

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102021000029540
Data Deposito	23/11/2021
Data Pubblicazione	23/05/2023

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	32	B	5	02

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	32	B	5	26

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	32	B	7	08

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
D	04	H	1	46

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	16	D	69	02

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	32	B	5	06

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	32	B	5	08

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	32	B	7	09

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
D	04	H	1	4242

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
D	04	H	1	498

Titolo

METODO PER REALIZZARE UNA PREFORMA FIBROSA IN CARBONIO E/O FIBRE DI UN PRECURSORE DEL CARBONIO DI ALTEZZA PREDETERMINATA E PREFORMA DIRETTAMENTE OTTENUTA

DESCRIZIONE dell'invenzione avente per titolo:

“METODO PER REALIZZARE UNA PREFORMA FIBROSA IN CARBONIO E/O FIBRE DI UN PRECURSORE DEL CARBONIO DI ALTEZZA PREDETERMINATA E PREFORMA DIRETTAMENTE OTTENUTA”

- 5 a nome: Brembo SGL Carbon Ceramic Brakes S.p.A.
con sede in: Viale Europa, 2 - 24040 Stezzano (BG)
Inventori designati: Marco ORLANDI, di nazionalità italiana
Guido CARNEVALI, di nazionalità italiana
-

10 **Campo dell'invenzione**

La presente invenzione si riferisce ad un metodo per la realizzazione di una preforma fibrosa per dischi frenanti e la preforma fibrosa direttamente ottenuta.

Tecnica nota

- I seguenti documenti descrivono alcuni esempi di metodi per realizzare una preforma o
15 materiali sagomati per dischi frenanti: WO2019180550 e WO2016/199021.

Sommario dell'invenzione

Come è noto, in campo aeronautico e nel campo delle auto da corsa, gli impianti frenanti sono realizzati utilizzando componenti carbonio/carbonio (C/C), in particolare rotori/statori e freni a disco.

- 20 I componenti carbonio/carbonio sono costituiti da una matrice di carbonio in cui sono disposte fibre di rinforzo in carbonio.

Tipicamente, la fibra di carbonio o precursore di carbonio viene aggregata (da sola o con l'uso di leganti, ad esempio resine) per formare una struttura tridimensionale denominata "preforma".

- 25 I precursori del carbonio più utilizzati sono PAN, pitch e rayon.

La matrice carboniosa può essere ottenuta in vari modi, riconducibili essenzialmente a due categorie: per impregnazione di resina e/o pece della struttura fibrosa oppure per gas (CVI, "Chemical Vapor Impregnation or "Chemical Vapor Infiltration").

- 30 Può essere prevista la presenza di additivi, aggiunti in fasi specifiche del processo produttivo, al fine di migliorare la producibilità intermedia o le caratteristiche del

prodotto finale, quali coefficiente di attrito e/o resistenza all'usura.

Tra i vari metodi per la per la produzione di preforme in fibra di carbonio si possono citare:

- impregnazione e/o stampaggio di fibre corte (chop) con resine;
- 5 - impregnazione e/o stampaggio di feltri tessuti o non tessuti con resine;
- agugliatura di feltri non tessuti, eventualmente arricchiti con fibre continue;
- agugliatura di fibre corte (chop);
- agugliatura di tessuti carboniosi o precursori del carbonio;
- cucitura di tessuti.

- 10 Come è noto, alcune delle caratteristiche cruciali del disco freno finito, ottenuto a partire da una preforma in fibra di carbonio, dipendono fortemente dal modo in cui viene realizzata la preforma.

In particolare, caratteristiche quali resistenza/rigidezza a compressione lungo l'asse di rotazione Z del disco (ortogonale al piano del disco), resistenza al taglio rispetto al piano
15 del disco e conducibilità termica lungo l'asse Z sono fortemente dipendenti dalla quantità e dalla distribuzione di fibre dirette lungo l'asse Z. Allo stesso tempo, la quantità, la distribuzione delle fibre e il numero di strati sul piano del disco influenzano fortemente caratteristiche finali come la resistenza alla flessione e la conducibilità termica sul piano del disco.

- 20 La Richiedente ha notato che normalmente i metodi di produzione basati sull'impregnazione/stampaggio comportano la quasi totale assenza di fibre lungo l'asse Z, determinando valori molto modesti delle caratteristiche sopra descritte.

Tipicamente, questi metodi di produzione vengono adottati per il loro basso costo e semplicità di produzione, ma il risultato tecnico e qualitativo finale è decisamente
25 scadente.

La Richiedente ha, inoltre, osservato che i metodi di produzione alternativi, come la cucitura, comportano una limitata presenza di fibre lungo l'asse Z, che peraltro non sono distribuite molto uniformemente.

- La Richiedente ha anche notato che i metodi come l'agugliatura consentono, invece, di
30 distribuire le fibre in modo più efficace sull'asse Z.

La Richiedente ha però notato che con i metodi di agugliatura il cui la preforma è costituita da più strati sovrapposti, la distribuzione sull'asse Z delle fibre non appare omogeneamente distribuita in tutti gli strati.

La Richiedente ha in particolare osservato che con i metodi di agugliatura gli ultimi
5 strati sovrapposti della preforma, vale a dire quelli maggiormente discosti dal piano di appoggio utilizzato per la realizzazione della preforma, presentano un sensibile decremento di densità delle fibre disposte lungo l'asse Z.

Ad oggi, quindi, non esiste nella tecnica nota un metodo per la fabbricazione di preforme di fibre di carbonio che consenta di distribuire le fibre in modo controllato ed omogeneo
10 sia sul piano principale della preforma sia ortogonalmente ad esso.

La Richiedente si è perciò posta il problema di realizzare un metodo per la fabbricazione di preforme di fibre di carbonio /o fibre di un precursore del carbonio che presenti una distribuzione sostanzialmente omogenea delle fibre disposte lungo l'asse Z sostanzialmente per tutta l'altezza della preforma stessa.

15 In un primo aspetto, l'invenzione si riferisce pertanto ad un metodo per realizzare una preforma fibrosa di una altezza predeterminata in carbonio e/o fibre di un precursore del carbonio comprendente un numero determinato di strati di fibre di carbonio e/o fibre di un precursore di carbonio, comprendente:

- una fase a) di fornire almeno un primo strato di fibre di carbonio e/o fibre di un
20 precursore di carbonio;

-una fase b) di sovrapporre almeno un secondo strato di fibre di carbonio e/o fibre di un precursore di carbonio secondo un asse di sovrapposizione predefinito;

-una fase c) di agugliare mediante almeno un dispositivo di agugliatura detto primo e detto secondo strato sovrapposto in una direzione di agugliatura sostanzialmente
25 parallela a detto asse di sovrapposizione per disporre almeno parte delle fibre parallele all'asse di sovrapposizione, detto dispositivo di agugliatura presentando una pluralità di aghi dotati di una dimensione di penetrazione;

- una fase d) di ripetere le fasi a-c fino ad ottenere un precorpo pluristrato agugliato, di altezza predeterminata N;

-una fase e) di sovrapporre un ulteriore strato di fibre di carbonio e/o fibre di un precursore di carbonio secondo detto asse di sovrapposizione predefinito;

-una fase f) di agugliare mediante almeno detto dispositivo di agugliatura detto ulteriore strato di carbonio e/o fibre di un precursore di carbonio sovrapposto unitamente agli strati sottostanti in una direzione di agugliatura sostanzialmente parallela a detto asse di sovrapposizione per disporre almeno parte delle fibre parallele all'asse di sovrapposizione,

-una fase g) di ripetere le fasi e), f) fino ad ottenere un precorpo pluristrato agugliato almeno di altezza $N+p$,

- una fase h) di tagliare detto precorpo pluristrato agugliato almeno di altezza $N+p$, in corrispondenza dell'altezza N , realizzando due corpi pluristrato, rispettivamente un primo ed un secondo corpo pluristrato.

Grazie a queste caratteristiche, la Richiedente ha verificato che la preforma di altezza N realizzata con il metodo dell'invenzione presenta una distribuzione sostanzialmente omogenea delle fibre in tutti gli strati.

