



NORGE

(12) PATENT

(19) NO

(11) 323131

(13) B1

(51) Int Cl.

B29C 43/20 (2006.01)

B29C 43/34 (2006.01)

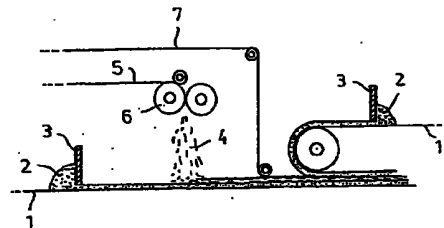
B29C 70/50 (2006.01)

B32B 5/26 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20021068	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2000.08.30 PCT/EP00/08427
(22)	Inng.dag	2002.03.04	(85)	Videreføringsdag	2002.03.04
(24)	Løpedag	2000.08.30	(30)	Prioritet	1999.09.11, DE, 19943442 1999.10.13, DE, 19949318
(41)	Alm.tilgj	2002.05.08			
(45)	Meddelt	2007.01.08			
(73)	Innehaver	Menzolit-Fibron GmbH , Hermann-Beutenmüller-Strasse 11-13, 75015 BRETEN, DE			
(72)	Oppfinner	Gerd Ehnert, Forst, DE Klaus Bieniek, Knittlingen-Hohenklingen, DE			
(74)	Fullmektig	Zacco Norway AS , Postboks 2003 Vika, 0125 OSLO, NO			

(54)	Benevnelse	Fremgangsmåte for produksjon av fiberforsterkede herbare komponenter av fiberforsterkede prepreg(SMC)-matter			
(56)	Anførte publikasjoner	DE 19534627 FR 7412176 US 4141929			
(57)	Sammendrag	Oppfinnelsen vedrører en SMC („sheet moulding compound", prepreg) for produksjon av fiberforsterkede varmeherdende komponenter. Nevnte SMC består av en resinmatriks (2) som er fiberforsterket med ensrettede fibre ("unidirectional fibres-, UD-fibre) (7) som anordnes i aksiell innretning og fortrinnsvis med tilleggskuttede fibre (tilfeldige fibre) (4) som anordnes på en ikke-innrettet måte i resin/harpiks-matriksen. Ifølge oppfinnelsen, for å oppnå ekstremt høy stivhet i en fleraksiell retning med en lav overflatevekt, anordnes flere lag SMC i komponenten, hvert lag inneholder UD-fibre (7) med en annen aksiell innretning enn de andre.			



Oppfinnelsen vedrører en prepreg (SMC) for produksjon av fiberforsterkede herdbare komponenter, en tilsvarende produksjonsprosess og en komponent produsert av denne SMC.

5 SMC står for "sheet moulding compound" og er en resin-/harpiksmatte ifølge DIN 16913. Generelt henviser SMC til en flytbar resinmatte basert på umettede polyesterharpiks/resin eller vinylesterresin/harpiks og tilfeldige fiberfordelinger i mattens plan. De forsterkede fibrene brukes som oftest av glassfibere. En typisk SMC-formulering består av omtrent 30 % polymer, omtrent 30 % fyllmasse og omtrent 30 % glassfibere,
10 resten er sammensatt av tilsetningsstoffer/additiver, slik som for eksempel fargepigmenter, herdere, dispergeringshjelpstoffer, fyllstoffer og lignende materialer. SMC produserer generelt som følger: resinmatriksen påføres på to bærerfilmer. Disse bærefilmene trekkes igjennom en SMC-maskin og i denne prosessen transporteres resinmatriksen, på hvilken de forsterkede fibrene legges på eller spres. Straks de forsterkede
15 fibrene har blitt påført, presses de to filmene sammen for å produsere en slags sandwich (trelagsstruktur). Denne sandwichen transporteres gjennom en impregneringsdel, som bruker skyve- og vuggebevegelser for å sikre at fibrene vætes jevnt med resinmatriks. Ved slutten av maskinen rulles det på spoler. Av største viktighet er en modningsprosess som kan initieres ved kjemisk og/eller fysisk hjelp. Etter denne
20 modningsprosessen kan SMC'en ytterligere viderebehandles. Etter avrivning av bærerfoliene, behandles SMC'en vanligvis eller presses i oppvarmede stålformer for å danne formede deler.

Fordelen med SMC er den høye flyteevnen som har den virkningen at kun 30 til 50 %
25 av støpeformen må tildekkes. Styrken og stivheten kan varieres innenfor vide områder, avhengig av forsterkningsfiberinnholdet.

Som et alternativ er det kjent å plassere et vevd stoff i resin/harpiksmatriksen for forsterkning. Ulempen med dette er at selv om styrken økes betydelig, blir det knapt
30 noen flyteevne. Presseformen må også tildekkes fullstendig, hvilket krever nøyaktig kutting i størrelse, hvilket resulterer i en masse sløsing/avfall.

