

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102021000021047
Data Deposito	04/08/2021
Data Pubblicazione	04/02/2023

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	32	B	37	12

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	29	C	39	12

Titolo

METODO PER LA PRODUZIONE DI UN MATERIALE COMPOSITO RESISTENTE E PRODOTTI
COSTI OTTENUTI

Descrizione del brevetto per Invenzione Industriale avente per titolo:

**“METODO PER LA PRODUZIONE DI UN MATERIALE COMPOSITO
RESISTENTE E PRODOTTI COSÌ OTTENUTI”**

a nome di : **B-MAX SRL** di nazionalità Italiana PI 10619170011 con sede in Via
5 Salvagnoli 67, 50053 Empoli (Firenze)

Inventori Designati: **Cosimo CIOFFI** , di nazionalità Italiana

Settore della tecnica

10 L'invenzione riguarda un metodo per realizzare un materiale resistente composito
destinato a resistere a carichi meccanici in particolare a urti concentrati ed
esplosioni.

Prodotti di questo genere sono, ad esempio, le lastre di rinforzo o di copertura, i
pannelli antisfondamento e le coperture di protezione o armature balistiche.

Stato dell'arte

15 Allo stato attuale, sono note e disponibili in commercio una grande varietà di
materiali che nell'impiego concreto hanno lo scopo di sopportare carichi meccanici
concentrati.

In generale, è auspicabile che questo tipo di materiale oltre che resistere alle
sollecitazioni siano anche leggere e di poco ingombro, oltre che producibili con
20 tecnologie di facile accesso e capace di durare nel tempo senza bisogno di
manutenzione.

E' quindi sentita la esigenza di poter disporre di un metodo che consenta la
produzione di materiali compositi resistenti leggeri e ad elevata protezione anche da
urti violenti e ad elevata intensità.

25 Scopo dell'invenzione

Con il presente trovato si intende superare gli inconvenienti delle soluzioni già note e
di proporre un metodo per la produzione di un materiale composito di elevata
resistenza e con peso limitato per unità di superficie coperta.

Sommario dell'invenzione

30 A questi scopi si è pervenuti mediante un metodo produttivo e dei materiali, ad
esempio lastre composite secondo almeno una delle rivendicazioni allegate.

Un primo vantaggio consiste nel fatto che con il trattamento dell'invenzione è
possibile migliorare sensibilmente le prestazioni di resistenza agli urti del materiale
composito che presenta una elevata capacità di contrastare il distacco

delaminazione delle parti componenti il materiale, ed è quindi capace di mantenere le caratteristiche di resistenza anche contro urti successivi.

Un secondo vantaggio dell'invenzione consiste nel fatto di ottenere il medesimo livello di protezione ma peso inferiore almeno del 25-35% rispetto alle soluzioni
 5 correntemente utilizzate ed un significativo miglioramento in termini di potenzialità di assorbimento di colpi multipli in confronto alle soluzioni attualmente in uso.

Un ulteriore vantaggio dell'invenzione consiste nel fatto che sono ottenibili a costo limitato e con processi industriale disponibili lastre composite con prestazioni elevate, leggere ed adatte all'impiego come protezione balistica, in particolare di torrette e
 10 veicoli o velivoli blindati, riducendo il ricorso all'alluminio o all'acciaio utilizzato per le armature dei veicoli blindati.

Un ulteriore vantaggio dell'invenzione consiste nel fatto che la lastra ottenuta mostra eccellenti risultati in termini di forza/resilienza ad estreme condizioni marittime ed atmosferiche.

15 Lista dei disegni

Questi ed ulteriori vantaggi saranno meglio compresi da ogni tecnico del ramo dalla descrizione che segue e dagli annessi disegni, dati quale esempio non limitativo, nei quali:

- le fig.1a,1b,1c mostrano rispettivamente una vista in esploso, una lastra
 20 inserita in una cassaforma in fase di produzione ed sezione trasversale di una lastra composita ottenuta;
- la fig.2 mostra in sezione una seconda forma realizzativa di una lastra secondo l'invenzione,
- la fig.3 mostra in sezione una terza forma realizzativa di una lastra secondo
 25 l'invenzione,
- la fig.4 mostra in vista dall'altro una lastra composita secondo l'invenzione composta da settori prismatici esagonali
- la fig.5 mostra schematicamente un metodo secondo l'invenzione;
- le figure 6a, 6b mostrano rispettivamente una immagine del foro di ingresso e
 30 di uscita di una convenzionale lastra in alluminio per armatura balistica;
- le figure 7a, 7b mostrano rispettivamente una immagine del foro di ingresso e di uscita di una lastra composita secondo l'invenzione;
- le figure 8a 8b mostrano una immagine del foro di ingresso e di uscita di una seconda lastra composita secondo l'invenzione colpita da colpi plurimi (multi

hit).

- le fig.9a, 9b mostrano rispettivamente i diagrammi sforzo deformazione di due diverse serie di provini prodotti con il metodo dell'invenzione;
- le fig.10a, 10b mostrano rispettivamente i risultati delle misure di caratterizzazione meccanica dei provini rappresentati nei diagrammi delle figure 9a, 9b.

