



[B] (11) **KUULUTUSJULKAISU** 78333
UTLÄGGNINGSSKRIFT

C (45) Patentti jätetty
Patent i Finland 10.07.1980

(51) Kv.Ik.⁴/Int.Cl.⁴ E 04 C 2/24, B 32 B 3/20

SUOMI-FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(21) Patentihakemus - Patentansöknin	850910
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	07.03.85
(23) Alkupäivä - Giltighetsdag	07.03.85
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	10.09.85
(44) Nähtäväksipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	31.03.89
(86) Kv. hakemus - Int. ansökan	
(32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus - Begärd prioritet	09.03.84

Saksan liittotasavalta-Föbundsrepubliken Tyskland(DE) P 3408776.1 Toteennäytetty-Styrkt

(71) Bayer Aktiengesellschaft, Leverkusen, Saksan liittotasavalta-Föbundsrepubliken Tyskland(DE)

(72) Hans Müller, Leverkusen, Lothar Preis, Bergisch-Gladbach,
Saksan liittotasavalta-Föbundsrepubliken Tyskland(DE)

(74) Oy Kolster Ab

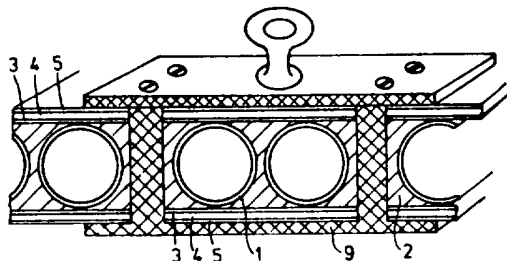
(54) Kerrosrakenteinen elementti - Sandwichelement

(57) Tiivistelmä

Keksinnön kohteena on kerrosrakenteinen seinäelementti, jossa on ydin ja kaksi suojuslevyä. Jotta kerrosrakenne-elementistä voisi taloudellisesti valmistaa kooltaan rajoittamattomia moniulotteisesti kaarevia ympärys-pintoja, kuten esimerkiksi veneenrunkoja, elementti on toteutettu siten, että hyvin lujia onttoja profiileja (1) on kiinnitetty erilleen toisistaan mallinetelineeseen ja onttojen profiilien ympärille jäävä tila on täytetty profiileita tukevalla paineenkestävällä täytemassalla (2). Elementtien molemmilla puolilla on kantavat, symmetrisesti sijoitetut pintakerrokset (3, 4, 5), jotka antavat elementeille niiltä vaadittavan taivutusjäykkyyden.

(57) Sammandrag

Uppfinningen avser ett väggelement med sandwich-struktur av en kärna och två skyddsytor. För att av sandwich-elementet ekonomiskt skall kunna framställas till storleken obegränsade, flerdimensionella, böjda omgivande ytor, såsom t.ex. båtskrov, har elementet framställts så, att synnerligen hållfasta, ihåliga profiler (1) är fästa på avstånd från varandra i en modellställning och det kvarblivande rummet kring de ihåliga profilerna fylls med en profilerna stödjande tryckfast gjutmassa (2). På vardera sidan om elementen har symmetriskt anordnats bärande ytskikt (3,4,5), vilka förlämnar elementen den behövliga böjstyvheten.



Kerrosrakenteinen elementti

Keksinnön kohteena on kerrosrakenteinen elementti, joka on tarkoitettu mahdollisesti taivutetuilla pinta-
5 kerroksilla varustettuja kappaleita varten ja joka käsittää ytimen ja kaksi pintakerrosta, jolloin ytimeen on sovitettu välimatkan päässä toisistaan ja kuitumais-
ta materiaalia olevia onttoja profiileja ja ytimen ontto-
ja profiileja ympäröivä tila on täytetty tukitäytemassal-
10 la.