Ai fini della presente invenzione, si applicano le seguenti definizioni:

Per "sottostrato di tessuto" si intende uno strato di materiale avente una disposizione ordinata delle fibre, in cui le fibre sono tutte disposte sostanzialmente sullo stesso piano.

Per "sottostrato di non tessuto" si intende uno strato di materiale principalmente costituito da fibre corte disposte in modo casuale.

Per "fibra corta" si intende una fibra di lunghezza predefinita/discreta.

In questa descrizione, se non diversamente specificato, i termini "radiale", "assiale", "angolare" e "circonferenziale" saranno sempre intesi rispetto alla direzione di costruzione del corpo pluristrato individuata dall'asse Z .

Per "dimensione di penetrazione" p è definita la lunghezza degli aghi atta ad entrare negli strati di fibra di carbonio e/o precursore di carbonio ed in particolare la lunghezza della porzione degli aghi in cui sono realizzate le barbe.

Per "precorpo pluristrato", agugliato o meno, si intende un elemento formato da più strati sovrapposti durante il processo di produzione, ed in particolare dalla fase a) alla fase g) del metodo secondo la presente invenzione, vale a dire prima della successiva

fase h) di taglio che genererà due corpi pluristrato distinti.

A seconda della differente altezza del precorpo pluristrato all'interno del processo produttivo, lo stesso può essere associato agli aggettivi numerali primo e secondo. In particolare, con "primo precorpo pluristrato di altezza N" o semplicemente con "primo precorpo pluristrato" può essere indicato il precorpo pluristrato al termina della fase d),
5 vale a dire quando lo stesso ha raggiunto una altezza pari ad N, viceversa per "secondo precorpo pluristrato almeno di altezza N+p," o semplicemente "secondo precorpo pluristrato" può essere indicato il precorpo pluristrato al termina della fase g) , vale a dire quando lo stesso ha raggiunto una altezza pari ad almeno N+p.

10 La presente invenzione, in uno o più aspetti preferenziali, può comprendere una o più delle caratteristiche di seguito riportate.

Convenientemente, il secondo corpo pluristrato presenta una altezza sostanzialmente pari a p.

Vantaggiosamente, il secondo corpo pluristrato unitamente ad un elemento di supporto
15 è sottoposto nuovamente alle fasi da b) a h) per ottenere un primo corpo pluristrato.

Preferibilmente, il metodo per realizzare una preforma fibrosa in carbonio e/o fibre di un precursore del carbonio secondo la presente invenzione può comprendere una fase i) di determinare il numero n di strati di fibre di carbonio e/o fibre di un precursore di carbonio secondo un asse di sovrapposizione predefinito in modo da formare un corpo
20 pluristrato di altezza predeterminata N.

Convenientemente, almeno il primo e il secondo strato di fibre di carbonio e/o fibre di un precursore di carbonio comprendono ciascuno almeno un sottostrato non tessuto ed almeno un sottostrato di tessuto accoppiati in modo che il sottostrato non tessuto sia sovrapposto al sottostrato di tessuto.

25 Preferibilmente, i sottostrati di non tessuto hanno una grammatura minore della grammatura dei sottostrati di tessuto.

Convenientemente, il numero di fibre disposte per agugliatura durante le fasi c) ed f) e/o parallelamente alla direzione di agugliatura è scelto in funzione della densità di fibre disposte parallelamente all'asse di sovrapposizione che si vuole ottenere all'interno della
30 preforma fibrosa

Preferibilmente, nella fase di agugliatura si controlla il numero medio di fibre da disporre parallelamente a detto asse di sovrapposizione per unità di superficie regolando la densità di agugliatura in funzione della dimensione e del numero delle barbe degli aghi, nonché del diametro delle fibre e del peso di detto almeno uno strato di fibre che
5 costituisce detta prima porzione del corpo pluristrato.

Convenientemente, il metodo può comprendere una fase l) di sagomatura della preforma fibrosa condotta per tranciatura di detto primo e/o secondo corpo pluristrato.

Secondo un altro aspetto l'invenzione concerne una preforma fibrosa di una altezza predeterminata in carbonio e/o fibre di un precursore del carbonio, comprendente una
10 pluralità di strati di fibre di carbonio e/o fibre di un precursore di carbonio di forma discoidale sovrapposti; ciascuno strato comprendendo una pluralità di fibre di carbonio e/o fibre di un precursore di carbonio; ciascuno strato presentando una densità media fibre di carbonio e/o fibre di un precursore di carbonio ottenuta come il rapporto tra il peso dello strato stesso ed il suo volume; ciascuno strato presentando una variazione di
15 densità media rispetto ai restanti strati della suddetta preforma fibrosa minore di o uguale al 10%.

Preferibilmente, ciascuno strato presenta una variazione di densità media rispetto ai restanti strati della preforma fibrosa minore di o uguale al 5%.

Convenientemente, ciascuno strato comprende almeno un primo sottostrato non tessuto
20 ed almeno un secondo sottostrato accoppiati in modo che il primo sottostrato non tessuto sia sovrapposto al secondo sottostrato.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi dell'invenzione appariranno maggiormente dalla descrizione dettagliata di alcune forme di esecuzione preferite, ma non esclusive, di un metodo per realizzare una preforma fibrosa di altezza predeterminata in carbonio e/o
25 fibre di un precursore del carbonio secondo la presente invenzione.

Breve descrizione dei disegni

Tale descrizione verrà esposta qui di seguito con riferimento agli uniti disegni, forniti a scopo solo indicativo e, pertanto non limitativo, nei quali:

- la figura 1 mostra una vista schematica in prospettiva di una preforma realizzata
30 con il metodo secondo l'invenzione;

- la figura 2 è una vista in sezione della preforma di figura 1;
- la figura 3 è una vista schematica di alcune fasi del metodo per realizzare una preforma fibrosa di altezza predeterminata secondo l'invenzione;
- la figura 4 è una vista schematica di alcune fasi, successive a quelle di figura 3, del metodo per realizzare una preforma fibrosa di altezza predeterminata secondo l'invenzione;
- la figura 5 è una vista schematica della disposizione delle fibre a seguito dell'interazione degli aghi di un dispositivo di agugliatura con un sottostrato di non tessuto durante una fase di realizzazione della preforma stessa; e
- 10 - la figura 6 è una vista schematica di una prima forma di realizzazione di un ago per agugliatura, con due successivi ingrandimenti che illustrano le barbe dell'ago stesso.

Descrizione dettagliata di forme realizzative dell'invenzione

Con riferimento alle figure allegate, con 1 è complessivamente indicato una preforma fibrosa 1 ottenuta con il metodo secondo la presente invenzione.

- 15 In particolare, nelle figure 1 e 2 è mostrata schematicamente una preforma 1 realizzata con il metodo secondo la presente invenzione.

La preforma 1, al termine del metodo di produzione, è formata da un primo corpo pluristrato 2' comprendente una pluralità di strati 3', 3'', ..., 3ⁿ, sovrapposti l'uno su l'altro a formare una pila che si estende lungo un asse di sovrapposizione Z, ad esempio
20 verticale come mostrato in figura 1.

Preferibilmente, ogni primo corpo pluristrato 2' è realizzato da n strati 3', 3'', ..., 3ⁿ, preferibilmente identici per forma e dimensione.

Ciascuno strato 3', 3'', ..., 3ⁿ, presenta preferibilmente una forma discoidale.

- 25 Secondo una forma di implementazione alternativa del metodo, meglio descritta nel seguito, la preforma 1 può presentare, in costruzione, almeno uno strato con una differente forma e dimensione.

La preforma 1 di figura 1 e 2 comprende una pluralità di strati 3', 3'', ..., 3ⁿ, preferibilmente n strati, di fibre di carbonio o precursore di fibre di carbonio, questi n strati essendo impilati lungo la direzione individuata dall'asse di sovrapposizione Z.

Vantaggiosamente, una preforma fibrosa 1 secondo la presente invenzione può essere utilizzata nella realizzazione di dischi freno in C/C come struttura di rinforzo.

