

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102012902108015A1

Publication Date

20140606

Applicant

SAATI S.P.A.

Title

STRUTTURA TESSILE PER LA PROTEZIONE BALISTICA E METODO PER
LA SUA PRODUZIONE.



Descrizione del Brevetto per Invenzione Industriale avente per titolo:

"STRUTTURA TESSILE PER LA PROTEZIONE BALISTICA E METODO PER LA SUA PRODUZIONE"

della

SAATI S.p.A.

di nazionalità Italiana, con sede a APPIANO GENTILE - (Como) - ed elettivamente domiciliata presso l'Ufficio Brevetti Dott. Franco Cicogna, in Via Visconti di Modrone 14/A - Milano.

Depositata il al N.

DESCRIZIONE

Il presente trovato ha come oggetto una struttura tessile per la protezione balistica ed il metodo per la sua produzione.

La presente invenzione si riferisce in particolare ad una struttura per la protezione balistica personale "soft armor".

Come è noto, la capacità di un tessuto di bloccare il proiettile o il frammento, ed anche la penetrazione di un punteruolo o di un coltello, è essenzialmente legata alla natura delle fibre tessili utilizzate, all'armatura del tessuto ed al suo peso per unità di superficie (Areal density).

La richiesta di tessuti sempre più leggeri e confortevoli, ed allo stesso tempo con prestazioni superiori, rappresenta da sempre la principale esigenza di mercato nei vari settori applicativi della protezione balistica.

Attualmente, le fibre di rinforzo principali di cui sono fatti i



1 tessuti per protezione balistica sono sostanzialmente para-
2 aramidiche e UHMWPE, le quali, grazie alle specifiche caratteri-
3 stiche meccaniche, sono in grado di rispondere con efficacia alle
4 sollecitazioni sulle stesse esercitate.

5 Nei prodotti UD, le fibre, disposte in modo parallelo, ven-
6 gono accoppiate ad una film o resina di varia natura, che so-
7 stanzialmente agisce da collante tra le fibre stesse, permettendo
8 la manipolazione dello strato durante la realizzazione del disposi-
9 tivo di protezione, senza che la struttura parallela delle fibre ven-
10 ga alterata.

11 Il valore di rapporto in peso di fibra/matrice può determina-
12 re, unitamente alle caratteristiche del filato e del materiale di
13 supporto, le prestazioni balistiche del prodotto.

14 Le soluzioni di protezione balistica di tipo UD mostrano so-
15 litamente minore flessibilità e "drappabilità", rispetto alle solu-
16 zioni tessili, per cui, le condizioni di comfort, nel caso di applica-
17 zioni che prevedono l'indosso del prodotto, sono molto spesso
18 scarse.

19 Il parallelismo delle fibre delle soluzioni UD e, soprattutto,
20 la mancanza dell'imborso di tessitura, cioè l'accavallamento tra
21 il filo di ordito e la trama, sono elementi che permettono al ma-
22 teriale di esercitare la massima resistenza nei confronti della
23 azione penetrante, costituita da proiettile, scheggia, coltello,
24 punteruolo, ecc., in quanto la fibre sono tutte parallele e perfet-
25 tamente allineate in un'unica direzione, quella del proprio asse.



1 I tessuti, per effetto dell'imborso, e quindi per la deviazio-
2 ne della posizione delle fibre dal proprio asse nei punti di so-
3 vrapposizione tra fili di ordito e di trama, mostrano valori di resi-
4 stenza meccanica normalmente più bassi, rispetto alle stesse fi-
5 bre in una struttura UD.

6 L'impiego di fibre ad alta tenacità, quali para-aramidi e
7 UHMWPE, al fine di ottenere prodotti unidirezionali da sovrappo-
8orre, è noto per applicazioni in strutture tessili sia flessibili, sia
9 rigide.

10 Tali strutture possono subire processi d'impregnazione
11 successivi al fine di incrementare la loro capacità di resistenza
12 all'impatto, modificandone in parte le caratteristiche di flessibili-
13 tà.

14 Le tecniche di produzione più comuni prevedono una fase
15 di apertura tramite accorgimenti meccanici delle fibre ed una
16 successiva stabilizzazione, ottenibile con differenti matrici ter-
17moplastiche.

18 Il processo così descritto, se da un lato permette di sfrut-
19tare al meglio il filo e ridurre il peso del prodotto finito, incide
20 d'altra parte sulle caratteristiche meccaniche del filamento, ridu-
21cendolo sensibilmente.

22 Sul mercato sono disponibili differenti soluzioni, spesso
23 non monolitiche, ossia non costituite da tessuti omogenei, in
24 funzione delle richieste delle differenti normative.

