

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102023000008229
Data Deposito	27/04/2023
Data Pubblicazione	27/10/2024

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	32	B	5	02

Titolo

Materiale multistrato compatto e relativo processo di preparazione, imbottitura comprendente il materiale multistrato, e capo di abbigliamento comprendente l'imbottitura

TITOLO: “Materiale multistrato compatto e relativo processo di preparazione, imbottitura comprendente il materiale multistrato, e capo di abbigliamento comprendente l’imbottitura”

DESCRIZIONE

5 CAMPO DELL’INVENZIONE

Il campo tecnico a cui l’invenzione appartiene è quello dei metodi di preparazione di materiali non tessuti multistrato.

STATO DELL’ARTE

10 “Tessuto non tessuto” (TNT) è un termine generico per indicare un prodotto industriale simile a un tessuto, costituito da fibre in fiocco (corte) e fibre lunghe (lunghe continue), legate insieme mediante trattamento chimico, meccanico, termico o con solvente. In particolare, un tessuto non tessuto è una superficie fabbricata (velo) di fibre (naturali o sintetiche), orientate in una direzione particolare o casualmente, legate per attrito e/o coesione e/o adesione.

15 Il termine “tessuto non tessuto” è impiegato nell’industria manifatturiera tessile per indicare tessuti che non sono stati né sottoposti a tessitura né lavorati a maglia.

L’espressione “tessuti non tessuti” è apparsa per la prima volta nel 1965: *“I tessuti non tessuti sono prodotti costituiti da nastri stesi parallelamente, incrociati o in modo casuale, legati con l’applicazione di adesivi o fibre termoplastiche sotto l’applicazione*
20 *di calore e pressione.”*

I materiali non tessuti sono impiegati per numerose applicazioni: dalle maschere chirurgiche ai filtri per liquidi, al sottofondo stradale, agli imballaggi, o agli abiti di tendenza.

25 Quasi tutte le fibre conosciute possono essere compattate; per esempio, fibre sintetiche, come il Tyvek o il Nylon, o fibre ad alta resistenza, come la fibra di vetro, il Kevlar, o la fibra di carbonio.

La produzione di tessuto non tessuto si svolge essenzialmente in due fasi:

- i) creazione del velo;

ii) compattazione del velo.

Nella fase i) di creazione del velo, le fibre sono combinate in un velo, solitamente molto sottile e delicato, che non presenta ancora delle buone caratteristiche meccaniche. Il primo velo può essere creato partendo da:

- 5 - un gruppo di fibre corte (fino a 7 cm);
- fili continui.

Le fibre corte possono essere trattate in un ambiente umido (similmente alla carta), o in un ambiente secco, grazie a macchine chiamate “macchine per la cardatura”. I veli sono generalmente molto sottili e devono essere sovrapposti tra loro affinché si
10 ottengano spessori maggiori.

In questa fase, il velo non tessuto non è ancora pronto per essere utilizzato, dal momento che le fibre non sono ben coese e compatte.

Nella fase ii) di compattazione del velo, i multistrati del velo sono ridotti in spessore con lo scopo di aumentarne la densità e la resistenza. In tal senso, è possibile utilizzare
15 processi chimici, meccanici, o termici.

In generale, il processo di compattazione meccanica avviene attraverso l'azione ripetuta di numerosi piccoli aghi, che vengono inseriti nel velo con lo scopo di legare tra loro le fibre.

Gli aghi sono, quindi, gli elementi che eseguono effettivamente il processo di
20 compattazione. Essi sono generalmente realizzati in acciaio ad alte prestazioni, da aziende specializzate. Gli aghi più utilizzati sono “aghi da barba” e “aghi da forchetta”.

Il principio generale consiste nel fatto che alcune rugosità presenti sulla punta dell'ago catturano e trascinano le fibre durante il movimento dell'ago stesso.

La compattazione meccanica con agugliatrice ha generalmente uno sviluppo
25 orizzontale. Il tessuto viene fatto scorrere parallelamente alla superficie di appoggio e attraversa la macchina da un lato all'altro. Durante il passaggio all'interno della macchina, le fibre vengono colpite dagli aghi e, di conseguenza, sottoposte ad agugliatura.

Il nastro viene generalmente portato da rulli o tappeti mobili verso l'ingresso della macchina, fino all'uscita, dove viene estratto. Durante il passaggio all'interno della macchina, una forza di trazione può essere applicata al velo.

5 Gli aghi sono saldamente inseriti in una tavola forata che si muove con un movimento verticale alternato, permettendo agli aghi di penetrare ripetutamente nelle fibre. Generalmente, il movimento verticale è generato da un cinematismo del tipo a biella ed è mosso da un motore elettrico.

SOMMARIO DELL'INVENZIONE

Oggetto della presente invenzione è un materiale multistrato compatto 1 comprendente
10 almeno tre strati, di cui almeno uno strato è un materasso comprendente una fibra tessile mista comprendente almeno due fibre naturali, e i rimanenti almeno due strati, oltre all' almeno uno strato che è il materasso comprendente la fibra tessile mista, sono scelti indipendentemente tra: un velo di acido polilattico (PLA), un velo agugliato duro di fibra tessile mista, un velo agugliato medio di fibra tessile mista, un materasso
15 comprendente la fibra tessile mista, un velo di canapa.

Ulteriore oggetto della presente invenzione è un processo di preparazione del materiale multistrato compatto 1 comprendente le seguenti fasi:

- A. predisporre almeno tre strati, di cui almeno uno strato è il materasso comprendente la fibra tessile mista;
- 20 B. sovrapporre tra loro detti almeno tre strati, formando un multistrato non compatto;
- C. compattare mediante agugliatura il multistrato non compatto, ottenendo il materiale multistrato compatto.

25 Ulteriore oggetto della presente invenzione è un'imbottitura termicamente isolante comprendente il materiale multistrato compatto 1 secondo la presente invenzione.

Ulteriore oggetto della presente invenzione è un capo di abbigliamento comprendente l'imbottitura termicamente isolante comprendente il materiale multistrato compatto 1 secondo la presente invenzione.

Vantaggi dell'invenzione

Il processo di preparazione secondo con la presente invenzione consente la preparazione di un materiale multistrato compatto, attraverso una fase di compattazione meccanica, condotta mediante agugliatura, di un multistrato non compatto.

5 Vantaggiosamente, il processo di preparazione secondo la presente invenzione, grazie all'impiego di una fibra tessile mista comprendente diverse fibre vegetali alternative alle fibre naturali comunemente note per i medesimi impieghi, permette lo sfruttamento di una maggiore biodiversità e, al contempo, garantisce una disponibilità costante di materia prima. Ciò consente vantaggiosamente di prevenire potenziali ed
10 eventuali carenze di materie prime, conseguenti all'impatto della stagionalità e degli attuali cambiamenti climatici sulla crescita e/o sulla produzione di specifiche specie vegetali.

Inoltre, il processo di preparazione secondo la presente invenzione permette di ottenere dei materiali multistrato compatti, che possono essere vantaggiosamente impiegati
15 nella realizzazione di imbottiture termicamente isolanti, in sostituzione dei materiali comunemente noti per essere utilizzati per i medesimi scopi, come ad esempio la lana.

Vantaggiosamente, il processo di preparazione secondo la presente invenzione, adottando un metodo di compattazione meccanica, risulta maggiormente ecosostenibile, rispetto agli analoghi processi che prevedono una compattazione
20 termica, dal momento che richiede un minor consumo energetico.

Vantaggiosamente, rispetto ai processi basati sulla compattazione chimica, il processo di preparazione secondo la presente invenzione permette di ottenere materiali multistrato compatti, evitando l'impiego di componenti addizionali, quali adesivi e/o agenti leganti, potenzialmente inquinanti e/o pericolosi per l'utilizzatore. Di
25 conseguenza, il processo in accordo con la presente invenzione risulta particolarmente rispettoso per l'ambiente e sicuro per l'utilizzatore.

Vantaggiosamente, il processo di preparazione secondo la presente invenzione permette di ridurre drasticamente il controllo sulla qualità finale del prodotto, dal momento che garantisce l'ottenimento di materiali multistrato compatti aventi
30 un'ottima omogeneità strutturale.

Un ulteriore vantaggio del processo di preparazione secondo la presente invenzione risiede nella possibilità di unire tessuti non tessuti con ulteriori materiali non tessuti, quali ad esempio schiume, pelli, carte, e/o film, aventi proprietà chimico-fisiche, morfologiche e meccaniche variabili. Di conseguenza, il processo di preparazione
5 secondo la presente invenzione consente, scegliendo opportunamente le materie prime, di ottenere dei materiali multistrato compatti con proprietà termiche simili, ma con proprietà chimico-fisiche, morfologiche e meccaniche variabili, in funzione delle destinazioni d'uso d'interesse.

A tal proposito, sempre vantaggiosamente, il processo in accordo con la presente
10 invenzione, grazie alla possibilità di unire tessuti non tessuti con ulteriori materiali non tessuti, consente di creare materiali multistrato compatti con elevate prestazioni, in termini di resistenza meccanica, isolamento termico, compatibilità con agenti ambientali, gradevolezza al tatto e alla vista.

Sempre vantaggiosamente, tale possibilità di impiego di diversi materiali non tessuti,
15 permette di selezionare, in base alla disponibilità e alle applicazioni di interesse, materie prime a basso costo, riducendo i costi complessivi di produzione dei materiali multistrato.

DESCRIZIONE DELLE FIGURE

Le figure 1-a e 1-b rappresentano schematicamente due configurazioni standard (o a
20 singolo lato di processo) di macchine agugliatrici, mentre la figura 1-c rappresenta schematicamente una configurazione non standard (o a doppio lato di processo) di macchine agugliatrici.

Le figure 2-a e 2-b rappresentano schematicamente rispettivamente una configurazione standard e non standard di macchine agugliatrici.

25 Le figure 3-a, 3-b, 3-c, mostrano schematicamente tre esempi realizzativi del materiale multistrato compatto secondo la presente invenzione.

Le figure 4-a, 4-b, e 4-c, mostrano schematicamente tre ulteriori esempi realizzativi del materiale multistrato compatto secondo la presente invenzione.

Le figure 5-a, 5-b, mostrano schematicamente due ulteriori esempi realizzativi del materiale multistrato compatto secondo la presente invenzione.

Le figure 6-a, 6-b, 6-c, mostrano schematicamente tre ulteriori esempi realizzativi del materiale multistrato compatto secondo la presente invenzione.

- 5 Le figure 7-a, 7-b, e 7-c, mostrano schematicamente tre ulteriori esempi realizzativi del materiale multistrato compatto secondo la presente invenzione.

La figura 8-a e 8-b mostrano schematicamente rispettivamente una configurazione standard e una configurazione non standard di macchine agugliatrici.

- 10 Le figure 9-a e 9-b mostrano schematicamente un esempio di applicazione della fibra tessile mista, impiegata nel processo di realizzazione secondo la presente invenzione, in due differenti condizioni d'uso.

Le figure 10-a e 10-b mostrano schematicamente un esempio di applicazione dell'imbottitura termicamente isolante comprendente il materiale multistrato compatto secondo la presente invenzione, in due differenti condizioni d'uso.

15 **DESCRIZIONE DETTAGLIATA DELL'INVENZIONE**

Definizioni

Per "fibra naturale" si intende una fibra ricavata da materiali vegetali, oppure da materiali di origine animale da cui è possibile prelevare pelo o pelle.

- 20 Per "velo" si intende uno strato di materiale non-tessuto, solitamente sottile e delicato, ottenuto a partire da un gruppo di fibre di lunghezza generalmente fino a 7 cm e/o da fili continui.

Per "materasso" si intende una struttura non-tessuta bio-degradabile e/o compostabile, a base di fibre cellulosiche ad alta capacità termica.

- 25 Per "fibre proteiche fermentate" si intende fibre ottenute a partire da sostanze proteiche naturali, prodotte mediante processi di fermentazione promossi da microorganismi, quali lieviti, batteri, e/o funghi.

Per “fibre cellulosiche fermentate” si intende fibre di materiali cellulosici o di derivati di materiali cellulosici, in cui i materiali cellulosici sono ottenuti mediante processi di fermentazione promossi da microorganismi, quali lieviti, batteri, e/o funghi.

5 Per “cellulosa batterica degradata” si intende un prodotto ottenuto mediante processi di degradazione promossi da microorganismi, preferibilmente batteri e/o funghi, a partire da cellulosa batterica.

Per “struttura airlaid” si intende una struttura di materiale non-tessuto, ottenuta a partire da fibre sottoposte a processi di cardatura e dispersione con aria.

10 Per “struttura spunbond” si intende una struttura di materiale non-tessuto, creata mediante un processo di filatura dei filamenti di polimeri che vengono successivamente disposti in modo casuale.

Processo di preparazione di un materiale multistrato compatto

Oggetto della presente invenzione è un processo di preparazione di un materiale multistrato compatto 1. Di seguito, si riportano nel dettaglio le fasi del processo di
15 preparazione secondo la presente invenzione.

A. Predisporre almeno tre strati

In una fase A del processo di preparazione del materiale multistrato compatto 1 sono predisposti almeno tre strati, di cui almeno uno strato è il materasso 2 comprendente una fibra tessile mista comprendente, a sua volta, almeno due fibre naturali.

20 Preferibilmente, nella fase A del processo di preparazione sono predisposti da tre a cinque strati, preferibilmente tre o cinque strati.

