

# ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102012902062400A1

Publication Date

20131222

Applicant

CANELLA DORIANO

Title

PANNELLO STRUTTURALE IN LEGNO RINFORZATO

**CANELLA DORIANO - SACCOLONGO (PD)****TITOLO****PANNELLO STRUTTURALE IN LEGNO RINFORZATO****DESCRIZIONE****5      Campo di applicazione dell'invenzione**

La presente invenzione appartiene alla categoria dei sistemi costruttivi prefabbricati in legno per l'edilizia e in particolare concerne un metodo per la produzione di pannelli strutturali in legno rinforzati e pannelli ottenuti mediante l'attuazione di tale metodo.

**10     Stato della tecnica esistente**

I pannelli in legno di riferimento sono identificati con la sigla internazionale CLT, acronimo dell'inglese "Cross Laminated Timber", ossia "legno incollato a strati incrociati". In Italia questa tipologia di pannelli è identificata anche con il termine XLAM e altri paesi e/o produttori a volte adottano sigle proprie; in ogni caso il termine CLT usato in questo documento estende la sua validità a tutte le denominazioni dovunque e da chiunque assegnateli. I pannelli in legno tipo "CLT standard", definizione usata in questo documento per definire lo stato dell'arte, vengono realizzati, avvalendosi di specifici sistemi CAD/CAM e macchinari CNC, utilizzando tavole in legno opportunamente tagliate a misura, piallate, levigate e successivamente incollate fra loro a strati, disponendo ciascuno strato con tavole incrociate rispetto alle tavole dello strato contrapposto.

Il numero e lo spessore dei singoli strati di tavole impiegati dipendono dalle caratteristiche che deve avere un determinato pannello, per uno spessore totale indicativo da 8-9 cm fino a oltre 40-50 cm. Normalmente i pannelli in

20  
15  
20  
25

legno tipo CLT standard sono composti da un minimo di tre strati di tavole incrociate fino a cinque-sette (anche 9-11 e oltre in casi specifici). Al termine delle varie lavorazioni previste si ottengono pannelli il cui utilizzo può essere adatto, a seconda di dimensione, spessore, caratteristiche meccaniche e forma, per realizzare pareti portanti e non – solai - tetti, di edifici a destinazione residenziale, industriale, commerciale, strutture ad uso pubblico in genere (scuole, palestre, ospedali, chiese, ecc.).

I pannelli in legno tipo CLT standard disponibili sul mercato rappresentano una buona soluzione per realizzare edifici di vario genere, anche in zone sismiche; va comunque evidenziato che questi pannelli e le strutture realizzate con gli stessi hanno dei limiti dovuti alle caratteristiche proprie del materiale base (legno) utilizzato, oltretutto se di bassa qualità e/o avente difetti non rilevati in fase di realizzazione, e non da ultimi alcuni limiti di tipo meccanico, ad esempio nel rapporto dimensioni-spessori-portata-flessione o dimensioni-spessori-torsione.

### **Dettaglio dell'invenzione**

1) La presente invenzione riguarda un metodo per la produzione di un pannello strutturale in legno tipo CLT rinforzato, e pannelli ottenuti mediante l'attuazione di tale metodo.

20 2) L'obiettivo principale della presente invenzione è indicare un metodo di produzione di un pannello strutturale in legno tipo CLT rinforzato, realizzabile su scala industriale, utilizzante quale materiale di rinforzo tondini ad aderenza migliorata, o barre-profilati, in fibra di basalto, senza limitazioni per l'uso di eventuali altri materiali idonei, compresi prodotti di origine ferrosa e/o leghe, al fine di ottenere un pannello

strutturale in legno avente caratteristiche di rigidità e resistenza superiori rispetto a un pannello in legno tipo CLT standard di pari dimensioni. L'inserimento del materiale di rinforzo nel pannello strutturale in legno tipo CLT rinforzato così realizzato, ne aumenta le prestazioni meccaniche, accentuando significativamente, in proporzione alla natura, quantità e disposizione del materiale di rinforzo utilizzato, specialmente e non solo, il suo comportamento a piastra rigida e/o lastra.

3) Un altro obiettivo della presente invenzione è quello di poter utilizzare, per la realizzazione di un pannello strutturale in legno tipo CLT rinforzato, anche legname classificabile di bassa qualità al fine di ottenere, comunque, un pannello comparabile o anche superiore, in termini di prestazioni meccaniche generali, con un similare pannello in legno tipo CLT standard seppure prodotto con legnami di alta qualità.

4) Un ulteriore obiettivo della presente invenzione, è quello di poter utilizzare un pannello strutturale in legno tipo CLT rinforzato in abbinamento anche a pannelli in legno tipo CLT standard e/o qualsiasi tipo di materiale utilizzato e utilizzabile in edilizia, quali laterizi, calcestruzzo, ferro e altro, al fine di realizzare edifici di qualsiasi genere, dato dalla perfetta compatibilità dimensionale e di forme valide sia per pannelli strutturali in legno tipo CLT rinforzati, sia per pannelli tipo CLT standard.

5) Questi e altri oggetti indicati anche nelle rivendicazioni, si ottengono secondo il metodo più sotto riportato, senza comunque limitazioni per ulteriori migliorie e/o varianti eventualmente non descritte e/o esemplificate nei disegni allegati.

Per semplificazione si descriverà il solo metodo di produzione di un

pannello strutturale in legno tipo CLT rinforzato a cinque strati di tavole, e l'indicazione per la realizzazione di uno avente un numero maggiore di strati e di uno curvo.

Questa invenzione ha l'obiettivo di ottenere pannelli in legno tipo CLT aventi alte prestazioni meccaniche, e pertanto utilizzabili principalmente in strutture complesse o comunque dove si richieda un pannello strutturale ingegnerizzato con particolari caratteristiche.

La descrizione della produzione di un pannello strutturale in legno tipo CLT rinforzato prende inoltre in considerazione il solo utilizzo di tondini in fibra di basalto ad aderenza migliorata quale materiale di rinforzo, che nominalmente saranno sempre abbreviati in tondino/i, precisando comunque che l'impiego di tondini di qualsiasi altro materiale idoneo comporta procedure sostanzialmente identiche, mentre per barre o profilati, le procedure sono leggermente diverse ma non pregiudizievoli del processo produttivo indicato.

La linea di produzione di un pannello strutturale in legno tipo CLT rinforzato è sostanzialmente del tutto simile a una linea di produzione di pannelli in legno tipo CLT standard. Più precisamente, si impiegano: macchine utensili che preparano le tavole necessarie, macchine e piano di assemblaggio, macchina pressatrice che provvede a unire solidamente fra loro i vari strati di tavole previsti, macchina/e per tagli, fresature, finiture finali.

Le uniche varianti rispetto a una linea di produzione come descritta, sono l'eventuale aggiunta di almeno un piano-tavolo di lavoro dotato di braccio robotizzato CNC al fine di ottimizzare i tempi di produzione, e di un sistema

di sollevamento e capovolgimento per le ragioni indicate in seguito.

6) Per realizzare un pannello strutturale in legno tipo CLT rinforzato, si procede come segue, precisando che numeri e lettere di riferimento dei componenti utilizzati e/o dei dettagli costruttivi, sono uguali ad ogni richiamo degli stessi dai disegni allegati:

- preparazione delle singole tavole mediante taglio, prismatura, piallatura, levigatura;
- posizionamento di un primo strato di tavole 1, che si indica avere asse longitudinale delle fibre X, sul piano di lavoro del sistema di assemblaggio;
- stesura, sopra al primo strato di tavole 1, di collante specifico dello stesso tipo, quantità e con la stessa modalità in uso per realizzare pannelli in legno tipo CLT standard;
- sovrapposizione del secondo strato di tavole 2, disposto ortogonalmente (asse Y) rispetto al sottostante strato di tavole 1 e al termine invio del tutto alla macchina pressatrice al fine di realizzare l'unione stabile fra questi due strati di tavole;
- trascorso un ben determinato tempo dal momento in cui il primo insieme di tavole 1 e 2 è stato inviato alla macchina pressatrice, si inizia la produzione di un secondo insieme di tavole. La sequenza di assemblaggio è uguale a quella già descritta e precisamente, disponendo sul piano di lavoro del sistema di assemblaggio il primo strato di tavole 5, anche questo avente asse longitudinale X, stesura della colla di unione, posizionamento del secondo strato di tavole 4 ortogonale a quello inferiore, stesura della colla di unione e per ultimo si posiziona il terzo

strato di tavole 3 ortogonale a quello sottostante;

- a questo punto il secondo insieme costituito dagli strati di tavole 5, 4, 3 appena completato, viene immediatamente inserito nella macchina pressatrice, previa uscita dalla stessa del primo insieme costituito dagli strati di tavole 1 e 2 il cui processo di incollatura è terminato; in questo modo la colla interposta fra gli strati di tavole 5, 4, 3 non è cristallizzata e pertanto l'unione, a mezzo pressatura, avviene in modo ottimale come già avvenuto per l'insieme costituito dagli strati di tavole 1 e 2;
- dopo l'uscita dalla macchina pressatrice del primo insieme S1 costituito dagli strati di tavole 1 e 2, questo viene inviato al piano di lavoro aggiuntivo dove, con l'ausilio di un braccio robotizzato CNC dotato di utensile fresa cilindrica, si esegue una prima serie di fresature, in numero e dimensioni da determinarsi esattamente in fase di progettazione, longitudinali rispetto alla direzione delle fibre dello strato di tavole 2, per cui su asse Y, ottenendo le scanalature-cave 8 del semilavorato S1 come da Figura 1; in questo caso particolare, quindi, dette cave 8 sono tutte tra loro parallele;
- stesso tipo di lavorazione che si esegue sul semilavorato S1 appena descritta, avverrà, terminata la fase di pressatura, anche nel secondo insieme di strati di tavole 5, 4, 3, e specificatamente, in direzione longitudinale rispetto all'ultimo strato di tavole 3, per cui su asse X, ottenendo le scanalature-cave 8 del semilavorato S2 come da Figura 2; anche in questo caso, dette cave 8 sono tutte tra loro parallele;
- di particolare importanza e specificità è l'operazione di fresatura per ricavare le varie cave 8 necessarie, al fine di ottenere particolari

5

10

15

20

25

sagomature nelle cave 8 stesse, come evidenziato nelle figure 3, 3a, 3b.

Le sagomature di una cava 8 si ottengono nel seguente modo: si inizia la fresatura, esempio di larghezza 20 mm e profondità 17 mm, di una cava 8 e circa ogni 50-60 cm la corsa dell'utensile si interrompe, si solleva, si sposta in avanti nella stessa direzione di una determinata misura, ridiscende e prosegue l'operazione di fresatura, ripetendo le stesse azioni per tutta la lunghezza prevista di una specifica cava 8. In Figura 3, parziale vista superiore di un piano di tavole, 2 o 3, su cui si eseguono le fresature, nella parte sinistra è rappresentata la prima sequenza di lavorazione dove si nota che, in corrispondenza del punto centrale, due tratti di una cava 8 non si intersecano, ma lasciano un piccolo tratto di legno a tutta altezza. Terminate tutte le fresature previste, ed ottenute le varie cave 8 con le interruzioni alle distanze stabilite, si sostituisce l'utensile fresa con un altro utensile fresa avente, ad esempio, diametro 16 mm, e si provvede ad aprire le interruzioni sopra indicate, come si evidenzia in Figura 3, parte destra, ottenendo le guide laterali 8a. Altro particolare fondamentale di questa lavorazione è dato dal fatto che questo secondo utensile fresa non penetra nello strato di tavole per 17 mm, ma per circa 2 mm in meno, permettendo di ottenere dossi distanziatori 8b nel fondo cava 8, come evidenziato nella Figura 3a, sezione longitudinale di una cava 8, e Figura 3b, sezione trasversale di una cava 8. Dopo aver ultimato tutte le fresature previste nel semilavoro S1, e in seguito anche nel semilavorato S2, si provvede a eseguire la pulizia del suo piano da segatura e trucioli, a mezzo aspirazione, in modo da poter permettere l'inserimento del materiale di rinforzo, ossia del tondino 9 come da

5

10

15

20

25

Figura 7, e del collante 12 previsti, nelle cave 8 perfettamente pulite; detti tondini 9 di ciascun semilavorato S1 e S2 sono quindi tra loro tutti paralleli, essendo inseriti in dette cave 8 tra loro parallele;

- nelle Figure 4, 5, 6, si sintetizzano ed evidenziano alcune particolarità relative alla distanza 11 di una cava 8 dai bordi dei semilavoratori S1 e S2, oltre alla distanza 11a da eventuali fori-nicchie 10 previsti (indicati anche nelle Figure 1 e 2). Questo accorgimento consente l'inserimento del materiale di rinforzo 9 in modo certo, inoltre permette che le lavorazioni finali del pannello P avvengano allo stesso modo di quelle che si eseguono in un pannello tipo CLT standard. Si precisa però che non necessariamente tutte le cave 8 terminano a distanze 11 uguali dai bordi dei semilavorati S1 e S2, e questo vale anche per le distanze 11a dovute all'eventuale presenza di fori e/o nicchie 10, e il tutto è conseguenza del fatto che il materiale di rinforzo 9 calcolato per realizzare un determinato pannello strutturare in legno tipo CLT rinforzato P, può essere anche non uniformemente distribuito al suo interno.
- nelle Figure 8 (vista superiore di una cava 8), 8a (sezione longitudinale di una cava 8) e 8b (sezione trasversale di una cava 8), si evidenzia come i tondini 9 risultano inseriti nelle varie cave 8 e, precisamente, essi sono mantenuti al centro delle cave 8 dalle guide 8a e rialzati dal suo fondo dai dossi distanziatori 8b. E' molto importante il fatto che i punti di contatto 8a e 8b con i tondini 9 siano estremamente ridotti, e questo consente, quando si andrà a immettere il collante 12 previsto, che lo stesso inglobi quasi totalmente i tondini 9, garantendo una perfetta unione fra i tondini