Descrizione dettagliata

Con riferimento ai disegni allegati è descritta una forma preferita di attuazione di un metodo secondo l'invenzione per produrre un materiale composito, ad esempio (fig.1-3) una lastra composita 5 a partire da almeno due corpi componenti distanziati di una intercapedine 11, costituiti dell'esempio descritto da lastre di partenza 13, 14 realizzati ciascuno in un materiale scelto tra materiali metallici quale acciaio, alluminio, ottone, piombo, titanio, o materiali ceramici quali allumina, ossido di boro o di silicio, o materiali in fibra quali lastre in fibra di carbonio, fibre aramidiche o kevlar fibre inorganiche metalliche e/o non metalliche, in tessuto o tessuto non tessuto o ancora materiali plastici come il poliammide.

In fig.4 è rappresentata una ulteriore forma di realizzazione di una lastra resistente 5' ottenuta con un materiale secondo l'invenzione, nel quale i corpi componenti sono costituiti da prismi esagonali 20, 21 in materiale ceramico, accostati tra loro con una intercapedine 11 ed eventualmente contenuti da un telaio 22.

A titolo di esempio, un materiale ceramico adatto all'uso è un materiale ceramico con una durezza Vickers maggiore di 1500 e fino a circa 2500 Vickers nel caso di carburo di boro ovvero materiali che presentano una durezza molto maggiore, ad esempio, dei materiali costituenti i proiettili.

Secondo il metodo dell'invenzione, schematizzato in figura 5, le superfici esterne 23, 24 adiacenti dei corpi componenti sono sottoposte ad una fase di pulitura F1 preferibilmente una pulitura meccanica ad esempio mediante pallinatura o sabbiatura o burattatura, fino alla rimozione completa di residui dalla superficie, in particolare di tracce di ossidazione in caso di lastre in materiale ossidante, ed alla creazione di una superficie pre-trattata migliorata per la adesione di un aggrappante. La fase di pulitura può comprendere una rimozione di polvere creata ad esempio dalla pallinatura superficiale

A titolo di esempio preferito, si è trovata particolarmente efficace la pulizia superficiale della lastra se ottenuta con una pallinatura a sedici gradi Almen, ad

esempio mediante l'utilizzo di quattro giranti centrifughe da 5 kw.

Sulla superficie pulita e pre-trattata delle lastre viene quindi applicato (fase F2), ad esempio per iniezione, spalmatura, colatura, immersione o spruzzo, un rivestimento formato da un aggrappante, detto anche primer o colla.

- 5 Una volta completato il rivestimento, i corpi componenti vengono asciugate (fase F3) in un ambiente privo di umidità, preferibilmente ad una temperatura compresa tra 15 C° e 25 C° .

- 10 La fase di asciugatura prosegue con un pre-riscaldamento delle lastre (fase F4) che viene prolungata fino alla riduzione della viscosità superficiale dell'aggrappante, ad esempio riscaldando ad una temperatura compresa tra 50 e 200C° allo scopo di favorire il successivo legame di un polimero termoindurente compatibile e adatto a legarsi all'aggrappante, che in questa fase si presenta appiccicoso al tatto.

- 15 Il trattamento fin qui descritto potrà inoltre essere applicato separatamente a ciascun corpo componente o a corpi componenti assemblati con una distribuzione di distanziali.

- 20 Nel caso illustrato delle lastre di fig.1-3 i distanziali sono formati da blocchetti 12 interposti tra le lastre di partenza, disposti in modo da creare delle intercapedini 11 tra le lastre di partenza accoppiate, mentre nell'esempio di fig.4 i prismi 20, 21 potranno essere distanziati da un telaio 22 oppure collocati in sedi opportunamente distanziate.

- 25 Al termine della fase di pre-riscaldamento i corpi componenti, ovvero nei casi descritti le lastre di partenza 13 14 assemblate con dei distanziali 12, o i prismi distanziati 20, 21 vengono quindi sottoposti ad una fase di accoppiamento (fase F5) del materiale già rivestito con l'aggrappante allo stato viscoso, con un polimero termoindurente composito a due o più componenti, dei quali almeno uno compatibile con l'aggrappante.

- 30 Nell'ambito della presente descrizione, per componente del polimero compatibile con l'aggrappante si deve intendere un componente capace in combinazione con l'aggrappante di stabilire un legame adesivo tra il polimero e la superficie rivestita di aggrappante.

La fase di accoppiamento potrà essere eseguita per iniezione, colatura, spalmatura, immersione, incamiciatura, spruzzo o altre tecnica adatta ad applicare il polimero, a seconda della forma e della composizione del materiale.

Preferibilmente il polimero è un poliuretano bicomponente, ad esempio un poliuretano commercializzato come adiprene ® ma possono essere impiegati polimeri di diverso tipo, ad esempio polimeri siliconici, e con un diverso numero di componenti, purché almeno uno compatibile con l'aggrappante utilizzato cioè
5 capace di costituire un legame adesivo.