Preferibilmente, ciascuno degli almeno tre strati è in forma di struttura airlaid oppure spunbond, più preferibilmente è in forma di struttura airlaid.

25 Si noti che la struttura airlaid e/o la struttura spunbond possono essere ottenute dal tecnico del ramo mediante metodologie note allo stato dell’arte.

Preferibilmente, il materasso 2 comprendente la fibra tessile mista è predisposto nella fase A del processo di preparazione in quantitativo compreso tra 150 e 250 g, preferibilmente pari a 200 g oppure 250 g.

Preferibilmente, il materasso 2 comprendente la fibra tessile mista è ottenuto per cardatura della fibra tessile mista. Si noti che la cardatura della fibra tessile mista può essere condotta dal tecnico del ramo con metodologie note allo stato dell'arte.

Preferibilmente, gli almeno tre strati comprendono da uno a due strati, preferibilmente uno strato, che è/sono il materasso 2 comprendente la fibra tessile mista.

Preferibilmente, i rimanenti almeno due strati, oltre all'almeno uno strato che è il materasso 2 comprendente la fibra tessile mista, sono scelti indipendentemente tra: un velo di acido polilattico (PLA) 3, un velo di fibra tessile mista, il materasso 2 comprendente la fibra tessile mista, un velo di canapa 5.

Opzionalmente, i rimanenti almeno due strati, oltre all'almeno uno strato che è il materasso 2 comprendente la fibra tessile mista, sono scelti indipendentemente tra: un velo di para-xilene, un velo di polietilene furanoato (PEF), un velo di polibutilene adipato tereftalato (PBAT), un velo di polibutilene succinato (PBS), un velo di policaprolattone (PCL), un velo di alcol polivinilico (PVOH), un velo di poli (trimetilene tereftalato) (PTT), un velo di poliidrossialcanoati (PHA), un velo di Azlon.

Opzionalmente, i rimanenti almeno due strati, oltre all'almeno uno strato che è il materasso 2 comprendente la fibra tessile mista, sono scelti indipendentemente tra un velo di fibre proteiche fermentate e/o un velo di fibre cellulosiche fermentate.

Si noti che sostanze proteiche naturali idonee alla produzione di fibre proteiche fermentate sono preferibilmente proteine ricombinanti della seta di ragno.

Si noti che i microorganismi idonei alla produzione di sostanze proteiche naturali sono scelti preferibilmente tra batteri, lieviti, e/o funghi, preferibilmente batteri e/o funghi.

Si noti che i batteri idonei alla produzione di sostanze proteiche naturali, preferibilmente proteine ricombinanti della seta di ragno, sono scelti preferibilmente tra le seguenti specie: *Komagataella pastoris*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Trichoderma reesei*.

Si noti che i materiali cellulosici idonei alla produzione di fibre cellulosiche fermentate sono scelti preferibilmente tra cellulosa batterica e/o nanocellulosa batterica.

Si noti che i derivati di materiali cellulosici idonei alla produzione di fibre cellulosiche fermentate sono preferibilmente scelti tra aerogel di cellulosa batterica e/o cellulosa batterica degradata.

Si noti che i microorganismi idonei alla produzione di cellulosa batterica degradata
5 possono essere, ad esempio, *Trichoderma reesei*.

Preferibilmente, le fibre cellulosiche fermentate sono scelte tra tree-free Lyocell e Lyocell.

Si noti che i microorganismi idonei alla produzione di materiali cellulosici sono scelti preferibilmente tra le seguenti specie: *Komagataeibacter xylinus* (noto anche come
10 *Gluconacetobacter xylinus*), *Aerobacter xylinum*.

Vantaggiosamente, la cellulosa batterica e, di conseguenza, le fibre cellulosiche fermentate sono materiali biodegradabili, rinnovabili e altamente resistenti; in particolare, le fibre cellulosiche fermentate presentano delle caratteristiche simili alle fibre proteiche come, ad esempio, la seta.

15 Vantaggiosamente, le fibre proteiche fermentate possono essere tessute, per formare dei corrispondenti materiali tessuti, destinabili all'uso nella realizzazione di capi di abbigliamento e/o di nuovi materiali tessuti.

Preferibilmente, le fibre di ciascun velo sono trattate in ambiente umido, secondo un processo simile a quelli noti per la produzione della carta, oppure possono essere
20 sottoposte a cardatura, mediante apposite convenzionali macchine cardatrici, in ambiente secco. Si noti che la cardatura delle fibre di ciascun velo può essere condotta dal tecnico del ramo con metodologie note allo stato dell'arte.

Preferibilmente, ciascuno dei rimanenti almeno due strati, oltre all'almeno uno strato che è il materasso 2 comprendente la fibra tessile mista, è predisposto nella fase A del
25 processo di preparazione in quantitativo compreso tra 80 e 150 g, preferibilmente pari a 100 g.

Si noti che i singoli veli di fibra tessile mista sono preferibilmente ottenuti a partire da fibra tessile mista in forma di fibre cave in fiocco.

Preferibilmente, il velo di PLA 3 presenta una grammatura compresa tra 20 e 50 g/m², preferibilmente pari a 30 g/m².

Preferibilmente, il velo di canapa 5 presenta una grammatura compresa tra 40 e 80 g/m², preferibilmente pari a 50g/m².

5 Fibra tessile mista

Preferibilmente, la fibra tessile mista è ottenuta mediante un processo di produzione comprendente le fasi 1, 2, 3, di seguito descritte.

Preferibilmente, nella fase 1 del processo di produzione della fibra tessile mista sono predisposte almeno due fibre naturali.

10 Preferibilmente le almeno due fibre naturali sono in forma di filato oppure di fiocco.

Preferibilmente, le almeno due fibre naturali sono scelta tra: fibra di una pianta del genere *Asclepias*, preferibilmente *Asclepias syriaca*, fibra di kapok, fibra di tifa (*Typha latifolia*), fibra di balsa (*Ochroma pyramidale*).

15 Preferibilmente, le almeno due fibre naturali comprendono fibra di *Asclepias* e fibra di kapok, oppure fibra di tifa e fibra di balsa.

Preferibilmente, la fibra di *Asclepias* presenta una lunghezza compresa tra 18,32 mm e 27,48 mm, preferibilmente pari a 22,9 mm.

Preferibilmente, la fibra di *Asclepias* presenta un diametro compreso tra 14,8 e 27,9 µm, preferibilmente compreso tra 18,4 e 19,1 µm, preferibilmente pari a 18,6 µm.

20 Preferibilmente, la fibra di *Asclepias* presenta uno spessore della parete compreso tra 1,1 e 2,3 µm, preferibilmente compreso tra 1,4 e 1,8 µm, preferibilmente pari a 1,6 µm.

Preferibilmente, la fibra di *Asclepias* presenta una cristallinità relativa compresa tra 31 e 38 %, preferibilmente pari a 35%.

25 Preferibilmente, la fibra di *Asclepias* presenta una larghezza dei cristalliti compresa tra 3,70 e 4,70 nm, preferibilmente pari a 4,20 nm.

- Preferibilmente, la fibra di kapok presenta una lunghezza compresa tra 13,78 e 18,86 mm, preferibilmente pari a 16,32 mm.
- Preferibilmente, la fibra di kapok presenta un diametro compreso tra 13,87 e 21,31 μm , preferibilmente pari a 17,59 μm .
- 5 Preferibilmente, la fibra di kapok presenta uno spessore di parete compreso tra 0,57 e 2,11 μm , preferibilmente pari a 1,34 μm .
- Preferibilmente, la fibra di kapok presenta una cristallinità relativa compresa tra 31 e 38%, preferibilmente pari a 35,65%.
- Preferibilmente, la fibra di kapok presenta una larghezza dei cristalliti compresa tra 3,76 e 5,64 nm, preferibilmente pari a 4,70 nm.
- 10
- Preferibilmente, la fibra di tifa presenta una lunghezza compresa tra 2,25 e 10,65 mm, preferibilmente compresa tra 2,25 e 8,65 mm, preferibilmente compresa tra 6,25 e 8,25 mm, preferibilmente pari a 7,9 mm.
- Preferibilmente, la fibra di tifa presenta una finezza compresa tra 10 e 22,5 μm , preferibilmente compresa tra 10 e 17,5 μm , preferibilmente compresa tra 10 e 15 μm , preferibilmente pari a 12,5 μm .
- 15
- Preferibilmente, la fibra di balsa presenta una lunghezza compresa tra 10,32 e 15,7 mm, preferibilmente pari a 13,01 mm.
- Preferibilmente, la fibra di balsa presenta un diametro compreso tra 16,56 e 21,94 μm , preferibilmente pari a 19,25 μm .
- 20
- Preferibilmente, la fibra di balsa presenta uno spessore di parete compreso tra 1,43 e 3,37 μm , preferibilmente pari a 2,40 μm .
- Preferibilmente, la fibra di balsa presenta una cristallinità relativa compresa tra 27,95 e 34,85%, preferibilmente pari a 31,40%.
- 25
- Preferibilmente, la fibra di balsa presenta una larghezza dei cristalliti compresa tra 3,30 e 4,10 nm, preferibilmente pari a 3,70 nm.
- Preferibilmente, nella fase 2 del processo di produzione della fibra tessile mista sono condotti il soffiaggio e la pulizia separatamente per ciascuna delle almeno due fibre

naturali, per ottenere delle fibre pulite. Con ciò, si intende che ciascuna fibra naturale è sottoposta, in maniera indipendente, alla fase 2 del processo di produzione della fibra tessile mista. Pertanto, per ciascuna fibra naturale si ottiene una fibra pulita. Dal momento che nella fase 1 sono predisposte almeno due fibre naturali, al termine della
5 fase 2 si otterranno almeno due fibre pulite separate.

Preferibilmente, la fase 2 di soffiaggio e pulizia per ciascuna delle fibre naturali provenienti dalla fase 1, comprende le seguenti sottofasi:

2-a) soffiare le fibre naturali mediante un flusso d'aria continuo, ottenendo delle fibre soffiate;

10 2-b) pulire le fibre soffiate, separandone le impurità e la polvere, ottenendo le fibre pulite.

Preferibilmente, la fase 2 di soffiaggio e pulizia delle fibre naturali è eseguita indipendentemente per ciascuna fibra naturale ciclicamente, per un numero di cicli sequenziali compreso tra due e quattro, preferibilmente per tre cicli sequenziali.

15 Preferibilmente, la fase 2 viene condotta mediante un apposito apparato per il soffiaggio e pulizia di fibre, comprendente almeno tre camere, preferibilmente tre camere, preferibilmente cilindriche, collegate fluidodinamicamente in serie, ciascuna configurata per ricevere le fibre.

Preferibilmente, ciascuna camera comprende almeno una pala rotante configurata per
20 generare il flusso d'aria.

In uso, nelle sottofasi 2-a e 2-b, il flusso d'aria attraversa in serie le almeno tre camere, soffiando le fibre da una prima camera a un'ultima camera, in serie, separandone le impurità e la polvere, attraverso appositi setacci o filtri posti tra una camera e quella successiva.

25 Preferibilmente, detti setacci o filtri presentano una grandezza dei pori compresa tra 2 e 10 mm, preferibilmente pari a 5 mm.

Il flusso d'aria produce un movimento vorticoso delle fibre all'interno di ciascuna camera. L'apparato per il soffiaggio e la pulizia delle fibre è in grado di controllare la velocità con cui le fibre sono movimentate all'interno di ciascuna camera. Inoltre, detto

apparato è in grado di controllare il tempo di permanenza delle fibre in ciascuna camera, per ciascun ciclo di conduzione della fase 2.

Preferibilmente, il tempo di permanenza di ciascuna fibra naturale per ciascun ciclo di conduzione della fase 2 è compreso tra 3 e 7 secondi, preferibilmente è pari a 5 secondi.

- 5 Preferibilmente, ciascuna fibra pulita viene caricata e stoccata separatamente all'interno di un apposito serbatoio o silo, preferibilmente un silo.

Preferibilmente, in una fase 3 del processo di produzione della fibra tessile mista sono miscelate tra loro ciascuna delle fibre pulite provenienti dalla fase 2, per ottenere la fibra tessile mista.

- 10 Preferibilmente, nella fase 3 del processo di produzione della fibra tessile mista, ciascuna fibra pulita è miscelata in quantitativo in peso, rispetto a ciascuna altra fibra pulita, compreso tra 10 e 40%, preferibilmente pari a 20%.

Preferibilmente, il processo di produzione della fibra tessile mista comprende una fase 4, successiva alla fase 3, di miscelare una fibra cardata di acido polilattico (PLA) alla
15 fibra tessile mista, per ottenere una fibra tessile mista con PLA.

Vantaggiosamente, l'utilizzo della fibra di PLA in combinazione con la fibra tessile mista è in grado di migliorare il potere di riempimento di quest'ultima, rendendo la fibra tessile mista con PLA, così ottenuta, particolarmente adatta per l'impiego nella realizzazione di imbottiture.

- 20 Giova rilevare che la fibra tessile mista con PLA ottenuta mediante il processo di produzione risulta particolarmente adatta nella realizzazione di imbottiture termicamente isolanti, data la sua capacità di variare il proprio volume in funzione della temperatura.

- Si noti che, partendo da una condizione di riposo, vale a dire da un dato volume a
25 temperatura superiore a 10°C, la fibra tessile mista, preferibilmente con PLA, è in grado di aumentare di volume a temperature al di sotto dei 5°C e, viceversa, partendo da una condizione espansa, vale a dire da un dato volume a temperatura inferiore a 5°C, tale fibra è in grado di diminuire gradualmente di volume, fino a tornare alla condizione di riposo, in funzione dell'aumento di temperatura al di sopra dei 10°C.