Kerrosrakenteisten elementtien muodossa olevat kevytrakennekonstruktiot, joissa on kuiduilla lujit-
tuista reaktiohartseista tehtyjä taivutettuja pintaker-
roksia, ovat tunnettuja. Sellaisista kerrosrakenteisista
15 elementeistä voidaan tehdä esimerkiksi veneenrunkoja ja veneenrakennusesimerkissä ovat tähänastisten materiaalien varjopuolet helposti nähtävissä. Eräässä valmistusmene-
telmässä tehdään veneen rungot reaktiohartsilla kyllä-
tetyistä kudoksista tai matoista laminoimalla useita
20 kerroksia negatiivimuottiin. Laminaatin seinän tarvit-
tava paksuus riippuu konstruktion halutusta jäykkyydestä. Tämä valmistustapa on kallis, koska varsinaisen muotin aikaansaamiseksi on ensin valmistettava täysikokoinen
positiivimuotti, josta toisessa työvaiheessa irrotetaan
25 varsinainen työmuotti. Työkalujen valmistus vaatii ai-
kaa ja kustannuksia ja vain myöhempi sarjavalmistus oi-
keuttaa näihin. Taloudellisuuden parantamiseksi pienil-
lä kappalemäärillä ehdotetaan, että laminaattimuotin
sijasta käytetään kevyttä puista, helposti muovailtavis-
30 ta mallineista tehtyä kevyttä alusrakennetta. Sellainen
mallineteline päällystetään lasikuitukudoksilla, joissa
on reaktiohartsilla kyllästettyjä ja kovetettuja lasikui-
tusauvoja kantavina elementteinä ja kyllästetään jäykis-
tämisen jälkeen reaktiohartsilla. Tämän muotoa-antavan
35 päällyksen kovettumisen jälkeen seuraa lisälaminointi

tavanomaisesti kerroksittain lasikuitumatoilla ja/tai -kudoksilla, kunnes haluttu seinän vahvuus on saavutettu.

Tällä menetelmällä voidaan tehdä jopa moniulotteisesti kaarevia kappaleita, mutta ei voida sitä vastoin
5 täysin hyödyntää kuiduilla lujitettujen muovien lujuusominaisuuksia, koska laminaattiseinän paksuutta ja siten kappaleen painoa ei määrää tarpeellinen lujuus, vaan kappaleen haluttu jäykkyys.

Hyvä muotojäykkyys voidaan painon pysyessä suhteellisen alhaisena toteuttaa siten, että yhdistetään
10 kohtuullisen paksuja laminaatteja jäykistyslementteihin, kuten pitkittäis- tai poikittaiskaariin tai paarteisiin. Tyypillisiä sellaisille valmistusmenetelmille ovat esimerkiksi veneenosat, jotka on tehty negatiivimuotissa
15 valmistetuista GFK-laminaateista sekä kaikki teräksestä tai alumiinista tehdyt veneenrungot.

Materiaalin ominaisuuksien parempaa hyödyntämistä varten ja suureen muotojäykkyyteen pääsemiseksi taivutuskuormitetuissa kappaleissa perustuu edullinen menetelmä
20 siihen, että riittävän paineenkestäville, toisistaan erossa oleville välikerroksille päällystetään vetoa ja puristusta kestäviä materiaalikerroksia siten, että voidaan ottaa vastaan kokonaispoikkileikkauksen mekaanisen rasittamisen yhteydessä ulkokerroksen ja välikerroksen
25 välisessä ylimenovyöhykkeessä esiintyvät leikkausvoimat. Sellaiset kerrosrakenteet ovat huolimatta suuresta taivutusjäykkyydestä erityisen kevyitä eikä niissä yleensä tarvita jäykistäviä lisärakenne-elementtejä.