In tal caso, la preforma fibrosa 1 è sagomata in modo da avere forma cilindrica, con asse parallelo all'asse di sovrapposizione Z della pluralità di strati $3', 3'', \dots, 3^n$, di fibre di carbonio o precursore di fibre di carbonio.

In particolare, la preforma fibrosa 1 può avere uno spessore compreso tra 10 a 80 mm.

In particolare, la preforma fibrosa 1 può avere sezione circolare secondo un piano ortogonale all'asse di sovrapposizione Z e può avere un diametro compreso tra 200 e 700mm.

In particolare, la preforma fibrosa ha una densità (apparente geometrica) compresa tra 0,4 e 0,7 g/cm³.

A puro titolo di esempio, almeno parte delle fibre di carbonio (preferibilmente tutte queste fibre) possono essere derivate da fibre di poliacrilonitrile ossidate. Ad esempio, tali fibre sono prodotte dalla società SGL Carbon SE con il nome commerciale Panox®.

Preferibilmente, il numero di strati $3', 3'', \dots, 3^n$ di fibre di carbonio o precursore di fibre di carbonio formanti una preforma fibrosa 1 finita di altezza N è compreso nell'intervallo 10-80, vantaggiosamente 25-45, ad esempio 30-40.

A titolo meramente esemplificativo, lungo la direzione individuata dall'asse Z di sovrapposizione, la preforma fibrosa 1 può avere uno spessore compreso tra circa 40-80

millimetri o più, precisamente pari a circa 40 millimetri.

Preferibilmente, ciascuno strato $3', 3'', \dots, 3^n$ componente la preforma fibrosa 1 è composto da due differenti sottostrati 5,6 accoppiati. In particolare, secondo una forma di realizzazione particolarmente vantaggiosa, ciascuno strato $3', 3'', \dots, 3^n$ è ottenuto sovrapponendo uno o più sottostrati 6 di fibre in forma di non tessuto su uno o più sottostrati 5 di fibre in forma di tessuto, nel seguito chiamati rispettivamente sottostrati 6 in non tessuto e sottostrati 5 in tessuto.

I sottostrati 5 in tessuto sono sottostrati di materiale avente una disposizione ordinata di fibre, in cui le fibre sono tutte disposte sostanzialmente sullo stesso piano.

Ciascun sottostrato 5 in tessuto ha uno sviluppo di tessitura parallelo al piano di sviluppo superficiale del sottostrato stesso. In particolare, i sottostrati 5 in tessuto possono avere una tessitura twill o una tessitura plain weave.

I sottostrati 5 in tessuto presenti in una preforma fibrosa 1 possono avere tutti lo stesso
5 tipo di tessitura oppure avere differenti tipi di tessitura.

Secondo una forma di realizzazione alternativa i sottostrati 5 possono essere strati comprendenti fibre lunghe disposte sostanzialmente sullo stesso piano e presentanti tutte sostanzialmente una stessa direzione.

I sottostrati 6 in non tessuto comprendono fibre corte e possono essere ottenuti con
10 qualsiasi tecnica adatta allo scopo. Preferibilmente, tali sottostrati sono ottenuti partendo da fibre in fiocco (staple fibres).

In alternativa, almeno una parte dei sottostrati 6 in non tessuto o tutti tali sottostrati 6 in non tessuto possono essere costituiti da fibre sottoforma di filamenti continui.

I sottostrati 5,6 di fibre (in tessuto e in non tessuto) possono essere costituiti da fibre
15 aventi le medesime caratteristiche oppure da miscele di fibre differenti. Le fibre possono variare come tipologia e caratteristiche sia all'interno dello stesso sottostrato 5 o 6 sia tra sottostrato e sottostrato.

Preferibilmente, i sottostrati 6 in non tessuto hanno una grammatura minore della grammatura dei sottostrati 5 in tessuto.

20 In particolare, i sottostrati 6 in non tessuto hanno ciascuno una grammatura compresa tra 50 e 500 g/m². I sottostrati 5 in tessuto hanno ciascuno una grammatura compresa tra 100 e 1000 g/m².

Vantaggiosamente, i sottostrati 5 di tessuto dei vari strati 3', 3'', 3'''...3ⁿ, di una stessa preforma 1 possono essere disposti uno rispetto all'altro con la tessitura delle fibre
25 rispettivamente ruotate di un prefinito angolo α attorno al suddetto asse di sovrapposizione Z.

In altri termini la tessitura di un sottostrato 5 può presentare uno sfalsamento angolare attorno all'asse di sovrapposizione Z di un prefinito angolo α , rispetto ai sottostrati successivi in una direzione coincidente o parallela all'asse di sovrapposizione Z.

30 Preferibilmente, il suddetto angolo di sfalsamento angolare è pari a 45°.

Grazie al suddetto orientamento, è possibile massimizzare la distribuzione delle fibre sul piano principale della preforma 1 e quindi le proprietà meccaniche finali dei manufatti (in particolare dischi freno) che incorporano la preforma fibrosa 1 come struttura di rinforzo.

- 5 Preferibilmente, nella preforma fibrosa 1 di altezza predeterminata N in carbonio e/o fibre di un precursore del carbonio, secondo la presente invenzione, ciascuno strato $3', 3'', \dots, 3^n$ presenta una densità media. La densità media può essere calcolata come il rapporto tra il peso dello strato stesso ed il suo volume.

Nelle forme di realizzazione mostrate nelle figure, il volume di ciascuno strato $3', 3'', \dots, 3^n$ viene calcolato come area in pianta di ciascuno strato $3', 3'', \dots, 3^n$ per il suo spessore.

Ciascuno strato $3', 3'', \dots, 3^n$ presenta una variazione di densità media rispetto ai restanti strati $3', 3'', \dots, 3^n$ della preforma fibrosa 1 minore di o uguale al 10%.

- 15 In altri termini, con il metodo secondo la presente invenzione si riescono ad ottenere delle preforme con tutti gli strati che presentano una densità sostanzialmente omogenea di fibre di carbonio e/o precursore di carbonio sia disposte nel piano principale della preforma sia lungo l'asse di sovrapposizione Z.

Preferibilmente ciascuno strato $3', 3'', \dots, 3^n$ presenta una variazione di densità media rispetto ai restanti strati $3', 3'', \dots, 3^n$ della preforma fibrosa 1 minore di o uguale al 10%.

Il metodo secondo l'invenzione prevede una fase (nel seguito denominata fase i) di determinare il numero n di strati di fibre di carbonio e/o fibre di un precursore di carbonio secondo un asse di sovrapposizione Z in modo da formare una preforma fibrosa 1 di altezza N.

- 25 In particolare, in questa fase, in funzione del disco frenante che si vuole produrre, viene determinata l'altezza N o spessore della preforma fibrosa 1 da realizzare ed in funzione di questa altezza N si ricava il numero n di strati di fibre di carbonio e/o fibre di un precursore di carbonio necessari.

Lo spessore degli n strati di fibre di carbonio e/o fibre di un precursore 1 di carbonio si assume essere sostanzialmente sempre lo stesso.

A titolo puramente esemplificativo, partendo dal disco frenante che si vuole realizzare, in particolare dotato di un determinato spessore determino un disco grezzo da lavorare, dalla dimensione del disco grezzo, sapendo che lo stesso sarà sottoposto ad almeno un trattamento termico e ad almeno un'operazione di densificazione, determino l'altezza
5 della preforma fibrosa 1.

A titolo di esempio, per fare una preforma fibrosa 1 di carbonio da 43 mm potrebbe servire una preforma di carbonio preossidato da 50 mm (per passare da carbonio preossidato a carbonio c'è un trattamento termico di carbonizzazione con un ritiro di circa il 12%). Ciascun strato $3', 3'', \dots, 3^n$ (in funzione della sua densità di partenza e
10 della densità di agugliatura) potrebbe avere uno spessore nella preforma di circa 1,5 mm quindi per fare una preforma fibrosa 1 di carbonio da 43 mm potrebbero servire circa 33-34 strati $3', 3'', \dots, 3^n$.

La fase i) è svolta in qualsiasi momento, preferibilmente anche distante temporalmente, dalla produzione della preforma fibrosa 1.