5

10

15

20

25

9 e gli strati di tavole 2 e 3 dove sono eseguite le cave 8. Fondamentale è il rapporto fra le dimensioni delle varie cave 8 e i tondini 9 che vi si andranno ad inserire e ciò è determinato dal dimensionamento numerico, di diametro, di posizionamento, che può essere anche diagonale, totale e/o parziale, dei tondini 9, frutto di precisi calcoli strutturali in funzione dell'utilizzo di uno specifico pannello strutturale in legno tipo CLT rinforzato P. Le cave 8 avranno profondità di una misura poco superiore al diametro dei tondini 9 previsti, e mai comunque, per ragioni strutturali, specialmente se eseguite non in linea con le fibre del legno, maggiori della metà dello spessore degli strati di tavole 2 e 3 su cui vengono eseguite, come evidenziato nelle Figure 8a e 8b. Anche la larghezza delle cave 8 non dovrà essere maggiore di alcuni decimali rispetto al diametro dei tondini 9 previsti, come evidenziato nelle Figure 8 e 8b, per consentire, nel contempo, al collante di penetrare nelle cave 8 inglobando totalmente i tondini 9, Figura 10, e assicurare il giusto grado di unione materiale di rinforzo-legno, come da specifiche relative al collante utilizzato. Per assicurare le volute prestazioni meccaniche del pannello strutturale in legno tipo CLT da realizzare, il materiale di rinforzo, dove previsto, va posizionato mediamente con interasse di circa 20-25 centimetri ma può variare in rapporto al diametro dei tondini 9 idonei e/o per altre precise necessità di natura strutturale. I tondini 9 di rinforzo utilizzabili in uno stesso pannello P possono avere anche diametri e/o lunghezze diversi fra loro, e di conseguenza anche le relative cave 8 saranno dimensionate in proporzione. I materiali di rinforzo utilizzati potrebbero avere inoltre natura diversa e nello stesso pannello strutturale

in legno tipo CLT rinforzato P possono essere presenti sia tondini 9 in fibra di basalto, sia di altre fibre, in ferro-leghe e/o derivati, nonché barre e/o profilati di qualsiasi materiale idoneo;

- in Figura 9, partendo da sinistra verso destra, si sintetizza ed evidenzia il processo di inserimento tondini 9 e collante 12 nelle varie cave 8 ricavate nel semilavorato S1. Questa operazione avviene in due fasi: I<sup>a</sup>) inserimento nelle cave 8 dei tondini 9 di rinforzo previsti – II<sup>a</sup>) immissione nelle cave 8 del collante 12 specifico. Dopo l'inserimento nelle varie cave 8 dei tondini 9 di rinforzo previsti, che può avvenire meccanicamente o manualmente, si provvede, utilizzando il braccio robotizzato CNC sopra citato, e sostituendo l'utensile fresa con un apposito contenitore-dosatore, a immettere nelle varie cave 8 uno specifico collante tipo epossidico 12 o altro idoneo, in quantità predeterminata, data dal volume delle cave 8 al netto del volume dei tondini 9, in modo che il collante 12 inglobi perfettamente ogni tondino 9 e raggiunga, senza debordare, il livello del piano formato dallo strato di tavole 2. L'impiego di tondini 9 in fibra di basalto, grazie alla loro particolare conformazione e la quasi perfetta linearità, come evidenziato in Figura 7, è preferibile ad altri possibili materiali di rinforzo, oltre e soprattutto per le caratteristiche della fibra di basalto in seguito descritte, in quanto prodotti diversi, aventi sagomature differenti, imporrebbero lavorazioni delle cave 8 più complesse, o l'immissione preventiva del collante 12, e/o necessità di componenti aggiuntivi. In particolare, eseguendo cave 8 senza le specifiche sagomature 8a e 8b, sarebbe assolutamente necessario dotare qualsiasi materiale di rinforzo utilizzato

5

10

15

20

25

di appositi distanziatori da bordi e fondo cave 8, con conseguente aumento di costi, oltre a tempi di lavorazione incompatibili con una produzione a livello industriale. Inoltre, inserendo preventivamente il collante previsto rispetto a un qualsiasi materiale di rinforzo, i tempi di posa sarebbero necessariamente lunghi e avvenire esclusivamente a mano onde evitare, o limitare, fuoruscite di collante con successiva necessità di rabbocchi e operazioni di pulizia, anche complesse, dei piani di tavole interessati, dato il loro imbrattamento;

E' quindi possibile ottenere un pannello P formato da almeno detto semilavorato S1, ossia una pluralità di strati 1, 2 dove almeno uno strato 2 comprende almeno una serie di dette cave 8, tra loro parallele o non parallele, con inseriti detti tondini 9, che possono essere in qualunque materiale di rinforzo idoneo e/o in fibra di basalto.

- in Figura 11 si sintetizza ed evidenzia la sequenza delle lavorazioni per il semilavorato S2, uguali rispetto a quelle svolte nel semilavorato S1 e precisamente; I<sup>a</sup>) inserimento nelle cave 8 dei tondini 9 previsti – II<sup>a</sup>) immissione nelle cave 8 di collante tipo epossidico 12 o altro idoneo nella quantità prevista fino a inglobamento totale dei tondini 9 nella colla 12 e conseguente suo raggiungimento del livello del piano dello strato di tavole 3;
- dopo che sui due semilavorati S1 e S2 sono state eseguite tutte le operazioni descritte, ossia fresatura, aspirazione trucioli e segatura, inserimento tondini 9, immissione collante 12, e avere atteso il tempo di presa del collante per unire solidamente i tondini 9 e i rispettivi semilavorati S1 e S2 dove inseriti, si procede all'unione degli stessi fra

loro. Questo avviene, previa stesura del collante di unione previsto sul piano del semilavorato S2, come da Figure 12 e 13, alzando e capovolgendo di 180° il semilavorato S1 in modo che vada a sovrapporsi al semilavorato S2; in questo modo si ottiene anche la precisa collimazione delle aree previste per fori-nicchie 10 indicati anche nelle Figure 1 e 2. A sovrapposizione avvenuta si esegue l'ultima pressatura, del tutto uguale e con le stesse modalità di quella necessaria per realizzare un pannello in legno tipo CLT standard, ottenendo il pannello strutturale in legno tipo CLT rinforzato P disposto nella giusta stratigrafia di tavole previste, 1-2-3-4-5, come sintetizzato ed evidenziato in Figura 10 14;

15 - sezionando longitudinalmente, Figura 15, il pannello strutturale in legno tipo CLT rinforzato P appena ultimato, risulta evidente l'avvenuta formazione di una rete a maglia, costituita dalla serie di tondini 9 aventi asse X con la serie di tondini 9 disposti di preferenza ortogonalmente e pertanto aventi asse Y. In questa vista si nota la presenza del materiale di rinforzo su tutto il corpo del pannello P, e questo garantisce la sua omogeneità strutturale, e l'assenza di detti rinforzi in corrispondenza di fori 10 e il terminare a una determinata distanza 11, in prossimità dei bordi del pannello finito P. In Figura 15a, una delle possibili varianti del pannello P di Figura 15, si nota che nella parte alta del pannello, in corrispondenza del foro 10 previsto, è presente un elemento di rinforzo 9a aggiuntivo, o anche più se necessari; questa soluzione può essere adottata, ad esempio, quando nel pannello P sono previste grandi aperture, al fine di creare maggiore robustezza in determinate zone e 20 25

garantire al pannello strutturale in legno tipo CLT rinforzato P un comportamento meccanico quanto più omogeneo possibile;

5 - in Figura 16, parziale sezione trasversale del pannello strutturale in legno tipo CLT rinforzato P, si evidenzia la stratigrafia di tavole 1-2-3-4-5 disposta correttamente; inoltre si notano i tondini 9, quelli aventi asse Y, inglobati nelle cave 8 posti a filo dello strato di tavole 2 e i tondini 9, aventi asse X, perciò preferibilmente ortogonali ai primi, inglobati nelle cave 8 posti a filo dello strato di tavole 3. Figura 16a, estrapolazione di Figura 16, sintetizza ed evidenzia un punto di incrocio X-Y fra tondini 9 dove si nota la colla epossidica 12 o altra idonea, immessa nelle cave 8, la quale incorpora totalmente i tondini 9 e soprattutto, l'estrema vicinanza dei tondini 9 fra loro che di fatto, grazie alla colla che unisce gli strati di tavole 2 e 3, collaborano strutturalmente fra loro e di conseguenza con tutto il pannello P. Figura 16b, altra estrapolazione di Figura 16, sintetizza ed evidenzia la distanza 11 dal bordo pannello finito P di una cava 8, lo spazio libero 11b fra fine cava 8 e tondino 9, oltre alla colla epossidica 12 o altra idonea, che rende solidale ciascun tondino 9 allo strato di tavole 3; lo stesso vale esattamente anche per i tondini 9 inseriti nello strato di tavole 2. Il mantenere i tondini 9 più corti delle rispettive cave 8 e a distanza 11 dai bordi del pannello strutturale in legno tipo CLT rinforzato P è motivato dal fatto di facilitarne l'inserimento ma anche perché il pannello P possa essere lavorato, nelle sue fasi finali, quali taglio – rifilatura bordi e altro, allo stesso modo di un pannello in legno tipo CLT standard, creando perfetta compatibilità fra le due lavorazioni;

Si prevede che detti tondini 9 di un semilavorato S1 e detti tondini 9 dell'altro semilavorato S2 siano disposti in modo da risultare genericamente trasversali, ossia non necessariamente ortogonali tra loro.

In alternativa si può prevedere che un pannello P comprenda più strati 1, 5, 2, 3, 4, 5, dove detta maglia, formata da due serie di tondini 9 genericamente trasversali tra loro, inserita in cave 8 realizzate su un unico medesimo strato. Dette cave comprendono quindi due serie di cave tra loro trasversali ad individuare una rete di cave per l'alloggiamento di detta maglia di tondini 9.

- 10 - il risultato finale è un pannello strutturale in legno tipo CLT rinforzato P, Figure 17 e 17a, dove non si notano, nelle sue viste frontali e laterali, differenze estetiche, di forma e/o dimensione, rispetto a un qualsiasi pannello in legno tipo CLT standard;
- 15 - un pannello strutturale in legno tipo CLT rinforzato può essere composto anche da più livelli di maglie a rete date dal materiale di rinforzo 9 utilizzato. Questo è possibile, pannello strutturale in legno tipo CLT rinforzato P1 come da Figura 18, quando gli strati di tavole necessari e previsti, sono ad esempio sette o anche in numero superiore. Per ottenere una seconda maglia a rete di rinforzo costituita dai tondini 9, oltre a eseguire le lavorazioni sopra indicate a livello degli strati di tavole 2 e 3, si eseguono, con le stesse modalità già indicate, due ulteriori serie di fresature (X-Y) a livello degli strati di tavole 5 e 6. In questo caso i semilavorati su cui eseguire le lavorazioni previste sono tre, ma il procedimento di unione fra gli stessi è sostanzialmente uguale a quello 20 dove i semilavorati sono in numero di due. In sequenza si eseguono le 25

seguenti operazioni: I<sup>a</sup>) assemblaggio, unione per pressatura, fresature, pulizia per aspirazione, inserimento rinforzi, immissione collante, relativamente al primo semilavorato – II<sup>a</sup>) assemblaggio, unione per pressatura, fresature, pulizia per aspirazione, inserimento rinforzi, immissione collante, relativamente al secondo semilavorato - III<sup>a</sup>) unione per pressatura fra il primo e il secondo semilavorato previo capovolgimento di 180° di uno sopra l’altro – IV<sup>a</sup>) fresature, pulizia per aspirazione, inserimento rinforzi, immissione collante, a livello dello strato di tavole 5 – V<sup>a</sup>) assemblaggio, unione per pressatura, fresature, pulizia per aspirazione, inserimento rinforzi, immissione collante, relativamente a un terzo semilavorato – VI<sup>a</sup>) unione per pressatura fra il primo insieme di semilavorati (primo e secondo) e il terzo semilavorato previo capovolgimento di 180° di quest’ultimo;

- data la possibilità di piegare i tondini 9 di rinforzo, è possibile realizzare anche pannelli strutturali in legno tipo CLT rinforzato P2 curvi come da Figura 19, del tutto compatibili, tranne le maggiori prestazioni meccaniche che in questi casi risultano ulteriormente utili, con pannelli in legno tipo CLT standard di tale forma. Le procedure di lavorazione, nel caso di pannelli curvi, ricalcano sostanzialmente le stesse lavorazioni che si eseguono per i pannelli piani, salvo quelle specifiche date dal fatto che l’assemblaggio di un tale tipo di pannello curvo standard non sempre avviene su piani orizzontali, e pertanto, al pari di un pannello curvo standard, si adotteranno metodologie di assemblaggio adeguate.