Tunnettuja ovat kovista vaahtomuoveista tehdyt
30 kerrosrakenne-elementit ja GFK-laminaateista tehdyt pintakerrokset, jotka voidaan valmistaa sekä kuori- että täyttömenetelmällä. Kun kuorimenetelmässä päällystetään esivalmistetut vaahto-osat laminaateilla, lähdetään täyttömenetelmässä kahdesta ulkolaminaattikuoresta, jotka
35 vaahtotetaan toisessa työvaiheessa. Kummassakin tapauk-

sessä tarvitaan suhteellisen kalliit työkalut, niin että tämä tekniikka on taloudellista vain suhteellisen suurilla kappalemäärillä ja lisäksi on kappaleiden koko rajoitettu.

- 5 Kerrosrakenteita voidaan valmistaa käyttämättä puristustyökaluja RFK-menetelmällä (RFK on rekisteröity tavaramerkki, lyhennys käsitteestä "putki-kuitu-muovi"). Tässä menetelmässä sijoitetaan poikittaisille muoto- ja ääri viivamuotoille kestopuovista tehtyjä pitkittäisiä
10 onttoja profiileja vierä viereen ja sen jälkeen ne pinnoitetaan molemmiin puolin muovilaminaateilla.

- Tämän menetelmän etuna on, että voidaan valmistaa huomattavan suuruisia avaruuskappaleita merkittävästi vähäisemmällä valmistuskustannuksilla. RFK-kerrosrakene-
15 ne-elementit ovat vastaavan painoisiin laminaatteihin verrattuna taivutuslujuuden suhteen ylivoimaisia, mutta toteutettavissa olevien muotokappaleiden koko on rajoitettu. Muodon antavat putket eivät myötävaikuta käytännöllisesti katsoen lainkaan lujuuteen ja niiden puristuslujuuskin on vain suhteellisen alhainen. Paikallisesti rajatut pitemmät tai pysyvät kuormat voivat, erityisesti korkeassa lämpötilassa, virumisen seurauksena aiheuttaa pysyviä muodonmuutoksia kerrosrakenteessa. Myös
20 dynaamiset rasitukset aiheuttavat ongelmia, koska ydin- ja päällyskerrosten voimakkaasti erilainen käyttäytyminen johtaa irtoamisilmiöihin.

- Raskalaisesta julkaisusta FR-A-2 117 808 tunnetaan seinäelementti huoneiden termistä ja akustista eristystä varten, joka seinäelementti käsittää sydämen ja
30 kaksi pintakerrosta. Sydämessä on käytetty kuituorientoituja onttoja profiileja, jotka eivät ole vierekkäin sovitettuja, jolloin sydämeen jäävä, onttoja profiileja ympäröivä ontto tila täytetään valumassalla, joka tukee onttoja profiileja. Tällöin kysymyksessä on tasaiset elementit, eikä sellaiset, jotka ovat taivutettuja
35 tai varustettu monikulotteisesti käyristetyillä pintaker-

roksilla. Vaikka tämä tunnettu rakenne käsittää onttojen profiilien kuitulujituksen se ei sovellu suurien voimien rasittamiseksi.

5 Keksinnön tehtävänä on saada aikaan kerrosrakenteinen elementti, joka minkä tahansa kokoisena itse kantavana kaarevana seinäelementtinä omaa hyvän kuormitettavuuden ja muotojäykkyyden ja jonka valmistuksessa ei tarvita kalliita muototyökaluja.

10 Tämä tehtävä ratkaistaan keksinnön mukaan siten, että ontot profiilit on tehty lujitemuovista, jossa on yksisuuntaisesti orientoituja kuituja, edullisesti lasikuituja. Onttojen profiilien vetolujuuden tulee kantavan poikkipinnan suhteen olla vähintään $1\,000\text{ N/mm}^2$ ja täytemassan puristuslujuuden tulee olla vähintään
15 15 N/mm^2 .

