager mellem 0,1 og 1 mm.

11. Pladevarmeudveksler ifølge krav 1, kendetegnet ved, at de dannede kanalers (3a,3b) bredde er mellem 10 og 50 mm, fortrinsvis mellem 20 og 30 mm.
- 5 12. Pladevarmeudveksler ifølge krav 1, kendetegnet ved, at pladernes (1a-1c) godstykkelse (t) er mindre end 0,1 mm.
13. Pladevarmeudveksler ifølge krav 1, kendetegnet ved, at pladernes finstrukturtykkelse (T), defineret som
10 den samlede tykkelse af pladernes dele med udeformeret finstruktur (4), dvs. $S + t$, andrager mellem 0,1 og 1 mm, fortrinsvis 0,5 mm.
14. Pladevarmeudveksler ifølge krav 1, kendetegnet ved, at den samlede tykkelse af de sammenpressede plader
15 ved ombukningen (24) i alt væsentligt ikke overskrider finstrukturtykkelsen (T).

Fig. 1

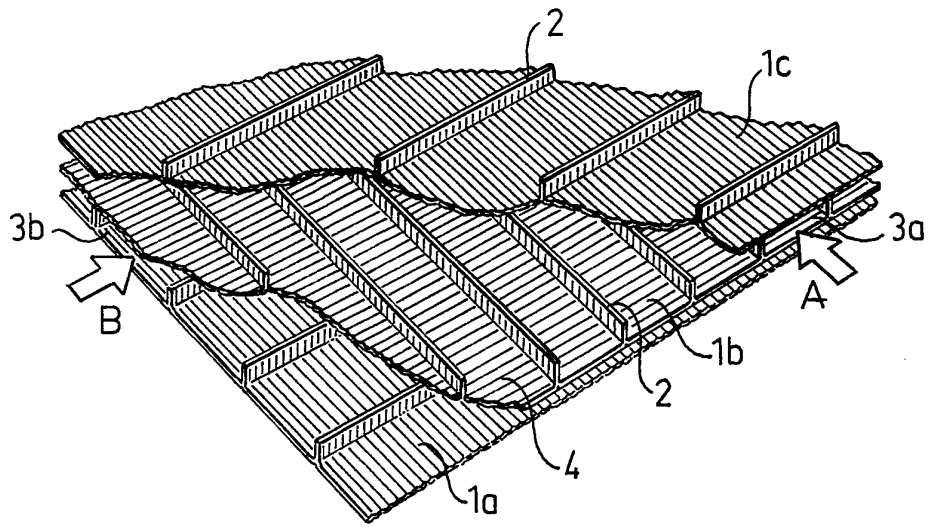


Fig. 2a

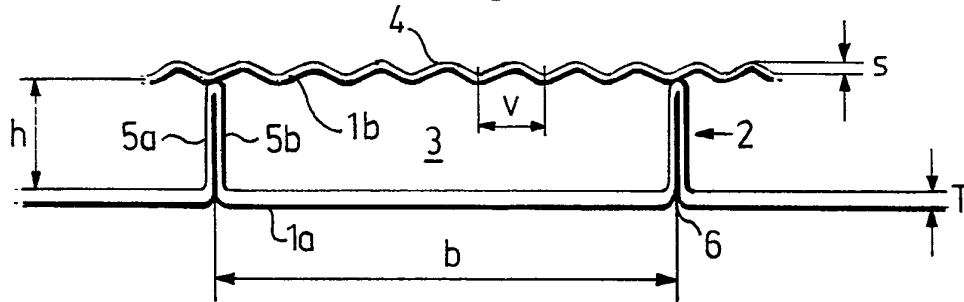


Fig. 2b

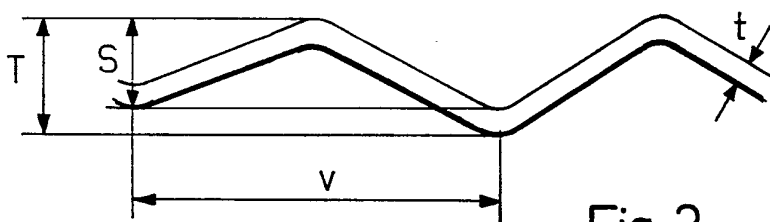


Fig. 3

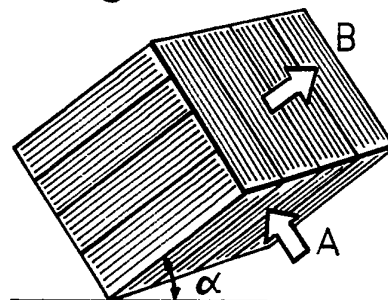


Fig. 4

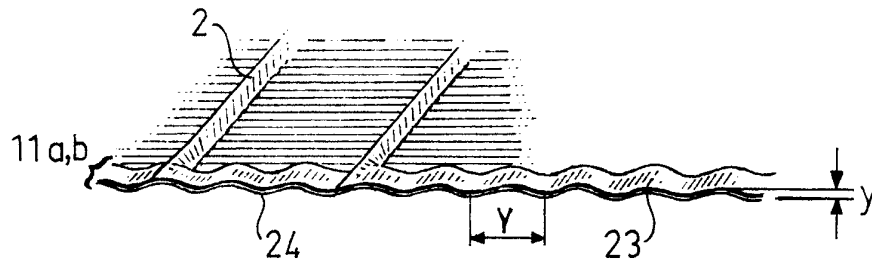


Fig. 5a

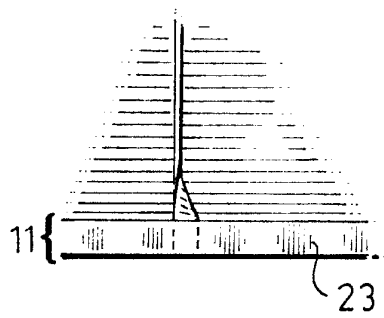


Fig. 5b

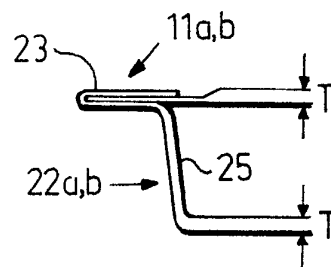


Fig. 6