### **Descrizione dei disegni**

25 - Figura 1 è la vista prospettica del semilavorato S1, composto da due strati

di tavole disposti ortogonalmente fra loro e uniti con colla, con eseguita una serie di fresature, al fine di ottenere scanalature-cave, atte ad accogliere il materiale di rinforzo previsto;

- Figura 2 è la vista prospettica del semilavorato S2, composto da tre strati di tavole disposti ortogonalmente fra loro e uniti con colla, con eseguita una serie di fresature, al fine di ottenere scanalature-cave, atte ad accogliere il materiale di rinforzo previsto;
- Figura 3 è la vista superiore di una parte di piano di un semilavorato dove si evidenziano le specifiche sagomature laterali di una cava, ricavate da una prima e seconda sequenza di lavorazione;
- Figura 3a è la vista in sezione longitudinale di una cava, con evidenziata la particolare sagomatura del suo fondo in cui sono stati ricavati specifici dossi-distanziatori;
- Figura 3b è la vista in sezione trasversale di una cava, con indicate le guide laterali relative a Figura 3 e i dossi-distanziatori di fondo relativi a Figura 3a;
- Figura 4 è la sinterizzazione ed evidenziazione di una singola cava che termina a una ben determinata distanza dal bordo del piano di tavole dove viene eseguita;
- Figura 5 è la sinterizzazione ed evidenziazione di una singola cava che termina a una ben determinata distanza da eventuali fori-nicchie previsti nel pannello finito;
- Figura 6 è la sinterizzazione ed evidenziazione di una singola cava che termina a una ben determinata distanza dal bordo del piano di tavole dove viene eseguita;

- Figura 7 rappresenta uno specifico tipo di materiale di rinforzo utilizzabile;
- Figura 8 è la vista superiore di una cava con inserito il materiale di rinforzo previsto, mantenuto in posizione centrale della stessa dalle particolari sagomature laterali delle cave;
- Figura 8a è la vista in sezione longitudinale di una cava con inserito il materiale di rinforzo previsto, mantenuto sollevato dal fondo cava da specifici dossi;
- Figura 8b è la vista in sezione trasversale di una cava con inserito il materiale di rinforzo previsto, mantenuto in posizione corretta dalle particolari sagomature indicate nelle Figure 8 e 8a;
- Figura 9 è la sinterizzazione ed evidenziazione della sequenza di inserimento del materiale di rinforzo in una cava e della successiva immissione del collante previsto al fine di unire solidamente fra loro, 15 materiale di rinforzo e uno specifico strato di tavole;
- Figura 10 è una sezione longitudinale di Figura 9 (vale anche per Figura 11) e in particolare di una cava dove è inserito il materiale di rinforzo dopo l'immissione del collante;
- Figura 11 è la sinterizzazione ed evidenziazione della sequenza di 20 inserimento del materiale di rinforzo in una cava e della successiva immissione del collante previsto al fine di unire solidamente fra loro materiale di rinforzo e uno specifico strato di tavole;
- Figura 12 sintetizza ed evidenzia il primo semilavorato capovolto di 180° rispetto alla sua posizione di lavorazione pronto per essere unito al 25 secondo semilavorato;

- Figura 13 sintetizza ed evidenzia il secondo semilavorato prima dell'operazione di unione con il primo semilavorato;
  - Figura 14 sintetizza ed evidenzia una porzione di pannello strutturale in legno tipo CLT rinforzato assemblato;
- 5 - Figura 15 è una sezione longitudinale del pannello strutturale in legno tipo CLT rinforzato, dove si nota l'avvenuta formazione di una rete a maglia costituita dal materiale di rinforzo inserito, e l'assenza dello stesso in presenza di fori-nicchie e presso i bordi perimetrali;
- Figura 15a è una variante di Figura 15 in cui è presente un elemento di rinforzo aggiuntivo (possono essere più di uno e in più zone) in corrispondenza della parte superiore di un pannello dove è presente un foro;
  - Figura 16 è una parziale sezione trasversale del pannello strutturale in legno tipo CLT rinforzato, con inserite due serie di materiale di rinforzo, disposte ortogonalmente fra loro, a formare una rete a maglia;
  - Figura 16a, estrapolazione di Figura 16, evidenzia un punto di incrocio fra due elementi di rinforzo disposti ortogonalmente fra loro;
  - Figura 16b, estrapolazione di Figura 16, evidenzia una cava e il materiale di rinforzo in essa inserito e la loro distanza dal bordo pannello finito;
- 10 - Figura 17 è la vista frontale di un pannello strutturale in legno tipo CLT rinforzato finito;
- Figura 17a è la vista del bordo stretto di un pannello strutturale in legno tipo CLT rinforzato finito;
  - Figura 18 è una parziale sezione trasversale di un pannello strutturale in legno tipo CLT rinforzato, con inserite quattro serie di materiale di
- 15
- 20
- 25

rinforzo, disposte a coppie ortogonali fra loro, a formare due reti a maglia;

- Figura 19 è la parziale sezione trasversale di un pannello strutturale in legno tipo CLT rinforzato curvo, con inserite due serie di materiale di rinforzo, disposte ortogonalmente fra loro, a formare una rete a maglia.

### **Attuazione dell'invenzione**

Un pannello strutturale in legno tipo CLT rinforzato come ideato, essendo perfettamente compatibile per forme e dimensioni con un qualsiasi pannello in legno tipo CLT standard, può essere usato indifferentemente in abbinamento a pannelli del suo stesso tipo, in abbinamento a quelli definiti standard e anche con altri materiali utilizzabili in edilizia. Date le specifiche caratteristiche meccaniche di un pannello in legno tipo CLT rinforzato, esso è particolarmente indicato quando si devono realizzare, ad esempio, solai, coperture piane o curve, dove a parità di spessore sono necessarie portate e/o luci maggiori e/o dove, qualsiasi sia il suo impiego, un migliore comportamento a piastra rigida e/o lastra è strutturalmente vantaggioso.

L'utilizzo di un tale tipo di pannello è inoltre indicato, ad esempio, nella realizzazione di edifici dove sono previste strutture a sbalzo e questo consente, date le migliori caratteristiche meccaniche di un pannello strutturale in legno tipo CLT rinforzato rispetto a un pannello in legno tipo CLT standard equivalente, di ricavare volumetrie e/o forme maggiori e/o migliorative. Un altro vantaggio dell'impiego della presente invenzione è quello di poter utilizzare legname di bassa qualità, che, data la sua grande disponibilità in tutto il mondo, permette di ottenere pannelli strutturali in legno tipo CLT rinforzati convenienti anche dal punto di vista economico,

oltre a contribuire a salvaguardare specie arboree preziose e più rare. Elemento importante di questa invenzione, oltre a quanto già esplicitato, è il tipo di materiale di rinforzo indicato per realizzarla, e specificatamente l'utilizzo di tondini ad aderenza migliorata, e/o barre e/o profilati, in fibra di basalto. Questo non pregiudica assolutamente l'utilizzazione di altri materiali di rinforzo, quali ad esempio fibra di carbonio o altre fibre idonee, ferro, acciai e/o leghe di qualsiasi tipo, ma l'impiego della fibra di basalto come materiale di rinforzo è quello che risponde al meglio al rapporto prestazioni meccaniche – prestazioni termiche - impatto ambientale – prestazioni chimico/fisiche - prezzo. La preferenza per l'utilizzo di tondini ad aderenza migliorata, e/o barre e/o profilati, in fibra di basalto, è data da una serie di precisi motivi che sommariamente e sinteticamente si possono riassumere in:

- la fibra di basalto è un prodotto ricavato dalla roccia di basalto, materia prima presente in grandi quantità in natura essendo una pietra di origine vulcanica e pertanto disponibile, con enormi giacimenti difficilmente stimabili come volumi, in moltissime zone del nostro pianeta;
- la fibra di basalto può assumere forme e dimensioni di qualsiasi tipo tanto da essere usata da molto tempo, specialmente nei paesi orientali (Cina - Russia - Giappone - Corea - altri) in svariati settori quali ad esempio, automobilistico, meccanico, aerospaziale, navale, tessile, edile, infrastrutture, oltre ad altri dove è già utilizzata, e quelli innumerevoli dove si stanno sperimentandone i vantaggi;
- la fibra di basalto ha caratteristiche di trasmittanza termica molto bassa, tanto da non pregiudicare minimamente le prestazioni di tale tipo, di un

- pannello strutturale in legno tipo CLT rinforzato dove viene utilizzata;
- i tondini in fibra di basalto ad aderenza migliorata considerati, essendo realizzabili alle lunghezze volute, non hanno necessità di giunti se usati in pannelli strutturali in legno tipo CLT rinforzati anche lunghi, e questo a tutto vantaggio delle prestazioni meccaniche del pannello, che risultano omogenee;
  - la fibra di basalto ha una resistenza alla temperatura elevata e questo garantisce un buon comportamento al fuoco in caso di incendio, mantenendo a lungo le caratteristiche strutturali del pannello in legno tipo CLT rinforzato in cui è utilizzata;
  - i tondini in fibra di basalto ad aderenza migliorata hanno una alta resistenza agli alcali e alle radiazioni e non sono soggetti a ruggine, garantendo per il periodo di vita del pannello strutturale in legno tipo CLT rinforzato, le medesime caratteristiche e prestazioni iniziali;
  - i tondini in fibra di basalto ad aderenza migliorata considerati hanno caratteristiche meccaniche molto similari, con qualche parametro anche superiore, sia rispetto a corrispondenti tondini in ferro, sia a quelli in fibra di carbonio e/o altre fibre e/o leghe;
  - la fibra di basalto, realizzata sotto forma di tondini, per restare nel settore delle costruzioni edili, può essere utilizzata nell'edilizia tradizionale in sostituzione e/o aggiunta al normale tondino in ferro, come da esperienze oramai consolidate in zone fortemente sismiche come il Giappone, e questo permette di avere dati precisi sulle prestazioni meccaniche di tale materiale;
  - i tondini in fibra di basalto ad aderenza migliorata, grazie al peso

specifico di circa il 75% inferiore rispetto a quelli in ferro e prestazioni meccaniche generali anche superiori, permettono di realizzare, ad esempio, a parità di spessori, manufatti in calcestruzzo armato con caratteristiche strutturali molto più elevate e, nel caso di utilizzo come inventato, nel realizzare pannelli strutturali in legno tipo CLT rinforzato danno anche il vantaggio rispetto al ferro di non influire negativamente sul peso complessivo degli stessi, se non per qualche unità di Kg per metro quadrato di pannello;

- i tondini in fibra di basalto ad aderenza migliorata considerati, dato il loro basso peso specifico rispetto al ferro, sono estremamente maneggevoli; inoltre la particolare forma e linearità consente il loro utilizzo nel trovato in oggetto in modo semplice, preciso, rapido.
- i tondini in fibra di basalto ad aderenza migliorata hanno bassissima suscettibilità magnetica e pertanto, a differenza del ferro, non formano “gabbie magnetiche” all’interno di edifici realizzati con pannelli strutturali in legno tipo CLT rinforzato, a tutto vantaggio della salubrità degli ambienti e della qualità di vita di chi vi soggiorna;
- il costo dei tondini in fibra di basalto ad aderenza migliorata è quasi decimale rispetto a quelli in fibra di carbonio, rendendo economico l’uso della fibra di basalto rispetto alla fibra di carbonio, e leggermente superiore a quelli in ferro ma, in confronto a questi ultimi, viene utilizzata molto meno energia per la loro realizzazione, per cui l’intero ciclo produttivo presenta condizioni comunque vantaggiose per l’ambiente.

25 In sintesi, l’utilizzo di un pannello strutturale in legno tipo CLT rinforzato

presenta innumerevoli vantaggi prestazionali, specialmente e non solo dove sono richieste caratteristiche meccaniche particolari, ma anche per ricavarne forme ancora non realizzate e/o realizzabili con la tecnica ad oggi praticata.

Queste sono le modalità schematiche sufficienti alla persona esperta per realizzare il trovato, di conseguenza, in concreta applicazione potranno esservi delle varianti senza pregiudizio alla sostanza del concetto innovativo.

Pertanto con riferimento alla descrizione che precede e alle tavole accluse si esprimono le seguenti rivendicazioni.

## RIVENDICAZIONI

1. Metodo di realizzazione di un pannello strutturale in legno tipo CLT (P), ossia comprendente più strati sovrapposti (1, 2, 3, 4, 5), ciascuno formato da più tavole tra loro contigue e disposte nella medesima direzione (X, Y), dove ciascuno strato (1, 2, 3, 4, 5) è posizionato con tavole trasversali rispetto alle tavole dello strato contrapposto, **caratterizzato dal fatto** di comprendere le fasi di:

  - realizzazione di almeno una serie di scanalature-cave (8) su almeno uno di detti strati (2, 3), disposte nella direzione longitudinale di dette tavole di detto strato (2, 3) su cui sono realizzate;
  - inserimento in dette cave (8) risultanti da fresatura, di elementi di rinforzo, quali tondini (9) e/o barre e/o profilati, aventi misure proporzionate alle varie cave (8).
2. Metodo, come da rivendicazione 1, **caratterizzato dal fatto** di comprendere anche la fase di pulizia di detti strati (2, 3) dove sono realizzate dette cave (8), effettuata a mezzo sistema di aspirazione.
3. Metodo come da rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal fatto** di comprendere anche la fase di immissione in dette cave (8) di specifico collante (12) tipo epossidico o comunque idoneo, in quantità tale da incorporare completamente detti elementi di rinforzo (9) fino a raggiungere il livello di piano del relativo strato (2, 3) rendendo solidale detti elementi di rinforzo (9) a detto strato (2, 3) stesso.
4. Metodo come da rivendicazione 3, **caratterizzato dal fatto** che detta immissione del collante previsto (12) in dette cave (8) avviene dopo l'inserimento di detti elementi di rinforzo (9), permettendone la giusta

dosatura ed evitando imbrattamenti dei piani di detti strati (2, 3) dove sono presenti le cave (8) in cui sono inseriti detti elementi di rinforzo (9).