Preferibilmente, la fibra mista con PLA si espande dalla condizione di riposo alla condizione espansa, secondo un aumento di volume compreso tra il 50% e il 100% rispetto al volume iniziale della fibra stessa, dove per volume iniziale si intende il volume della fibra in condizione di riposo.

- 5 Preferibilmente, la fibra cardata di PLA è ottenuta per cardatura a partire da una fibra di PLA. Tale processo di cardatura è condotto con metodi industriali noti al tecnico del settore, preferibilmente mediante un'apposita macchina configurata per eseguire l'apertura delle fibre.

- 10 Preferibilmente, la fibra cardata di PLA presenta una lunghezza compresa tra 24 e 30 mm, preferibilmente compresa tra 25 e 27 mm, preferibilmente pari a 26 mm.

Preferibilmente, la fibra di PLA è in forma di filato o in fiocco.

Preferibilmente, nella fase 4 del processo di produzione della fibra tessile mista, la fibra cardata di PLA è miscelata in rapporto in peso, rispetto alla fibra tessile mista, compreso tra 60 e 90%, preferibilmente pari a 80%.

- 15 Preferibilmente, il rapporto tra la lunghezza di ciascuna delle fibre naturali e la fibra cardata di PLA è compreso tra 1:2,5 e 2,5:1, preferibilmente tra 1:2 e 2:1, preferibilmente pari a 1:1.

- 20 Preferibilmente, il processo di produzione della fibra tessile mista comprende una fase 5, di sottoporre a spruzzatura e asciugatura la fibra tessile mista oppure la fibra tessile mista con PLA.

- 25 Si noti che la spruzzatura può consistere in un rivestimento della fibra ed è preferibilmente condotta impiegando microparticelle di aerogel, preferibilmente aerogel a base di silice, di allumina e/o di carbonio, oppure aerogel di cellulosa. Preferibilmente, le microparticelle di aerogel sono microparticelle di silice, ottenute dal gel di silice. Preferibilmente, l'aerogel di cellulosa è ottenuto da carta riciclata.

Preferibilmente, la spruzzatura comprende da 2 a 4 spruzzate consecutive, preferibilmente 3 spruzzate consecutive. Preferibilmente, ciascuna singola spruzzata è condotta per un tempo preferibilmente compreso tra 15 e 20 secondi, preferibilmente pari a 18 secondi.

Si noti che l'asciugatura consiste in un trattamento *temperature curing*. Preferibilmente, tale trattamento viene condotto a una temperatura pari a 60°C, per un tempo preferibilmente compreso tra 40 minuti e 2 ore. Il tasso di umidità e le temperature dell'ambiente esterno influiscono sulle tempistiche di asciugatura.

- 5 Vantaggiosamente, la spruzzatura e asciugatura conferiscono proprietà di isolamento termico e di galleggiamento alla fibra tessile, grazie all'elevata porosità dell'aerogel e alla sua capacità di trattenere aria al suo interno. A tal riguardo, giova rilevare che la spruzzatura con microparticelle di aerogel conferisce vantaggiosamente un migliore isolamento termico rispetto all'aerogel di cellulosa.
- 10 Vantaggiosamente, l'aerogel di cellulosa, oltre che essere leggero, resistente e idrorepellente, risulta altresì una scelta migliore dal punto di vista della ecosostenibilità, rispetto ai tradizionali aerogel, data la sua perfetta biodegradabilità. Inoltre, gli aerogel di cellulosa presentano potenziali applicazioni in diversi campi, tra cui l'edilizia, l'energia e la protezione ambientale, grazie alla loro combinazione unica
- 15 di proprietà meccaniche, termiche e ottiche.

Opzionalmente, la fase 5 di spruzzatura e asciugatura comprende una fase 5-a di cardatura della fibra tessile mista. La fase 5-a è condotta con metodi industriali noti al tecnico del settore, preferibilmente mediante l'impiego di un'apposita macchina configurata per eseguire l'apertura delle fibre.

- 20 Preferibilmente, la fibra tessile mista presenta un valore di isolamento termico compreso tra 3,84 e 4,04 Clo, preferibilmente pari a 3,94 Clo.

Tale valore di isolamento termico è determinato secondo lo standard ASTM D1518 ed è esprimibile in unità del Sistema Internazionale in $\text{m}^2\text{K/W}$, in cui:

$$1 \text{ Clo} = 0,155 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}.$$

- 25 Con il termine "isolamento termico" si intende una grandezza che misura la riduzione del trasferimento di calore (trasferimento di energia termica tra oggetti a diversa temperatura) tra oggetti in contatto termico oppure nel raggio di influenza radiativa.

Preferibilmente, la fibra tessile mista presenta un valore di fill power compreso tra 550 e 650 in^3/oz , preferibilmente pari a 600 in^3/oz .

Tale valore di fill power (volume massico) è determinato secondo lo standard europeo EN12130 ed è esprimibile in cm^3/g , in cui:

$$1 \text{ in}^3/\text{oz} = 0,578037 \text{ cm}^3/\text{g}.$$

Vantaggiosamente, avendo dei valori ottimali di isolamento termico e fill power, la
5 fibra tessile mista è particolarmente adatta per l'impiego nella realizzazione di imbottiture, che possano costituire una scelta ecologicamente più sostenibile di quelle note e commercialmente disponibili, quali per esempio quelle realizzate con fibre di origine animale, come la lana.

Preferibilmente, la fibra tessile mista presenta una lunghezza compresa tra 24 e 30 mm,
10 preferibilmente pari a 26 mm.

Preferibilmente, la fibra tessile mista presenta uno spessore di parete compreso tra 1,6 e 3,1 μm , preferibilmente pari a 2,0 μm .

Preferibilmente, la fibra tessile mista presenta una cristallinità relativa compresa tra 31 e 38%, preferibilmente pari a 35%.

15 Preferibilmente, la fibra tessile mista presenta una larghezza dei cristalliti compresa tra 3,70 e 4,70 nm, preferibilmente pari a 4,00 nm.

B. Sovrapporre tra loro gli almeno tre strati

In una fase B del processo di preparazione del materiale multistrato compatto 1 sono sovrapposti tra loro gli almeno tre strati, per formare un multistrato non compatto.

20 Preferibilmente, la sovrapposizione degli strati avviene mediante impiego di un'apposita macchina, chiamata crosslapper. Si noti che la sovrapposizione degli strati mediante macchina crosslapper può essere condotta dal tecnico del ramo secondo procedure note allo stato dell'arte.

Preferibilmente, il multistrato non compatto comprende una prima superficie esterna
25 e una seconda superficie esterna opposte tra loro, detta prima superficie esterna e detta seconda superficie esterna essendo distanziate da una direzione X.

Giova rilevare che, una volta sovrapposti gli strati, il multistrato non compatto è preferibilmente trasportato su un nastro trasportatore, collegato in serie con la/le

macchina/e impiegata/e nella/e successiva/e fase/i del processo di preparazione in accordo con la presente invenzione.

C. Compattare mediante agugliatura il multistrato non compatto

In una fase C del processo di preparazione in accordo con la presente invenzione, il
5 multistrato non compatto è compattato mediante agugliatura, per ottenere il materiale multistrato compatto 1.

Giova rilevare che, a seguito della fase C di compattazione, ciascuno dei singoli strati predisposti nella fase A del processo di preparazione conserva la sua composizione chimica, sebbene la compattazione ne modifichi alcune proprietà chimico-fisiche e
10 meccaniche, quali, ad esempio, la resistenza meccanica, la densità, lo spessore, l'omogeneità strutturale e la traspirabilità. Pertanto, di seguito si farà riferimento a ciascuno strato del materiale multistrato compatto 1, adottando la medesima terminologia con cui i singoli strati sono stati definiti nel processo di preparazione.

Preferibilmente, l'agugliatura è condotta mediante apposite macchine, comunemente
15 note come macchine agugliatrici. Si noti che l'agugliatura può essere condotta dal tecnico del ramo mediante procedure note allo stato dell'arte.

Preferibilmente, le macchine agugliatrici possono operare in due diverse configurazioni: una configurazione standard (o con singolo lato di processo), oppure una configurazione non standard (o con doppio lato di processo). In uso, le macchine
20 in configurazione standard agiscono sulla prima superficie esterna oppure sulla seconda superficie esterna del multistrato non compatto, impiegando una sola tavola di aghi 9,11; viceversa, in uso, le macchine in configurazione non standard (o con doppio lato di processo) agiscono contemporaneamente sulla prima superficie esterna e sulla seconda superficie esterna del multistrato non compatto, impiegando due tavole
25 di aghi 9,11, che operano con un doppio cinematismo.

Si noti che la configurazione non standard (o con doppio lato di processo) è più complessa, ma vantaggiosamente permette di controllare più efficientemente l'omogeneità del prodotto, garantendone una maggiore uniformità; inoltre, permette di poter generare materiali non simmetrici dal punto di vista della distribuzione di
30 densità lungo lo spessore del materiale multistrato.

Preferibilmente, la tavola di aghi 9 comprende una pluralità di primi aghi 12.

Preferibilmente, la tavola di aghi 11 comprende una pluralità di primi aghi 12 e una pluralità di secondi aghi 13, in cui ciascun ago si estende tra una porzione fissata alla tavola di aghi 11 e una porzione libera, in cui la porzione libera di ciascuno dei primi
5 aghi 12 aggetta oltre la porzione libera di ciascuno dei secondi aghi 13 lungo la direzione X.

A titolo esemplificativo, nelle figure 1-a e 1-b sono rappresentate schematicamente due configurazioni standard di macchine agugliatrici con tavola di aghi 9, posta rispettivamente superiormente e inferiormente rispetto alla posizione di un generico
10 materiale non tessuto 10. In figura 1-c è rappresentata schematicamente una configurazione non standard di una macchina agugliatrice con tavola di aghi 9.

Sempre a titolo esemplificativo, nella figura 2-a è rappresentata schematicamente una configurazione standard di macchine agugliatrici con tavola di aghi 11, in cui la tavola di aghi 11 è posta superiormente rispetto alla posizione di un generico materiale non
15 tessuto 10; nella figura 2-b è rappresentata schematicamente una configurazione non standard di una macchine agugliatrici con tavola di aghi 11.

Giova rilevare che la lunghezza di ciascuno dei primi e secondi aghi 12,13 può essere calibrata in modo tale che, in uso, detti primi e secondi aghi 12,13 agiscano solamente sugli strati di interesse, in funzione delle caratteristiche chimico-fisiche e meccaniche
20 del materiale multistrato compatto 1 che si intendono ottenere.

Vantaggiosamente, l'impiego della tavola di aghi 11 permette di ottenere il materiale multistrato compatto avente una densità più uniformemente distribuita.

Vantaggiosamente, la fibra tessile mista, sia quando compresa nel materasso 2, sia quando compresa nel velo di fibra tessile mista, è particolarmente adatta per essere
25 sottoposta a compattazione meccanica mediante agugliatura.

Vantaggiosamente, il processo di preparazione in accordo con la presente invenzione, comprendendo una fase di compattazione meccanica mediante agugliatura, permette di ottenere il materiale multistrato compatto, lasciando inalterata la composizione chimica degli strati di partenza, variandone tuttavia le caratteristiche fisico-chimiche

e meccaniche, in modo da ottenere un materiale multistrato con buona resistenza meccanica, elevata densità, ridotto spessore, buona omogeneità strutturale e traspirabilità.

5 Si noti che, mediante agugliatura dello strato di velo di la fibra tessile mista, si possono ottenere i seguenti differenti strati: un velo agugliato medio 6 di fibra tessile mista oppure un velo agugliato duro 4 di fibra tessile mista. Giova rilevare che il velo agugliato duro 4 di fibra tessile mista e il velo agugliato medio 6 di fibra tessile mista differiscono tra loro sostanzialmente per i rispettivi valori di densità.

10 Preferibilmente, il velo agugliato duro 4 di fibra tessile mista presenta una densità superiore a quella del velo agugliato medio 6 di fibra tessile mista.

Preferibilmente, il velo agugliato duro 4 di fibra tessile mista ha uno spessore compreso tra 0,3 e 1,0 cm, preferibilmente pari a 0,8 cm.

Preferibilmente, il velo agugliato medio 6 di fibra tessile mista ha uno spessore compreso tra 0,5 e 1,5 cm, preferibilmente pari a 1,0 cm.

15 Si noti che la densità dei singoli strati dipende essenzialmente della tipologia di tavola di aghi utilizzata, in particolare, dipende dal numero di punzoni per unità di area. Tali parametri della macchina agugliatrice determinano, pertanto, la densità del velo agugliato di fibra tessile mista. Infatti, scegliendo opportunamente il numero di punzoni per unità di area, è possibile controllare i valori densità e resistenza
20 meccanica, che sono parametri inversamente proporzionali, ottenendo dei materiali multistrato con maggiore densità e minore resistenza termica oppure, viceversa, con minore densità e densità resistenza termica.

Vantaggiosamente, il processo di compattazione mediante agugliatura modifica le caratteristiche chimico-fisiche e meccaniche di ciascuno strato e, di conseguenza,
25 anche del multistrato, garantendo una maggiore resistenza meccanica, maggiore densità, riduzione dello spessore, e una migliore omogeneità. Sempre vantaggiosamente, tali migliorate proprietà sono ancora più marcate per gli strati comprendenti la fibra tessile mista.