Yleisesti määräytyy täytemassan puristuslujuus ontton profiilin mukaan. Täytemassan puristuslujuuden tulee olla vähintään yhtä suuri kuin ontton profiilin poikkitaipustuslujuus. Ontton profiilin homogeeninen tuenta
20 kaikilta puolilta on olennaista sen lujuus- ja jäykkyysoinaisuuksien hyödyntämiseksi. Onttojen profiilien välinen pienin etäisyys on 1 mm. Kahden ontton profiilin välinen etäisyys on mieluummin enintään kolme kertaa ontton profiilin halkaisija. Pyöreillä ontoilla profiileilla tulee laminaatin sivuttaisen kattamisen olla vähintään 3 mm.
25

Uuden kerrosrakenteisen elementin erityisenä etuna ovat suuri lujuus ja jäykkyys yhdistettynä erityisen alhaiseen ominaispainoon. Elementin muotoa voidaan kuitenkin muuttaa voimakkaasti ilman vaurioita ja sen iskunkestävyys on erityisen edullinen. Merkittäväksi eduksi on katsottava myös se, että muotoa antavat ontot profiilit myötävaikuttavat ratkaisevasti kokonaisrakenteen lujuuteen ja jäykkyyteen, toisin kuin tunnetut kerrosrakenteiden tukiytimet, kuten vaahdot, kennot tai kesto-
35 muoviputket.

Uusi kerrosrakenteinen elementti on yksinkertaisesti ja ilman kalliita puristustyökaluja valmistettavissa, ja kuitenkin sen muodostusmahdollisuudet ovat monipuoliset, koska taipuisat, ei-valetut ontot profiilit
5 voidaan sovittaa hyvin mihin tahansa tilamuotoon. Voidaan toteuttaa avaruuskappaleita, joiden suuruus, lujuuden ja jäykkyyden ollessa vastaavia, oli tähän saakka mahdollinen vain metallista huomattavasti raskaampina valmistettuna. Lisäksi uusien kerrosrakenteisien elementtien lämmön ja ääneneristysominaisuudet ovat huomattavasti
10 paremmat kuin vastaavien metallikonstruktioiden.

Esimerkkinä esineistä, joissa käytetään uutta kerrosrakenteista elementtiä, selitetään veneen kuoren valmistusta. Haluttu muoto saadaan aikaan yksinkertaisella
15 puuosista tehdyllä mallinetelineellä, jonka ulkosivulle kiinnitetään mieluummin pyöreitä, taipuisia ja onttoja profiileja. Haluttu kantokyky määrää yksittäisten onttojen profiilien välisen etäisyyden. Se on mieluummin 1/100-3 kertaa profiilin ulkohalkaisija. Onttojen profiilien
20 kiinnityksen ja kohdistuksen jälkeen täytetään putkien ympärille jääneet välitilat kokonaan täytemassalla, joka tasoitetaan, niin että muodostuu sileät ja homogeeniset ulkopinnat. Painon vähentämiseksi on edullista käyttää täytemassaa, joka vaahtoa kevyesti kovettuessaan.
25 Jotta mekaaniset lujuusarvot voitaisiin täysin hyödyntää, on otettava huomioon täytemassan minimipuristuslujuus.

Uusien kerrosrakenteisten elementtien valmistukseen sopivat lasikuitumuoveista tehdyt hyvin lujat, erityisesti pyöreät ontot profiilit, joiden lujitekuidut
30 ovat yksisuuntaisesti orientoidut, kuten niitä esimerkiksi patenttijulkaisussa DE-OS 2 735 538 selitetään, ja joiden tulee kolmiulotteista valmistusta varten olla tietyssä määrin taipuisia.

35 Kantavia putkiprofiileita voidaan käyttää myös yh-

distelmänä muiden ydinmateriaalien, kuten balsapuusta tai kovasta muovivaahdosta tehtyjen profiilien kanssa, mikä voi edelleen aiheuttaa kokonaispainon pienenemisen ja/tai taloudellisuuden paranemisen.