Preferibilmente, la fase di accoppiamento con il polimero può essere eseguita per colatura del polimero in una cassa forma 10 di contenimento della lastra fino a riempimento della intercapedine 11 tra le lastre di partenza 13, 14 in modo tale che il polimero costituisca uno strato legante intermedio P.

10 Vantaggiosamente, si è trovato che la diffusione del polimero nelle intercapedini 11 è favorita dal preriscaldamento dei corpi componenti il materiale potendo così creare strati intermedi leganti P di polimero anche di spessori molto piccoli, dell'ordine di un millimetro.

Preferibilmente, le intercapedini sono ottenute mediante blocchetti i distanziali 12 tra
15 le lastre 13, 14 che presentano uno spessore che viene predeterminato in base alle caratteristiche di resistenza volute della lastra finale 5 e possono essere composti dello stesso materiale polimerico utilizzato per la fase di accoppiamento, ed essere eventualmente anch'essi soggetti allo stesso trattamento eseguito sulle lastre di partenza.

20 La lastra 5 assemblata con le lastre di partenza accoppiate al polimero viene quindi trattata (fase F6) per ottenere il completo indurimento e la completa attivazione del legame tra polimero e aggrappante.

Preferibilmente, la fase di indurimento e attivazione del legame avviene mediante a riscaldamento, ad esempio in un forno, ad una temperatura compresa tra 50 C° e
25 200 C° per un periodo compreso preferibilmente tra 10 min e alcune ore, ad esempio 3-5 ore, dipendente dalla resistenza al calore del materiale delle lastre di partenza, e comunque fino all'indurimento del polimero ed alla completa attivazione dell'accoppiamento di detto aggrappante con il polimero.

Tale fase potrà tuttavia avvenire a temperatura ambiente, a seconda del polimero
30 impiegato.

Si è trovato che la lastra 5 ottenuta con il materiale dell'invenzione risulta particolarmente efficace come armatura balistica quando la prima lastra 13 disposta sul lato dell'impatto è una lastra di alluminio, e la seconda lastra 14 è una lastra di materiale ceramico. (fig.1)

Con questa configurazione si è trovato che il materiale ceramico raggiunto dal proiettile se pure può essere attraversato, non si disperde grazie alla intima legatura con lo strato polimerico che contrasta la delaminazione del materiale composito e quindi impedisce alla ceramica di frazionarsi liberamente e la rende capace di resistere a colpi plurimi (multi hit) a differenza delle armature note basate su lastre ceramiche che tendono a fratturarsi dopo il primo colpo e divenire così inservibili.

Grazie a questo effetto, la ceramica consuma infatti il materiale del proiettile che la attraversa, che è di durezza molto minore, e ne riduce l'energia residua sul lato di uscita, in corrispondenza del quale può essere vantaggiosamente prevista una ulteriore lastra di assorbimento dell'urto residuo, ad esempio dovuto alla energia cinetica del nucleo rimanente del proiettile, composta preferibilmente di materiale plastico, ad esempio poliammide, o materiale in fibre o in acciaio che, grazie alla sua resistenza e duttilità, riesce a deformarsi e contenere la massa residua del proiettile evitando o riducendo traumi a chi indossa l'armatura.

In generale si è trovato che la lastra dell'invenzione permette di assorbire l'energia cinetica causata dall'impatto con un proiettile così da evitare ogni profonda alterazione della struttura.

In particolare, si è trovato che la combinazione della presenza di una prima lastra di alluminio (o altro materiale duttile) sul lato di arrivo del proiettile e della presenza degli strati leganti di polimero fortemente aderenti alle lastre adiacenti sortisce come detto l'effetto di contenere la tendenza a delaminare e minimizza così le dimensioni del foro di ingresso impedendo la tipica apertura estroflessa "a carciofo" (fig.6a, 6b) che subiscono le armature convenzionali (nell'esempio illustrato una lastra di alluminio da 25mm) al lato di ingresso del proiettile a causa della elevata energia liberata dal proiettile, mentre la lastra composita dell'invenzione permette di ridurre sia il danneggiamento della prima lastra (fig.7a, 8a) che la stessa fuoriuscita del proiettile (fig.7b, 8b) .

In figura 8a, 8b è illustrato un esempio di lastra secondo l'invenzione sottoposta a colpi plurimi (multi hit) e nella quale si può apprezzare la presenza dei svariati fori di ingresso, fig.8a, e la mancanza di fori di uscita, fig.8b.

In figura 2 è illustrata una forma preferita di realizzazione della lastra ad uso come armatura balistica, comprendente:

una prima lastra di partenza 13 in alluminio, preferibilmente di spessore compreso tra due e quattro, preferibilmente tre mm,

una seconda lastra di partenza 14 in ceramica, ad esempio allumina o ossido di boro o silicio, preferibilmente di spessore compreso tra quattro e sei, preferibilmente cinque mm, eventualmente formata da più lastre ceramiche 14, 14' accostate,

5 una terza lastra di partenza 15 preferibilmente di spessore compreso tra quattro e sei, preferibilmente cinque mm. Preferibilmente, la lastra 15 è costituita da fibra di carbonio o kevlar, o fibre aramidiche, o fibre inorganiche, metalliche e/o non metalliche ad elevato punto di fusione ed ininfiammabili, quali ad esempio le fibre commercializzate con il nome "nextel" ® dalla società 3M ® capaci di contenere la temperatura causata dal proiettile.