Preferibilmente, la fase C del processo di preparazione secondo la presente invenzione comprende le seguenti sottofasi alternative tra loro:

C1. condurre l'agugliatura utilizzando una macchina agugliatrice in configurazione standard, preferibilmente impiegando una tavola di aghi 9;

5 C2. condurre l'agugliatura utilizzando una macchina agugliatrice in configurazione standard, preferibilmente impiegando una tavola di aghi 11;

C3. condurre l'agugliatura utilizzando una macchine agugliatrice in configurazione non standard, preferibilmente impiegando una doppia tavola di aghi 9; oppure

10 C4. condurre l'agugliatura utilizzando una macchina agugliatrice in configurazione non standard, preferibilmente impiegando una doppia tavola di aghi 11.

Materiale multistrato compatto

Oggetto della presente invenzione è un materiale multistrato compatto 1 comprendente almeno tre strati, di cui almeno uno strato è il materasso 2 comprendente una fibra tessile mista comprendente almeno due fibre naturali, e i rimanenti almeno due strati,
15 oltre all'almeno uno strato che è il materasso 2 comprendente la fibra tessile mista, sono scelti indipendentemente tra: il velo di acido polilattico (PLA) 3, il velo agugliato duro 4 di fibra tessile mista, il velo agugliato medio 6 di fibra tessile mista, il materasso 2 comprendente la fibra tessile mista, il velo di canapa 5.

Preferibilmente, le almeno due fibre naturali sono scelte tra: fibra di *Asclepias*, fibra
20 di kapok, fibra di balsa, fibra di tifa.

Preferibilmente, la fibra tessile mista comprende una fibra cardata di acido polilattico (PLA) in quantitativo compreso tra 60 e 90%, preferibilmente pari a 80% in peso rispetto al peso totale della fibra tessile mista (p/p).

Opzionalmente, i rimanenti almeno due strati, oltre all'almeno uno strato che è il
25 materasso 2 comprendente la fibra tessile mista, sono un velo di fibre proteiche fermentate e/o un velo di fibre cellulosiche fermentate.

Preferibilmente, il materiale multistrato 1 comprende tre strati, di cui uno strato interno che è il materasso 2 comprendente la fibra tessile mista, e due strati esterni scelti indipendentemente tra: il velo di acido polilattico (PLA) 3, il velo agugliato duro 4 di
30 fibra tessile mista, il velo agugliato medio 6 di fibra tessile mista, il velo di canapa 5,

oppure di cui uno strato interno che è il velo agugliato duro 4 di fibra tessile mista e due strati esterni uguali che sono il materasso 2 comprendente la fibra tessile mista.

Preferibilmente, il materiale multistrato compatto 1 comprende cinque strati, di cui uno strato centrale che è il materasso 2 comprendente la fibra tessile mista, due strati intermedi uguali scelti tra il velo agugliato duro 4 di fibra tessile mista, il velo agugliato medio 6 di fibra tessile mista, il velo di canapa 5, e due strati periferici scelti indipendentemente tra il velo di PLA 3, il velo agugliato duro 4 di fibra tessile mista, il velo agugliato medio 6 di fibra tessile mista, il velo di canapa 5.

Preferibilmente, il materiale multistrato compatto 1 è ottenuto mediante il processo di preparazione secondo la presente invenzione.

Preferibilmente, il materiale multistrato compatto 1 comprende tre strati, di cui uno strato interno e due strati esterni, adiacenti allo strato interno.

Preferibilmente, lo strato interno è il materasso 2 comprendente la fibra tessile mista.

Preferibilmente, gli strati esterni sono uguali o diversi tra loro.

Giova rilevare che, il materiale multistrato compatto 1 comprendente tre strati, di cui due strati esterni uguali tra loro, presenta una configurazione simmetrica a tre strati, nella distribuzione degli strati.

In accordo con una prima forma di realizzazione preferita del materiale multistrato compatto 1, lo strato interno è il materasso comprendente la fibra tessile mista e gli strati esterni sono uguali tra loro e sono scelti tra: il velo di PLA 3, il velo agugliato duro 4 di fibra tessile mista, il velo di canapa 5, il velo agugliato medio 6 di fibra tessile mista.

Preferibilmente, il materiale multistrato compatto 1 in accordo con la prima forma di realizzazione preferita è ottenuto mediante il processo di preparazione in accordo con la presente invenzione, in cui la fase C comprende la sottofase C1 oppure C2.

Vantaggiosamente, il materiale multistrato compatto 1 in accordo con la prima forma di realizzazione preferita risulta particolarmente adatto per la realizzazione di imbottiture per materassi, dal momento che gli strati esterni favoriscono una migliore

durabilità e lavabilità del materasso stesso, garantendo una migliore consistenza e una maggiore resistenza nel tempo.

A titolo esemplificativo, nelle figure 3-a, 3-b, e 3-c sono schematizzate tre forme di realizzazione del materiale multistrato compatto 1 dell'invenzione, in cui lo strato interno è il materasso 2 comprendente la fibra tessile mista, e gli strati esterni sono uguali e sono rispettivamente scelti tra il velo di PLA 3, il velo agugliato duro 4 di fibra tessile mista, e il velo di canapa 5. Ciascuna di queste tre forme di realizzazione, rappresentate nelle figure 3-a, 3-b e 3-c, è ottenuta mediante il processo di preparazione in accordo con la presente invenzione, in cui la fase C comprende la sottofase C1 oppure C2.

In accordo con una seconda forma di realizzazione preferita del materiale multistrato compatto 1, lo strato interno è il materasso 2 comprendente la fibra tessile mista e gli strati esterni sono uguali tra loro e sono il velo agugliato medio 6 di fibra tessile mista.

Preferibilmente, il materiale multistrato compatto 1 in accordo con la seconda forma di realizzazione preferita è ottenuto mediante il processo in accordo con la presente invenzione, in cui la fase C comprende la sottofase C4.

Vantaggiosamente, il materiale multistrato compatto 1 in accordo con la seconda forma di realizzazione preferita presenta una eccellente qualità termica, in termini di isolamento, oltre che una buona omogeneità.

In accordo con una terza forma di realizzazione preferita, lo strato interno è il velo agugliato duro 4 di fibra tessile mista e gli strati esterni sono uguali e sono il materasso 2 comprendente la fibra tessile mista.

Preferibilmente, il materiale multistrato compatto 1 in accordo con la terza forma di realizzazione preferita è ottenuto mediante il processo in accordo con la presente invenzione, in cui la fase C comprende la sottofase C4.

Vantaggiosamente, il materiale multistrato compatto 1 in accordo con la terza forma di realizzazione preferita presenta un'elevata resistenza meccanica lungo gli strati esterni, il che lo rende particolarmente adatto per la realizzazione di imbottiture per materassi con elevata resistenza meccanica esterna.

A titolo esemplificativo, nella figura 5-a è schematizzata una forma di realizzazione del materiale multistrato compatto 1 in accordo con la presente invenzione, in cui lo strato interno è il materasso 2 comprendente la fibra tessile mista e gli strati esterni sono uguali e sono il velo agugliato medio 6 di fibra tessile mista; nella figura 5-b è schematizzata una forma di realizzazione del materiale multistrato compatto 1, in cui lo strato interno è il velo agugliato duro 4 di fibra tessile mista e gli strati esterni sono uguali e sono il materasso 2 comprendente la fibra tessile mista. Ciascuna delle forme di realizzazione, rappresentate nelle figure 5-a e 5-b, è ottenuta mediante il processo in accordo con la presente invenzione, in cui la fase C comprende la sottofase C4.

- 10 Preferibilmente, i due strati esterni sono diversi tra loro e sono uno strato esterno superiore e uno strato esterno inferiore.

Giova rilevare che, il materiale multistrato compatto 1 secondo la presente invenzione comprendente tre strati, di cui due strati esterni diversi tra loro, presenta una configurazione asimmetrica a tre strati, nella distribuzione degli strati.

- 15 Preferibilmente, lo strato esterno superiore è scelto tra il velo di PLA 3, il velo agugliato duro 4 di fibra tessile mista, oppure il velo di canapa 5.

Preferibilmente, lo strato esterno inferiore è il velo agugliato medio 6 di fibra tessile mista.

- 20 In accordo con una quarta forma di realizzazione preferita del materiale multistrato compatto 1, lo strato esterno superiore è scelto tra il velo di PLA 3, il velo agugliato duro 4 di fibra tessile mista, oppure il velo di canapa 5, lo strato esterno inferiore è il velo agugliato medio 6 di fibra tessile mista, e lo strato interno è il materasso 2 comprendente la fibra tessile mista.

- 25 Preferibilmente, il materiale multistrato compatto 1 in accordo con la quarta forma di realizzazione è ottenuto mediante il processo in accordo con la presente invenzione, in cui la fase C comprende la sottofase C1, preferibilmente con tavola di aghi 9 che, in uso, agisce dalla parte dello strato esterno superiore.

Vantaggiosamente, il materiale multistrato compatto 1 in accordo con la quarta forma di realizzazione preferita presenta proprietà termiche differenti lungo lo spessore.

Pertanto, vantaggiosamente lo strato esterno superiore e lo strato esterno inferiore possono essere scelti con l'obiettivo di ottenere uno strato esterno più efficiente dell'altro dal punto di vista delle prestazioni termiche.

5 A titolo esemplificativo, nelle figure 4-a, 4-b, e 4-c sono rappresentate tre diverse forme di realizzazione del materiale multistrato compatto 1 in accordo con la presente invenzione, in configurazione asimmetrica a 3 strati, in cui lo strato interno è il materasso 2 comprendente la fibra tessile mista, lo strato esterno inferiore è il velo agugliato medio 6 di fibra tessile mista, e lo strato esterno superiore è rispettivamente il velo di PLA 3, il velo agugliato duro 4 di fibra tessile mista, il velo di canapa 5.

10 Ciascuna di queste tre forme di realizzazione, rappresentate nelle figure 4-a, 4-b e 4-c, è ottenuta mediante il processo di preparazione in accordo con la presente invenzione, in cui la fase C comprende la sottofase C1, preferibilmente con tavola di aghi 9 che, in uso, agisce dalla parte dello strato esterno superiore.

Preferibilmente, il materiale multistrato compatto 1 secondo la presente invenzione

15 comprende cinque strati, di cui uno strato centrale, che è il materasso 2 comprendente la fibra tessile mista, due strati intermedi, adiacenti allo strato centrale, e due strati periferici, ciascuno adiacente a uno degli strati intermedi.

Preferibilmente, gli strati periferici sono uguali o diversi tra loro.

Preferibilmente, gli strati intermedi sono uguali tra loro.

20 Giova rilevare che, il materiale multistrato compatto 1 comprendente cinque strati, di cui due strati periferici uguali tra loro e due strati intermedi uguali tra loro, presenta una configurazione simmetrica a cinque strati, nella distribuzione degli strati.

Preferibilmente, gli strati intermedi sono uguali tra loro e sono scelti tra: il velo agugliato medio 6 di fibra tessile mista, il velo agugliato duro 4 di fibra tessile mista,

25 il velo di canapa 5.

Preferibilmente, gli strati periferici sono uguali tra loro e sono scelti tra: il velo di PLA 3, il velo agugliato duro 4 di fibra tessile mista, il velo di canapa 5, il velo agugliato medio 6 di fibra tessile mista.

In accordo con una quinta forma di realizzazione preferita del materiale multistrato compatto 1, lo strato centrale è il materasso 2 comprendente la fibra tessile mista, gli strati periferici sono uguali tra loro e sono scelti tra il velo di PLA 3, il velo agugliato duro 4 di fibra tessile mista, il velo di canapa 5, e gli strati intermedi sono uguali tra loro e sono il velo agugliato medio 6 di fibra tessile mista.

Preferibilmente, il materiale multistrato compatto 1 in accordo con la quinta forma di realizzazione preferita, è ottenuto mediante il processo di preparazione in accordo con la presente invenzione, in cui la fase C comprende la sottofase C1 oppure C4.

Vantaggiosamente, il materiale multistrato compatto 1 in accordo con la quinta forma di realizzazione preferita presenta una elevata resistenza nel tempo.

Vantaggiosamente, il materiale multistrato compatto 1 in accordo con la quinta forma di realizzazione preferita, in cui gli strati periferici sono uguali e sono il velo agugliato duro 4 di fibra tessile mista, presenta una elevata omogeneità dal punto di vista chimico, dal momento che tutti gli strati comprendono la fibra tessile mista.

Vantaggiosamente, il materiale multistrato compatto 1 in accordo con la quinta forma di realizzazione preferita, in cui gli strati periferici sono uguali e sono il velo di canapa 5, risulta particolarmente ecocompatibile.

A titolo esemplificativo, nelle figure 6-a, 6-b e 6-c sono schematizzate tre diverse forme di realizzazione del materiale multistrato compatto 1 dell'invenzione, in configurazione simmetrica a cinque strati, in cui lo strato centrale è il materasso 2 comprendente la fibra tessile mista, gli strati intermedi sono uguali e sono entrambi il velo agugliato medio 6 di fibra tessile mista, e gli strati periferici sono uguali e sono scelti rispettivamente tra il velo di PLA 3, il velo agugliato duro 4 di fibra tessile mista, il velo di canapa 5. Ciascuna di queste tre forme di realizzazione, rappresentate in figura 6-a, 6-b e 6-c, è ottenuta mediante il processo di preparazione in accordo con la presente invenzione, in cui la fase C comprende la sottofase C1 oppure C4.