15 Generalmente, la fase i) è implementata precedentemente alle fasi a) -h) del metodo per realizzare una preforma fibrosa 1 di una altezza predeterminata N in carbonio e/o fibre di un precursore del carbonio descritto nel seguito.

Nelle figure 3 e 4 sono mostrate schematicamente alcune fasi di una prima forma di realizzazione del metodo per realizzare una preforma fibrosa 1 di altezza predeterminata
20 N comprendente un numero n di strati $3', 3'', \dots, 3^n$ di fibre di carbonio e/o fibre di un precursore di carbonio, secondo l'invenzione.

Il metodo di produzione rappresentato nelle figure 3 e 4 inizia, quindi, preferibilmente con una fase a) di fornire almeno un primo strato $3'$ di fibre di carbonio e/o fibre di un precursore di carbonio ad un elemento di supporto mobile 4 configurato per trasportare
25 gli strati $3', 3'', \dots, 3^n$, etc. di fibre di carbonio e/o fibre di un precursore di carbonio sotto la testa 10 di agugliatura.

Preferibilmente, l'elemento di supporto mobile 4 si presenta formato dalla stesso materiale di cui sono composti gli strati $3', 3'', \dots, 3^n$, etc..

Secondo una forma di realizzazione, l'elemento di supporto 4 presenta una area, vale a
30 dire un'estensione superficiale, maggiore dell'area di ciascuno strato $3', 3'', \dots, 3^n$, etc..

Preferibilmente, la dimensione dell'elemento di supporto parallela alla direzione di avanzamento degli strati $3', 3'', \dots, 3^n$, etc. è maggiore del diametro di ciascuno strato $3', 3'', \dots, 3^n$, etc..

5 Preferibilmente, la dimensione dell'elemento di supporto parallela alla direzione di avanzamento degli strati $3', 3'', \dots, 3^n$, etc. (indicata dalla freccia F in figura) è maggiore di almeno il 10% del diametro di ciascuno strato $3', 3'', \dots, 3^n$, etc..

Viene quindi implementata la fase b) in cui il primo strato $3'$ di fibre di carbonio e/o fibre di un precursore di carbonio viene sovrapposto da almeno un secondo strato $3''$ di fibre di carbonio e/o fibre di un precursore del carbonio 10 secondo un predefinito asse di sovrapposizione Z.

Preferibilmente, il primo $3'$ ed il secondo $3''$ strato di fibre di carbonio e/o fibre di un precursore di carbonio sono sostanzialmente uguali per forma, dimensione e materiale. Il metodo continua quindi con una fase c) di agugliare, tramite almeno un primo dispositivo di agugliatura 10 ad aghi, il primo $3'$ e il secondo strato $3''$ sovrapposti, 15 secondo una direzione di agugliatura sostanzialmente parallela all'asse di sovrapposizione Z, in modo da disporre almeno una parte delle fibre parallelamente all'asse di sovrapposizione Z.

Con l'espressione "disposizione parallela all'asse di costruzione Z" si intende un orientamento prevalente e non ci si vuole limitare a disposizioni in cui le fibre sono 20 perfettamente parallele a tale asse.

Nella suddetta fase c) di agugliatura è il primo sottostrato 6 in non tessuto di ciascuno strato $3', 3''$ ad incontrare gli aghi 11 del primo dispositivo di agugliatura 10 in modo da impedire agli aghi 11 di impegnare direttamente le fibre dei sottostrati 5 in tessuto sottostanti.

25 Le fibre 20 che vengono ad essere disposte parallelamente al suddetto asse di sovrapposizione Z appartengono quindi ai sottostrati 6 di fibre in forma di non tessuto. Nella Figura 5 è mostrata schematicamente la disposizione delle fibre a seguito dell'interazione degli aghi 11 di un dispositivo di agugliatura 10 con uno o più sottostrati 6 di non tessuto e uno o più sottostrati 5 in tessuto.

Più in dettaglio con 20 sono indicate le fibre che provengono da uno strato di non tessuto e sono state spostate nei sottostrati di tessuto 5 sottostanti tramite agugliatura.

Con 21 sono schematicamente indicati i piani di giacitura/tessitura delle fibre che formano i sottostrati 5 di tessuto.

- 5 Vantaggiosamente, i sottostrati 5,6 di fibre utilizzati per realizzare la preforma fibrosa 1 in accordo al metodo secondo la presente invenzione non sono resinati per:
- evitare di ostacolare l'agugliatura (in presenza di resina gli aghi 11 del primo dispositivo di agugliatura 10 tenderebbero a sporcarsi e ci sarebbe un rischio elevato di frequenti blocchi di impianto); e
 - 10 - non limitare la "mobilità" delle fibre 20.

Terminata la fase c), vengono ripetute le fasi a) e b) e nuovamente c), per un numero predeterminato di volte, fino ad ottenere un precorpo pluristrato agugliato (2^N) di altezza pari all'altezza predeterminata N.

- 15 Ai fini della presente descrizione la ripetizione delle fasi a, b e c, per un numero predeterminato di volte, fino ad ottenere un precorpo pluristrato agugliato 2^N pari all'altezza predeterminata N, individua la fase d).

A questo punto, viene attuata una fase e) di sovrapporre un ulteriore strato 3^{n+1} di fibre di carbonio e/o fibre di un precursore di carbonio al precorpo pluristrato agugliato 2^N di altezza N secondo l'asse di sovrapposizione Z.

- 20 L'ulteriore strato 3^{n+1} di fibre di carbonio e/o fibre di un precursore di carbonio deposto è quindi lo strato $n+1$, dove n è il numero di strati $3', 3'', \dots, 3^n$ sovrapposti necessari a realizzare una preforma agugliata di altezza N.

- 25 Secondo una prima e preferenziale forma di realizzazione l'ulteriore strato 3^{n+1} di fibre di carbonio e/o fibre di un precursore di carbonio è sostanzialmente identico per forma dimensione e materiale agli n strati $3', 3'', \dots, 3^n$ precedentemente depositati per realizzare il precorpo pluristrato fibroso agugliato 2^N di altezza N.

- Viene quindi implementata una fase f) di agugliare mediante il primo dispositivo di agugliatura 10 l'ulteriore strato 3^{n+1} sovrapposto, unitamente agli strati sottostanti, in una direzione di agugliatura sostanzialmente parallela all'asse di sovrapposizione Z in
30 modo da disporre almeno parte delle fibre parallele all'asse di sovrapposizione Z. Il

metodo continua in modo da ripetere le fasi e-f fino ad ottenere un precorpo pluristrato agugliato 2^{N+p} , di altezza almeno pari a $N+p$, dove p la dimensione di penetrazione massima degli aghi del dispositivo di agugliatura 10 in direzione dell'asse di sovrapposizione Z.

- 5 In altri termini, dopo lo strato 3^{n+1} , agugliato, viene depositato un altro strato 3^{n+2} , agugliato e così via fino a raggiungere l'altezza del precorpo pluristrato agugliato di altezza pari ad almeno $N+p$.

Ai fini della presente descrizione la ripetizione delle fasi e,f per un numero predeterminato di volte, fino ad ottenere un precorpo pluristrato agugliato 2^{N+p} , di
10 altezza almeno pari a $N+p$ individua la fase g).

A questo punto, il precorpo pluristrato agugliato 2^{N+p} di altezza $N+p$, viene sottoposto ad una fase h) di taglio in corrispondenza dell'altezza N realizzando due corpi pluristrato, rispettivamente un primo ed un secondo corpo pluristrato.

Il primo corpo pluristrato $2'$ presenta altezza N ed è quindi formato da n strati
15 $3', 3'', \dots, 3^n$ agugliati, mentre il secondo corpo pluristrato $2''$ presenta altezza sostanzialmente pari a p .

In altri termini, il secondo corpo pluristrato $2''$ si presenta formato da un numero di strati pari alla dimensione di penetrazione massima p degli aghi del dispositivo di agugliatura 10 in direzione dell'asse di sovrapposizione Z.