Videre er det kjent SMC med glassfiberforsterkning omfattende både kuttefibere, (tilfeldige fibre, "random fibres") og ensrettede fibre, (unidirectional fibres, UD-fibre). UD-fibre gir økt styrke og stivhetsegenskaper i en aksial retning og de
35 tilfeldige fibrene bestemmer den tverrgående styrken. Denne SMC'en anvendes fortrinnsvis kun for støttetypekomponenter slik som for eksempel støtfangerstøtter. Det

er ikke mulig å produsere ark/plateliknende komponenter på grunn av den høye tendensen disse komponentene har til å bli forvridd.

FR 7412176 beskriver en fremgangsmåte for fremstilling av fiberforsterkede herdbare komponenter av fiberforsterkede SMC (sheet moulding compound)-matter som består av en harpiksmatriks som er forsterket med ensrettede fibre (UD-fibre) anordnet i aksial retning, og fortrinnsvis i tillegg med kuttete fibre (tilfeldige fibre) anordnet i harpiks-matriksen på en ikke-retningsbestemt måte, og SMC-mattene produseres med UD-fibre i en eneste aksial retning.

10

Ifølge oppfinnelsen er det således tilveiebragt en fremgangsmåte for produksjon av fiberforsterkede herdbare komponenter av fiberforsterket SMC-matter som består av en harpiksmatriks som er fiberforsterket med ensrettede fibre (UD-fibre) anordnet i en eneste aksial retning, og fordelaktig med avkuttete fibre (tilfeldige fibre) anordnet på en ikke-rettet måte i harpiksmatriksen, og SMC-mattene produseres med UD-fibre med en eneste aksial retning,

- flere av SMC-mattene før videre bearbeidelse til komponent anordnes ved at de bygges opp til en stabel med UD-fibre i fleraksial retning,
- SMC-mattene kuttet i remser og vikles på spoler eller ruller,
- remsene kuttet i lengder og anordnes i rektangulære lagemner, og
- de enkelte lagemnene bygges opp til en stabel på et rotasjonsbord,
- og denne stabelen plasseres så i støpeformen (pressen) for fremstilling av komponenten eller forformes ved forpressing for fiksering.

25

Fordelaktige utførelsesformer av fremgangsmåten er gitt i de uselvstendige kravene 2 til 10.

Formålet som oppfinnelsen er basert på er å utvikle en SMC for produksjon av fiberforsterkede herdbare komponenter ifølge den innledende delen slik at det oppnås en høy styrke og stivhet i fleraksial retning i ark/plateliknende tynnveggede komponenter. Basisen for dette er en SMC med en asymmetrisk fiberstruktur, omfattende en tilfeldig fibersiden og en UD-fiberside.

Ifølge oppfinnelsen oppnås dette formålet ved at flere lag av SMC inneholdende UD-fibre med en forskjellig aksial innretning fra hverandre anordnes i komponenten. Siden UD-fibre styrer styrke- og stivhetsegenskapene, frembringes disse egenskapene

ikke bare i en aksiell retning men i forskjellige retninger. På grunn av den høye styrken og stivheten, er det mulig å produsere lettvektskomponenter eller komponenter med en tynn veggstruktur.

- 5 For å være i stand til å produsere en flerlagret SMC-struktur med ønskede komponentveggtykkelser på omtrent 1,2 mm og store SMC som kuttedimensjoner, må SMC-vekten pr enhetsareal være mindre enn 1000 g/m^2 .

- 10 Inntil nå har det ikke vært mulig verken å produsere så lave SMC-vekter pr enhetsareal industrielt, eller effektivt når det gjelder styrke og stivhet. Utviklingen av en slik SMC har kun blitt interessant med en UD-karbonforsterkning og de resulterende styrke- og stivhetsegenskapene for en fleraksiell forsterkning i komponenten.

- 15 Sammenlignet med de vanlige prosesseteknikkene for produksjon av komponenter fra fiberkompositter med karbonfibere (resinoverføringsstøping, prepregprosessering ved pressing eller autoklaveringsprosess), har SMC'en som oppfinnelsen er basert på følgende fordeler:

- enkle kuttgeometrier, siden til tross for UD-fiberforsterkningen er SMC'en flytbar
 - 20 - ingen SMC-avskjæringer som må kastes eller resirkuleres
 - ingen avklipping av de formede delene, derfor intet avfall
 - korte syklustider for komponentproduksjonen, derfor egnet for masseproduksjon.
- 25 En kombinasjon av tilfeldige fibere dannet av glass- eller karbonfibere med UD-karbonfibere vil foretrekkes for den assymetriske forsterkede SMC'en som har blitt utviklet.

- SMC'en som oppfinnelsen er basert på dekkes 60 – 95 % av presstøpeformen. For å produsere flyteevne til UD-karbonfibrene i UD-retningen, kuttetes kontinuerlige UD-fibere i en endelig lengde. Den endelige lengden på UD-fibrene kan være mellom 25 mm og 650 mm. Endene på de kuttete UD-fibrene er forskjøvet i forhold til hverandre for å unngå svake punkter i SMC'en.
- 30

- I en foretrukket utførelsesform er UD-fiber-lengdene karbonfiber-"slepetau" (tows), for eksempel produsert ved "heavy tow"-prosessen. Det er fordelaktig å bruke karbonfibere som er større enn 49 K for dette formål. Alternativt kan bredstrimlete karbonfiber-
- 35

"tows" produsert ved "heavy tow"-prosessen med bredde på 10 mm til 500 mm anvendes.