**5.** Metodo come da rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal fatto** di comprendere le fasi di:

- 5 - realizzazione di almeno due pannelli semilavorati (S1, S2), ciascuno formato da due o più di detti strati (1, 2, 3, 4, 5), con almeno una serie di dette cave (8) realizzate su uno di detti strati (2, 3) più esterni di ciascun semilavorato (S1, S2);
- unione dei detti almeno due semilavorati (S1, S2) in modo che i relativi strati (2, 3) su cui sono realizzate dette cave (8) risultano tra loro direttamente affacciati e con dette cave (8) disposte trasversalmente tra loro, realizzando un unico pannello strutturale (P) con all'interno inseriti detti elementi di rinforzo (9) a formare una rete a maglia incrociata.

10 **6.** Metodo, come da rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal fatto** di comprendere le fasi di:

- realizzazione di un primo semilavorato (S1), con almeno una serie di dette cave (8) su uno strato (2) esterno e relativi elementi di rinforzo (9) inseriti;
- 20 - realizzazione di un secondo semilavorato (S2), con almeno una serie di dette cave (8) su uno strato (3) esterno e relativi elementi di rinforzo (9) inseriti;
- unione di detti primo e secondo semilavorati (S1, S2) in modo che detti strati (2, 3) con dette cave (8) ed elementi di rinforzo (9) inseriti risultano affacciati;

- realizzazione di almeno una ulteriore serie di dette cave (8) sullo strato esterno (5) opposto di uno di detti semilavorati (S2) e inserimento di relativi elementi di rinforzo (9);
- realizzazione di almeno un terzo semilavorato, con almeno una serie di dette cave (8) su uno strato esterno (6) e relativi elementi di rinforzo (9) inseriti;
- unione di detto terzo semilavorato a detta coppia di semilavorati (S1, S2) già uniti, in modo che detti strati (5, 6) con dette cave (8) risultano affacciati, il tutto atto alla realizzazione di un pannello strutturale (P1) comprendente tre di detti pannelli semilavorati con dette cave (8) e relativi elementi di rinforzo (9) inseriti, a formare due reti interne a maglia incrociata.

10            7. Metodo, come da rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal fatto** di comprendere le fasi di realizzazione su almeno uno di detti strati, di due o più serie di dette cave 8, tra loro trasversali, per l'inserimento di due o più serie di tondini 9 tra loro trasversali, a formare almeno una maglia a rete incrociata.

15            8. Metodo, come da rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal fatto** di comprendere ulteriori lavorazioni finali di detti pannelli strutturali (P, P1), con le stesse metodologie di un qualsiasi altro pannello in legno tipo CLT.

20            9. Pannello strutturale (P) in legno tipo CLT, ossia comprendente più strati sovrapposti (1, 2, 3, 4, 5), ciascuno formato da più tavole tra loro contigue e disposte nella medesima direzione (X, Y), dove ciascuno strato (1, 2, 3, 4, 5) è posizionato con tavole trasversali rispetto alle tavole dello

strato contrapposto, **caratterizzato dal fatto** di comprendere:

- almeno una serie di scanalature-cave (8) su almeno uno di detti strati (2, 3), disposte nella direzione longitudinale di dette tavole di detto strato (2, 3) su cui sono realizzate,
- 5 - elementi di rinforzo, quali tondini (9) ad aderenza migliorata, e/o barre e/o profilati, inseriti in dette cave (8) e dove detti tondini (9) ad aderenza migliorata, e/o barre e/o profilati, sono realizzati in qualsiasi materiale di rinforzo idoneo.

**10.** Pannello, come da rivendicazione 9, **caratterizzato dal fatto** che

10 detti elementi di rinforzo (9) sono realizzati in fibra di basalto.

**11.** Pannello, come da rivendicazione 9 o 10, **caratterizzato dal fatto** di comprendere almeno due serie di dette cave (8), tra loro genericamente trasversali, realizzate sul medesimo strato o su strati diversi di detto pannello (P), e almeno due serie di detti elementi di rinforzo (9) inseriti in dette cave (8), a formare almeno una maglia a rete incrociata.

**12.** Pannello, come da rivendicazione 9 o 10, **caratterizzato dal fatto** di comprendere almeno due pannelli semilavorati (S1, S2) tra loro uniti, ognuno formato da due o più di detti strati (1, 2, 3, 4, 5), con almeno una serie di dette cave (8) realizzate su uno di detti strati (2, 3) più esterni di ciascun semilavorato (S1, S2) e dove detti strati con cave (8) ed elementi di rinforzo (9) inseriti sono affacciati in modo che detti elementi di rinforzo (9) sono fra loro trasversali a formare una rete a maglia incrociata.

**13.** Pannello, come da rivendicazione 9 o 10, **caratterizzato dal fatto** di comprendere almeno tre pannelli semilavorati tra loro uniti, ognuno formato da due o più di detti strati (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) con almeno una serie di dette

20

25

cave (8) realizzate su almeno uno di detti strati (2, 3, 5, 6) più esterni di ciascun semilavorato e dove detti strati con cave (8) e relativi elementi di rinforzo (9) inseriti sono affacciati in modo che detti elementi di rinforzo (9) sono trasversali fra loro a formare almeno due reti a maglia incrociata.

5           **14.** Pannello strutturale in legno tipo CLT (P2), come da ogni rivendicazione precedente, **caratterizzato dal fatto** di essere curvo.

10           **15.** Pannello, come da rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal fatto** che dette cave (8) realizzate su tutti gli strati di tavole interessati sono uguali o diverse in numero, interassi, lunghezze, dimensioni, forme, oltre a direzioni anche non lineari rispetto alla fibra delle relative tavole.

15           **16.** Pannello, come da rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal fatto** che dette cave (8) sono presenti su tutta l'area dei relativi strati di tavole interessati, o solo in parte o più parti degli stessi, dovuta sia a motivi di natura strutturale e/o per la necessità di eseguire fori, nicchie, tagli e/o altre lavorazioni del legno.

20           **17.** Pannello, come da rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal fatto** che ciascuna di dette cave (8) comprende in sezione uno o più restringimenti di sezione (8a, 8b) con funzione di guide-dossi distanziatori per mantenere detti elementi di rinforzo (9) inseriti in posizione definita.

25           **18.** Pannello, come da rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal fatto** che ciascuna di dette cave (8) ha profondità non superiore a metà dello spessore del relativo strato di tavole su cui è realizzata e lunghezza e larghezza di poco superiore al diametro di detti elementi di rinforzo (9).

25           **19.** Pannello, come da rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal fatto** di comprendere uno o più elementi di rinforzo aggiuntivi (9a) inseriti

in corrispondenti cave (8) realizzati in prossimità di fori (10) o nicchie dove detti elementi di rinforzo (9a) siano strutturalmente utili.

## CLAIMS

1. Method for making a structural panel in wood of the CLT type (P), that is, comprising several superimposed layers (1, 2, 3, 4, 5), each formed by several boards adjacent to each other and arranged in the same direction (X, Y), wherein each layer (1, 2, 3, 4, 5) is arranged with the boards laid crosswise with respect to the boards of the opposing layer, **characterized in that** it comprises the following steps:

- making at least one series of grooves-recesses (8) on at least one of said layers (2, 3), arranged in the longitudinal direction of said boards of said layer (2, 3) on which they are made;
- inserting in said recesses (8), resulting from a milling operation, reinforcing elements such as rod irons (9) and/or bars and/or section bars having dimensions proportional to the various recesses (8).

2. Method according to claim 1, **characterized in that** it also comprises the step of cleaning said layers (2, 3) where said recesses (8) are made, said step being performed by means of a suction system.

3. Method according to the preceding claims, **characterized in that** it also comprises the step of introducing in said recesses (8) a specific bonding agent (12) of the epoxy type or in any case suitable for the intended purpose, in such a quantity as to completely incorporate said reinforcing elements (9) until reaching the level of the corresponding layer (2, 3), making said reinforcing elements (9) integral with said layer (2, 3).

4. Method according to claim 3, **characterized in that** said introduction of the intended bonding agent (12) in said recesses (8) takes place after the insertion of said reinforcing elements (9), thus allowing the

5

10

15

20

25

bonding agent to be correctly measured out and avoiding dirtying the surfaces of said layers (2, 3) where there are the recesses (8) in which said reinforcing elements are inserted (9).

5. Method according to the preceding claims, **characterized in that** it comprises the following steps:

- making at least two semi finished panels (S1, S2), each formed by two or more of said layers (1, 2, 3, 4, 5), with at least one series of said recesses (8) made in one of said outermost layers (2, 3) of each semi finished panel (S1, S2);
- 10 - joining said at least two semi finished panels (S1, S2) so that the respective layers (2, 3) on which said recesses (8) are obtained directly face each other, with said recesses (8) arranged crosswise with respect to each other, so as to obtain a single structural panel (P) with said reinforcing elements (9) inserted inside it to form a grid.

15. Method according to the preceding claims, **characterized in that** it comprises the following steps:

- making a first semi finished panel (S1) with at least one series of said recesses (8) on an external layer (2) and with the respective reinforcing elements (9) inserted therein;
- 20 - making a second semi finished panel (S2) with at least one series of said recesses (8) on an external layer (3) and with the respective reinforcing elements (9) inserted therein;
- joining said first and said second semi finished panels (S1, S2) so that said layers (2, 3) with said recesses (8) and the inserted reinforced elements (9) face each other;

25

- making at least one further series of said recesses (8) on the opposite external layer (5) of one of said semi finished panels (S2) and inserting corresponding reinforcing elements (9);
- making at least one third semi finished panel with at least one series of said recesses (8) on an external layer (6) and with the respective reinforcing elements (9) inserted therein;
- joining said third semi finished panel to said pair of already joined semi finished panels (S1, S2), so that said layers (5, 6) with said recesses (8) face each other, the whole being suitable for the production of a structural panel (P1) comprising three of said semi finished panels with said recesses (8), with the respective reinforcing elements (9) inserted therein to form two internal grids.

7. Method according to the preceding claims, **characterized in that** it comprises the steps of providing, on at least one of said layers, two or more series of said recesses 8 arranged crosswise to each other for the insertion of two or more series of iron rods 9 arranged crosswise to each other to form at least one grid.

8. Method according to the preceding claims, **characterized in that** it comprises further final processing steps for said structural panels (P, P1), carried out with the same methodologies applied to any other wooden panel 20 of the CLT type.

9. Structural panel (P) in wood of the CLT type (P), that is, comprising several superimposed layers (1, 2, 3, 4, 5), each formed by several boards adjacent to each other and arranged in the same direction (X, Y), wherein 25 each layer (1, 2, 3, 4, 5) is arranged with the boards laid crosswise to the

boards of the opposite layer, **characterized in that** it comprises:

- at least one series of grooves-recesses (8) on at least one of said layers (2, 3), arranged in the longitudinal direction of said boards of said layer (2, 3) on which they are made;
- reinforcing elements, like iron rods (9) with improved adhesion and/or bars and/or section bars, inserted in said recesses (8), and wherein said rod irons (9) with improved adhesion and/or bars and/or section bars, are made of any suitable reinforcing material.

5           **10.** Panel according to claim 9, **characterized in that** said reinforcing  
elements (9) are made of basalt fibre.

10           **11.** Panel according to claim 9 or 10, **characterized in that** it comprises

at least two series of said recesses (8), arranged generically crosswise to each other, made on the same layer or on different layers of said panel (P), and at least two series of said reinforcing elements (9) inserted in said recesses (8) to form at least one grid.

15           **12.** Panel according to claim 9 or 10, **characterized in that** it comprises  
at least two semi finished panels (S1, S2) joined to each other, each one  
formed by two or more of said layers (1, 2, 3, 4, 5), with at least one series  
of said recesses (8) made in one of said outermost layers (2, 3) of each semi  
finished panel (S1, S2), and wherein said layers with recesses (8) and  
20           inserted reinforcing elements (9) face each other so that said reinforcing  
elements (9) are arranged crosswise to each other to form a grid.

20           **13.** Panel according to claim 9 or 10, **characterized in that** it comprises  
at least three semi finished panels joined to each other, each one formed by  
two or more of said layers (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7), with at least one series of said

recesses (8) made in at least one of said outermost layers (2, 3, 5, 6) of each semi finished panel, and wherein said layers with recesses (8) and the respective reinforcing elements (9) inserted therein face each other so that said reinforcing elements (9) are arranged crosswise to each other to form a grid.