- 20 Il primo corpo pluristrato $2'$ viene tipicamente sottoposto ad ulteriori lavorazioni al fine di ottenere un disco frenante.

A titolo di esempio, sagomatura, carbonizzazione e grafitizzazione, descritti nel seguito.

Il secondo corpo pluristrato $2''$ viene invece riposizionato sull'elemento di supporto 4 e sottoposto nuovamente alle fasi a-h al fine di ottenere un nuovo primo corpo pluristrato
25 $2'$ di altezza N ed un nuovo secondo corpo pluristrato agugliato $2''$ di altezza p .

Il metodo può quindi continuare all'infinito.

Vantaggiosamente, il metodo secondo la presente invenzione può comprendere una fase
30 l) di sagomatura condotta ritagliando i sottostrati 5,6 di fibre di carbonio e/o fibre di un precursore di carbonio, i singoli strati o gli strati sovrapposti ed agugliati a formare un corpo pluristrato. La fase di sagomatura potrebbe essere implementata con una lama

guidata da un plotter, per tranciatura o con altri metodi noti al tecnico del ramo e per questo non ulteriormente descritti.

Come già detto, le fibre possono essere in carbonio oppure in un precursore del carbonio (preferibilmente PAN, pece, o rayon).

- 5 Una forma di realizzazione alternativa, non mostrata nelle figure del metodo secondo la presente invenzione prevede che nella fase e) di sovrapporre un ulteriore strato di fibre di carbonio 3^{n+1} e/o fibre di un precursore di carbonio secondo detto asse di sovrapposizione predefinito Z, lo strato 3^{n+1} sia costituito da un elemento di supporto mobile 4.
- 10 In questo modo al termine della fase h) di taglio il secondo corpo pluristrato $2''$ sarà già associato ad un elemento di supporto 4 e pronto per essere sottoposto nuovamente alle fasi da a) a g) per ripetere il ciclo produttivo volto ad ottenere un ulteriore primo corpo pluristrato ($2'$) di altezza N. Preferibilmente, l'elemento di supporto mobile 4 si presenta realizzato nello stesso materiale di cui sono formati gli strati $3', 3'', \dots, 3^n$, etc. che
- 15 costituiranno la preforma fibrosa 1.

Grazie al metodo secondo la presente invenzione, è possibile realizzare una preforma fibrosa 1 controllando la distribuzione tridimensionale delle fibre al suo interno.

Infatti, la disposizione delle fibre sui piani definiti dai sottostrati 5 di tessuto (tra loro paralleli) è controllabile scegliendo opportunamente il tipo di tessuto e non viene alterata

- 20 dall'azione di agugliatura 10 grazie alla presenza dei sottostrati 6 di non tessuto che svolgono in tal senso una funzione di schermo dall'azione degli aghi. La disposizione delle fibre ortogonalmente ai piani definiti dai sottostrati 5 di fibre è controllabile regolando i parametri operativi del processo di agugliatura e le caratteristiche dei sottostrati 6 di non tessuto di ciascuno strato $3', 3'', 3''', \dots, 3^n$, etc. di fibre di carbonio
- 25 e/o fibre di un precursore di carbonio.

Assumendo che il piano principale della preforma fibrosa 1 sia definito da un piano parallelo agli strati $3', 3'', \dots, 3^n$ di fibre di carbonio e/o fibre di un precursore di carbonio, grazie al metodo secondo la presente invenzione è quindi possibile distribuire in modo controllato le fibre sia parallelamente a tale piano principale tramite i sottostrati

di tessuto 5 , sia ortogonalmente ad esso grazie all'azione di agugliatura che orienta almeno una parte delle fibre dei sottostrati 6 di non tessuto ortogonalmente a tale piano. Nella figura 6 è mostrato schematicamente un ago 11 di un agugliatore 10.

Gli aghi 11 di ciascun agugliatore sono preferibilmente tutti identici tra loro e sono dotati ciascuno di una o più cavità 12, dette barbe, atte ad impegnare una o più fibre 20.

Più in dettaglio, le barbe 12 sono conformate in modo da impegnare e tirare le fibre quando l'ago 11 penetra nello strato, ma non per impegnare e tirare le fibre quando l'ago sale ed esce dallo strato di fibre.

La forma delle barbe è studiata appositamente per svolgere questa funzione.

Le barbe si ottengono nella zona di lavoro dell'ago, cioè la porzione di ago che penetra nello strato di fibre e che può quindi agire sulle fibre.

Operativamente, la fibra 20 che è stata spostata nella fase di discesa dell'ago rimane nella posizione in cui è stata posta dall'ago stesso, e non è interessata dal movimento di salita dell'ago stesso.

L'ago, uscendo dallo strato di fibre, esce senza trascinare con esso le fibre.

Vantaggiosamente, le suddette fasi di agugliatura vengono eseguite tenendo conto sia del numero e della dimensione delle barbe 12 che del diametro della fibra e del peso dei suddetti sottostrati 6 di fibre non tessuto che costituiscono le porzioni superiori dei differenti strati 3', 3'', ..., 3n di fibre di carbonio e/o fibre di un precursore di carbonio.

In altre parole, le suddette fasi c) ed f) di agugliatura sono condotte in modo tale che per tutto lo svolgimento delle fasi di agugliatura stessa gli aghi 11 penetrino negli strati 3', 3'', ..., 3n di fibre di carbonio e/o fibre di un precursore di carbonio e le barbe si riempiano solo di fibre appartenenti ai sottostrati 6 di non tessuto .

In altre parole ancora, le fasi c) ed f) di agugliatura sono condotte in modo tale che la quantità di fibre disponibili nei sottostrati 6 di fibre in non tessuto sia non inferiore (superiore o al più pari) alla quantità di fibre trasferibile dagli aghi 11 parallelamente alla direzione di agugliatura.

Vantaggiosamente, densità e orientamento delle fibre disposte in detti uno o più sottostrati 5 di tessuto sono scelti in funzione della densità e dell'orientamento delle fibre che si vuole avere nella preforma fibrosa 1 su piani ortogonali all'asse di

sovrapposizione Z, cioè paralleli al piano principale della preforma 1 e ortogonali allo spessore della preforma stessa.

Preferibilmente, nelle fasi c) ed f) di agugliatura il numero medio di fibre da disporre parallelamente al suddetto asse di sovrapposizione Z per unità di superficie è controllato regolando la densità di agugliatura (stitch density) in funzione delle dimensioni e del numero di barbe 12 degli aghi 11, nonché in funzione del diametro delle fibre e della grammatura dei sottostrati 6 di fibre in non tessuto che costituiscono la porzione superiore di ciascuno strato 3', 3'', ..., 3n di fibre di carbonio e/o fibre di un precursore di carbonio.

- 10 Come già detto i sottostrati 6 di fibre in non tessuto fungono infatti da schermo e sono destinati a fornire le fibre da disporre lungo l'asse di sovrapposizione Z.

Grazie al trovato, è possibile avere una densità uniforme di fibra su tutti gli elementi che costituiscono il primo corpo pluristrato 2', a vantaggio dell'omogeneità di resistenza meccanica sostanzialmente per tutta l'altezza della preforma.

- 15 Diverse modifiche possono essere apportate alle forme realizzative descritte nel dettaglio, rimanendo comunque nell'ambito di protezione dell'invenzione, definito dalle seguenti rivendicazioni.