For å sjekke UD-fiberretningene i den ferdige utformede delen ved røntgeninspeksjon, innføres enkeltglassfibergarn inn i matriksen inn i retningen av UD-fibrene som kontrastfibere.

For å forbedre fibervætingen, flyteevnen og for å kompensere for krymping, brukes fordelaktig forskjellig resinmatriks for de tilfeldige fibrene og UD-fibrene.

Det er fordelaktig å innføre elektrisk ledende tilsetningsstoffer inn i resinmatriksen, for å forbedre den elektriske ledningsevnen i en slik grad at det er mulig med et elektrostatisk belegg (ESTA)-coating, uten en ekstra elektrisk ledende primer på komponenten.

Overflatemotstanden bør være mellom 10 og $10^6 \Omega$ ved 5V og volummotstanden mindre enn $10^5 \Omega/\text{cm}$.

En prosess ifølge oppfinnelsen for produksjon av en fiberforsterket SMC som har de ovenfor nevnte egenskapene, skiller seg ut ved at SMC-matter med tilfeldige fibre og enkeltlag av UD-fibere produseres og ved at flere slike SMC-matter anordnes, før videre behandling for å danne den utformede delen, med fleraksiell innretning av UD-fibrene ved oppbygging i en stabel. Dette har den store fordelen ved at en eksisterende installasjon for produksjon av en SMC omfattende tilfeldige fibre og UD-fibere ikke trenger å endres. Den fleraksielle innretningen fremkommer ved å bygge opp de enkelte SMC-mattene til en stabel, der SMC-mattene stables slik at de roteres i forhold til hverandre.

I en foretrukket utførelsesform er alle UD-fiberlagene som anvendes innrettet i 0° -retningen og et hvilket som helst slags ønsket antall fiberlag anvendes.

I en alternativ foretrukket utførelsesform, er minst fire UD-fiberlag anordnet i følgende innretning:

$$0^\circ, 90^\circ, 90^\circ, 0^\circ \text{ eller } 0^\circ, 90^\circ, 0^\circ, 90^\circ.$$

Vinklene angir at det neste UD-fiberlaget nedenfor er anordnet slik at det roteres med denne vinkelen i forhold til det første laget.

Dette betyr at det første laget er innrettet ved 0° og det andre laget er 90° i forhold til det første laget.

- 5 I en alternativ foretrukket utførelsesform, er minst seks UD-fiberlag anordnet. I dette tilfellet, har UD-fiberlagene hensiktsmessig følgende innretning:

$0^\circ, 90^\circ; +45^\circ, -45^\circ, 90^\circ, 0^\circ$.

- 10 I en alternativ utførelsesform er åtte UD-fiberlag anordnet med følgende innretning:

$0^\circ, 90^\circ; +45^\circ, -45^\circ, +45^\circ, -45^\circ, 90^\circ, 0^\circ$.

- 15 For større veggtykkelser kan materialstrukturen legges i multipler på 4 eller 6 eller 8 lag i den spesifikke rekkefølgen med den ene over den andre.

- 20 En foretrukket utførelsesform av prosessen medfører at SMC-mattene (med ett UD-fiberlag) kuttes til remser og vikles på spoler, at remsene for komponentproduksjonen kuttes i lengder og anordnes i hvilken som helst slags ønsket posisjon og de enkelte råemnelagene bygges til en stabel i en hvilken som helst slags ønsket vinkelmessig posisjon i forhold til hverandre på et rotasjonsbord. Det har den fordelen at selv geometrisk vanskelige emneutforminger ikke produserer noe avfall.

- 25 Som sluttoperasjon plasseres stabelen enten i verktøypressen for produksjon av komponenten og komponenten presses eller, i et midlertidig trinn, forformes ved forpressing i den hensikt å feste/sikre der pressen for forforming er en invers form av støpeformen for å produsere komponenten.

- 30 Fortrinnsvis vikles remsene/strimlene på spoler med en kjernediameter som er større enn eller lik 2 mm og en ytre diameter som er større enn eller lik 500 mm.

SMC'en og fremstillingsteknologien ifølge oppfinnelsen er mangesidig. Den anvendes fortrinnsvis til å produsere fiberforsterkede komponenter, spesielt for bilindustrien.

- 35 Komponentene kan produseres for en lang rekke anvendelser, avhengig av resinmatriksen. Indre og ytre deler sammenføyd sammen resulterer for eksempel i høyere styrke og stivhet i elementene.

Når det anvendes en ikke-krympende resinmatriks er det mulig å produsere ytre deler av motorkjøretøyer med en klasse A-overflate, som på grunn av sin elektriske lednings-
evne, kan bli elektrostatisk belagt slik som metallplatedeler.