25 In generale tali soluzioni sono in grado di resistere ai più



1 comuni proiettili presenti sul mercato, ma non a fucili militari,
2 dove è richiesto un grado di protezione superiore, ottenibile tra-
3 mite piastre aggiuntive (ceramica, UHMWPE).

4 Compito del presente trovato è quello di realizzare un pro-
5 dotto tessile con struttura composita, ed il relativo processo di
6 realizzazione, idoneo a costituire una soluzione tessile ordinaria
7 nel settore della protezione balistica, che elimini i problemi di ri-
8 duzione delle prestazioni meccaniche e balistiche tipiche delle
9 strutture tessili tradizionali, ma che conservi, allo stesso tempo,
10 le caratteristiche di flessibilità tipiche dei tessuti.

11 Nell'ambito di questo compito, uno scopo del trovato è
12 quello di fornire un prodotto ed il suo metodo di realizzazione,
13 per ottenere una soluzione tessile in grado di rappresentare
14 un'alternativa agli UD ed a superarne i limiti.

15 Infatti, sempre più spesso e sempre in più numerose appli-
16 cazioni le soluzioni costituite da fibre aperte disposte in un'unica
17 direzione (UD) su un sottile strato di resina o film termoplastico,
18 sostituiscono i tessuti in quanto rispetto a questi offrono, da un
19 lato, un più basso valore di areal density, pur conservando ele-
20 vate prestazioni balistiche, dall'altro, a parità di peso, migliori
21 prestazioni.

22 I prodotti UD non sono realizzati con processi tessili, ma
23 con tecnologie apposite che derivano da altri settori industriali.

24 Uno scopo del presente trovato è quello di realizzare una
25 struttura, tessile composta, in ordito, da filato di fibra preferibil-



1 mente para-aramidica, ma anche UHMPE, vetro, PBO, ed, in
2 trama, materiale termoplastico (PET, PP, PE, UHMWPE, PU,
3 ecc.) in forma di nastrino in film o filato para-aramidico.

4 Il prodotto così ottenuto, sottoposto ad opportuna lamina-
5 zione, in modo da rammollire o fondere parzialmente il materiale
6 termoplastico di trama, crea una struttura in cui le fibre di ordito
7 sono rese solidali tra loro dal materiale termoplastico di trama
8 che funge da legante, in cui la disposizione risulta unidirezionale.

9 Tale soluzione, se utilizzata in combinazione con un oppor-
10 tuno numero di altri strati dello stesso tipo o anche di altre strut-
11 ture e materiali tessili, può permettere, a parità di areal density,
12 una più rapida dissipazione dell'energia del corpo penetrante, in
13 modo da arrestarne il movimento e quindi la penetrazione.

14 La struttura ed il metodo qui descritti trovano prevalentemente
15 impiego nella realizzazione di soluzioni per protezione ba-
16 listiche, sia ibride che monolitiche, soprattutto per soft protec-
17 tion.

18 Questo ed altri scopi, che meglio appariranno evidenziati in
19 seguito, sono raggiunti da una struttura tessile per la protezione
20 balistica e dal metodo per la sua produzione, come rivendicati
21 nelle presenti rivendicazioni.

22 Ulteriori caratteristiche e vantaggi dell'oggetto del presen-
23 te trovato risulteranno maggiormente evidenziati attraverso un
24 esame della descrizione di una forma di realizzazione preferita,
25 manon esclusiva, del trovato, illustrata a titolo indicativo e non



limitativo nei disegni allegati, in cui:

la figura 1 è una vista prospettica della struttura tessile per la protezione balistica, secondo la presente invenzione;

la figura 2 è una vista in sezione della struttura tessile;

la figura 3 è un'altra vista in sezione della struttura tessile;

le figure 4 e 5 illustrano due ulteriori viste prospettiche, parzialmente sezionate, delle strutture tessili costituenti l'oggetto del presente brevetto.

Con particolare riferimento ai simboli numerici delle suddette figure, il metodo secondo l'invenzione comprende una prima fase di tessitura a piattina, nella quale un primo elemento, indicato con il numero di riferimento 1, è costituito da fibre o piattine unidirezionali d'ordito.

Queste ultime sono posizionate su apposite cantre e vengono interlacciate in ordito con un secondo elemento 2, costituito da analoghe piattine di filato unidirezionale o film a matrice termoplastica.

I componenti dell'ordito possono comprendere filati o piattine di matrice para-aramidica, quali Kevlar®, Twaron®, o omologhi disponibili sul mercato, oppure filati o piattine di matrice UHWMPE, quali Spectra®, Dyneema®, Tensylon®, o omologhi disponibili sul mercato.

La trama è vantaggiosamente costituita da filati ad alta tenacità.

Non vi sono limitazioni alla densità lineari dei filati impie-



gabli.