RIVENDICAZIONI

1. Metodo per realizzare una preforma fibrosa (1) di una altezza predeterminata N in carbonio e/o fibre di un precursore del carbonio comprendente un numero (n) di strati ($3', 3'', \dots, 3n$) di fibre di carbonio e/o fibre di un precursore di carbonio, comprendente:
- 5 - una fase a) di fornire almeno un primo strato ($3'$) di fibre di carbonio e/o fibre di un precursore di carbonio;
- una fase b) di sovrapporre almeno un secondo strato ($3''$) di fibre di carbonio e/o fibre di un precursore di carbonio secondo un asse di sovrapposizione predefinito (Z);
- 10 - una fase c) di agugliare mediante almeno un dispositivo di agugliatura (10) detto primo ($3'$) e detto secondo ($3''$) strato sovrapposto in una direzione di agugliatura sostanzialmente parallela a detto asse di sovrapposizione (Z) per disporre almeno parte delle fibre parallele all'asse di sovrapposizione (Z), detto dispositivo di agugliatura (10) presentando una pluralità di aghi dotati di una dimensione di penetrazione (p);
- 15 - una fase d) di ripetere le fasi a-c fino ad ottenere un precorpo pluristrato agugliato (2^N), di altezza predeterminata N;
- una fase e) di sovrapporre un ulteriore strato di fibre di carbonio (3^{n+1}) e/o fibre di un precursore di carbonio secondo detto asse di sovrapposizione predefinito (Z);
- una fase f) di agugliare mediante almeno detto dispositivo di agugliatura (10)
- 20 detto ulteriore strato di carbonio (3^{n+1}) e/o fibre di un precursore di carbonio sovrapposto unitamente agli strati sottostanti in una direzione di agugliatura sostanzialmente parallela a detto asse di sovrapposizione (Z) per disporre almeno parte delle fibre parallele all'asse di sovrapposizione (Z),
- una fase g) di ripetere le fasi e,f fino ad ottenere un precorpo pluristrato
- 25 agugliato (2^{N+p}) almeno di altezza $N+p$,
- una fase h) di tagliare detto precorpo pluristrato agugliato (2^{N+p}) di altezza $N+p$, in corrispondenza dell'altezza N, realizzando due corpi pluristrato, rispettivamente un primo ($2'$) ed un secondo ($2''$) corpo pluristrato; detto primo corpo pluristrato presentando altezza N.
- 30 2. Metodo per realizzare una preforma fibrosa (1) di una altezza predeterminata (N) in

carbonio e/o fibre di un precursore del carbonio secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto secondo corpo pluristrato (2'') presenta una altezza sostanzialmente pari a p.

3. Metodo per realizzare una preforma (1) fibrosa in carbonio e/o fibre di un precursore del carbonio secondo la rivendicazione 1 o 2, caratterizzato dal fatto che detto secondo corpo pluristrato (2'') unitamente ad un elemento di supporto (4) è sottoposto nuovamente alle fasi da b a h) per ottenere un ulteriore primo corpo pluristrato (2') di altezza N.

4. Metodo per realizzare una preforma fibrosa in carbonio e/o fibre di un precursore del carbonio secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 3, caratterizzato dal fatto di comprendere una fase i) di determinare il numero n di strati di fibre di carbonio e/o fibre di un precursore di carbonio secondo un asse di sovrapposizione predefinito (Z) in modo da formare un primo corpo pluristrato (2') di altezza N.

5. Metodo per realizzare una preforma (1) fibrosa in carbonio e/o fibre di un precursore del carbonio secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che almeno detto primo (3') e secondo (3'') strato di fibre di carbonio e/o fibre di un precursore di carbonio comprendono ciascuno almeno un sottostrato (6) non tessuto ed almeno un sottostrato (5) di tessuto accoppiati in modo che il sottostrato (6) non tessuto sia sovrapposto al sottostrato (5) di tessuto.

6. Metodo per realizzare una preforma fibrosa (1) in carbonio e/o fibre di un precursore del carbonio secondo la rivendicazione 5, in cui detti sottostrati (6) di non tessuto hanno una grammatura minore della grammatura dei sottostrati (5) di tessuto.

7. Metodo per realizzare una preforma fibrosa (1) in carbonio e/o fibre di un precursore del carbonio secondo la rivendicazione 1, in cui il numero di fibre (20) disposte per agugliatura durante le fasi c) ed f) parallelamente alla direzione di agugliatura è scelto in funzione della densità di fibre (20) che si vuole ottenere all'interno della preforma fibrosa (1) disposte parallelamente all'asse di sovrapposizione (Z).

8. Metodo per realizzare una preforma fibrosa in carbonio e/o fibre di un precursore del carbonio secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, in cui in detta fase di agugliatura si controlla il numero medio di fibre (20) da disporre parallelamente a detto

asse di sovrapposizione per unità di superficie regolando la densità di agugliatura in funzione della dimensione e del numero delle barbe degli aghi, nonché del diametro delle fibre e del peso di detto almeno un sottostrato (6) non tessuto.

9. Metodo secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, comprendente una fase l)
- 5 di sagomatura della preforma fibrosa (1) condotta per tranciatura.
10. Preforma fibrosa (1) di una altezza predeterminata (N) in carbonio e/o fibre di un precursore del carbonio, comprendente una pluralità di strati ($3', 3'', \dots, 3^n$) di fibre di carbonio e/o fibre di un precursore di carbonio di forma discoidale sovrapposti; ciascuno strato ($3', 3'', \dots, 3^n$) comprendendo una pluralità di fibre di fibre di carbonio e/o fibre
- 10 di un precursore di carbonio; ciascuno strato ($3', 3'', \dots, 3^n$) presentando una densità media ottenuta come il rapporto tra il peso dello strato stesso ed il suo volume; ciascuno strato ($3', 3'', \dots, 3^n$) presentando una variazione di densità media rispetto ai restanti strati ($3', 3'', \dots, 3^n$) della detta preforma fibrosa (1) minore di o uguale al 10%.
11. Preforma fibrosa (1) secondo la rivendicazione 10, caratterizzato dal fatto che
- 15 ciascuno strato ($3', 3'', \dots, 3^n$) presenta una variazione di densità media rispetto ai restanti strati ($3', 3'', \dots, 3^n$) della detta preforma fibrosa (1) minore di o uguale al 5%.
12. Preforma fibrosa (1) secondo la rivendicazione 10, caratterizzato dal fatto che ciascuno strato ($3', 3'', \dots, 3^n$) comprende almeno un primo sottostrato (6) non tessuto ed almeno un secondo sottostrato (5) accoppiati in modo che il primo sottostrato (6) non
- 20 tessuto sia sovrapposto al secondo sottostrato (5).