5           **14.** Structural panel in wood of the CLT type (P2) according to every preceding claim, **characterized in that** it is curved.

10           **15.** Panel according to the preceding claims, **characterized in that** said recesses (8) made in all of the layers of boards involved are equal or different in terms of number, distance between axes, length, dimensions, shape, as well as to direction, which can even be non linear with respect to the fibre of the corresponding boards.

15           **16.** Panel according to the preceding claims, **characterized in that** said recesses (8) are present on the whole area of the corresponding layers of boards involved, or only on one or more parts of the same, due to structure-related reasons and/or to the need to make holes, niches, cuts and/or to process the wood in any other way.

20           **17.** Panel according to the preceding claims, **characterized in that** each one of said recesses (8) comprises in its cross section one or more narrowed portions (8a, 8b) serving as spacer guides with the function of maintaining said reinforcing elements (9) inserted in a defined position.

25           **18.** Panel according to the preceding claims, **characterized in that** the depth of each one of said recesses (8) does not exceed half of the thickness of the respective layer of boards on which the recess is provided and its length and width slightly exceed the diameter of said reinforcing elements

(9).

**19.** Panel according to the preceding claims, **characterized in that** it comprises one or more additional reinforcing elements (9a) inserted in corresponding recesses (8) made in proximity of holes (10) or niches where said reinforcing elements (9a) are structurally useful.

5

FIG. 1

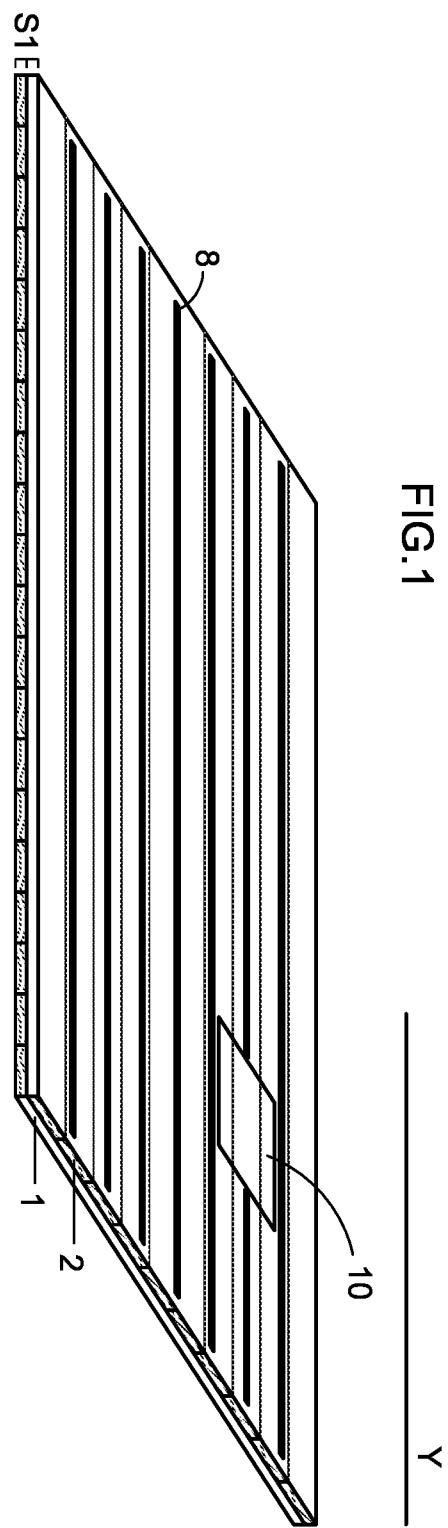
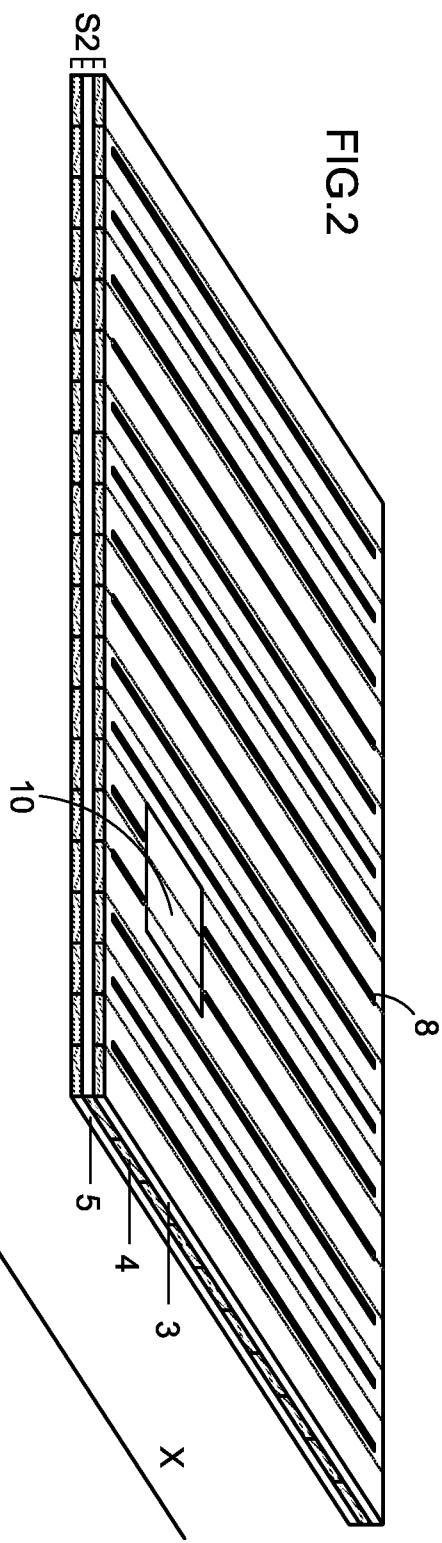
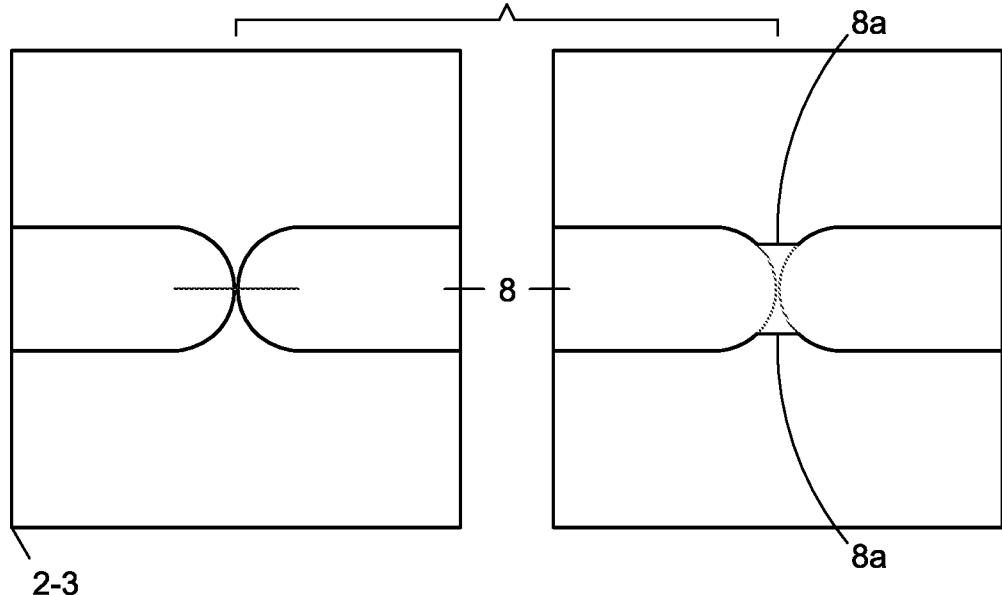


FIG. 2

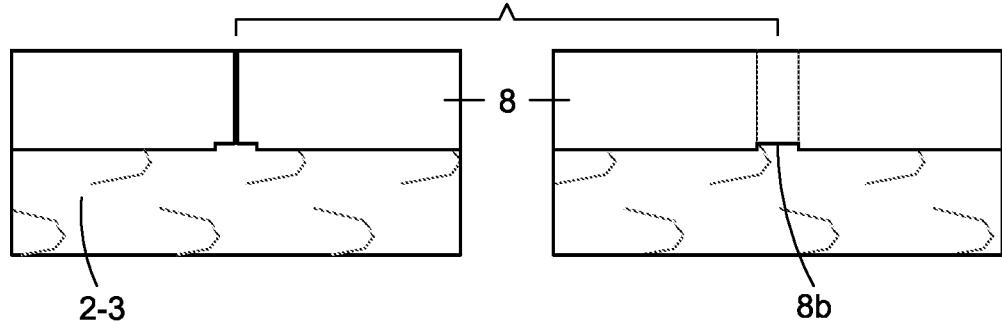


TAV. 1

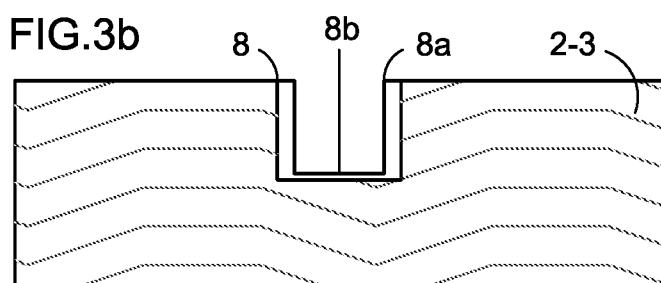
**FIG.3**



**FIG.3a**

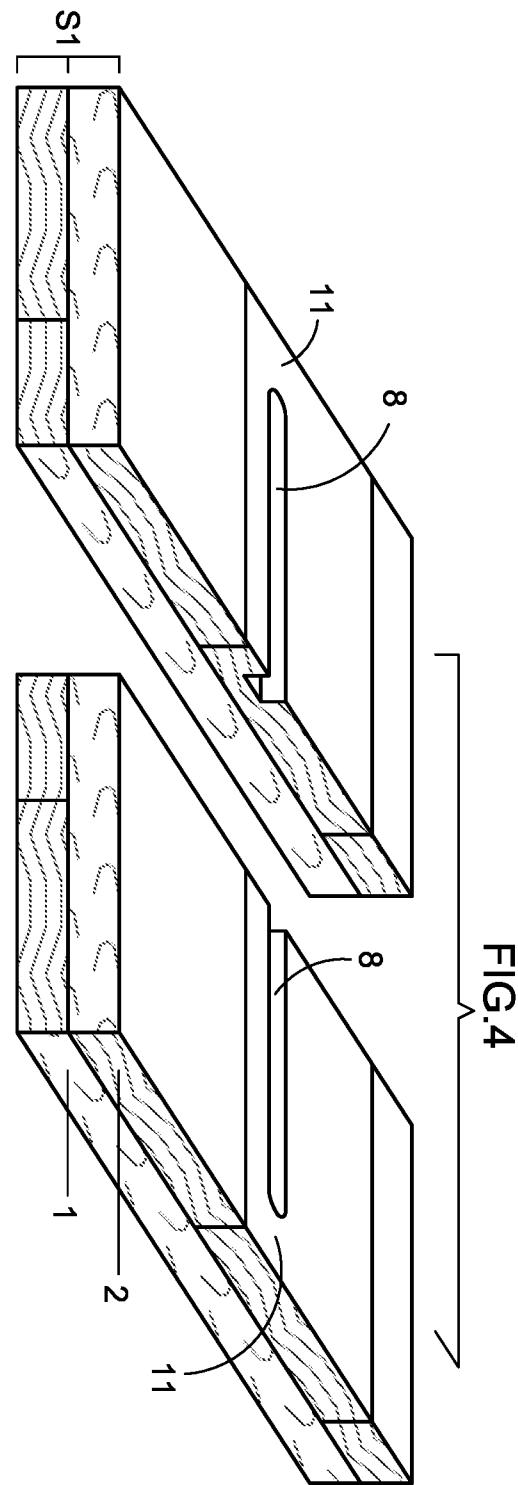
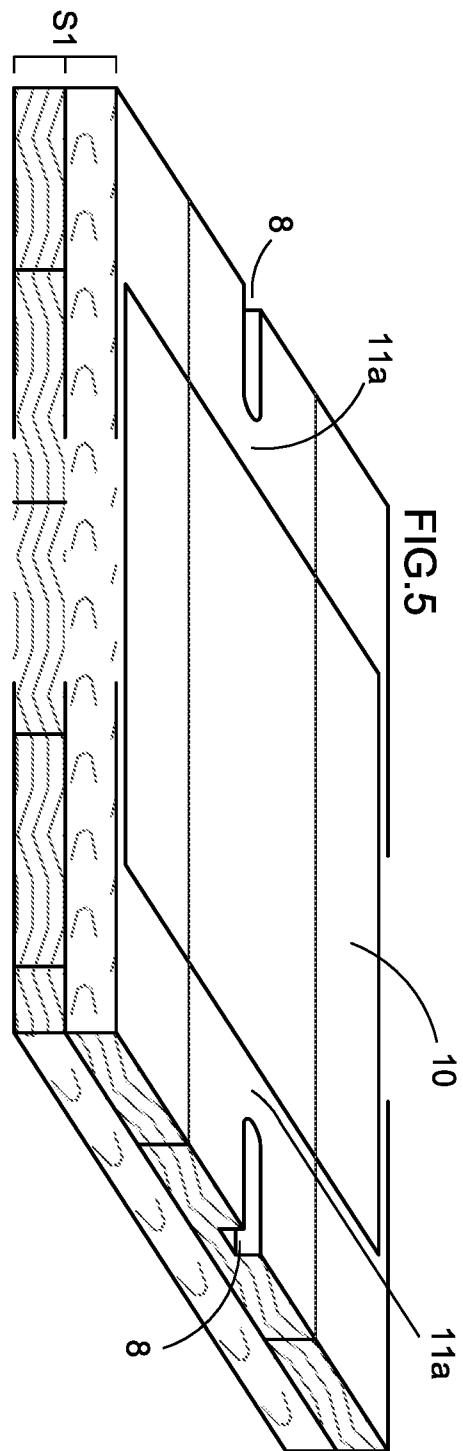