I componenti della trama sono invece costituiti da piattine di matrice para-aramidica, quali Kevlar®, Twaron®, o altre disponibili sul mercato, opportunamente trattate con collanti, adesivi o matrici termoplastiche, oppure da piattine di matrice U-HWMPE, quali Spectra®, Dyneema®, Tensylon®, o altre disponibili sul mercato, oppure da film termoplastici di varia natura, quali PE, PU, PP, PA, EVA, o in linea di principio da qualsiasi termoplastico riconducibile ad una possibile estrusione in film.

La migliore condizione per mantenere un rapporto filato/termoplastico, che non infici le proprietà di dispersione dell'energia finali, viene ottenuto inserendo in trama piattine di altezza minore o uguale a 2 cm.

Il materiale così prodotto viene sottoposto ad un ulteriore processo di stabilizzazione, consistente in una parziale fusione della matrice termoplastica tramite calandratura o laminazione a caldo, o impiego di lampade IR, le cui condizioni variano a seconda del termoplastico impiegato.

La stabilizzazione può verificarsi sia in linea sul telaio, che in parallelo su opportuni impianti.

La combinazione dei due elementi sopradescritti può essere ulteriormente impregnata con elementi aggiuntivi, indicati con il numero di riferimento 3, quali matrici termoplastiche, a base di gomma o di polimeri elastomerici o di una loro combinazione, o laminata con film termoplastici di varia natura, quali PE, PU,



1 PP,PA,EVA, o in linea di principio qualsiasi termoplastico ricon-
2 ducibile ad una possibile estrusione in film.

3 L'impiego di questi componenti aggiuntivi facilita la distri-
4 buzione dell'energia dell'impatto sul supporto sottostante in se-
5 guito a deformazione viscoelastica, o per rottura delle fibre o per
6 fibrillazione delle medesime.

7 L'impregnazione termoplastica permette l'eventuale com-
8 pattazione di uno o più strati del supporto, costituito dagli ele-
9 menti 1 e 2 sopraccennati tramite stampaggio.

10 Con particolare riferimento alle figure 4 e 5 le stesse rap-
11 presentano esempi di strutture tessili del tipo in oggetto, in cui
12 con 1 è indicato un film termoplastico o piattina di filato ad alta
13 tenacità, con 2 sono indicati dei filati ad alta tenacità, con 3 dei
14 filati anch'essi ad alta tenacità e con 4 un film termoplastico -
15 web - tessuto non tessuto.

16 Dati balistici dimostrano che quest'ultima struttura descrit-
17 ta non permette di raggiungere risultati paragonabili all'impiego
18 dei singoli strati.

19 La presenza di una discontinuità favorisce la riduzione dei
20 traumi derivanti dall'impatto del proiettile e una migliore distri-
21 buzione dell'energia.

22 L'elemento di discontinuità può essere rappresentato sem-
23 plicemente da aria, ma ciò non esclude l'impiego di differenti
24 strutture, quali feltri o schiume di differente densità e spessore.

25 I seguenti esempi sono riconducibili a prove sperimentali



1 eseguite da questa stessa Richiedente ed hanno scopo puramen-
2 te illustrativo e non limitativo.

3 Le prove qui di seguito illustrate si riferiscono a pacchetti
4 dal peso compreso tra di 5,10 kg/m² e 5,2 kg/m², compatibil-
5 mente con i pesi dei singoli strati.

6 I pacchetti sono stati applicati ad un blocco di plastilina in
7 grado di permettere la verifica del trauma derivante e sparati con
8 le velocità suggerite dalla normativa NIJ, impiegando proiettili di
9 tipo Cal. 9 mm FMJ RN e 44 Mag. JHC allo scopo di misurare il
10 valore di VO.

11 Tre colpi sono stati sparati per ciascun tipo di pacchetto.

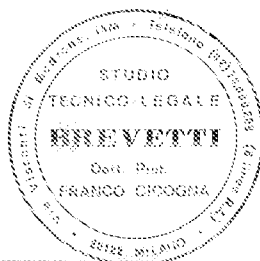
12 Esempio 1

13 28 strati di tessuto unidirezionale incrociato 0°/90°, com-
14 posto da un ordito fibra para-aramidica da 930 dtex multifila-
15 mento (elemento 1) e da piattina di Tensylon®, a media tenacità
16 da 2 cm (elemento 2), stabilizzata con film termoplastico a base
17 PE.

18 I dati di velocità e trauma sono riportati nella seguente ta-
19 bella:

20 Cal 9mm FMJRN

21 Colpo N°	22 Velocità 23 proiettile (m/s)	Trauma mm	Peso Pan- nello (Kg/m ²)	Trauma medio (mm)
24 1	444	30	5,12	29,7
25 2	437	31		



3	429	28		
---	-----	----	--	--

Cal. 44 Mag.