10 una quarta lastra di partenza 16 in acciaio preferibilmente di spessore compreso tra due e quattro millimetri, preferibilmente due mm.

strati intermedi P di polimero legante tra le lastre 13, 14, 15, 16 preferibilmente di tre mm di spessore.

15 In figura 3 è mostrata una configurazione curva della lastra di figura 2, con una curvatura convessa verso una direzione (d) di arrivo di un urto atteso, particolarmente utile come armatura balistica per la protezione da impatti incidenti la prima lastra 13, secondo la direzione schematizzata in figura 3.

Vantaggiosamente, la lastra delle figure 2 e 3 consente di ottenere una elevata protezione balistica pur contenendo lo spessore complessivo in circa 25 mm e
20 riducendo considerevolmente il peso rispetto ad armature convenzionali con le stesse prestazioni, prestandosi quindi all'uso come armatura balistica.

In un modo preferito di realizzazione, la lastra dell'invenzione è composta da uno strato di acciaio di spessore compreso tra 1mm e 1.5mm, preferibilmente 1.2 mm accoppiato con uno strato di alluminio di 1mm ed uno strato intermedio di polimero di
25 circa 1mm, le figure 9, 10 mostrano rispettivamente i diagrammi sforzo/deformazione e le tabelle di caratterizzazione meccanica di due diverse serie di tre provini (fig.9a, fig.10a) e tre strisce (fig.9b, fig.10b) così prodotti.

Vantaggiosamente, con questa configurazione, una lastra dello spessore di circa 3 mm ha dimostrato una resistenza a trazione di poco inferiore 1800 Mpa e al tempo
30 stesso si è provata capace di un allungamento significativo, risultando quindi adatta alla lavorazione e formatura.

A titolo di esempio, la lastra dell'invenzione sarà utilizzabile per la protezione di:

- luoghi e veicoli ad uso civile quali Ambasciate, Consolati, Gasdotti/Oleodotti, Centrali nucleari, Stazioni ferroviarie, Aeroporti, automobili, camion,

imbarcazioni, Ambulanze, Ospedali (anche per la contemporanea protezione da raggi X-ray utilizzando una lastra di piombo), Containers di materiali pericolosi, Veicoli anti sommossa,

- 5 • luoghi e veicoli ad uso militare quali Shelter blindati, Depositi di munizioni, Ambulanze militari, Ospedali militari da campo, barriere di protezione (Gates,check points,posti di guardia,), Elicotteri ed aerei (seggolini e pavimentazione), stanze di commando, Camere Operative, bunker nucleari, Navi e sottomarini.

10 L'invenzione è stata descritta con riferimento ad una forma preferita di attuazione, ma si intende che modifiche equivalenti potranno essere apportate senza comunque uscire dall'ambito di tutela accordato alla presente privativa industriale.

RIVENDICAZIONI

1. Metodo per la produzione di un materiale composito resistente (5, 5'), comprendente le seguenti fasi:

predisposizione di almeno due corpi componenti (13, 14, 15, 16, 20, 21)

5 costituiti ciascuno da un materiale scelto tra materiali in fibra quali fibra di carbonio, fibre aramidiche, fibre inorganiche metalliche o non metalliche o materiali ceramici quali allumina, carburo di boro o di silicio, o materiali metallici quali alluminio, ottone, piombo, acciaio, o materiali plastici quali poliammide,

10 pulitura di almeno una superficie esterna di accoppiamento (23, 24) di ciascuno di detti corpi (13, 14, 15, 16) mediante preferibilmente una pulitura meccanica mediante pallinatura o sabbiatura o burattatura fino a rimozione di eventuali impurità superficiali, ed eventuale spolveratura;

predisposizione di almeno due corpi componenti adiacenti con una intercapedine libera (11) intermedia tra le rispettive superfici di accoppiamento;

15 rivestimento delle superfici di accoppiamento pulite di detti corpi (13, 14, 15, 16) con un aggrappante;

asciugatura di detti corpi (13, 14, 15, 16) rivestiti in assenza di umidità ad una temperatura compresa preferibilmente tra 15 C° e 25 C°;

20 pre-riscaldamento di detti corpi (13, 14, 15, 16) fino alla riduzione della viscosità superficiale di detto aggrappante, ad una temperatura compresa preferibilmente tra 50C° e 200C°;

25 accoppiamento delle superfici di accoppiamento di detti corpi (13, 14, 15, 16) rivestite con detto aggrappante allo stato viscoso con una quantità di polimero termoindurente composito a due o più componenti, dei quali almeno uno compatibile con detto aggrappante, disposta a riempimento detta intercapedine (11) in modo da creare tra detti corpi (13, 14, 15, 16) adiacenti uno strato intermedio di polimero (P);

indurimento del polimero e attivazione completa del legame di detto aggrappante con detto polimero.