5

Ytterligere trekk ved oppfinnelsen vil komme frem av figurene som beskrives nedenfor og der:

fig. 1 viser skjematisk en installasjon for produksjon av SMC med et UD-fiberlag,

10

fig. 2 viser skjematisk en anordning for fremstilling av lagemner og fleraksiell SMC,

fig. 3 viser skjematisk produksjon av lagemner og oppbygging til en stabel på et
rotasjonsbord,

15

fig. 4 viser pressingen for å danne en formet del,

fig. 5 viser ved hjelp av et eksempel en oppbygging av en stabel av enkelt-UD-
fiberlag,

20

fig. 6 viser en ferdig utformet del med et skjematisk arrangement av de originale UD-
fiberlagene, og

fig. 7 viser den fleraksielle innretningen av UD-fiberlagene.

25

Fig. 1 viser en maskin eller installasjonsanordning for produksjon av SMC med et enkelt UD-fiberlag. En resinpasta eller resinmatriks 2 påføres en film 1 ved bruk av en bestrykningskniv 3. Tilfeldige fibre 4 blir så spredt oppå. Disse tilfeldige fibre 4 er glassfibre eller karbonfibre, som tilføres som kontinuerlige fibre 5 til en kuttein-
nretning 6 og kuttet av sistnevnte til små stykker på omtrent 6 – 50 mm i lengde.

30

Ensinnrettede UD-fibre 7 legges så på i retningen av mattebanens fremføring. Disse UD-fibre 7 er fortrinnsvis karbonfibre. Til slutt belegges film 1 igjen med en resinmatriks 2 ved bruk av en bestrykningskniv 3 og legges så oppå den første filmen, hvilket resulterer i en slags sandwich. Den påfølgende impregneringen i et kammer mellom gjennomhullet stoff (honeycombs) eller "honeycombs" og bindemidler, som
kan anordnes i et oppvarmingskammer er ikke vist. Denne SMC som således er

35

fremstilt ifølge oppfinnelsen, kuttet online eller offline til remser med bredde på omtrent 4 – 20 cm og vikles på spoler/ruller.

Fig. 2 viser skjematisk den påfølgende prosedyren. Rullene 8 som akkurat er nevnt, anordnes forskjøvet etter hverandre. Kun to ruller 8 er vist her, som et eksempel. En filmremse 9 er anordnet ved siden av hver av rullene 8. For å produsere flere aksielle SMC, kuttet SMC'en i lengder av et kutteverktøy 10 og forskyves hvilket resulterer i et lagemne 11 med omtrent hvilken som helst slags form uten kutting. Henvisningstallet 12 betegner de enkelte remsene etter kutting/skjæring og før forskyvning. Forskyvningen/flyttingen finner sted på en transportanordning 13. De enkelte lagene 11 kuttet i størrelser bygges enten opp til en stabel med forskjellig aksial innretning på UD-fibrene på et rotasjonsbord 14 eller festes direkte ved forpressing. Pressen 15 for forforming er fordelaktig en invers form av støpeformen for fremstilling av den utformede delen.

Fig. 3 viser skjematisk fremstillingen av lagemnene 11 og oppbyggingen til en stabel på et rotasjonsbord 14. De enkelte rullene 8 kuttet ifølge kravene og forskyves for å danne et lagemne 11 og stables så på et rotasjonsbord 14. Denne prosedyren produserer ikke noe avfall eller avklippinger.

Fig. 4 viser pressingen for å danne en utformet del 16. En stabel av oppbygde emnelag har blitt forformet i en forformingspresse 17. Denne forformingspressen 17 plasseres så sammen med den forutformede delen i pressen 18, den forformende pressen trekkes så tilbake og den utformede delen 16 presses.

Fig. 5 viser en ved hjelp av eksempel 1 oppbygget stabel 19 med enkeltlagemner 11. I dette eksempelet består stabelen 19 av seks lag med en orientering av UD-fiberlagene på 0°, 90°, +45°, -45°, 90°, 0°.

Fig. 6 viser en ferdig komponent (utformet del) 16 med et skjematisk arrangement av de enkelte UD-fiberlagene. Oppbyggingen av de enkelte kuttene til størrelseslag 11 kan klart sees.

Fig. 7 viser den multiaksielle innretningen av UD-fiberlagene ved 0°, 90°, -45°, -45°, 90°, 0°.

P a t e n t k r a v

1.

- Fremgangsmåte for produksjon av fiberforsterkede herdbare komponenter av
- 5 fiberforsterket SMC (sheet moulding compound)-matter som består av en harpiksmatriks (2) som er fiberforsterket med ensrettede fibre (UD-fibre) (7) anordnet i en eneste aksial retning, og fordelaktig med avkuttete fibre (tilfeldige fibre) (4) anordnet på en ikke-rettet måte i harpiksmatriksen (2), og SMC-mattene produseres med UD-fibre (7) med en eneste aksial retning,
- 10 - flere av SMC-mattene før videre bearbeidelse til komponent (16) anordnes ved at de bygges opp til en stabel (19) med UD-fibre i fleraksial retning,
- SMC-mattene kuttet i remser (12) og vikles på spoler eller ruller (8),
- remsene (12) kuttet i lengder og anordnes i rektangulære lagemner (11), og
- de enkelte lagemnene (11) bygges opp til en stabel (19) på et rotasjonsbord (14),
- 15 - og denne stabelen (19) plasseres så i støpeformen (pressen) (18) for fremstilling av komponenten (16) eller forformes ved forpressing for fiksering.