- 5 Onttojen profiilien välisten tilojen täyttämises-
sä tulevat kysymykseen kaikki täyttökykyiset reaktioko-
vamassat, mieluummin vaahtoavat täytemassat tai syntak-
tiset vaahdot, joiden puristuslujuus on riittävä ja jotka
tarttuvat hyvin onttoihin profiileihin ja laminaattiker-
10 rokseen sekä jotka voidaan hioa kovettumisen jälkeen.
Pintakerroksena tulevat kysymykseen lujitekuiduista teh-
dyt kudokset, matot tai kerrokset, jotka kyllästetään
reaktiohartsilla ja kovetetaan sen jälkeen tunnetulla
tavalla. Laminaattikerrosten luku, tyyppi ja sijoittelu
15 määrittää rakenteen lujuudelle ja jäykkyydelle asetetta-
vien vaatimusten mukaan.

Uusi kerrosrakenteinen elementti on muutaman suo-
ritusmuodon avulla esitetty kaaviollisesti piirustuksis-
sa ja sitä selitetään lähemmin seuraavassa.

- 20 Kuvio 1 esittää tasaisen kerrosrakenteisen elemen-
tin poikkileikkausta.

Kuvio 2 esittää poikkileikkausta tasaisesta ker-
rosrakenteisesta elementistä, jonka sisällä on ontto-
jen profiilien vieressä balsapuusta tehdyt välipalat.

- 25 Kuvio 3 esittää kerrosrakenteista elementtiä,
jossa on kaksi 90° kulmaan sijoitettua, ontoista pro-
fiileista tehtyä sydänkerrosta.

Kuvio 4 esittää kiinnityselementtiin liitettyä
kerrosrakenteista elementtiä.

- 30 Kuvio 5 esittää uuden kerrosrakenteisen elementin
mekaanisia ominaisuuksia verrattuna tavanomaisen metal-
lilevyn ominaisuuksiin.

- Kuvio 1 esittää tasaisen kerrosrakenteisen ele-
mentin tyypillistä rakennetta. Kevyeeseen paineenkestä-
35 vään täytemassaan 2 on upotettu homogeenisesti onttoja

profiileja 1, jotka on tehty lasikuitumateriaalista 1, jossa kuidut ovat yksisuuntaisia. Kahden onton profiilin välinen pienin etäisyys on 2 mm. Kantavat pintakerrokset on sijoitettu molemmille puolille symmetrisesti. Ne muodostuvat monikerroksisesta laminaatista, joka käsittää yhden kerroksen yksimittaista kudosta 3, kaksi kerrosta lasikuitumattoa 4 sekä suojalakkakeroksen 5.

Yksisuuntaisista lasikuitusäikeistä ja tyydyttymättömästä polyesterihartsista (isofthaalihappoperusteista) tehty ontto profiili, jonka ulkohalkaisija on 16 mm ja seinän paksuus on 1 mm (lasikuitupitoisuus 80 paino-%), kiinnitetään ensin puuhekykseen. Sen jälkeen täytetään onttojen profiilien välissä olevat tilat polyesterihartsi(isofthaalihappo)peräisellä täytteellä, joka sisältää ominaispainon pienentämiseksi 50 paino-% fenolihartsista tehtyjä onttoja mikrohelmiä (mikropalloja) sekä 2,5 % bentsoyyliperoksidia ja 0,8 % 10-%:ista dietyylianiiliniliuosta kovetusjärjestelmänä ja tasoitetaan se. Ulkopintaan jääneet vähäiset epäta-
saisuudet hiotaan täytemassan kovettumisen jälkeen pois. Näin saaduille sileille ulkopinnoille laminoidaan seuraavassa vaiheessa yksisuuntaiskudos (kuitujen suunta kohtisuorassa putkien suuntaan nähden), tyyppiä 92253 (valmistaja Interglas), jonka pintapaino on 490 g/m^2 ja lopuksi kaksi kerrosta 300 g/m^2 :n lasikuitumattoa M 113-10 (valmistaja Gevetex) käyttämällä täytteen perustana olevaa polyesterihartsia.

Valmiin kerrosrakenteisen levyn paino on $15,8 \text{ kg/m}^2$ ja kokonaispaksuus 20 mm.