30 2. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui detto indurimento avviene mediante riscaldamento di detti corpi (13, 14, 15, 16) accoppiati al polimero ad una temperatura compresa preferibilmente tra 50 C° e 200 C°.

3. Metodo secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui detti almeno due corpi sono in forma di lastre monolitiche o composte da più porzioni.

4. Metodo secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui detti almeno due corpi sono in

forma di prismi esagonali (20, 21) in materiale ceramico, accostati tra loro con una intercapedine (11) ed eventualmente contenuti da un telaio (22).

5 Metodo secondo una delle rivendicazioni precedenti, in cui detto accoppiamento viene eseguito mediante iniezione, spalmatura, colatura, immersione o spruzzo.

5 6. Metodo secondo una delle rivendicazioni precedenti, in cui detta fase di accoppiamento viene eseguita per iniezione o colatura di detto polimero in una cassa forma (10) ospitante detti corpi (13, 14, 15, 16) fino a riempire detta intercapedine (11) e creare uno strato legante intermedio (P) tra corpi adiacenti.

10 7. Metodo secondo una delle rivendicazioni precedenti, in cui detto polimero è scelto tra poliuretano o silicone a due o più componenti.

8. Metodo secondo una delle rivendicazioni precedenti, in cui detta intercapedine è creata mediante distanziali (12) dello stesso materiale del polimero di accoppiamento.

15 9. Lastra resistente composita ottenuta con un metodo secondo una delle rivendicazioni 2-7.

10. Lastra composita secondo la rivendicazione 9, comprendente una prima lastra di partenza (13) di materiale metallico, preferibilmente alluminio disposta sul lato di arrivo dell'urto ed una seconda lastra (14) di materiale ceramico.

20 11. Lastra secondo la rivendicazione 10, comprendente almeno una terza lastra di materiale assorbente dell'urto, preferibilmente in materiale plastico o in fibra o in acciaio.

12. Lastra secondo la rivendicazione 11, comprendente

una prima lastra di partenza (13) in alluminio, preferibilmente di spessore compreso tra 2 e 4, preferibilmente 3 mm,

25 una seconda lastra di partenza (14) in ceramica, ad esempio allumina o ossido di boro o silicio, preferibilmente di spessore compreso tra 4 e 6, preferibilmente 5 mm,

una terza lastra di partenza (15) in materiale in fibra scelto tra fibra di carbonio o kevlar o fibre inorganiche, metalliche e/o non metalliche;

30 una quarta lastra di partenza (16) in acciaio preferibilmente di spessore compreso tra 2 e 4 millimetri, preferibilmente 2 mm;

strati intermedi leganti (P) di polimero preferibilmente di spessore compreso tra 2 e 4 millimetri preferibilmente di 3 mm di spessore.

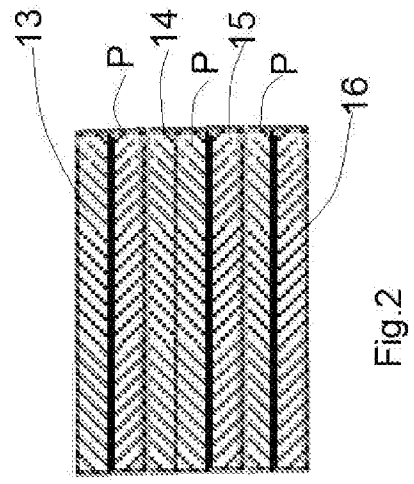
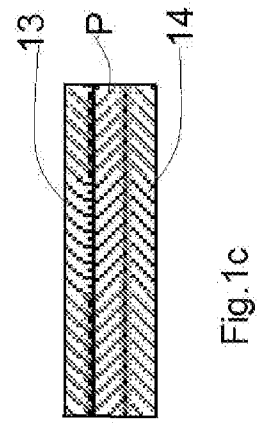
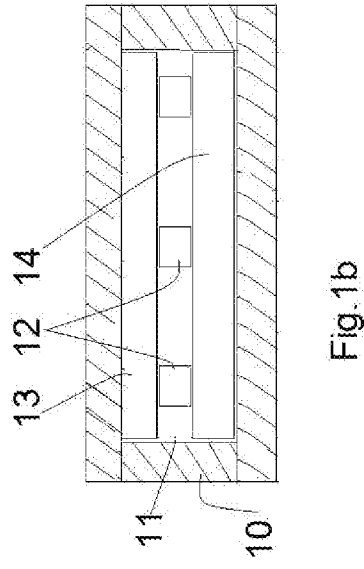
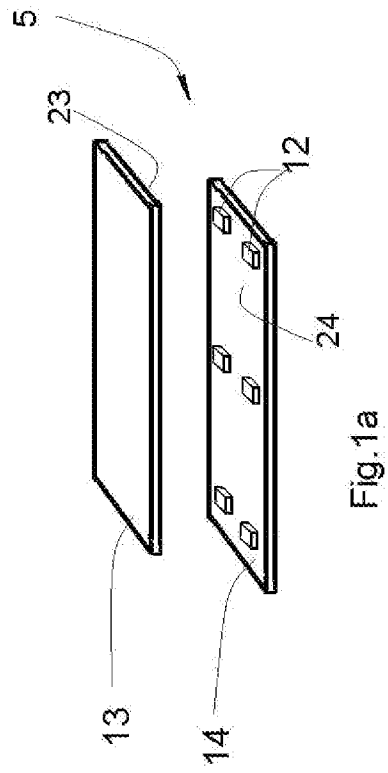
13. Lastra secondo una delle rivendicazioni 9-12, in cui detta seconda lastra

119874FI

ceramica è formata da più lastre ceramiche (14, 14') affiancate,

14. Lastra secondo una delle rivendicazioni 10-13, conformata con una curvatura convessa verso una direzione (d) di arrivo di un urto atteso.