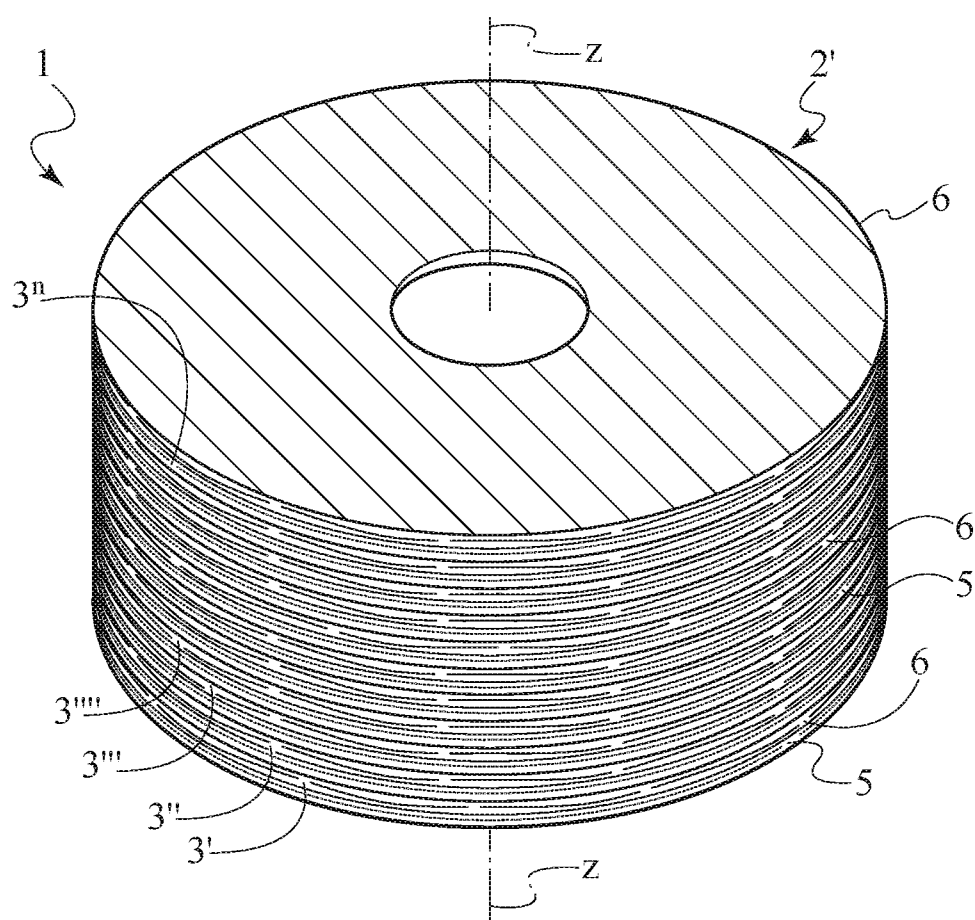


Fig. 1

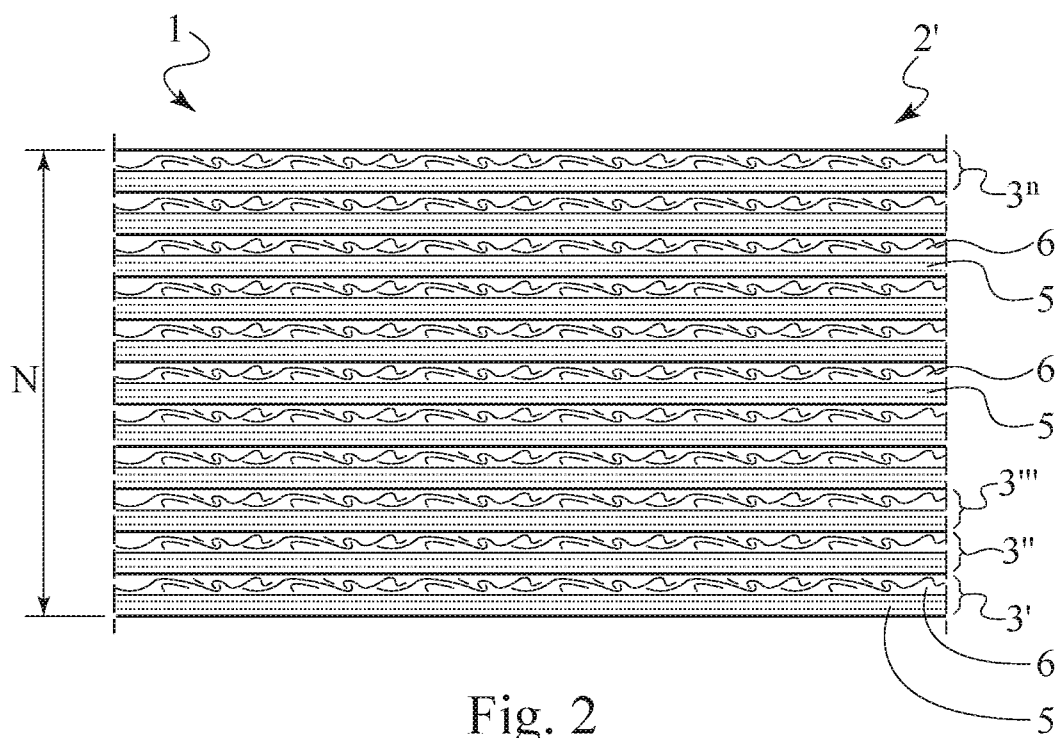


Fig. 2

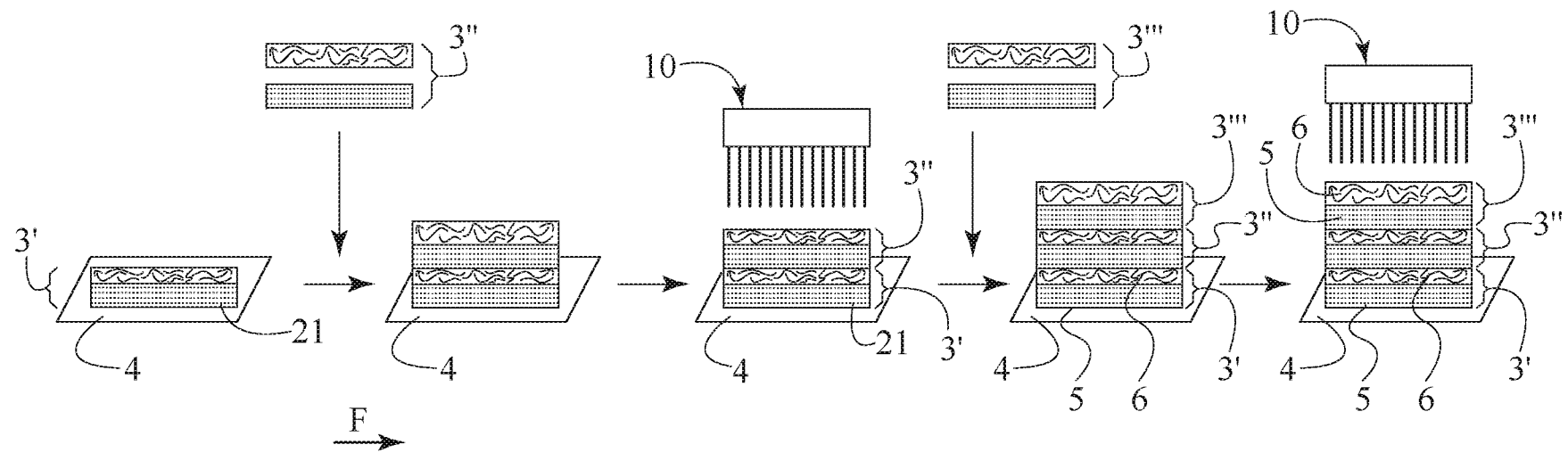


Fig. 3