Kantokyvyn määrittämiseksi leikataan levystä $800 \times 80 \text{ mm}$:n koekappaleet sekä yksisuuntaiskerroksen kuitujen suunnassa että kohtisuorassa niihin nähden ja koestetaan kolmipistetaivutuskokeella.

Koestuksen tulokset:

a) koestussuunta yksisuuntaiskerroksen suunnassa

	Taivutuslujuus	:	168 MPa
	Kimmomoduuli	:	8 224 MPa
5	Taipuma	:	61,8 mm
	Rajapinnan venymä	:	2,1 %

b) Koestussuunta kohtisuorassa yksisuuntaiskerrokseen nähden

	Taivutuslujuus	:	95,6 MPa
10	Kimmomoduuli	:	6 177 MPa
	Taipuma	:	42,5 mm
	Rajapinnan venymä	:	1,8 %

Kuviossa 2 esitetään poikkileikkaus eräästä kerrosrakenteisesta elementistä, jossa ydinkerros muodostuu vuorotellen ontoista profiileista 1 ja balsapuuprofiileista 6. Muu rakenne vastaa kuviota 1.

Kuvio 3 esittää kerrosrakenteisen elementin erästä muuta suoritustyyppiä, joka muodostuu kahdesta kerroksesta onttoja profiileja 1 ja 1a, joissa on yksisuuntaisesti orientoituja kuituja ja, jotka on sijoitettu toisiinsa nähden 90°:n kulmaan. Ontot profiilit 1, 1a liitetään toisiinsa hartsilla kyllästettyjen kovettettujen lasikuitusäikeiden 8 avulla. Pintakerrokset on tehty kahdesta lujasta yksisuuntaiskudoskerroksesta 3 ja 7 sekä suojattu koristelakkakerroksella 5.

Kuviossa 4 esitetään, miten kiinnityselementit 9 voidaan kiinnittää valmistettaessa uusia kerrosrakenteisiä elementtejä. Kerrosrakenteinen elementti vastaa kuviota 1.

Kuviossa 5 verrataan uusien kerrosrakenteisten elementtien mekaanisia ominaisuuksia erääseen tunnettuun metalliraaka-aineeseen. Pystyakselilla ilmoitetaan taivutusvoima kilo-Newtonina ja vaaka-akselilla taipumasenttimetrinä. Tukietäisyys oli 600 mm. Lyhyemmät käyrät 11-16 mitattiin alumiiniseokselle AlMgMnF26. Levyn pak-

suus kasvoi numeroissa 11-16 seitsemästä mm:stä 12:een
mm:iin 1 mm:n kerrallaan. Käyrät 17 ja 18 esittävät yl-
lää selitettyä levyä. Käyrä 17 esittää kuormitusta yksi-
suuntaiskudokseen nähden kohtisuorassa suunnassa ja 18
5 esittää kuormitusta yksisuuntaiskudoksen suunnassa.

Patenttivaatimukset

1. Kerrosrakenteinen elementti, joka on tarkoi-
tettu mahdollisesti taivutetuilla pintakerroksilla va-
5 rustettuja kappaleita varten ja joka käsittää ytimen ja
kaksi pintakerrosta (3,4,5,7), jolloin ytimeen on sovi-
tettu välimatkan päässä toisistaan ja kuitumaista mate-
riaalia olevia onttoja profiileja (1) ja ytimen onttoja
profiileja (1) ympäröivä tila on täytetty tukitäytemas-
10 salla (2), t u n n e t t u siitä, että ontot profiilit
(1) on tehty lujitemuovista, jossa on yksisuuntaisesti
orientoituja kuituja, edullisesti lasikuituja.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen elementti,
t u n n e t t u siitä, että onttojen profiilien (1) ve-
15 tolujuus on vähintään $1\,000\text{ N/mm}^2$ kantavan poikkipinnan
suhteen.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen elementti,
t u n n e t t u siitä, että tukitäytemassan (2) puris-
tuslujuus on vähintään 15 N/mm^2 .