2.

- Fremgangsmåte ifølge krav 1, karakterisert ved at minst fire UD-fiberlag (7)
- 20 anordnes.

3.

- Fremgangsmåte ifølge krav 2, karakterisert ved at de fire UD-fiberlagene (7)
- har følgende retning

25

$0^\circ, 90^\circ, 90^\circ, 0^\circ$ eller $0^\circ, 90^\circ, 0^\circ, 90^\circ$.

4.

- Fremgangsmåte ifølge krav 1, karakterisert ved at minst seks UD-fiberlag (7)
- 30 anordnes.

5.

- Fremgangsmåte ifølge krav 4, karakterisert ved at de seks UD-fiberlagene (7)
- 35 har følgende retning

$0^\circ, 90^\circ, +45^\circ, -45^\circ, 90^\circ, 0^\circ$.

6.

Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at det anordnes åtte fiberlag (7).

5

7.

Fremgangsmåte ifølge krav 6, k a r a k t e r i s e r t v e d at de åtte UD-fiberlagene (7) har følgende retning

10

0°, 90°, +45°, -45°, +45°, -45°, 90°, 0°.

8.

Fremgangsmåte ifølge ett av kravene 1 til 8, k a r a k t e r i s e r t v e d at pressen for forforming er en invers form av støpeformen for produksjon av komponenten (16).

15

9.

Fremgangsmåte ifølge kravene 8 eller 9, k a r a k t e r i s e r t v e d at remsene (12) vikles på spoler med en kjernediameter større enn 200 mm og en ytre diameter større enn 500 mm.

20

10.

Fremgangsmåte ifølge ett av de forgående krav, k a r a k t e r i s e r t v e d at SMC'en er flytbar og at emnestørrelsen alltid er mindre enn den avviklede komponentoverflaten.