In accordo con una sesta forma di realizzazione preferita del materiale multistrato compatto 1, gli strati periferici sono uguali tra loro e sono il velo agugliato medio 6 di fibra tessile mista, gli strati intermedi sono uguali tra loro e sono scelti tra il velo

agugliato duro 4 di fibra tessile mista, il velo di canapa 5, e lo strato centrale è il materasso 2 comprendente la fibra tessile mista.

Preferibilmente, il materiale multistrato compatto 1 in accordo con la sesta forma di realizzazione preferita è ottenuto mediante il processo di preparazione in accordo con la presente invenzione, in cui la fase C comprende la sottofase C4.

Vantaggiosamente, il materiale multistrato compatto 1 in accordo con la sesta forma di realizzazione preferita presenta un ottimo isolamento termico, un'eccellente progressione di densità e resistenza lungo lo spessore, ed è particolarmente adatto per la realizzazione di materassi morbidi e soffici esternamente e particolarmente resistenti internamente.

A titolo esemplificativo, nelle figure 8-a e 8-b sono schematizzate due forme di realizzazione del materiale multistrato compatto 1 dell'invenzione, in configurazione simmetrica a cinque strati, in cui lo strato centrale è il materasso 2 comprendente la fibra tessile mista, gli strati periferici sono uguali e sono il velo agugliato medio 6 di fibra tessile mista, e gli strati intermedi sono uguali e sono rispettivamente il velo agugliato duro 4 di fibra tessile mista e il velo di canapa 5. Ciascuna di queste due forme di realizzazione, rappresentate nelle figure 8-a e 8-b, è ottenuta mediante il processo di preparazione in accordo con la presente invenzione, in cui la fase C comprende la sottofase C4.

Preferibilmente, gli strati periferici sono diversi tra loro e sono uno strato periferico superiore e uno strato periferico inferiore.

Giova rilevare che, il materiale multistrato compatto 1, comprendente uno strato periferico superiore e uno strato periferico inferiore, presenta una configurazione asimmetrica a cinque strati, nella distribuzione degli strati.

Preferibilmente, lo strato periferico superiore è scelto tra il velo di PLA 3, il velo agugliato duro 4 di fibra tessile mista, oppure il velo di canapa 5.

Preferibilmente, lo strato periferico inferiore è il velo agugliato medio 6 di fibra tessile mista.

In accordo con una settima forma di realizzazione preferita del materiale multistrato compatto 1, lo strato periferico superiore è scelto tra il velo di PLA 3, il velo agugliato duro 4 di fibra tessile mista, il velo di canapa 5, lo strato periferico inferiore è il velo agugliato medio 6 di fibra tessile mista, gli strati intermedi sono uguali e sono il velo agugliato medio 6 di fibra tessile mista, e lo strato centrale è il materasso 2 comprendente la fibra tessile mista.

Preferibilmente, il materiale multistrato compatto 1 in accordo con la settima forma di realizzazione preferita è ottenuto mediante il processo in accordo con la presente invenzione, in cui la fase C comprende la sottofase C4.

A titolo esemplificativo, nelle figure 7-a, 7-b, e 7-c, sono rappresentate tre diverse forme di realizzazione del materiale multistrato compatto dell'invenzione, in configurazione asimmetrica a cinque strati, in cui lo strato centrale è il materasso 2 comprendente la fibra tessile mista, gli strati intermedi sono il velo agugliato medio 6 di fibra tessile mista, lo strato periferico inferiore è il velo agugliato medio 6 di fibra tessile mista, e lo strato periferico superiore è scelto rispettivamente tra il velo di PLA 3, il velo agugliato duro 4 di fibra tessile mista, il velo di canapa 5. Ciascuna di queste tre forme di realizzazione, rappresentate nelle figure 7-a, 7-b e 7-c, è ottenuta mediante il processo di preparazione in accordo con la presente invenzione, in cui la fase C comprende la sottofase C4.

Imbottitura termicamente isolante

Ulteriore oggetto della presente invenzione è un'imbottitura 7 termicamente isolante comprendente il materiale multistrato compatto 1 in accordo con la presente invenzione.

Per gli scopi della presente invenzione, con il termine "imbottitura" si intende genericamente ciò che è utilizzato per imbottire.

A titolo esemplificativo e non limitativo, l'imbottitura 7 termicamente isolante può trovare applicazione:

- nel campo dell'abbigliamento, come imbottitura di giacche, in particolare piumini, cappotti, guanti, e/o cappelli;

- in ambito domestico e nel campo dell'arredamento, come imbottitura per divani, cuscini, materassi e/o trapunte;
- nel campo dell'edilizia, come imbottitura isolante per muri, tetti e/o pavimenti, migliorando l'efficienza energetica degli edifici;
- 5 - per i prodotti da campeggio, come imbottitura di sacchi a pelo, materassini e altri prodotti per campeggio utili a riscaldare il corpo;
- nell'industria del packaging, come imbottitura per isolare i prodotti sensibili al freddo durante il trasporto, favorendone la conservazione.

Vantaggiosamente, data la proprietà della fibra tessile mista di variare il proprio
10 volume in funzione della temperatura, anche il materiale multistrato compatto 1 e, di conseguenza, l'imbottitura 7 termicamente isolante comprendente il materiale multistrato compatto 1 in accordo con la presente invenzione, presentano, tra gli altri, tale medesima proprietà e i medesimi vantaggi a essa correlati.

A tal proposito, a titolo esemplificativo, per meglio caratterizzare l'anzidetta proprietà
15 della fibra tessile mista di espandere il proprio volume in funzione della temperatura, nelle figure 9-a e 9-b è mostrata schematicamente un'imbottitura 7 termicamente isolante comprendente il materiale multistrato compatto 1 in accordo con la presente invenzione, rispettivamente a temperatura inferiore a 5°C, in cui l'imbottitura 7 termicamente isolante è in una condizione espansa, e a temperatura superiore a 10°C,
20 in cui l'imbottitura 7 termicamente isolante è in condizione di riposo.

Nella forma di realizzazione preferita, illustrata nelle figure 9-a e 9-b, l'imbottitura 7 comprende una fodera 14, preferibilmente in materiale tessile, che racchiude il materiale multistrato compatto 1.

Capo di abbigliamento

25 Ulteriore oggetto della presente invenzione è un capo di abbigliamento 8 comprendente l'imbottitura 7 termicamente isolante comprendente il materiale multistrato compatto 1 secondo la presente invenzione.

Per gli scopi della presente invenzione, per capo di abbigliamento si intende genericamente un indumento, ovvero generalmente quanto fa parte dell'abbigliamento
30 di una persona.

Preferibilmente, il capo di abbigliamento 8 è una giacca, un piumino, un cappotto, un guanto, un cappello, una sciarpa, un guanto, una borsa. Preferibilmente, il capo di abbigliamento 8 è un piumino.

Vantaggiosamente, data la proprietà dell'imbottitura 7 termicamente isolante secondo la presente invenzione di variare il proprio volume, in funzione della temperatura, anche il capo di abbigliamento 8 comprendente l'imbottitura 7 termicamente isolante, presenta tale medesima proprietà e i medesimi vantaggi a essa correlati.

A titolo esemplificativo, nelle figure 10-a e 10-b è mostrato schematicamente un capo di abbigliamento 8 comprendente l'imbottitura 7 termicamente isolante comprendente il materiale multistrato compatto 1 in accordo con la presente invenzione, rispettivamente a temperatura inferiore a 5°C, in cui il capo d'abbigliamento 8 è in una condizione espansa, e a temperatura superiore a 10°C, in cui il capo di abbigliamento 8 è in condizione di riposo.

ESEMPI

A titolo esemplificativo e non limitativo, si riportano di seguito, in tabella 1, le composizioni di alcune forme di realizzazione del materiale multistrato compatto in accordo con la presente invenzione, in configurazione simmetrica a tre strati.

Campione	Strato esterno	Strato interno	Strato esterno
#SW_3010	Velo di PLA	Materasso di fibra tessile mista	Velo di PLA
#SW_3012	Velo agugliato duro di fibra tessile mista	Materasso di fibra tessile mista	Velo agugliato duro di fibra tessile mista
#SW_3014	Velo di canapa	Materasso di fibra tessile mista	Velo di canapa
#SW_3020	Velo di PLA	Materasso di fibra tessile mista	Velo di PLA
#SW_3022	Velo agugliato duro di fibra tessile mista	Materasso di fibra tessile mista	Velo agugliato duro di fibra tessile mista
#SW_3024	Velo di canapa	Materasso di fibra tessile mista	Velo di canapa
#SW_3040	Velo agugliato medio di fibra tessile mista	Materasso di fibra tessile mista	Velo agugliato medio di fibra tessile mista

#SW_3042	Materasso di fibra tessile mista	Velo agugliato medio di fibra tessile mista	Materasso di fibra tessile mista
----------	-------------------------------------	---	-------------------------------------

Tabella 1: *composizione di diversi campioni materiale multistrato compatto in accordo con la presente invenzione, in configurazione simmetrica a tre strati.*

Sempre a titolo esemplificativo e non limitativo, si riportano di seguito, in tabella 2, le composizioni di alcune forme di realizzazione del materiale multistrato compatto in
5 accordo con la presente invenzione, in configurazione asimmetrica a tre strati.

Campione	Strato esterno superiore	Strato interno	Strato esterno inferiore
#SW_3030	Velo di PLA	Materasso di fibra tessile mista	Velo agugliato medio di fibra tessile mista
#SW_3032	Velo agugliato duro di fibra tessile mista	Materasso di fibra tessile mista	Velo agugliato medio di fibra tessile mista
#SW_3034	Velo di canapa	Materasso di fibra tessile mista	Velo agugliato medio di fibra tessile mista

Tabella 2: *composizione di diversi campioni materiale multistrato compatto in accordo con la presente invenzione, in configurazione asimmetrica a tre strati*

Sempre a titolo esemplificativo e non limitativo, si riportano di seguito, in tabella 3, le composizioni di alcune forme di realizzazione del materiale multistrato compatto in
10 accordo con la presente invenzione, in configurazione simmetrica a cinque strati.

Campione	Strato periferico	Strato intermedio	Strato centrale	Strato intermedio	Strato periferico
#SW_5010	Velo di PLA	Velo agugliato medio di fibra tessile mista	Materasso di fibra tessile mista	Velo agugliato medio di fibra tessile mista	Velo di PLA
#SW_5012	Velo agugliato duro di fibra tessile mista	Velo agugliato medio di fibra tessile mista	Materasso di fibra tessile mista	Velo agugliato medio di fibra tessile mista	Velo agugliato duro di fibra tessile mista
#SW_5014	Velo di canapa	Velo agugliato medio di fibra tessile mista	Materasso di fibra tessile mista	Velo agugliato medio di fibra tessile mista	Velo di canapa
#SW_5020	Velo di PLA	Velo agugliato medio di fibra tessile mista	Materasso di fibra tessile mista	Velo agugliato medio di fibra tessile mista	Velo di PLA
#SW_5022	Velo agugliato duro di fibra tessile mista	Velo agugliato medio di fibra tessile mista	Materasso di fibra tessile mista	Velo agugliato medio di fibra tessile mista	Velo agugliato duro di fibra tessile mista
#SW_5024	Velo di canapa	Velo agugliato medio di fibra tessile mista	Materasso di fibra tessile mista	Velo agugliato medio di fibra tessile mista	Velo di canapa
#SW_5030	Velo di PLA	Velo agugliato medio di fibra tessile mista	Materasso di fibra tessile mista	Velo agugliato medio di fibra tessile mista	Velo agugliato medio di fibra tessile mista

#SW_5032	Velo agugliato duro di fibra tessile mista	Velo agugliato medio di fibra tessile mista	Materasso di fibra tessile mista	Velo agugliato medio di fibra tessile mista	Velo agugliato medio di fibra tessile mista
#SW_5034	Velo di canapa	Velo agugliato medio di fibra tessile mista	Materasso di fibra tessile mista	Velo agugliato medio di fibra tessile mista	Velo agugliato medio di fibra tessile mista
#SW_5040	Velo agugliato medio di fibra tessile mista	Velo agugliato duro di fibra tessile mista	Materasso di fibra tessile mista	Velo agugliato duro di fibra tessile mista	Velo agugliato medio di fibra tessile mista
#SW_5042	Velo agugliato medio di fibra tessile mista	Velo di canapa	Materasso di fibra tessile mista	Velo di canapa	Velo agugliato medio di fibra tessile mista

Tabella 3: “*composizione di diversi campioni materiale multistrato compatto in accordo con la presente invenzione, in configurazione simmetrica a cinque strati.*”

Sempre a titolo esemplificativo e non limitativo, si riportano di seguito, in tabella 4, le composizioni di alcune forme di realizzazione del materiale multistrato compatto in
5 accordo con la presente invenzione, in configurazione asimmetrica a cinque strati.