Patentkrav

1. Sandwichelement avsett för eventuellt med böjda
ytskikt försedda kroppar, och omfattande en kärna och två
5 ytskikt (3,4,5,7), varvid i kärnan anordnats på avstånd
från varandra av fiberhaltigt material gjorda ihåliga
profiler (1) och rummet som omger de ihåliga profilerna
(1) är fyllt med stödjande gjutmassa (2), k ä n n e -
t e c k n a t därav, att de ihåliga profilerna (1) är
10 tillverkade av armerad plast som innehåller ensriktat
orienterade fibrer, företrädesvis glasfibrer.

2. Element enligt patenkravet 1, k ä n n e -
t e c k n a t därav, att de ihåliga profilernas (1) drag-
hållfasthet är minst $1\ 000\ \text{N/mm}^2$ beräknat på det bärande
15 tvärsnittet.

3. Element enligt patentkraven 1 eller 2, k ä n -
n e t e c k n a t därav, att den stödjande gjutmassans
(2) tryckhållfasthet är minst $15\ \text{N/mm}^2$.

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

Hakemusjulkaisuja:-Ansökningspublikationer: Ranska-Frankrike(FR)
2 117 808 (B 32 B 29/00).

Kuulutusjulkaisuja:-Utläggningsskrifter: Saksan liittotasavalta-
Förbundsrepubliken Tyskland(DE) 1 272 510 (F 16 S 3/02).

Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: Ranska-Frankrike(FR) 1 495 245
(E 04 C).