25

30

35

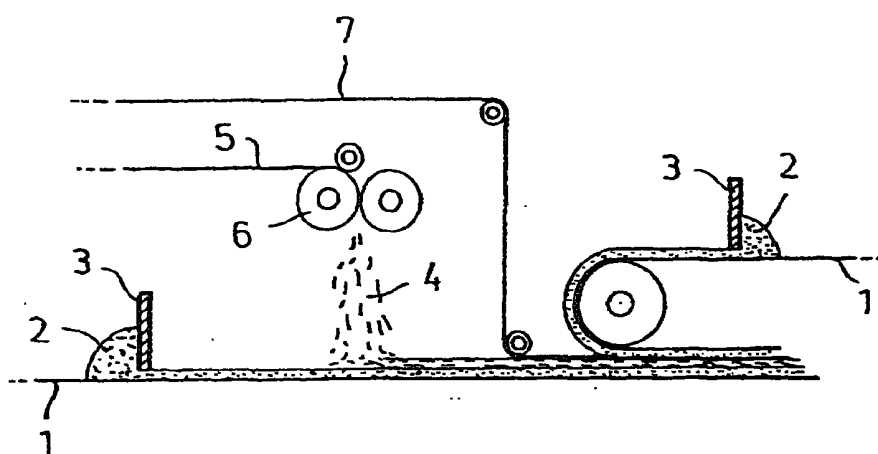


FIG. 1

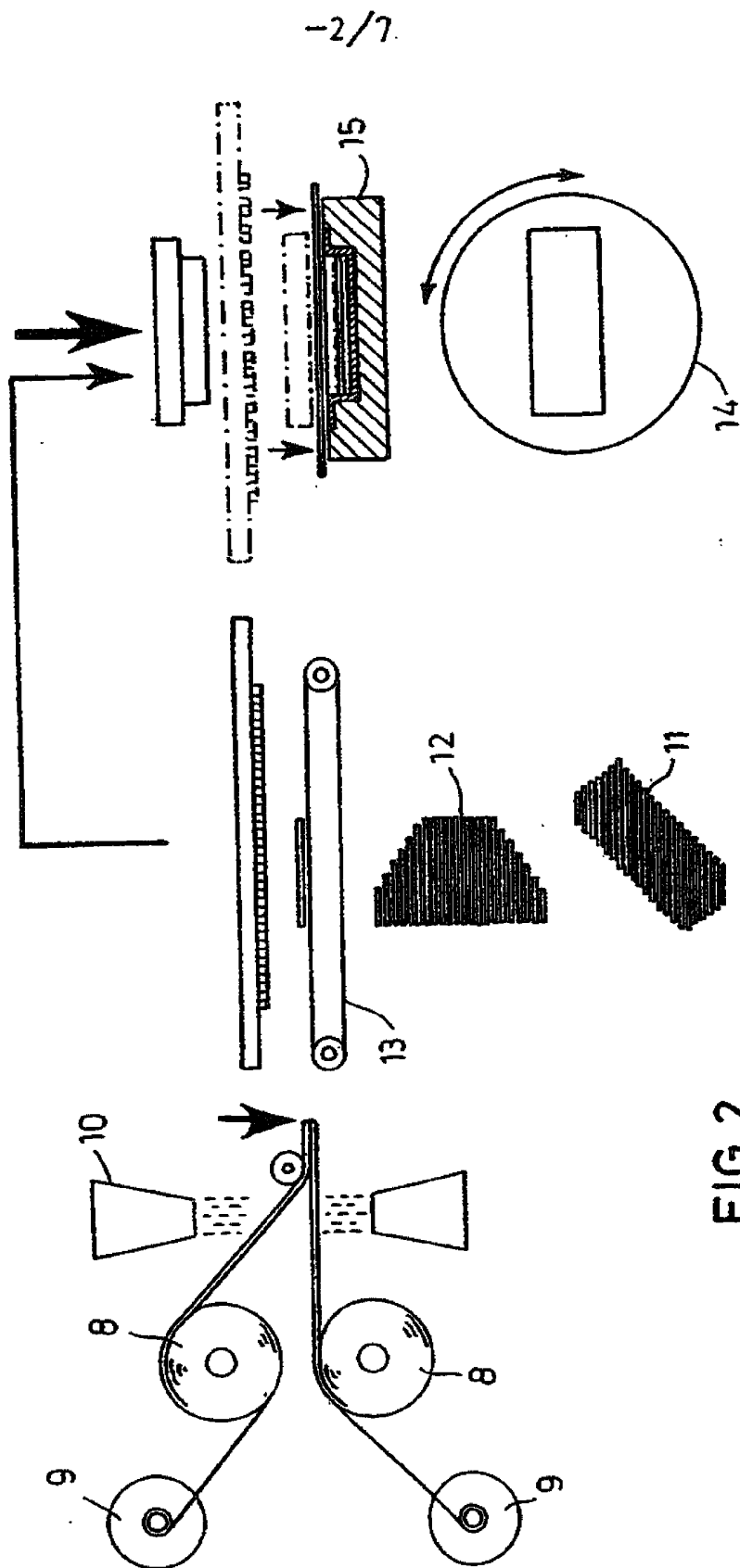


FIG.2