Campione	Strato periferico superiore	Strato intermedio	Strato centrale	Strato intermedio	Strato periferico inferiore
#SW_5030	Velo di PLA	Velo agugliato medio di fibra tessile mista	Materasso di fibra tessile mista	Velo agugliato medio di fibra tessile mista	Velo agugliato medio di fibra tessile mista
#SW_5032	Velo agugliato duro di fibra tessile mista	Velo agugliato medio di fibra tessile mista	Materasso di fibra tessile mista	Velo agugliato medio di fibra tessile mista	Velo agugliato medio di fibra tessile mista
#SW_5034	Velo di canapa	Velo agugliato medio di fibra tessile mista	Materasso di fibra tessile mista	Velo agugliato medio di fibra tessile mista	Velo agugliato medio di fibra tessile mista

Tabella 4: “*composizione di diversi campioni materiale multistrato compatto in accordo con la presente invenzione, in configurazione asimmetrica a cinque strati.*”

RIVENDICAZIONI

1. Materiale multistrato compatto (1) comprendente almeno tre strati, di cui almeno uno strato è un materasso (2) comprendente una fibra tessile mista comprendente almeno due fibre naturali, e i rimanenti almeno due strati, oltre
5 a detto almeno uno strato che è il materasso (2) comprendente la fibra tessile mista, sono scelti indipendentemente tra: un velo di acido polilattico (PLA) (3), un velo agugliato duro (4) di fibra tessile mista, un velo agugliato medio (6) di fibra tessile mista, il materasso (2) comprendente la fibra tessile mista, un velo di canapa (5).
- 10 2. Materiale multistrato compatto (1) secondo la rivendicazione 1, comprendente tre strati, di cui uno strato interno che è il materasso (2) comprendente la fibra tessile mista, e due strati esterni scelti indipendentemente tra il velo di acido polilattico (PLA) (3), il velo agugliato duro (4) di fibra tessile mista, il velo agugliato medio (6) di fibra tessile mista, il velo di canapa (5), oppure di cui
15 uno strato interno che è il velo agugliato duro (4) di fibra tessile mista e due strati esterni uguali che sono il materasso (2) comprendente la fibra tessile mista.
- 20 3. Materiale multistrato compatto (1) secondo la rivendicazione 1, comprendente cinque strati, di cui uno strato centrale che è il materasso (2) comprendente la fibra tessile mista, due strati intermedi uguali scelti tra il velo agugliato duro (4) di fibra tessile mista, il velo agugliato medio (6) di fibra tessile mista, il velo di canapa (5), e due strati periferici scelti indipendentemente tra il velo di PLA (3), il velo agugliato duro (4) di fibra tessile mista, il velo agugliato medio (6) di fibra tessile mista, il velo di canapa (5).
- 25 4. Materiale multistrato compatto (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 3, in cui le almeno due fibre naturali sono scelte tra: fibra di *Asclepias*, fibra di kapok, fibra di balsa, fibra di tifa.
- 30 5. Materiale multistrato compatto (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 4, in cui la fibra tessile mista comprende una fibra cardata di acido polilattico (PLA) in quantitativo compreso tra 60 e 90%, preferibilmente pari a 80% in peso rispetto al peso totale della fibra tessile mista (p/p).

6. Processo di preparazione del materiale multistrato compatto (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 5, comprendente le seguenti fasi:
- 5 A. predisporre almeno tre strati, di cui almeno uno strato è il materasso (2) comprendente la fibra tessile mista;
- 5 B. sovrapporre tra loro detti almeno tre strati, formando un multistrato non compatto;
- 5 C. compattare mediante agugliatura il multistrato non compatto, ottenendo il materiale multistrato compatto (1).
- 10 7. Processo secondo la rivendicazione 6, in cui i rimanenti almeno due strati, oltre all' almeno uno strato che è il materasso (2) comprendente la fibra tessile mista, sono scelti indipendentemente tra: il velo di acido polilattico (PLA) (3), un velo di fibra tessile mista, il materasso (2) comprendente la fibra tessile mista, il velo di canapa (5).
- 15 8. Imbottitura (7) termicamente isolante comprendente il materiale multistrato compatto (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 5.
9. Capo di abbigliamento (8) comprendente l'imbottitura termicamente isolante secondo la rivendicazione 8.