Colpo N°	Velocità proiettile (m/s)	Trauma mm	Peso Pan- nello (Kg/m2)	Trauma medio (mm)
1	439	48	5,13	48,6
2	435	44		
3	439	54		

Esempio 2

38 strati di tessuto unidirezionale incrociato 0°/90° composto da un ordito fibra para-aramidica da 930 dtex multifilamento (elemento 1) e da piattina di film polietilenico ionomerico da 2 cm (elemento2).

I dati di velocità e trauma sono riportati nella seguente tabella:

Cal 9 mm FMJ RN

Colpo N°	Velocità proiettile (m/s)	Trauma mm	Peso Pan- nello (Kg/m2)	Trauma medio (mm)
1	439	34	5,12	35,7
2	444	38		
3	437	35		

Cal. 44 Mag. JHC



Colpo N°	Velocità proiettile (m/s)	Trauma mm	Peso Pan- nello (Kg/m2)	Trauma medio (mm)
1	436	63	5,12	60
2	445	58		
3	440	59		

Esempio 3

54 strati di tessuto unidirezionale incrociato 0°/90° composto da un ordito fibra para-aramidica da 670 dtex multifilamento (elemento 1) e da piattina di film polietilenico ionomerico da 2 cm (elemento2).

I dati di velocità e trauma sono riportati nella seguente tabella:

Cal. 9 mm FMJRN

Colpo N°	Velocità proiettile (m/s)	Trauma mm	Peso Pan- nello (Kg/m2)	Trauma medio (mm)
1	436	32	5,20	33,0
2	441	35		
3	439	32		

Cal. 44 Mag. JHC

Colpo N°	Velocità proiettile (m/s)	Trauma mm	Peso Pan- nello (Kg/m2)	Trauma medio (mm)



1	1	428	51	5,10	52,7
2	2	445	55		
3	3	444	52		

In pratica, la realizzazione dei dettagli può essere differente sia per quanto riguarda il singolo strato costruttivo del pacchetto, sia per la natura degli elementi componenti il singolo strato.

Si è in pratica constatato che il trovato raggiunge il compito e gli scopi prefissati.

Naturalmente i materiali impiegati, nonché le dimensioni, potranno essere qualsiasi secondo le esigenze.



RIVENDICAZIONI

1
2 1. Struttura tessile per la protezione balistica, caratterizza-
3 ta dal fatto di comprendere

4 - un primo elemento tessile, in direzione ordito, costituito
5 da fibre o materiale unidirezionale in grado di dissipare una parte
6 dell'energia associata all'impatto del proiettile tramite rottura
7 delle fibre o fibrillazione,

8 - un secondo elemento tessile, in direzione trama, costitui-
9 to da fibre o materiale unidirezionale o materiale termoplastico in
10 grado di cooperare alla dissipazione dell'energia dell'impatto del
11 proiettile

12 - un terzo elemento non tessile, costituito da matrici ter-
13 moplastiche, a base gomma o di polimeri elastomerici, il cui
14 scopo consiste nella stabilizzazione del prodotto e nella riduzione
15 dei traumi provenienti dall'impatto del proiettile.

16 2. Struttura, secondo la rivendicazione 1, caratterizzata
17 dal fatto che il primo elemento tessile comprende filati o piattine
18 di matrice para-aramidica, quali Kevlar®, Twaron®, o simili, oppu-
19 re filati o piattine di matrice UHMPE, quali Spectra®, Dynee-
20 ma®, Tensylon®, o simili.

21 3. Struttura, secondo la rivendicazione 1, caratterizzata
22 dal fatto che il secondo elemento tessile può comprendere piat-
23 tine di matrice para-aramidica, quali Kevlar®, Twaron®, o simili,
24 trattati con collanti, adesivi o matrici termoplastiche, oppure
25 piattine di matrice UHMPE, quali Spectra®, Dyneema®, Ten-



sylon®, o simili, oppure film termoplastici di varia natura, quali PE, PU, PP,PA,EVA, o qualsiasi termoplastico estrudibile in film.

4. Struttura, secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che i suddetti elementi aggiuntivi possono comprendere matrici termoplastiche, a base gomma o di polimeri elastomerici o una loro combinazione, o laminate con film termoplastici di varia natura, quali PE, PU, PP, PA, EVA, o qualsiasi termoplastico estrudibile in film.

5. Struttura, secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che detti primo e secondo elemento sono impregnati o laminati almeno parzialmente.

6. Metodo per la produzione di una struttura tessile per la protezione balistica, caratterizzato dal fatto di comprendere:

- un primo elemento tessile, in direzione ordito, costituito da fibre o materiale unidirezionale in grado di dissipare una parte dell'energia associata all'impatto del proiettile tramite rottura delle fibre o fibrillazione,

- un secondo elemento tessile, in direzione trama, costituito da fibre o materiale unidirezionale o materiale termoplastico in grado di cooperare alla dissipazione dell'energia dell'impatto del proiettile

- un terzo elemento non tessile, costituito da matrici termoplastiche, a base gomma o polimeri elastomerici, il cui scopo consta nella stabilizzazione del prodotto e nella riduzione dei traumi provenienti dall'impatto del proiettile.