**FIG.3b**

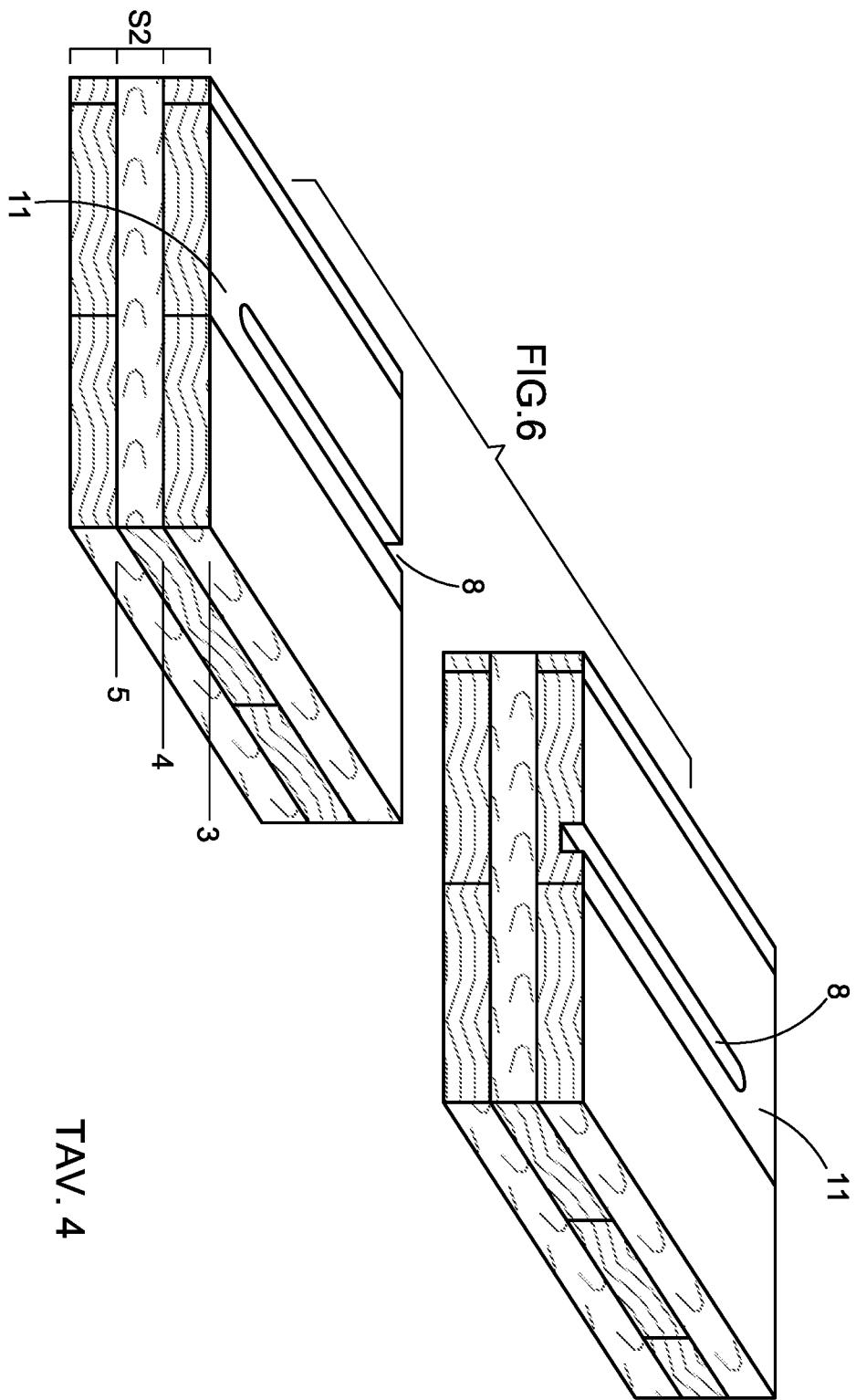


**TAV. 2**

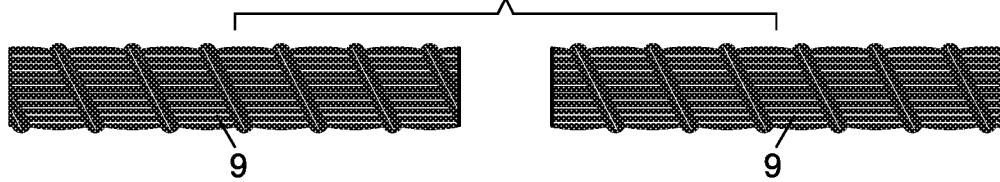
TAV. 3



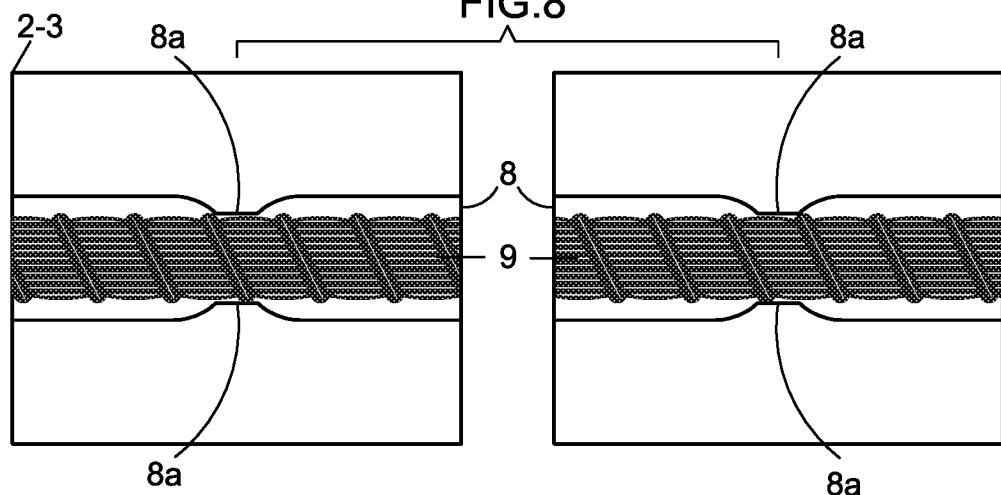
TAV. 4



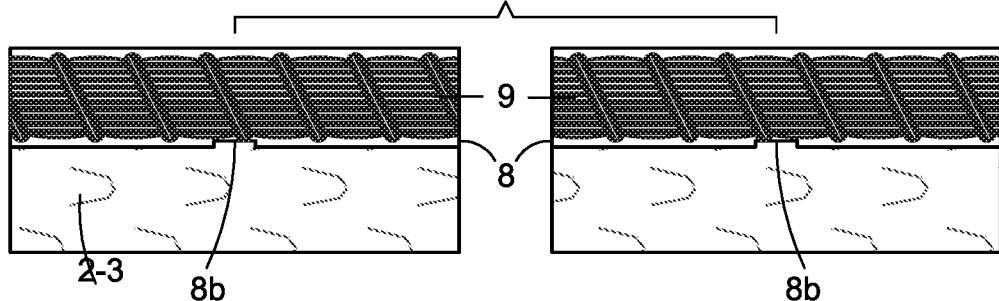
**FIG.7**



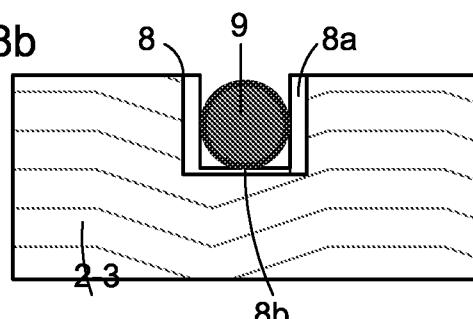
**FIG.8**



**FIG.8a**



**FIG.8b**



**TAV. 5**

FIG.9

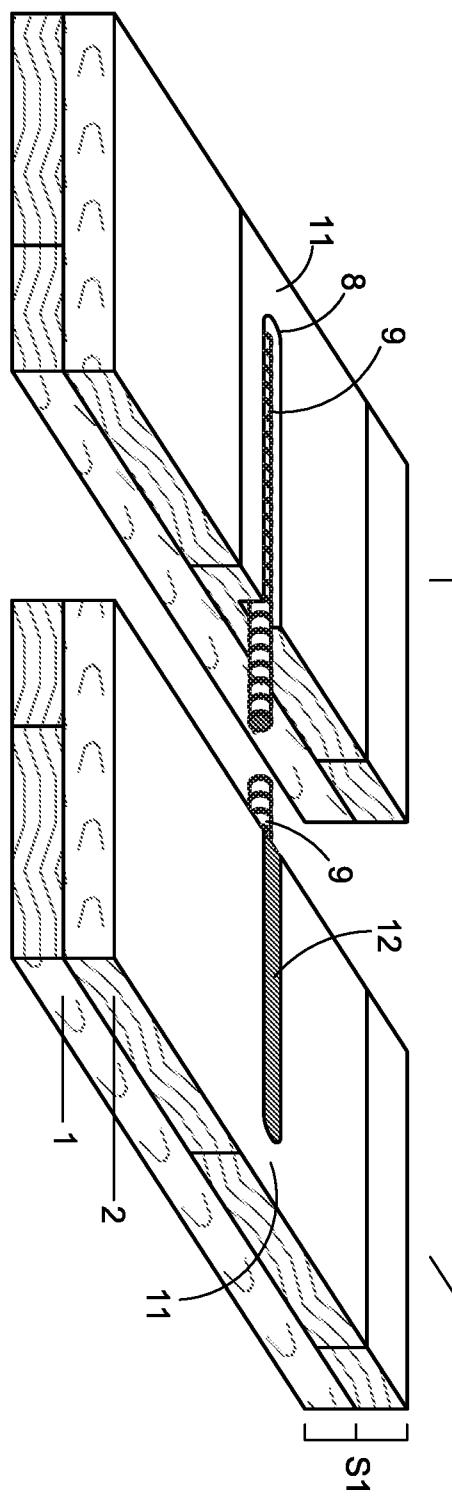
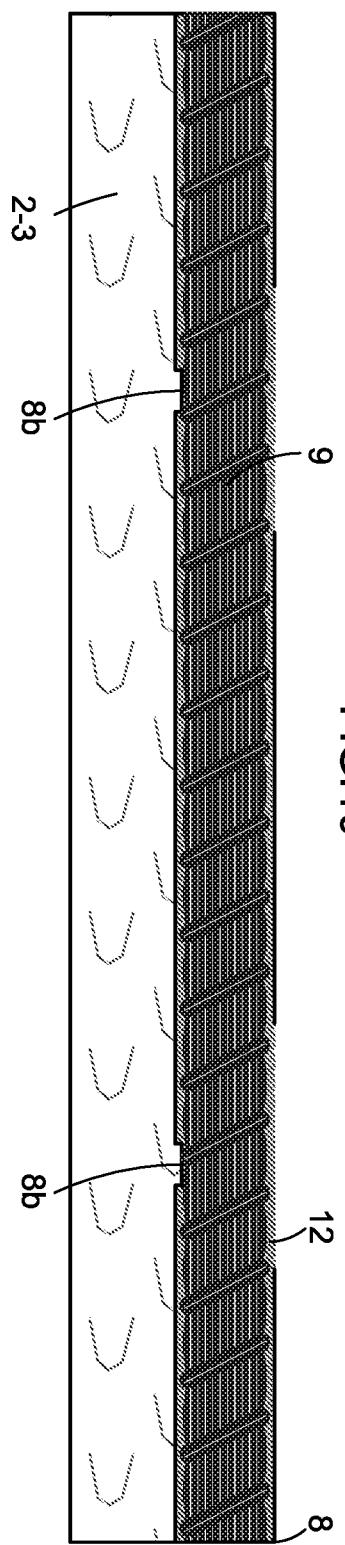
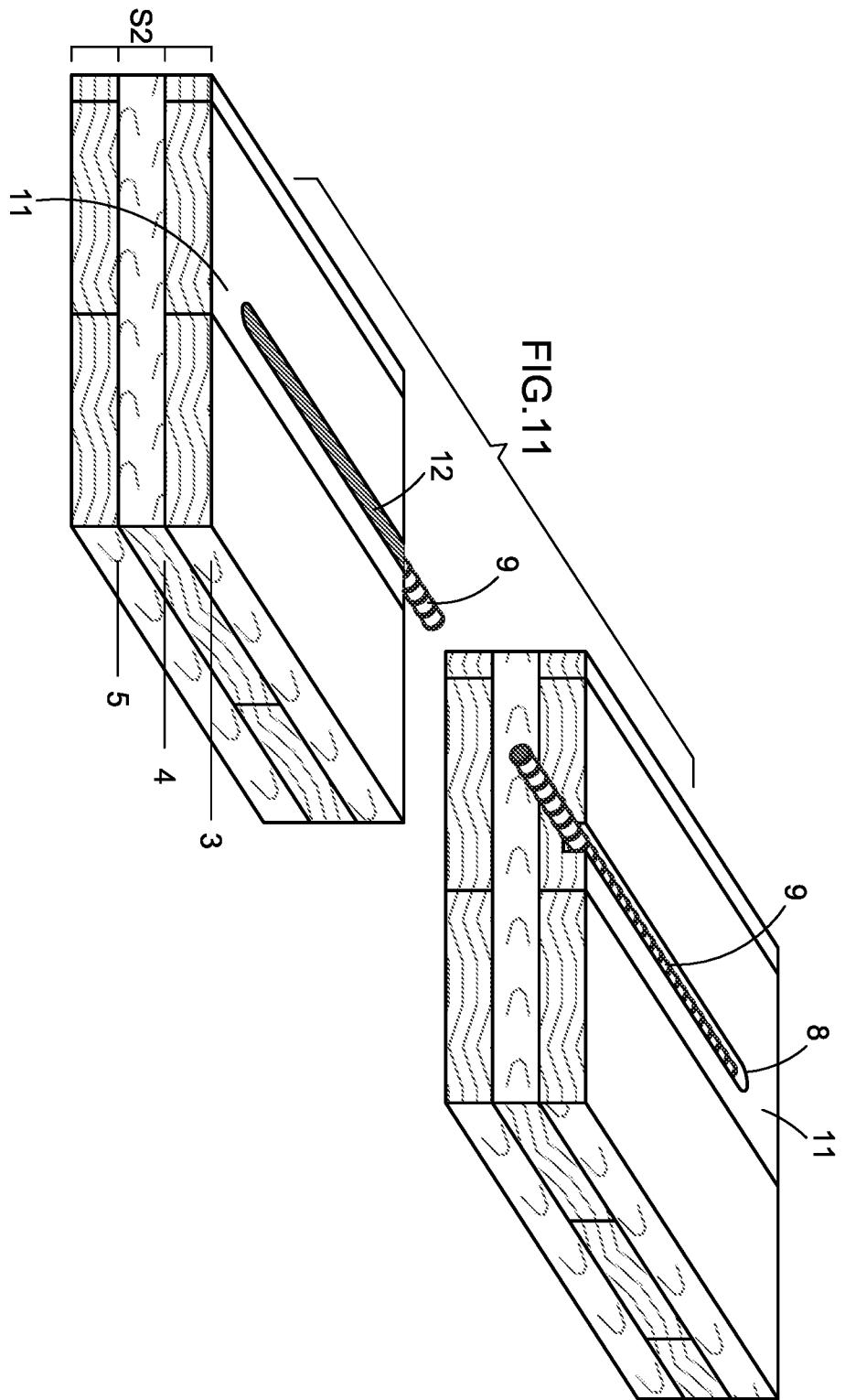