Fig. 1-a

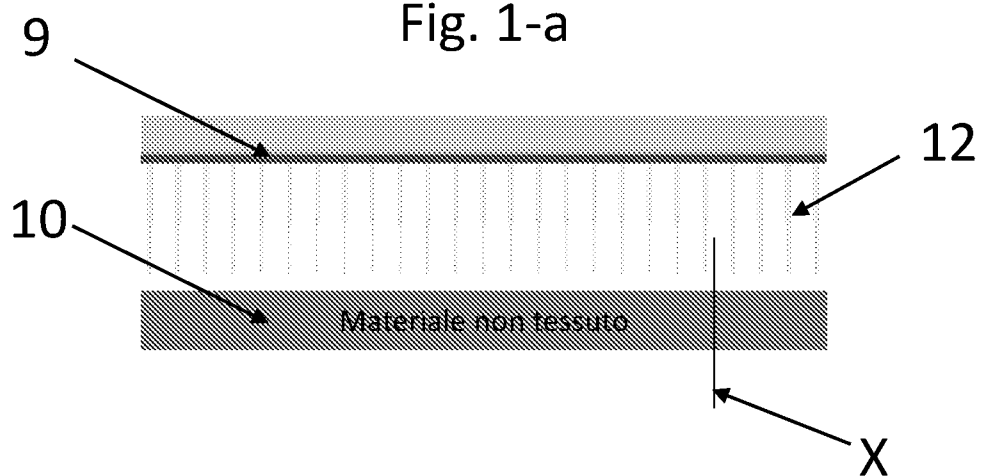


Fig. 1-b

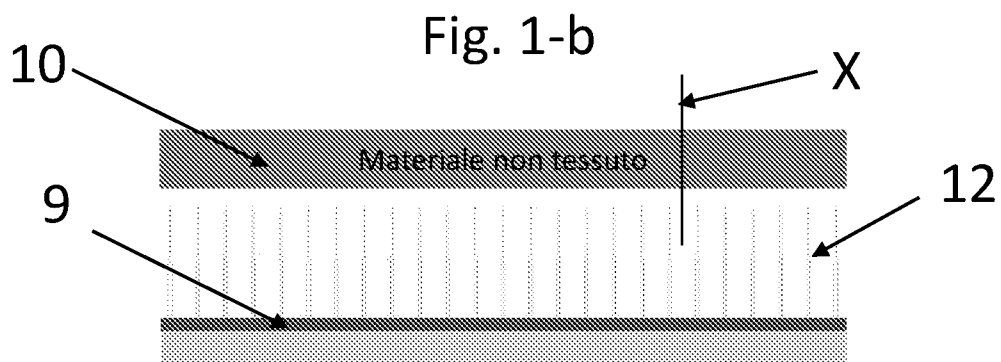


Fig. 1-c

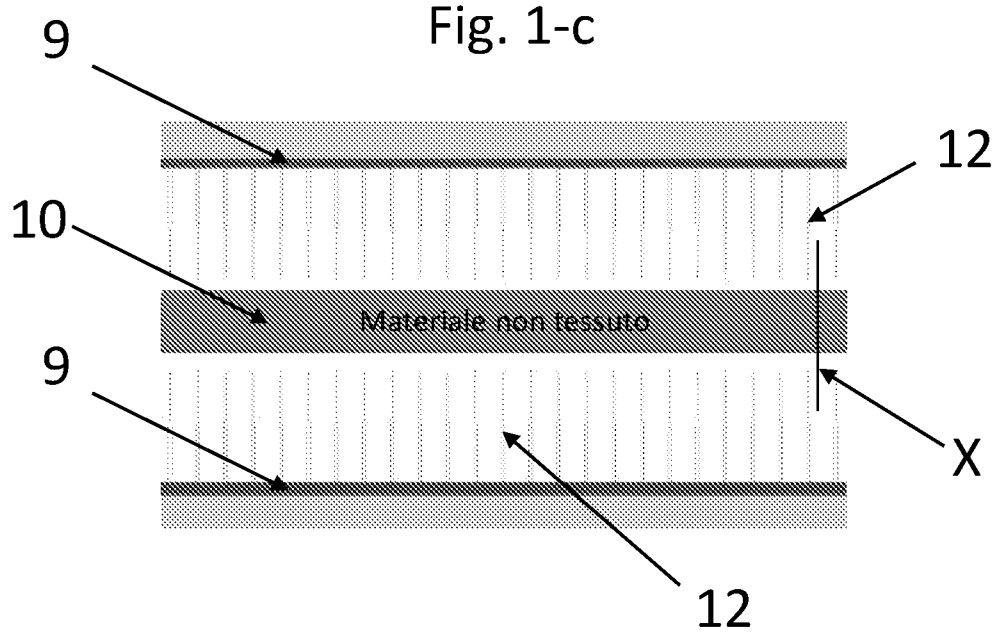


Fig. 2-a

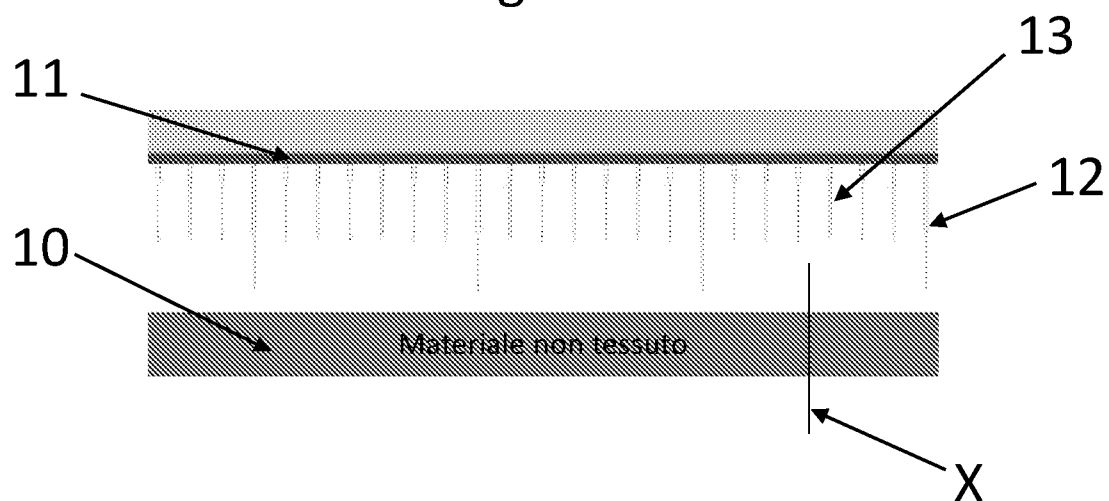


Fig. 2-b

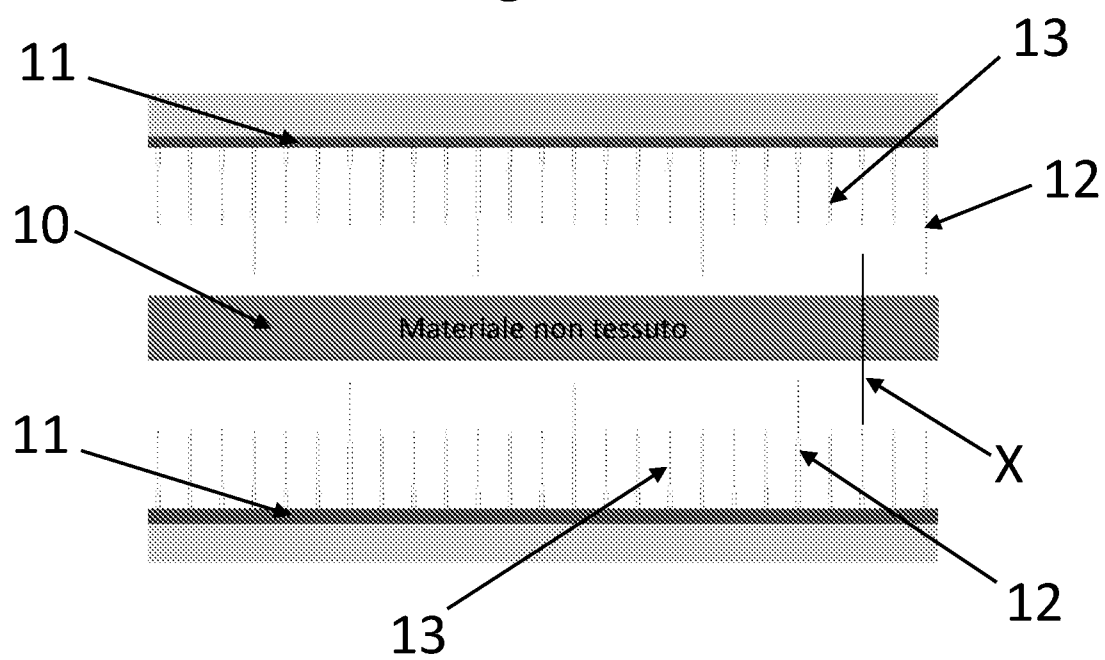


Fig. 3-a

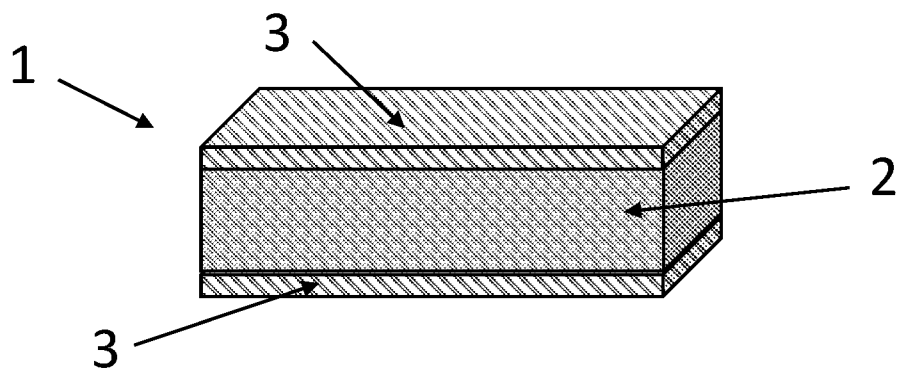


Fig. 3-b

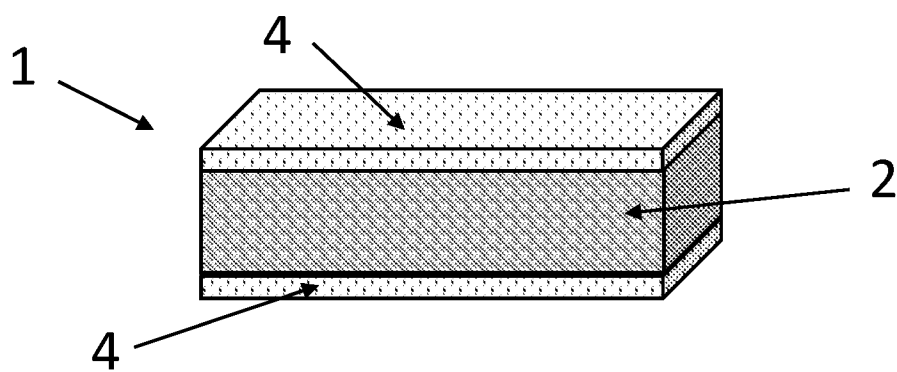


Fig. 3-c

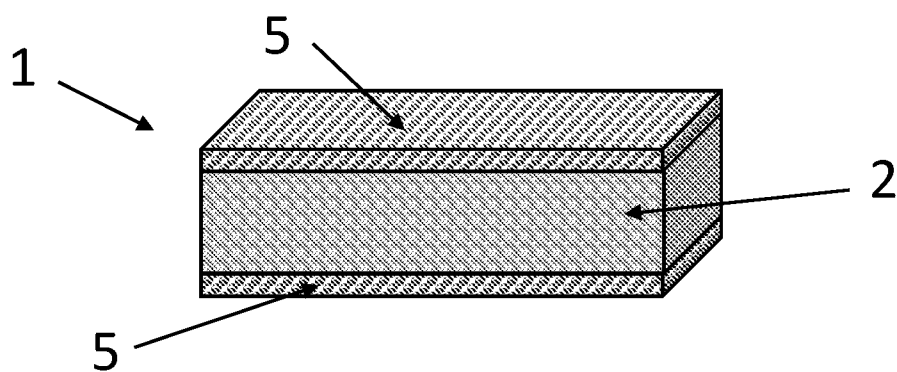


Fig. 4-a

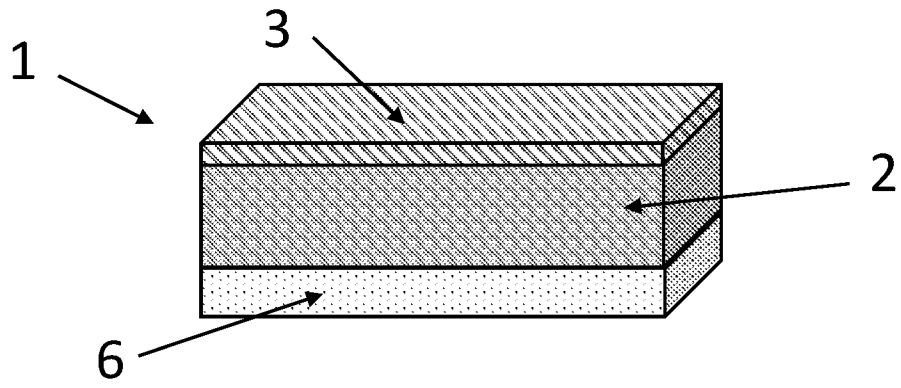


Fig. 4-b

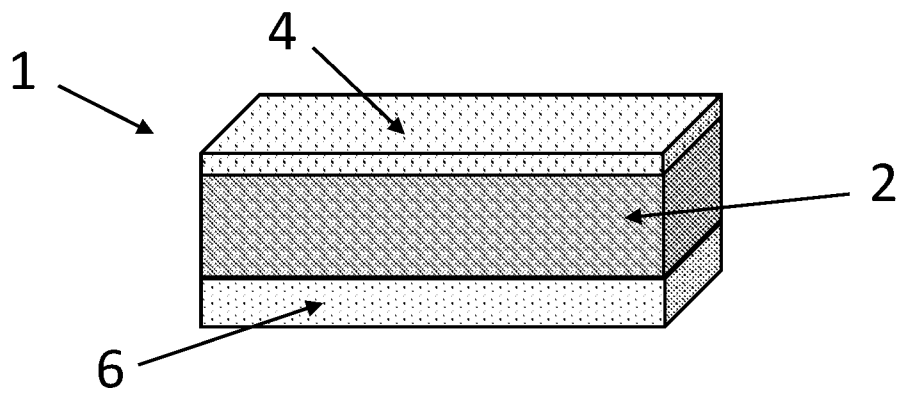


Fig. 4-c

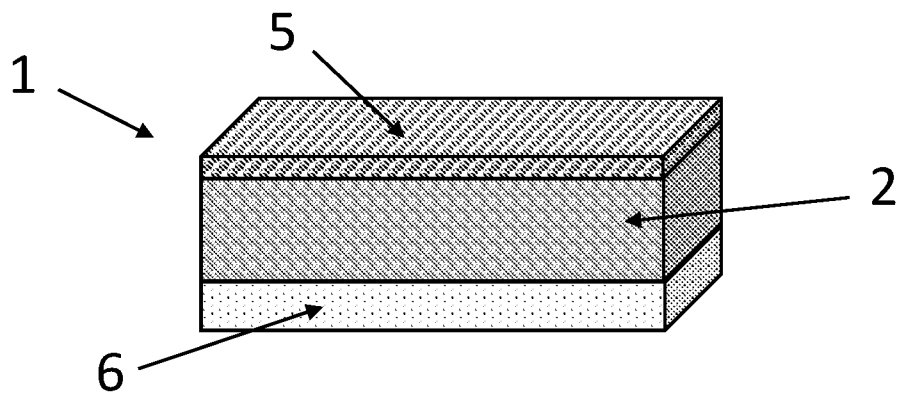


Fig. 5-a

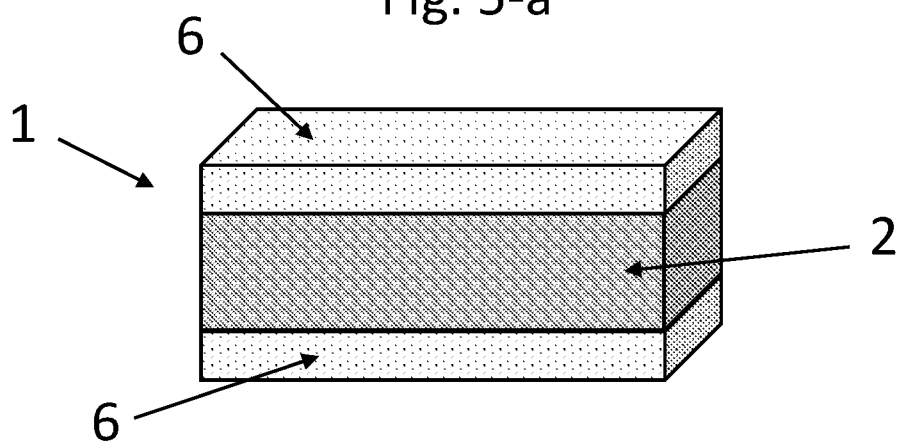


Fig. 5-b