1 7. Metodo, secondo la rivendicazione 6, caratterizzato dal
2 fatto che il primo elemento, ossia le fibre o le piattine unidirezio-
3 nali d'ordito, posizionate su apposite cantre, vengono interlac-
4 ciati in ordito con il secondo elemento, costituito da analoghe
5 piattine di filato unidirezionale o di film a matrice termoplastica.

6 8. Metodo, secondo la rivendicazione 7, caratterizzato dal
7 fatto che la struttura risultante subisce un processo di stabiliz-
8 zazione consistente in una parziale fusione della matrice termo-
9 plastica tramite calandratura o laminazione a caldo, o impiego di
10 lampade IR, i cui parametri di processo variano a seconda del
11 termoplastico impiegato.

12 9. Metodo, secondo la rivendicazione 8, caratterizzato dal
13 fatto che la struttura risultante è ulteriormente impregnata con
14 matrici termoplastiche, a base di gomma o di polimeri elastome-
15 rici o di una loro combinazione, o laminata con film termoplastici
16 di varia natura, quali PE, PU, PP, PA, EVA, o qualsiasi termopla-
17 stico estraibile in film.

18 10. Metodo, secondo la rivendicazione 9, caratterizzato
19 dal fatto che la struttura risultante subisce una compattazione di
20 uno o più strati del supporto costituito dai suddetti primo e se-
21 condo elemento, tramite stampaggio.

22
23
24
25



CLAIMS

1
2 1. A ballistics protective textile structure,
3 characterized in that said textile structure comprises:

4 - a first textile element, in a warp direction, comprising
5 unidirectional fibers or materials for dissipating a portion of the
6 energy associated with a bullet impact by a breaking away of
7 said fibers or a fibrillating operation,

8 - a second textile element, in a weft direction, comprising
9 unidirectional fibers or materials or a thermoplastic material
10 suitable for cooperating to dissipate the bullet impact energy,

11 - a third non-textile element, made of thermoplastic matrix
12 of rubber or elastomeric polymer adapted to stabilize said
13 product and reducing bullet impact traumas.

14 2. A textile structure, according to claim 1,
15 characterized in that said first textile element comprises para-
16 aramide matrix threads or yarns, or flat strips, such as Kevlar®,
17 Twaron®, or UHWMPE matrix yarns or flat strips, such as
18 Spectra®, Dyneema®, Tensylon®.

19 3. A textile structure, according to claim 1,
20 characterized in that said second textile element comprises strip
21 elements made of a para-aramide matrix,, such as Kevlar®,
22 Twaron®, being processed with glue, adhesive or thermoplastics
23 matrix materials, or UHWMPE matrix flat strip elements, such as
24 Spectra®, Dyneema®, Tensylon®, or thermoplastics films such as
25 PE, PU, PP, PA, EVA, or a thermoplastics material suitable to be



1 extruded to a film form.

2 4. A textile structure, according to claim 1,
3 characterized in that said textile structure comprises moreover
4 additional elements including thermoplastics matrix assemblies,
5 based on rubber or elastomeric polymer materials or a
6 combination thereof, or being laminated with thermoplastics
7 films such as PE, PU, PP, PA, EVA, or any other thermoplastics
8 material adapted to be extruded to a film form.

9 5. A textile structure, according to claim 1,
10 characterized in that said first and second textile elements are
11 at least partially impregnated or laminated.

12 6. A method for making a ballistics protective textile
13 structure, characterized in that said method comprises the
14 following steps:

15 - a first textile element, in a warp direction, comprising
16 unidirectional fibers or materials adapted to dissipate a portion
17 of the energy associated with a bullet impact by breaking said
18 fibers or by a fibrillating operation,

19 - a second textile element, in a weft direction, comprising
20 unidirectional fibers or materials or a thermoplastic material
21 suitable for cooperating to dissipate the bullet impact energy,

22 - a third non-textile element, made of thermoplastic matrix
23 comprising of rubber or elastomeric polymer adapted to stabilize
24 said product and reducing bullet impact traumas.

25 7. A method, according to claim 6, characterized in



1 that said first textile element, i.e. said warp fibers or
2 unidirectional flat strips, arranged on dedicated creels, are warp
3 interleaved with said second textile element comprising
4 corresponding unidirectional yarn flat strips or thermoplastics
5 matrix film assemblies.