15. Uso di una lastra secondo una delle rivendicazioni 9-14 come armatura balistica,
5 preferibilmente di veicoli o velivoli.



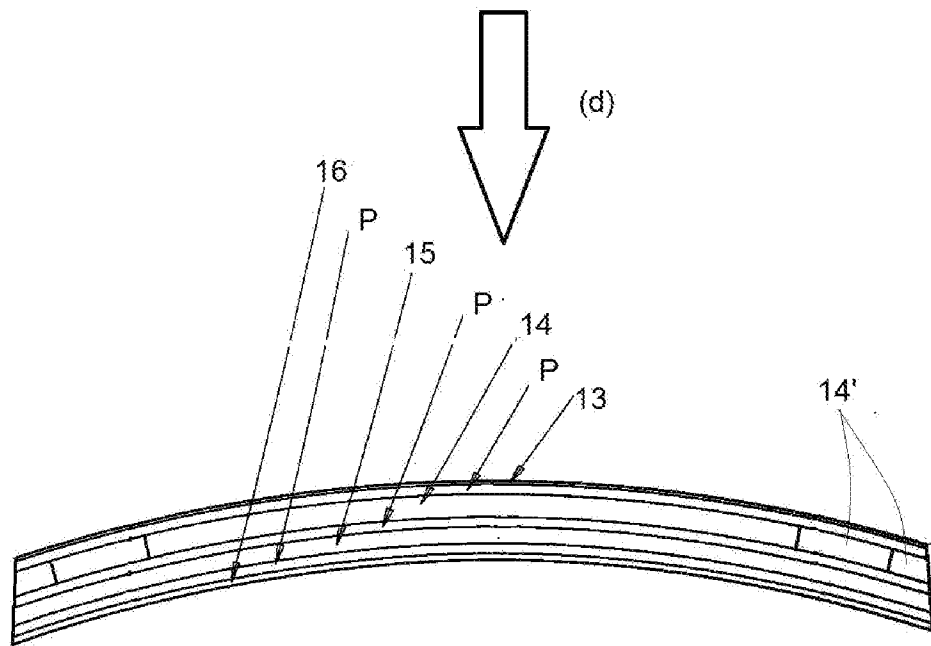


Fig. 3

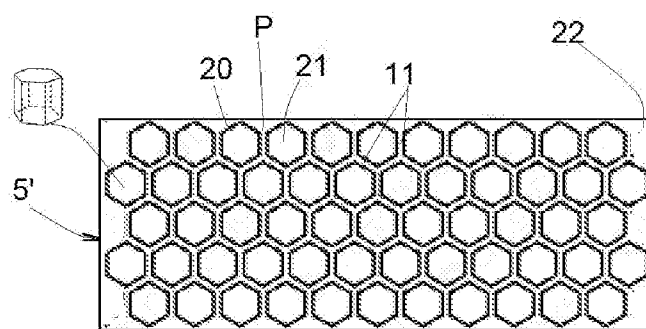


Fig. 4

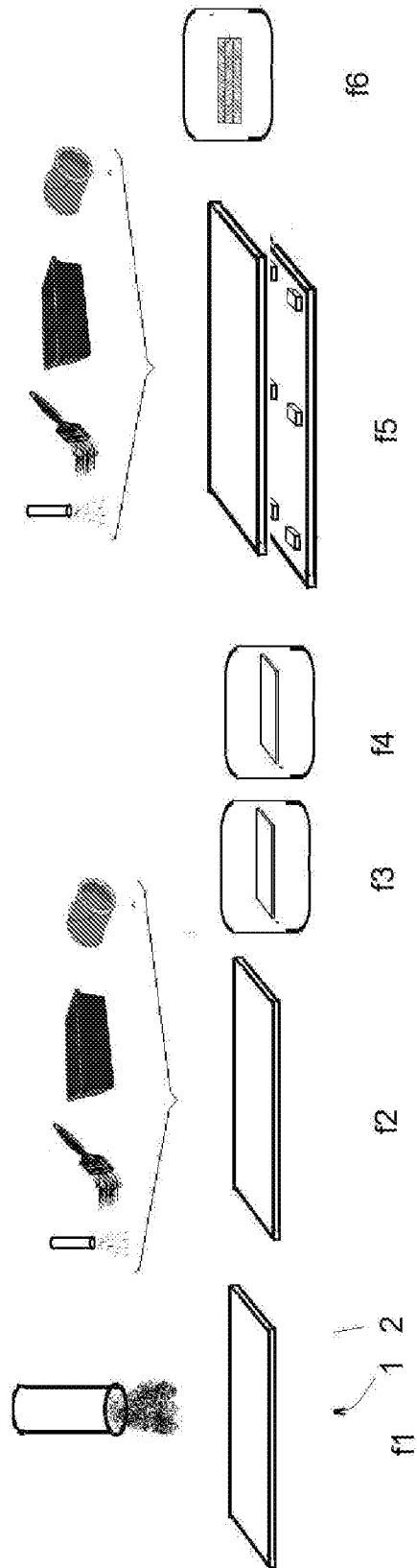


Fig.5

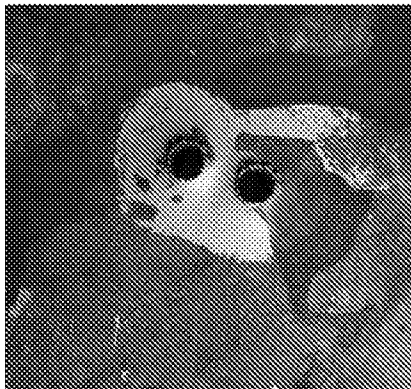


Fig. 6a

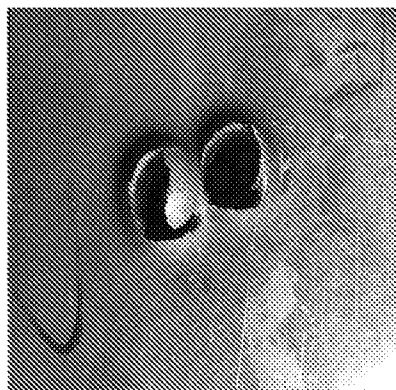


Fig. 6b

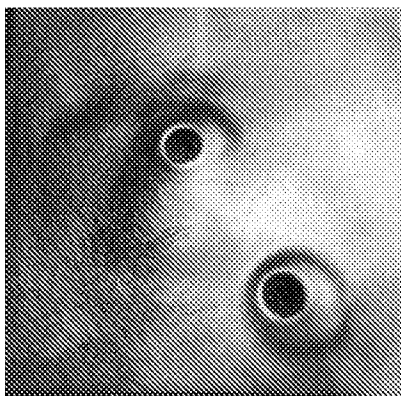


Fig. 7a

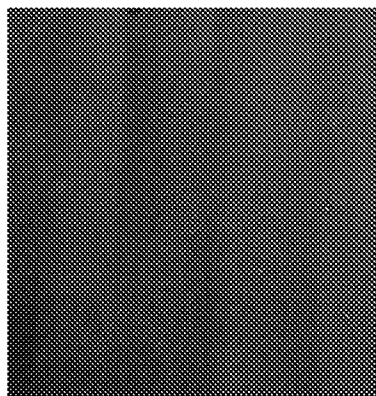


Fig. 7b

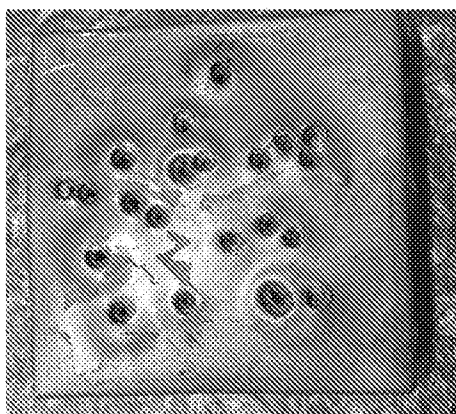


Fig. 8a

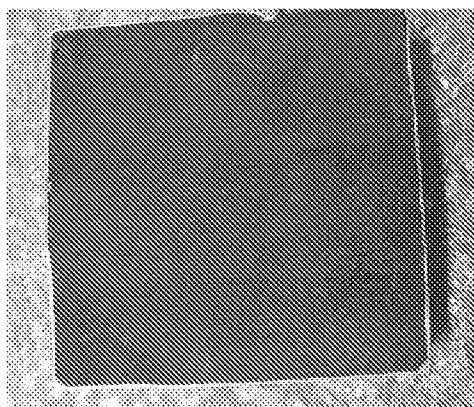


Fig. 8b

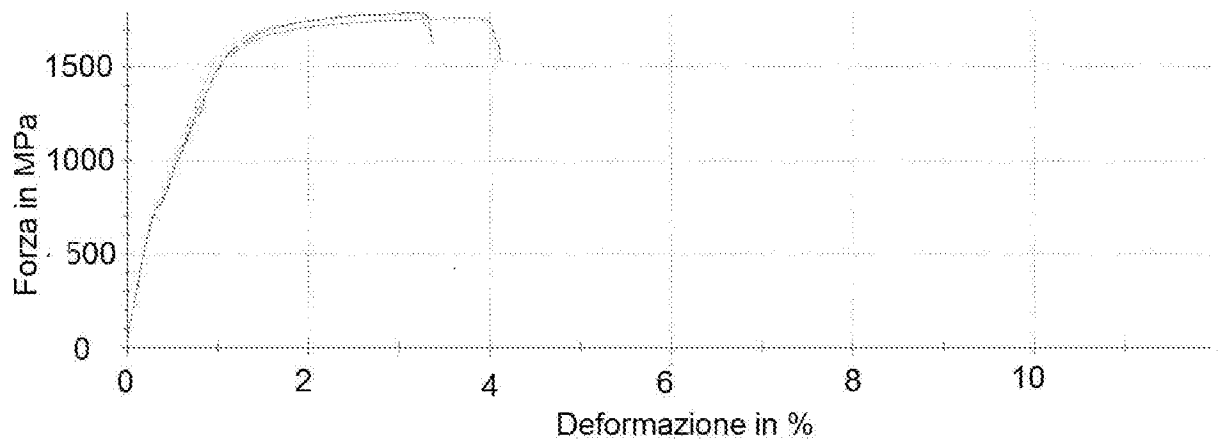


FIG.9a

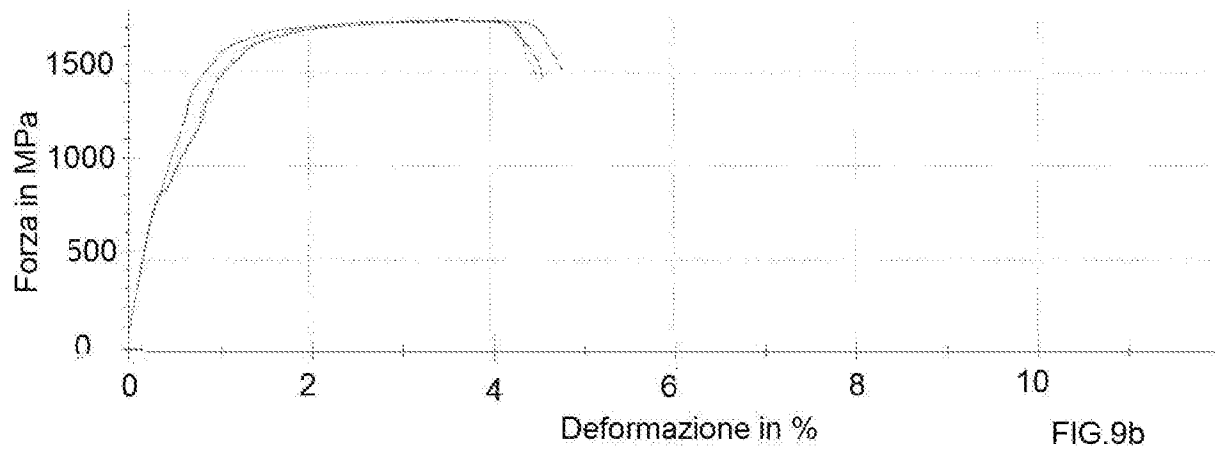


FIG.9b