FIG.10



TAV. 6



TAV. 7

FIG.12

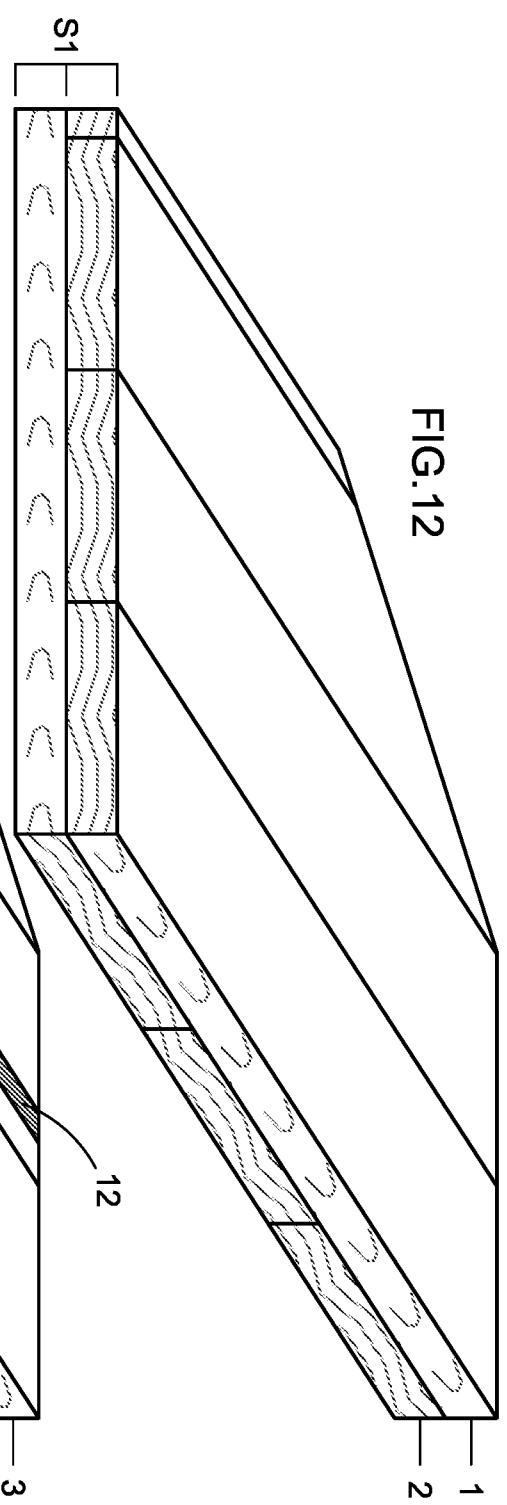
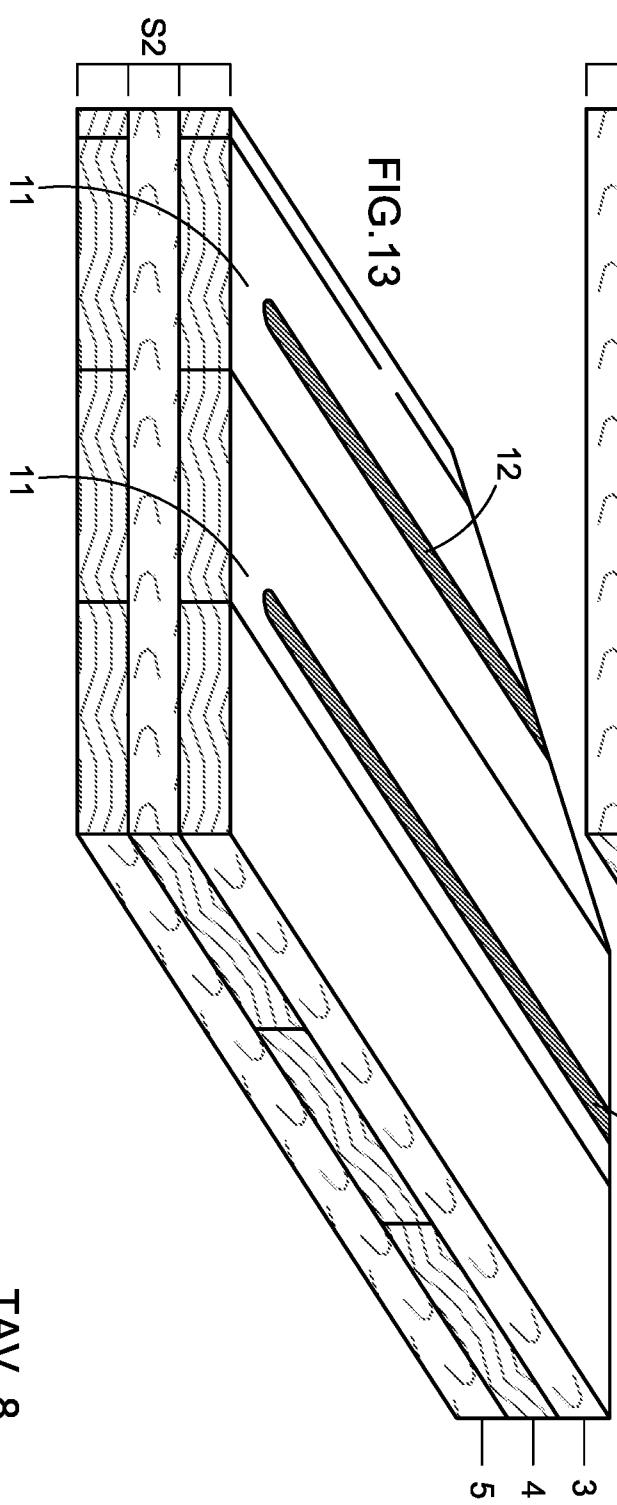


FIG.13



TAV. 8

TAV. 9

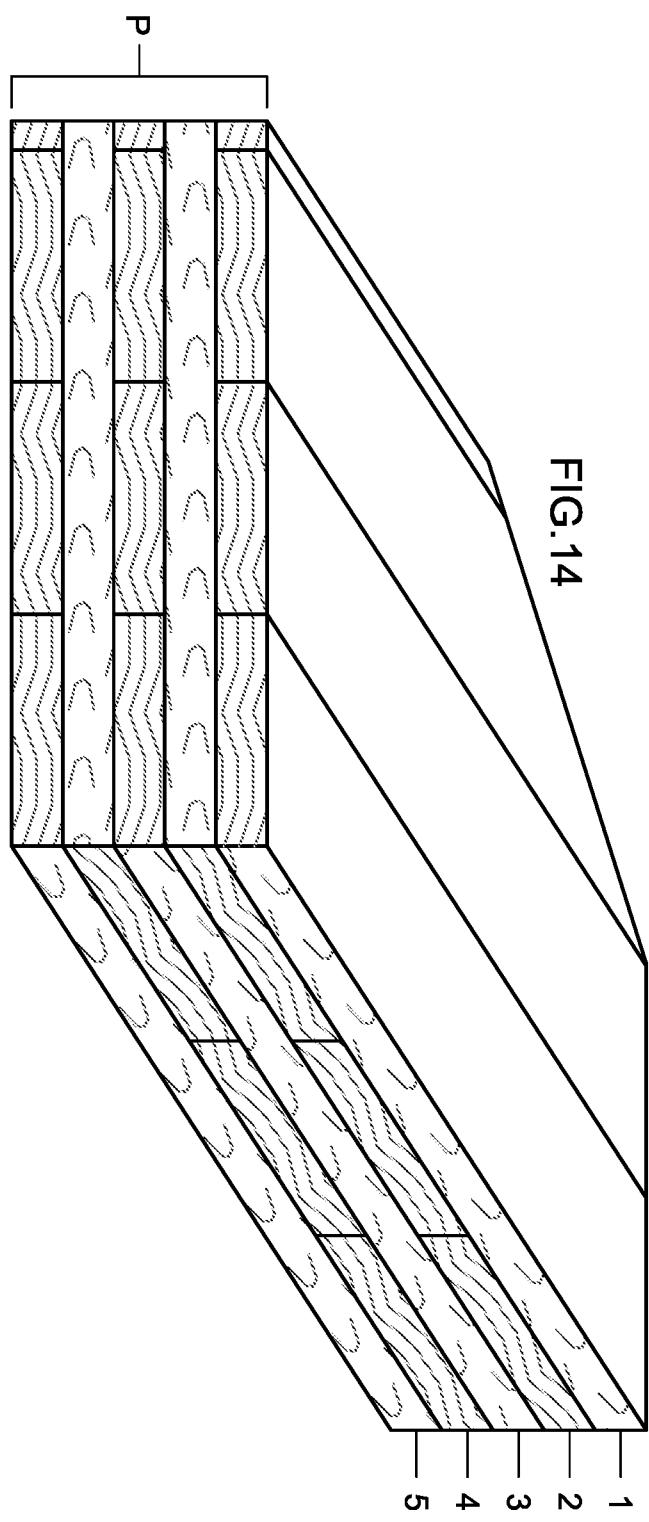
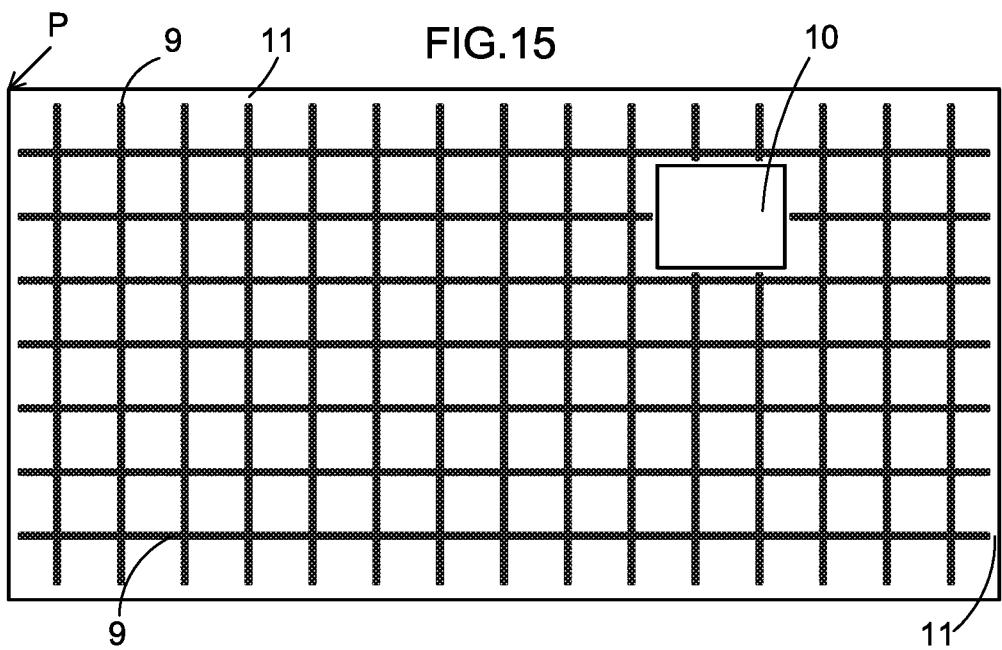
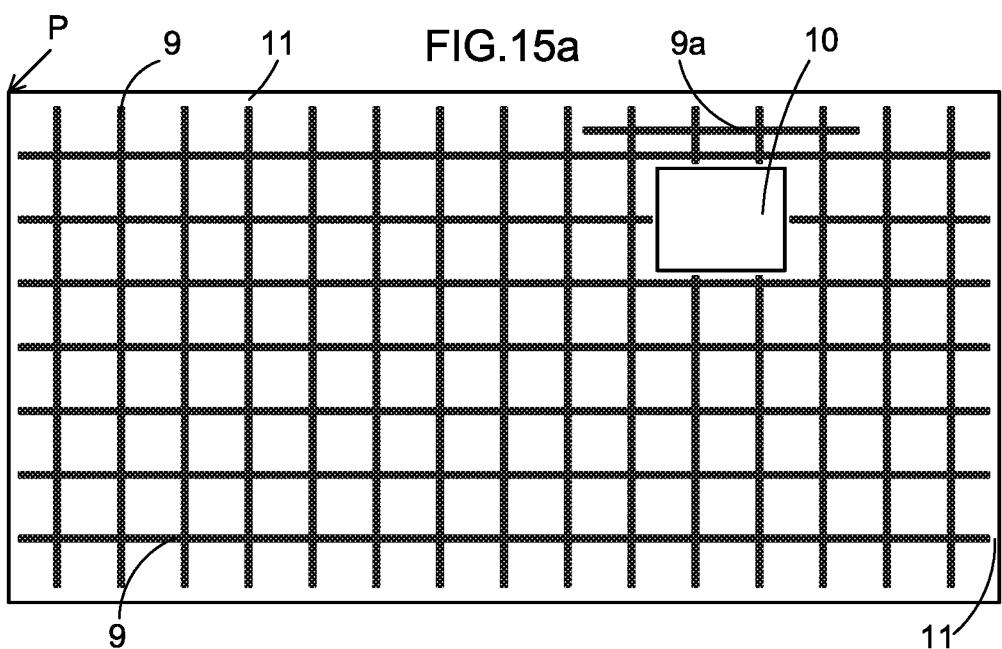