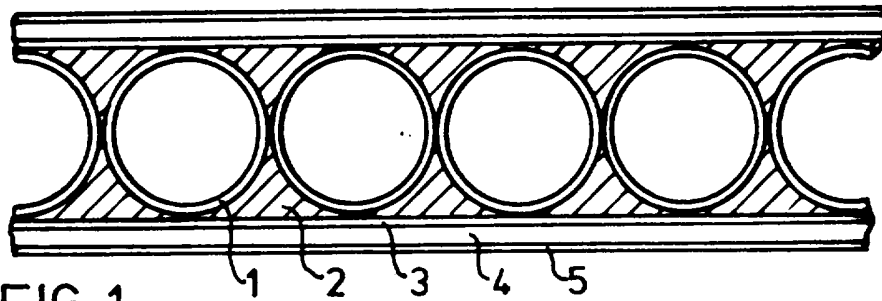


FIG. 1

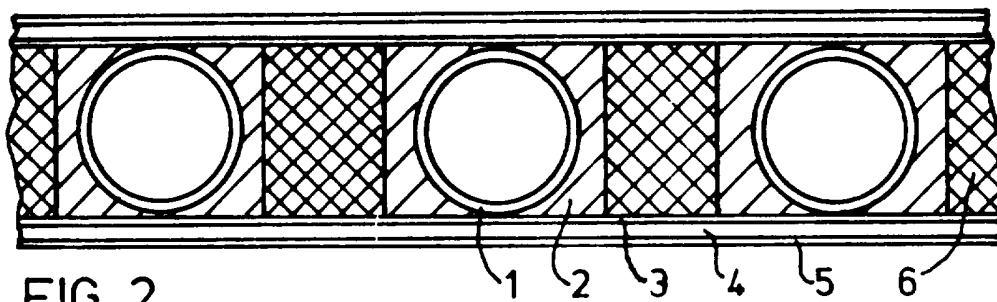


FIG. 2

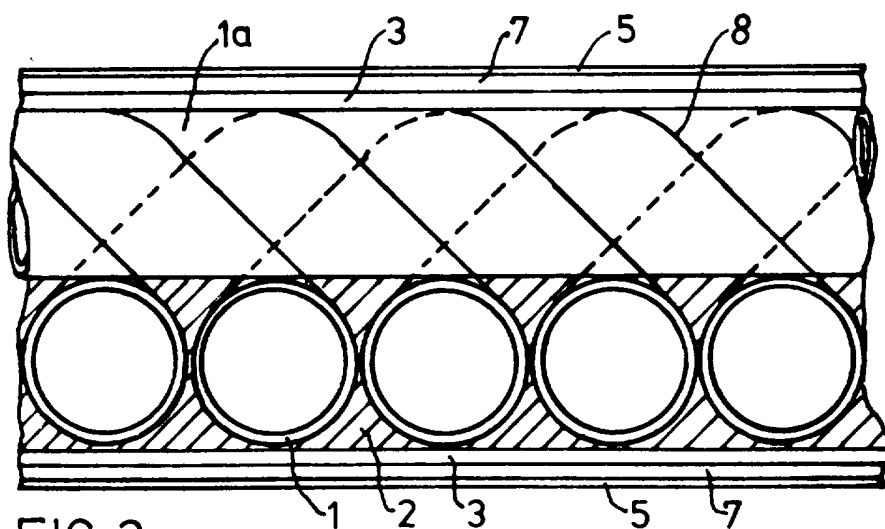


FIG. 3

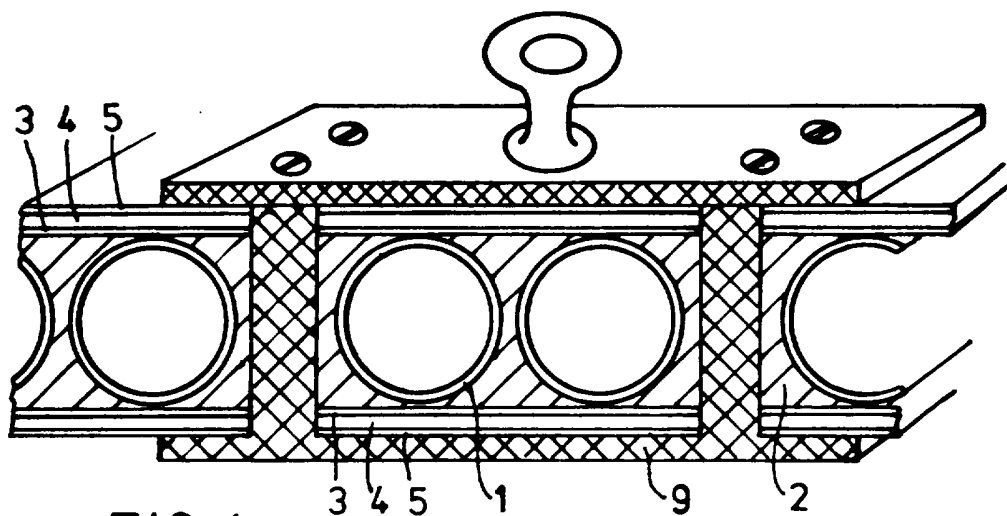


FIG. 4

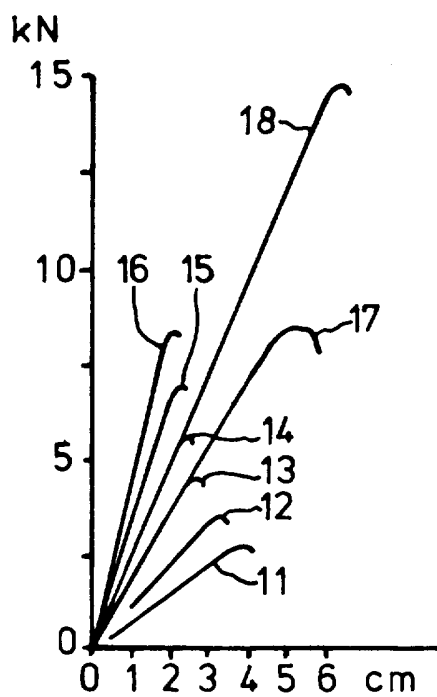


FIG. 5