Proprietà meccaniche	U.M.	Risultati	Risultati	Risultati
Denominazione		PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
Materiale		Alluminio/polimero/acciaio	Alluminio/polimero/acciaio	Alluminio/polimero/acciaio
Provino		Annex D UNI EN ISO 6892-1:2016 Cod. 03POS001PTTb20	Annex D UNI EN ISO 6892-1:2016 Cod. 03POS001PTTb20	Annex D UNI EN ISO 6892-1:2016 Cod. 03POS001PTTb20
Posizione	-	-	-	-
Direzione	-	-	-	-
Spessore $[a_0]$	mm	3,05	3,05	3,05
larghezza $[b_0]$	mm	20,00	20,00	20,00
sezione $[S_0]$	mm ²	24,00	24,00	24,00
lunghezza di prova $[L_0]$	mm	80	80	80
snervamento $[Rp_{0.2}]$	MPa	869,8	881,4	1071,7
carico massimo	N	42747	42633	42752
resistenza a trazione R_m	MPa	1781,1	1776,4	1781,3
percentuale allungamento dopo rottura	%	4,1	4,1	4,3



FIG. 10a

Proprietà meccaniche	U.M.	Risultati	Risultati	Risultati
Denominazione		PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
Materiale		Alluminio/polimero/acciaio	Alluminio/polimero/acciaio	Alluminio/polimero/acciaio
Provino		STRISCIA	STRISCIA	STRISCIA
Posizione	-	-	-	-
Direzione	-	-	-	-
Spessore $[a_0]$	mm	3,05	3,05	3,05
larghezza $[b_0]$	mm	20,00	20,00	20,00
sezione $[S_0]$	mm ²	23,04	23,28	23,40
lunghezza di prova $[L_0]$	mm	80	80	80
snervamento $[Rp_{0.2}]$	MPa	961,3	864,6	892,6
carico massimo	N	41184	41707	41249
resistenza a trazione R_m	MPa	1787,5	1791,6	1762,8
percentuale allungamento dopo rottura	%	2,8	3,1	3,7

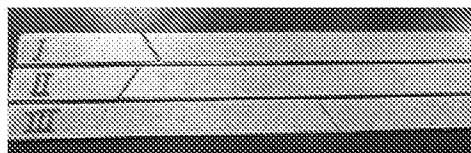


FIG. 10b