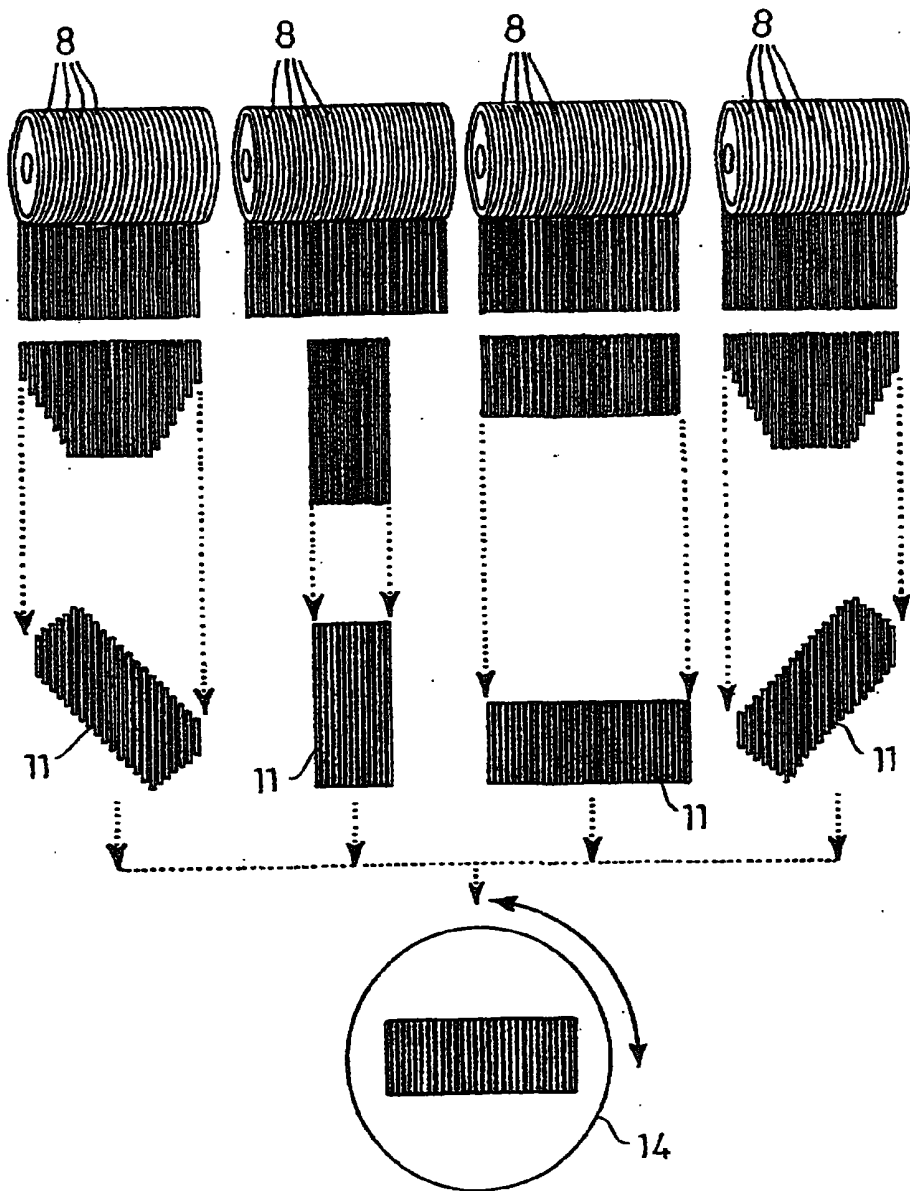


FIG.3

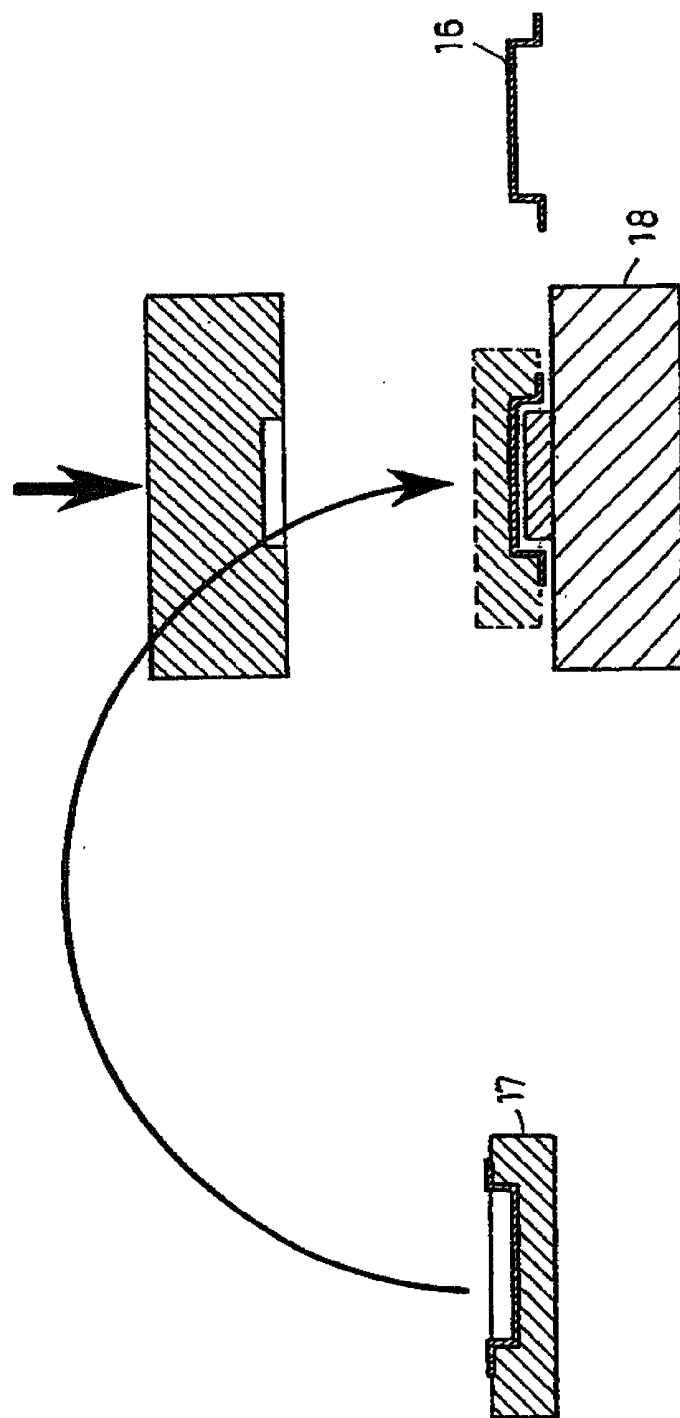


FIG. 4

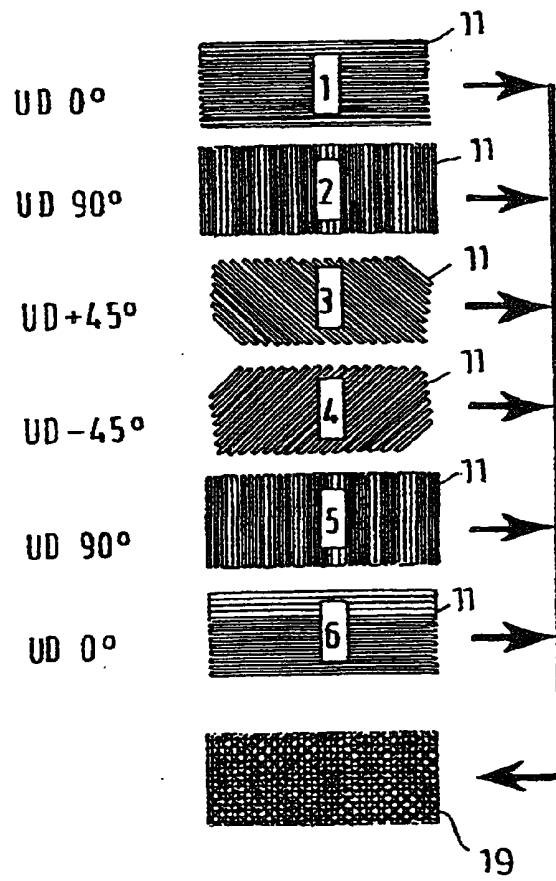