6 8. A method, according to claim 7, characterized in
7 that said method comprises moreover the step of stabilizing the
8 structure formed thereby, said stabilizing including a partial
9 melting step of partially melting the thermoplastics matrix by a
10 hot calendaring or laminating operation, or using IR lamps,
11 having process parameters varying depending on a used
12 thermoplastics material.

13 9. A method, according to claim 8, characterized in
14 that said method further comprises the step of impregnating the
15 structure made thereby by thermoplastics matrix assemblies,
16 based on rubber or elastomeric polymer materials or a
17 combination thereof, or being laminated with thermoplastics
18 films such as PE, PU, PP, PA, EVA, or any other thermoplastics
19 material suitable to be extruded to a film form.

20 10. A method, according to claim 9, characterized in
21 that said method further comprises the step of subjecting the
22 structure provided thereby to a compacting operation of one or
23 more supporting layers comprising said first and second textile
24 elements, by a pressing process.
25

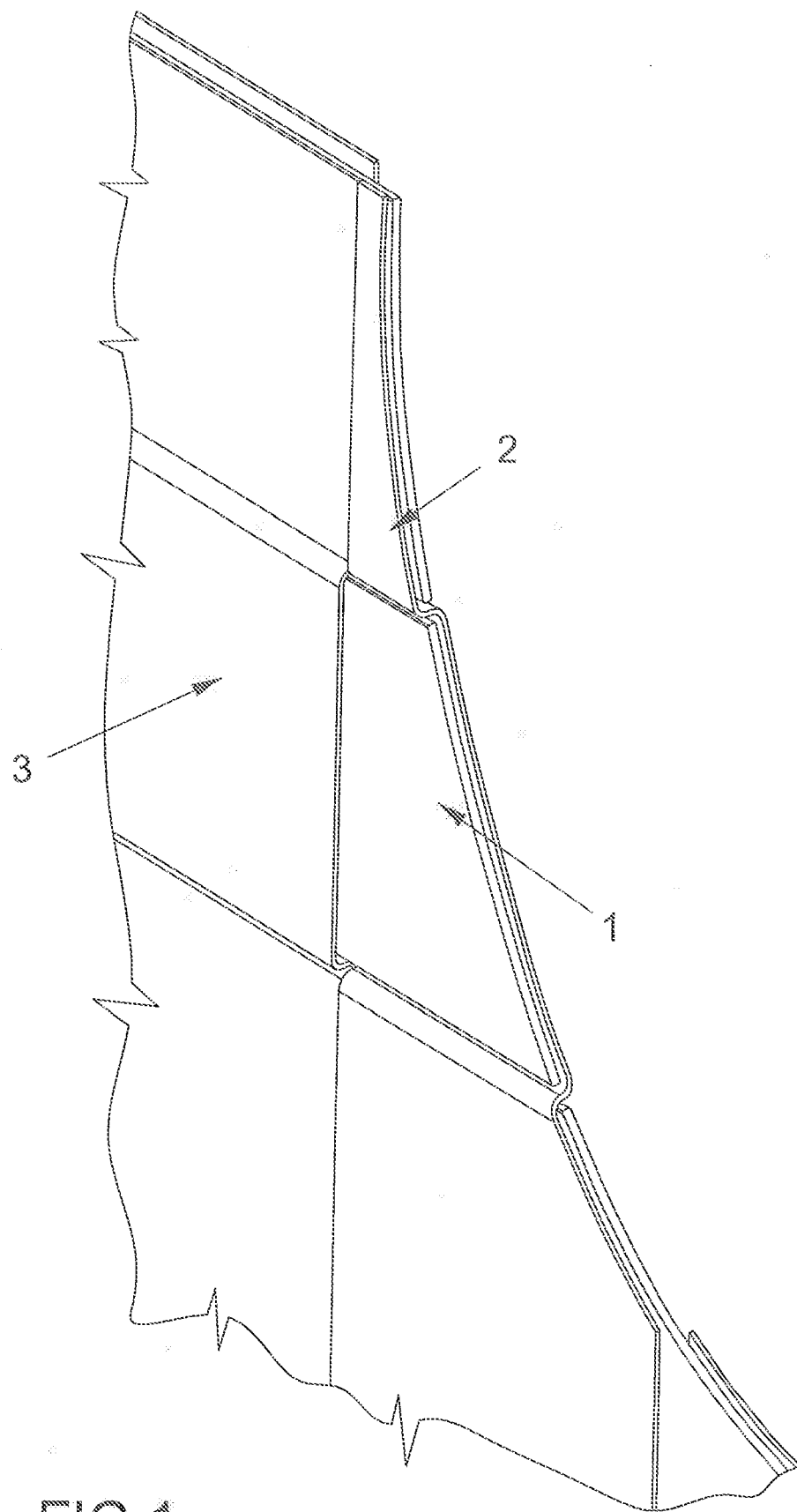


FIG.1

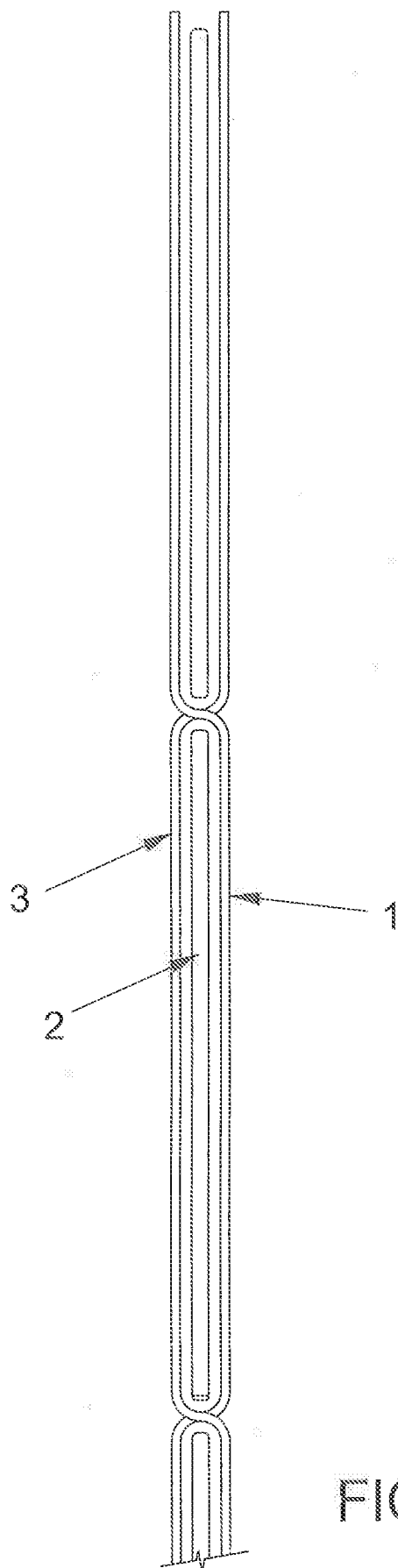


FIG. 2

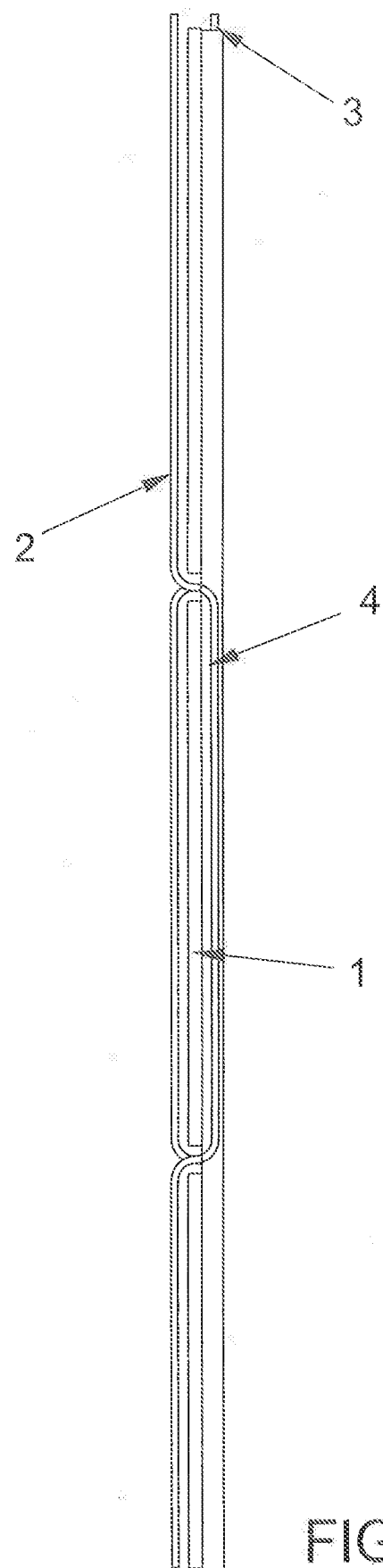


FIG. 3

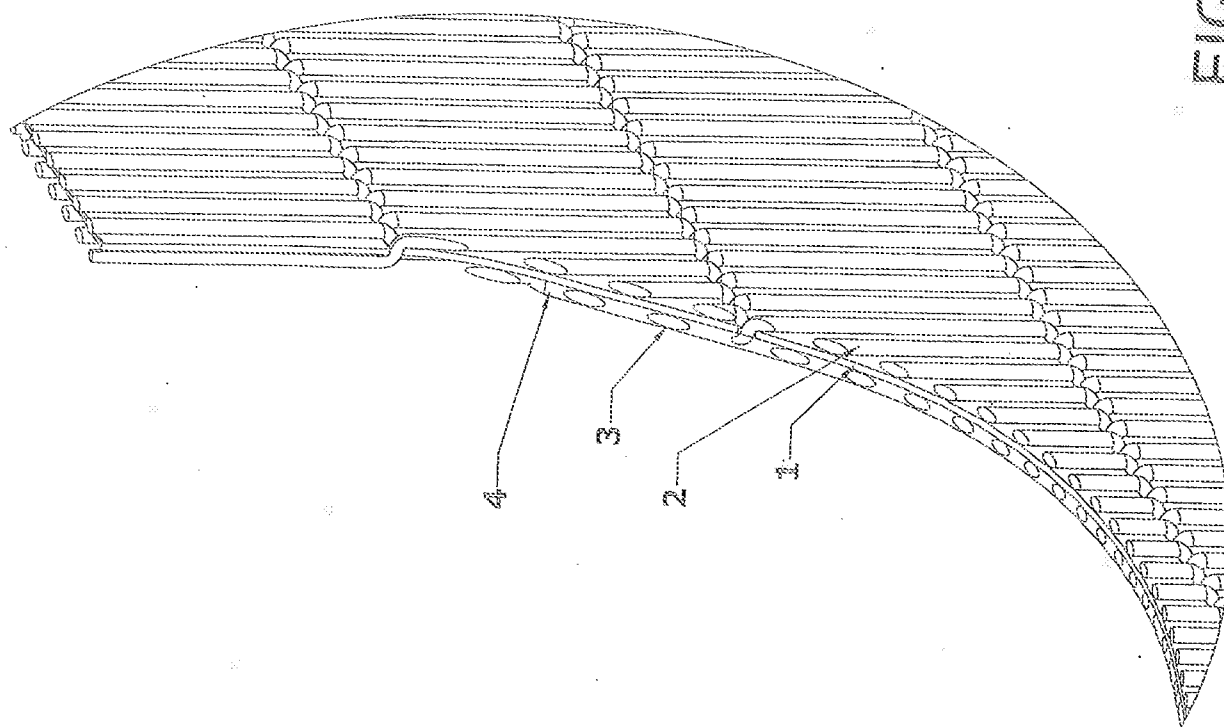


FIG. 5

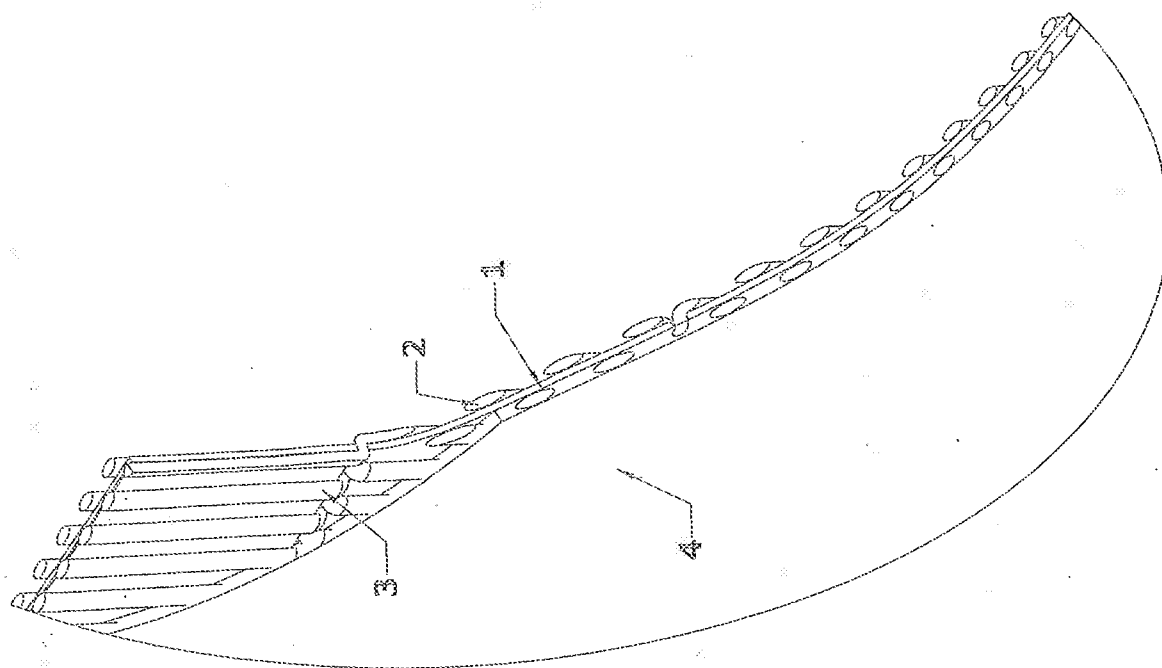


FIG. 4