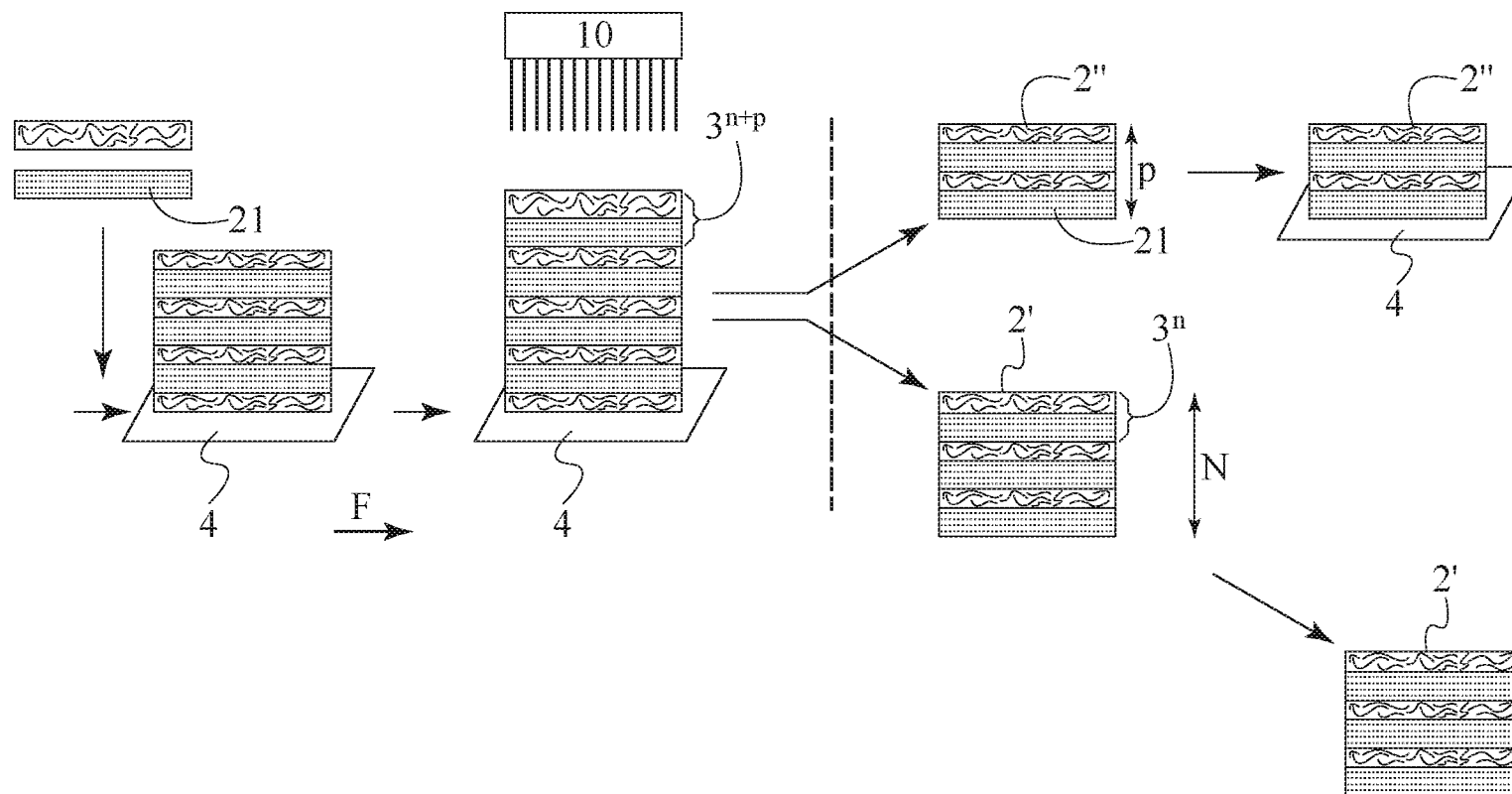


Fig. 4

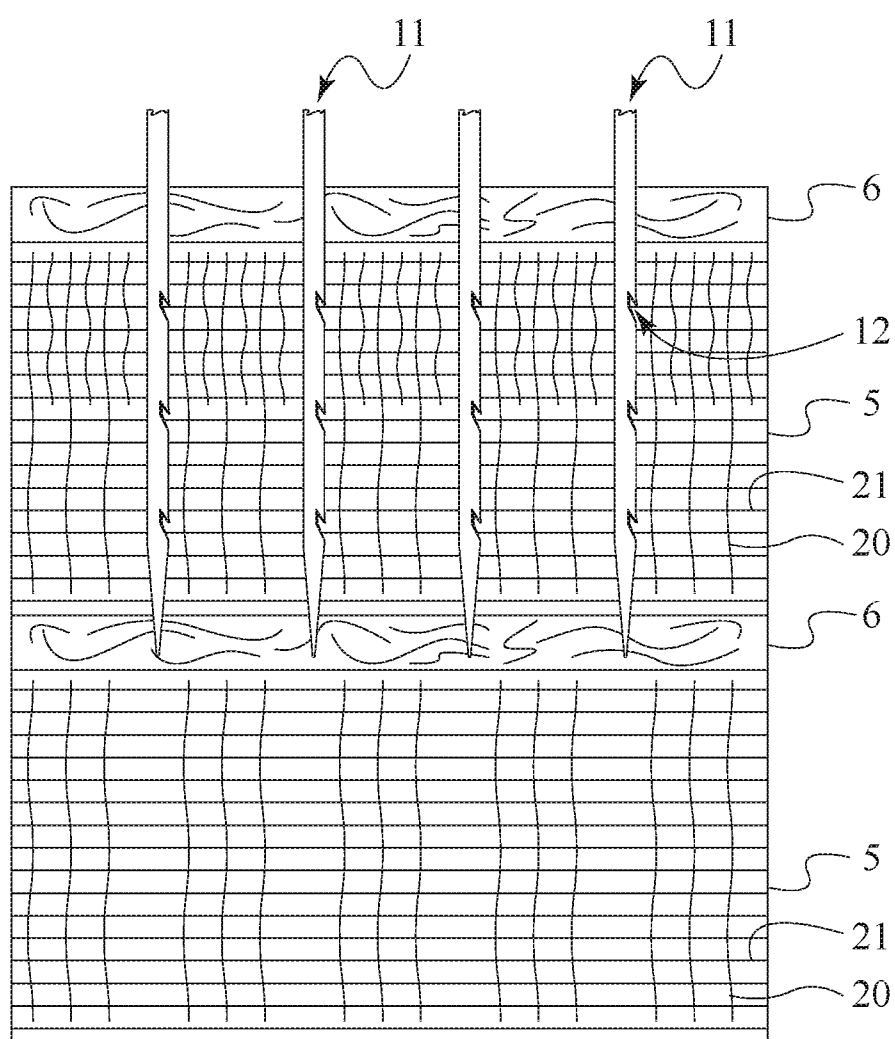


Fig. 5

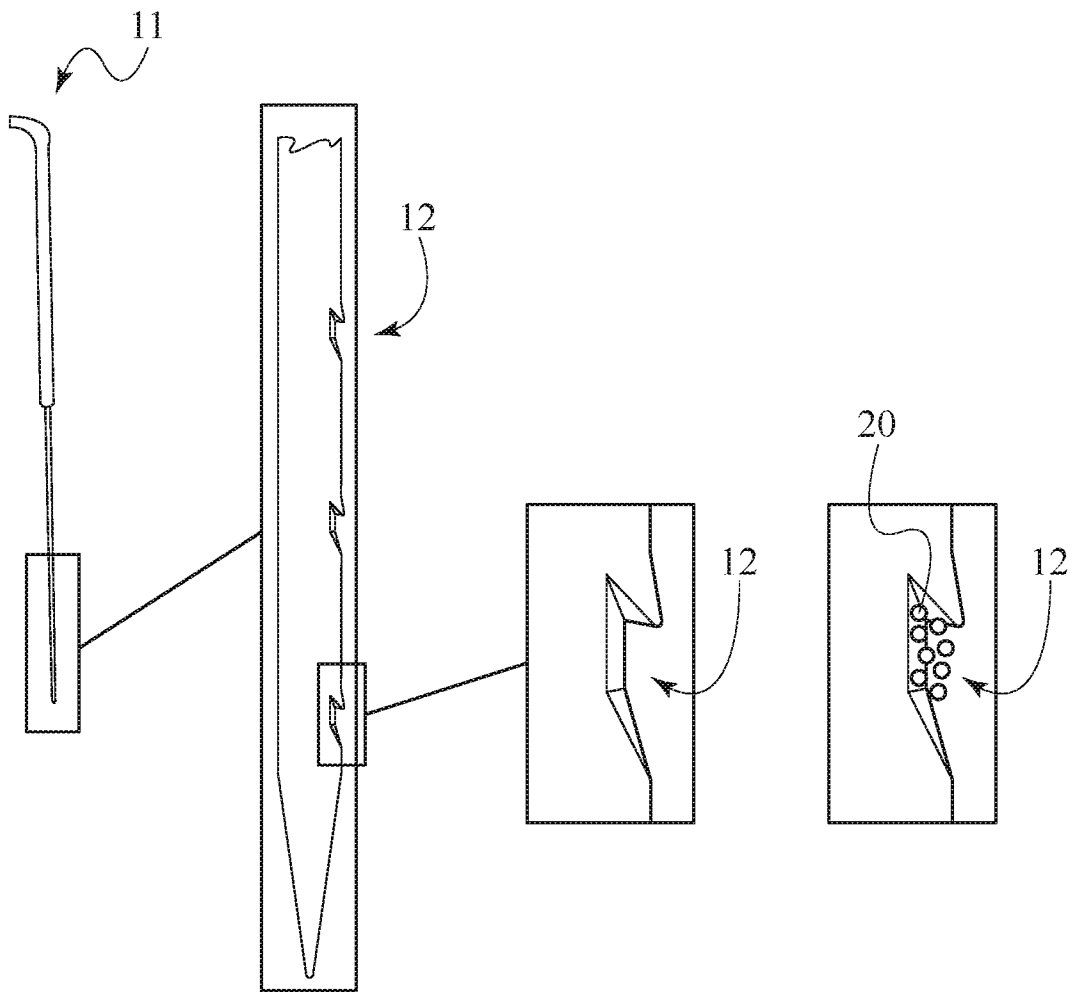


Fig. 6