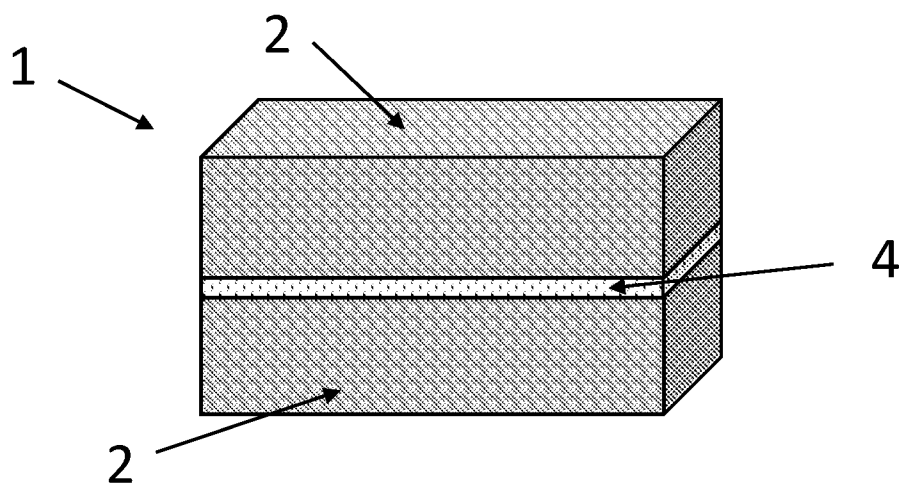


Fig. 6-a

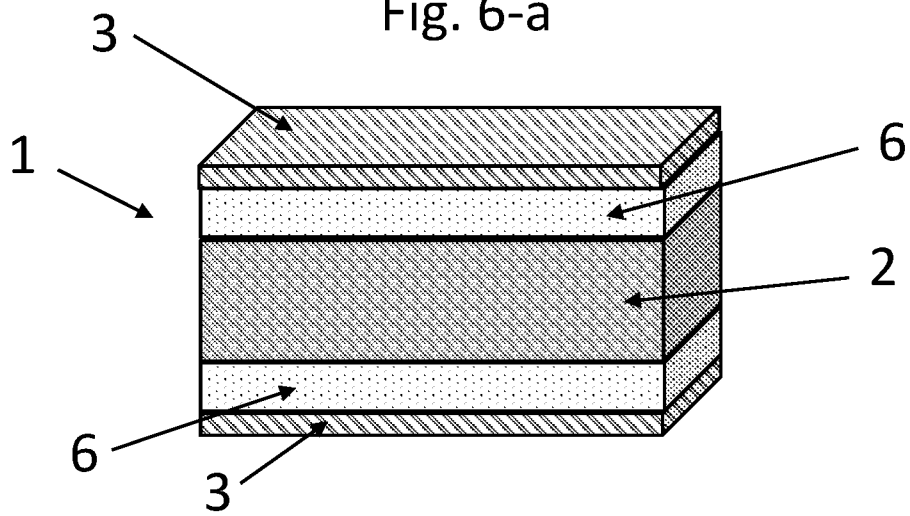


Fig. 6-b

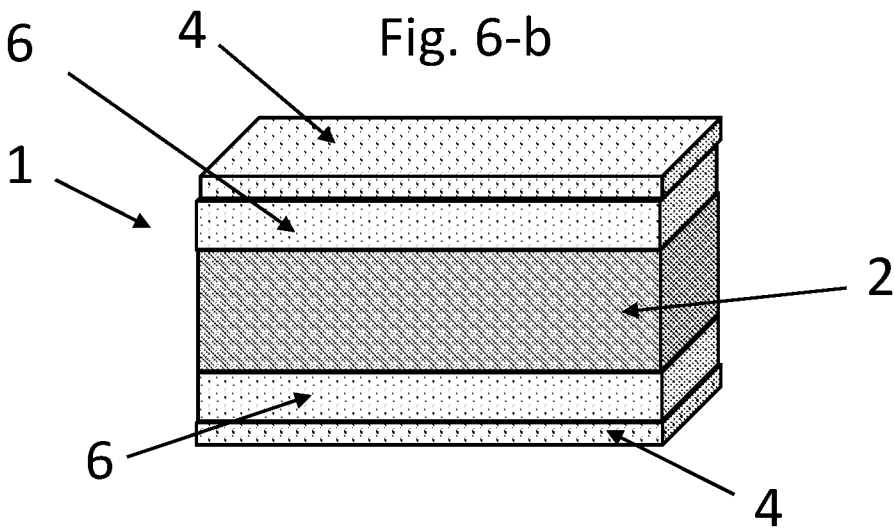


Fig. 6-c

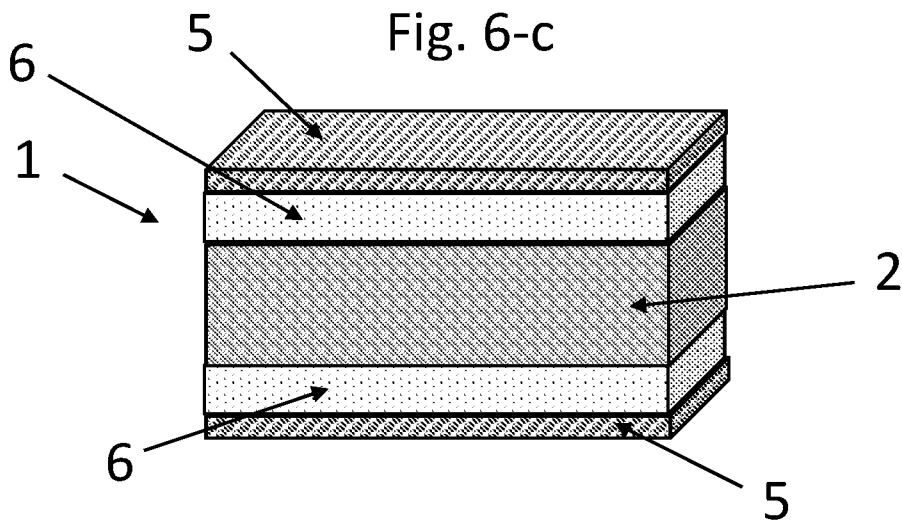


Fig. 7-a

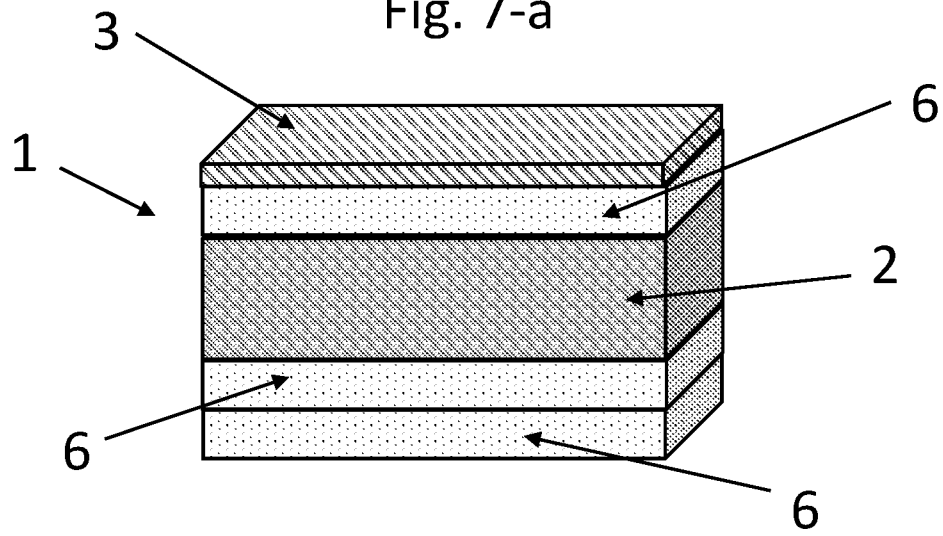


Fig. 7-b

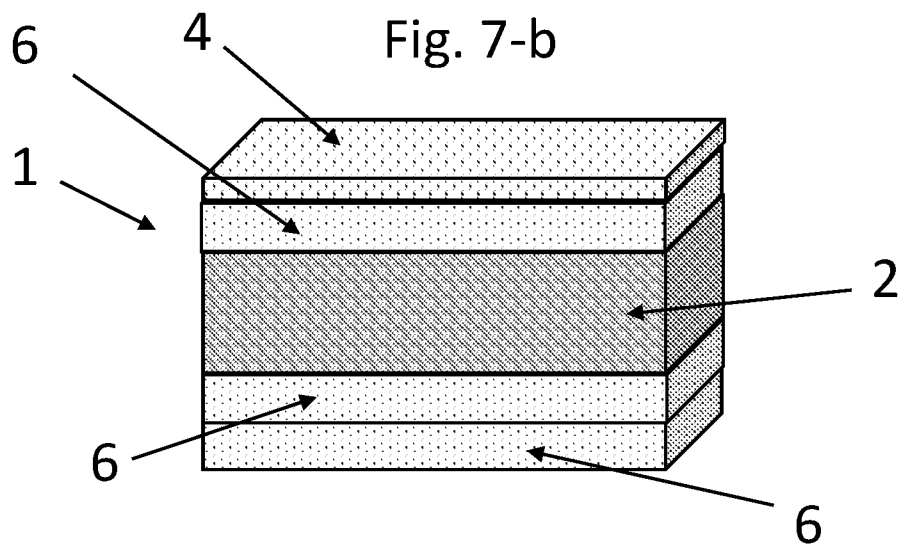


Fig. 7-c

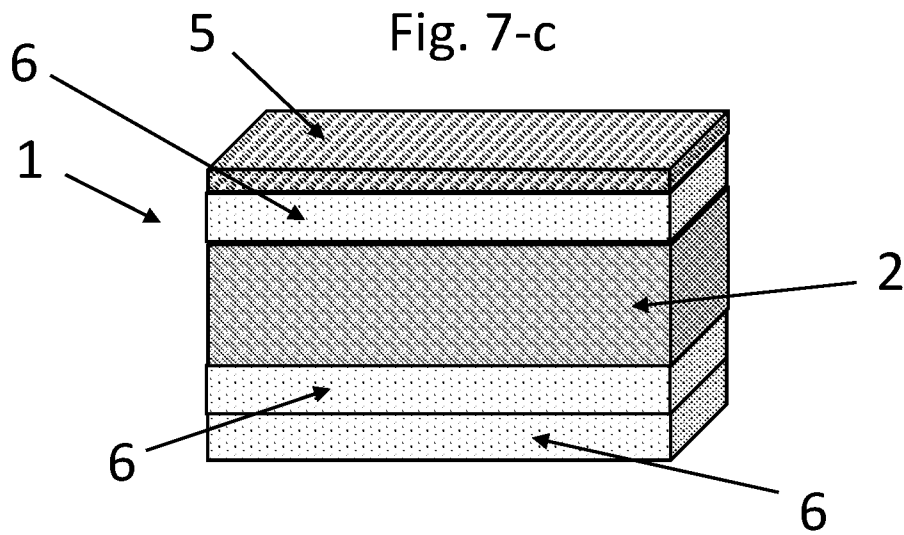


Fig. 8-a

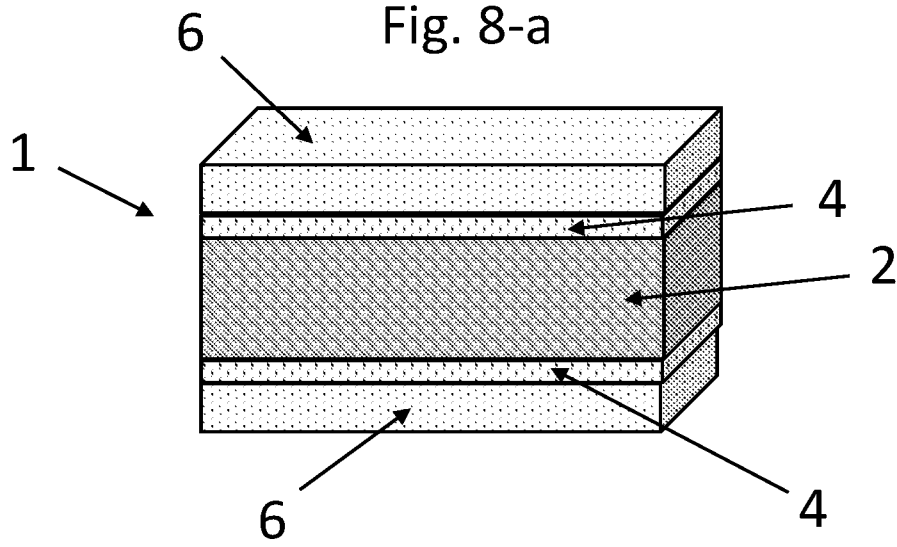


Fig. 8-b

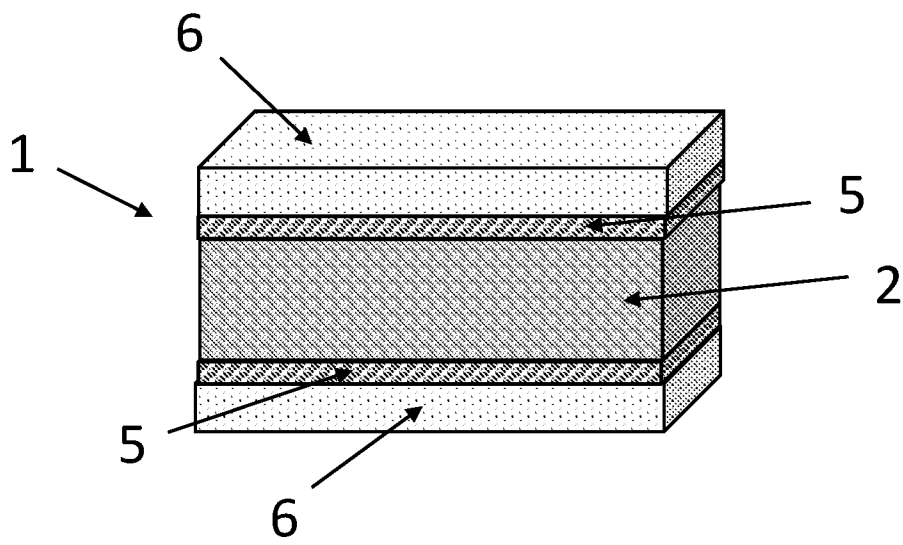


Fig. 9-a

$T < 5^{\circ}\text{C}$

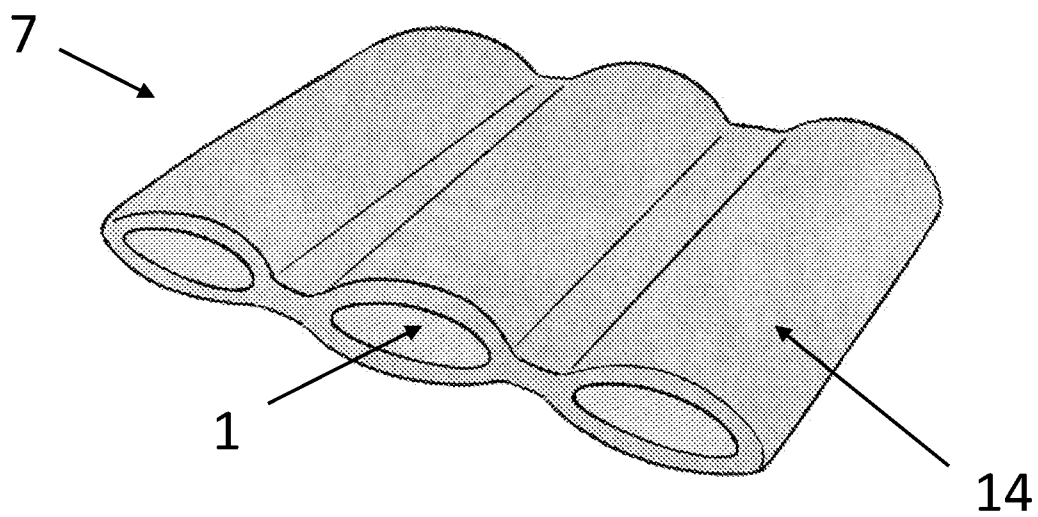


Fig. 9-b

$T > 10^{\circ}\text{C}$

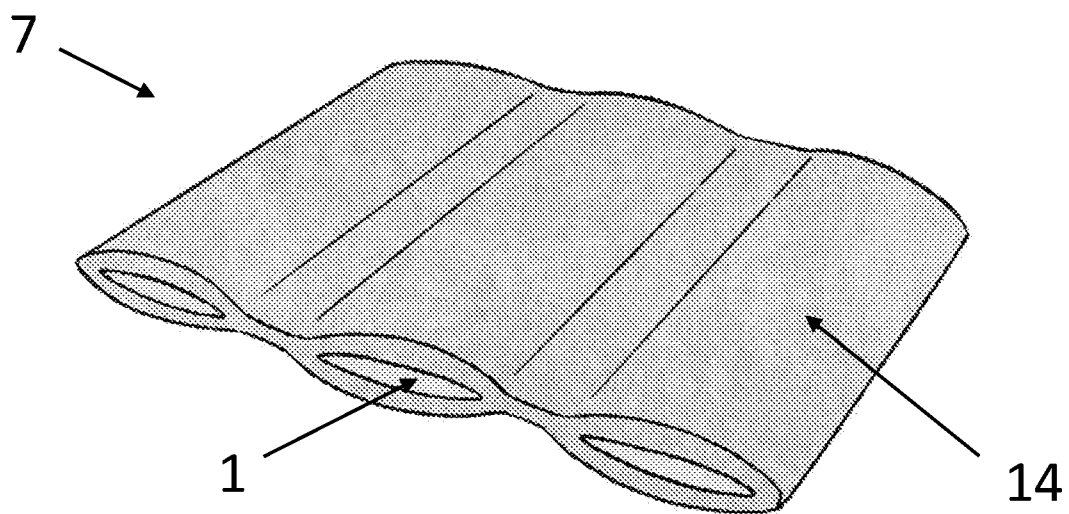


Fig. 10-a

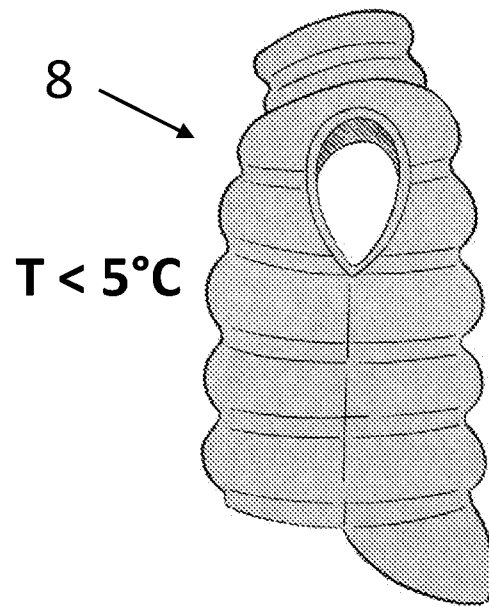


Fig. 10-b