FIG. 14

**FIG.15**

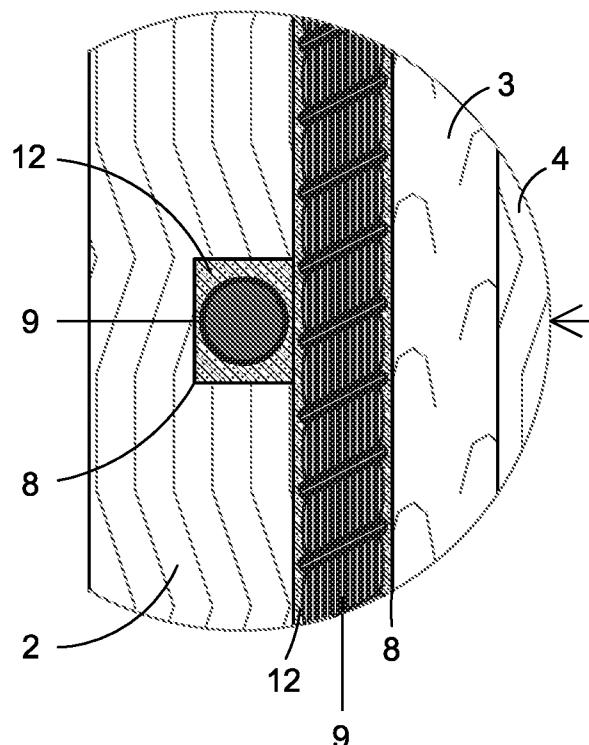


**FIG.15a**

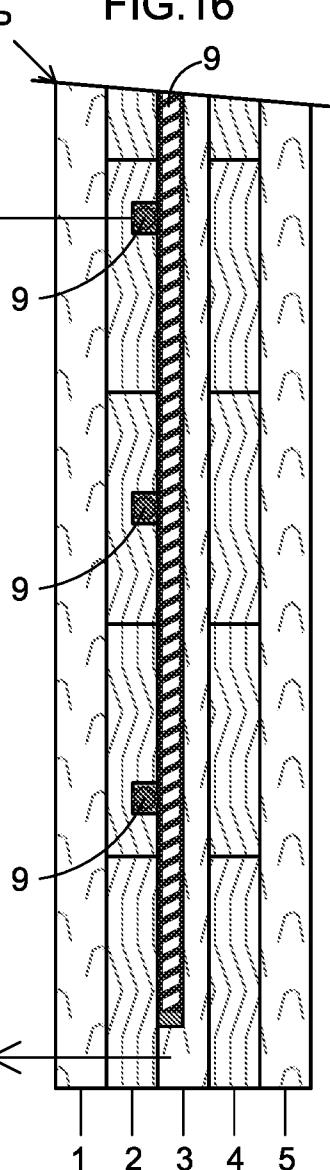


**TAV. 10**

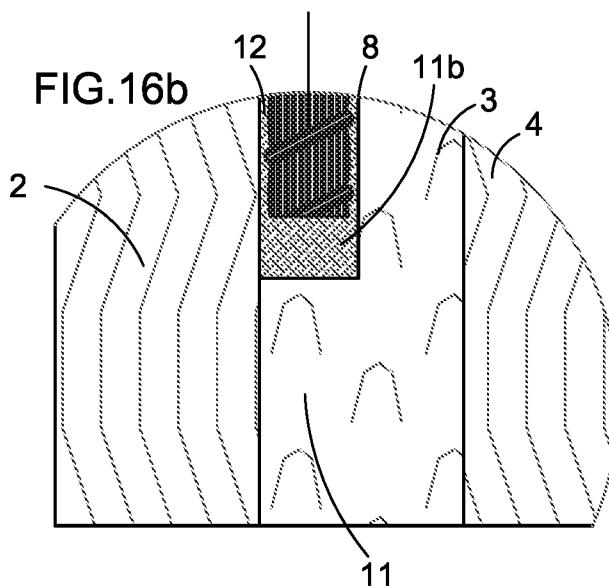
**FIG.16a**



**FIG.16**



**FIG.16b**



**TAV. 11**

FIG. 17

10

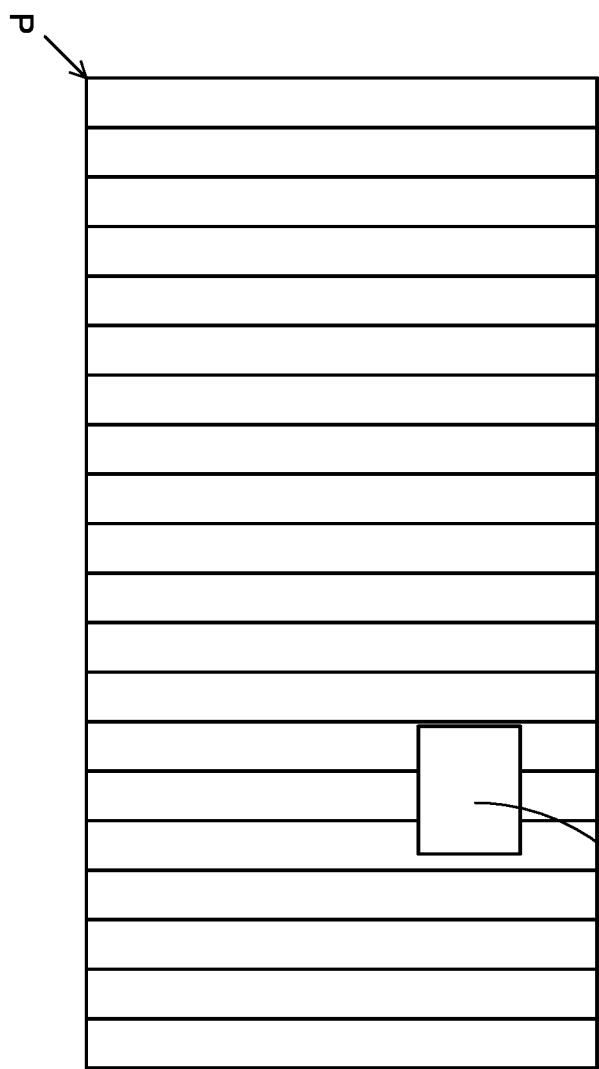
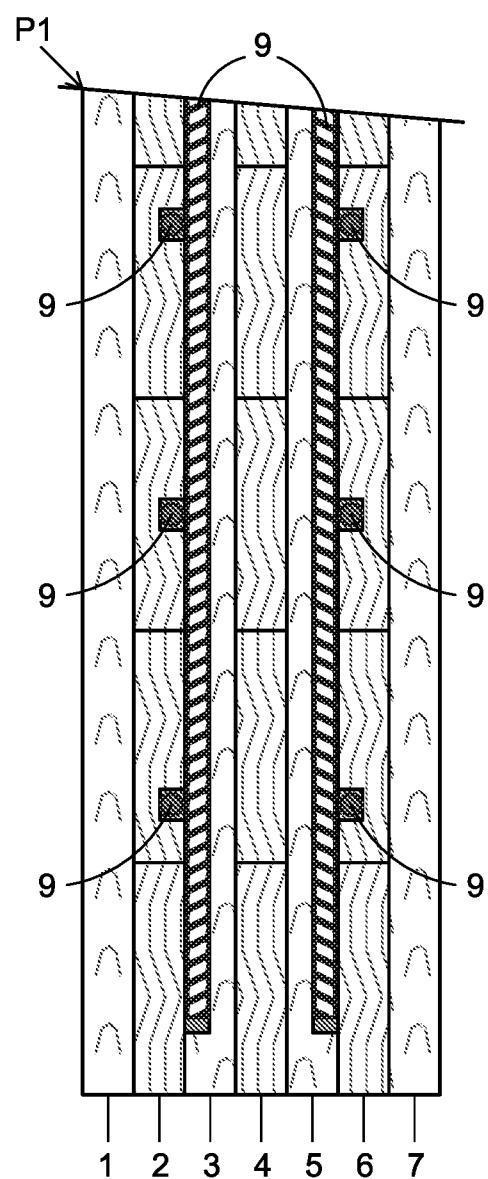


FIG. 17a



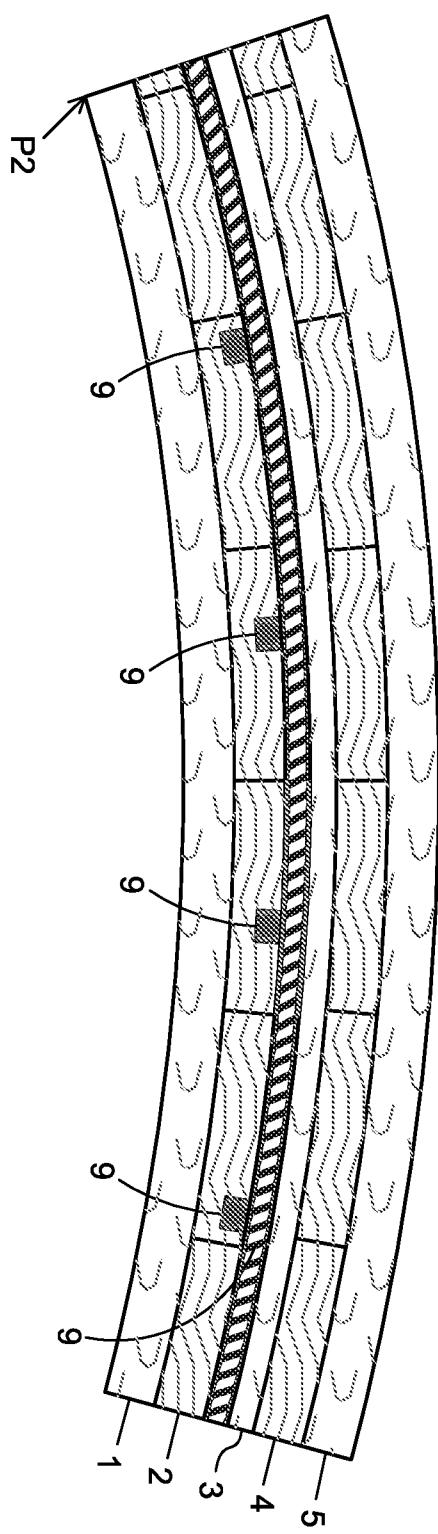
TAV. 12

**FIG.18**



**TAV. 13**

FIG. 19



TAV. 14