FIG. 5

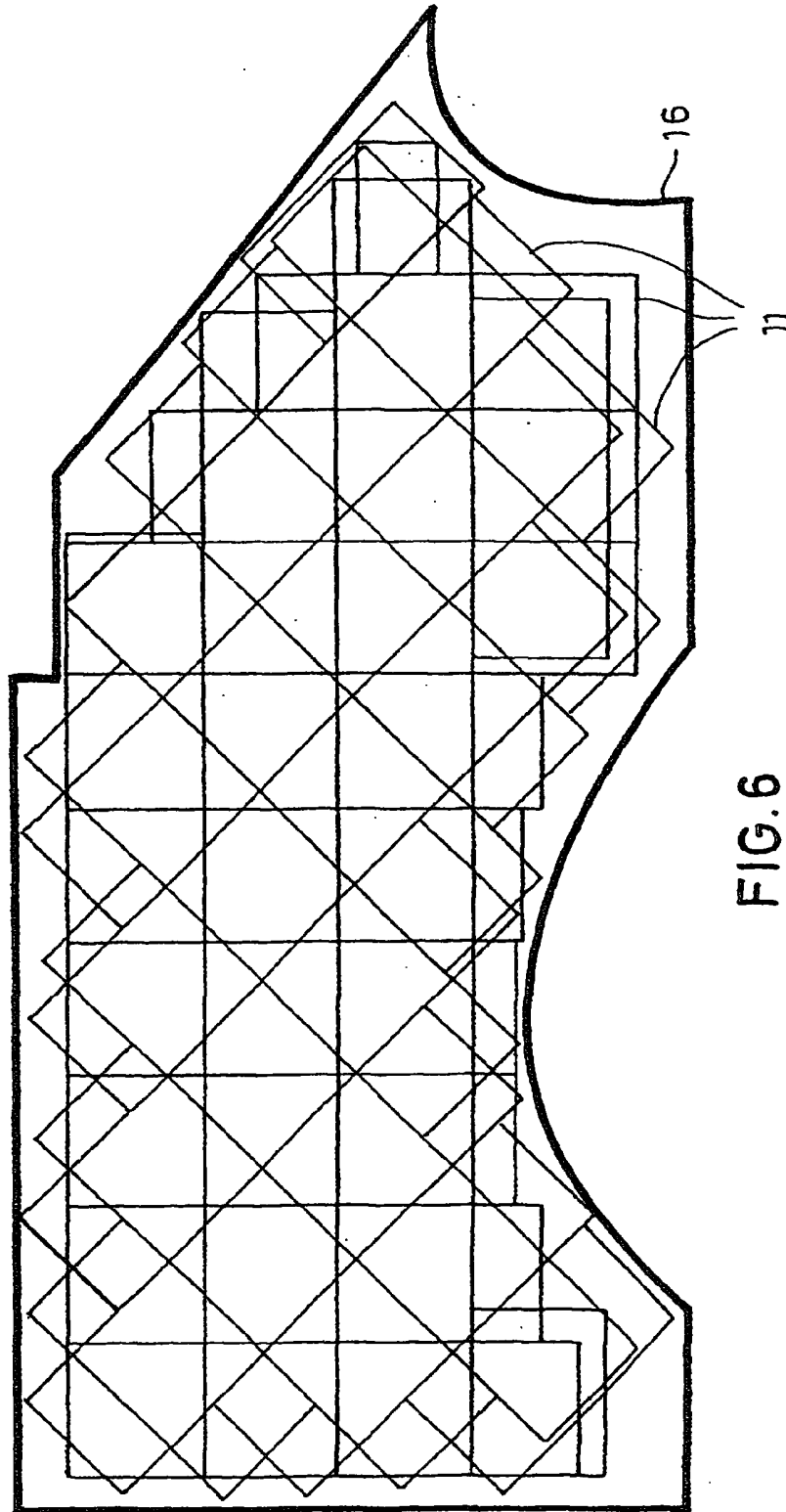


FIG. 6

-7/7-

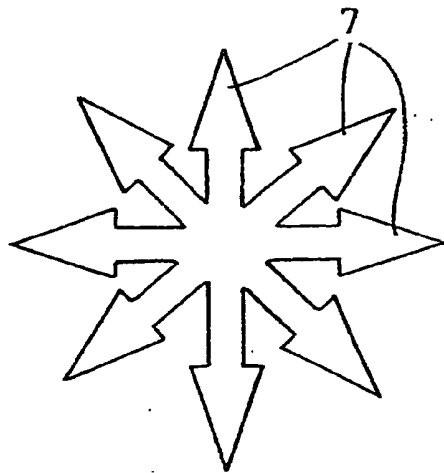


FIG .7