

# ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102012902021994A1

Publication Date

20130813

Applicant

CEDAL EQUIPMENT SRL

Title

MIGLIORAMENTI NELLA FABBRICAZIONE DI PILE DI LAMINATI PLASTICI  
MULTISTRATO PER CIRCUITI STAMPATI

## DESCRIZIONE

Descrizione dell' INVENZIONE INDUSTRIALE dal titolo:

"Miglioramenti nella fabbricazione di pile di laminati plastici multistrato per circuiti stampati"

5 A nome della ditta

CEDAL EQUIPMENT S.r.l.

di nazionalità italiana, con sede a Milano

Via Cascina Mojetta, 38

a mezzo mandatario Ing. Paolo Guella (n. 75) dell'Ufficio

10 BREVETTI DOTT. ING. DIGIOVANNI SCHMIEDT S.r.l.

Via Aldrovandi 7 - M I L A N O

Depositata il

Con N.

### **Campo di applicazione dell'invenzione**

15 La presente invenzione si riferisce al settore dei circuiti stampati, e più precisamente a dei miglioramenti nella fabbricazione di pile di laminati plastici multistrato per circuiti stampati.

### **Rassegna dell'arte nota**

Il brevetto italiano **No. 0001255128** della stessa richiedente è riferito ad un  
20 "Procedimento per la produzione di laminati plastici con lamina metallica in specie per circuiti stampati", attuato come illustrato in **figura 1** mediante una pressa idraulica a colonne 1 di tipo discendente il cui piano d'appoggio 2 e pressorio 3 non sono riscaldati. Il procedimento descritto nella prima rivendicazione del brevetto citato, con riferimento alla **figura 1**, consiste nella formazione di una  
25 pila di pacchetti 4 comprendenti, ognuno, un gruppo di fogli di supporto 5 impregnati di materiale plastico e lamine metalliche su una o entrambi le facce, caratterizzato da ciò che le lamine metalliche sono ottenute da nastro continuo 6 disposto in corrispondenza della faccia inferiore del primo gruppo di fogli partendo dal basso e poi dopo una piega a 180° disposto sulla faccia superiore di  
30 tale gruppo e dopo la deposizione di una lastra metallica 7 e dopo una seconda piega a 180° di senso inverso alla prima, disposto in corrispondenza della faccia inferiore del secondo gruppo di fogli e dopo una terza piega a 180° di senso

inverso alla seconda piega, disposto sulla faccia superiore di questo secondo gruppo di fogli e così via sino alla faccia superiore dell'ultimo gruppo di fogli, venendo collegate le due estremità del nastro 6 ad un generatore di corrente elettrica 8 di adeguata potenza, di modo che generando sulla pila di pacchetti un adeguata pressione e chiuso il circuito elettrico del generatore 8, i vari tratti del nastro 6 combacianti con le facce dei pacchetti si comportano come resistenze elettriche ottenendo l'intimo collegamento tra i vari elementi e la formazione dei laminati plastici. Nello specifico, il nastro 6 è di rame, le lastre metalliche 7 inter poste tra i vari pacchetti 4 sono di acciaio inox, e ciascun pacchetto 4 è costituito da fogli 5 di tessuto in fibra di vetro impregnati di resina epossidica. La pila di pacchetti 4, comprensiva del nastro di rame 6 piegato a serpentino attorno alle lastre separatrici 7, è posta tra due piastre di contenimento 9 e 10, rispettivamente inferiore e superiore, mantenute allineate da due aste cilindriche verticali 11.

La **figura 2** è riferita ad una realizzazione alternativa descritta nel brevetto italiano **No. 0001271942** della stessa richiedente, che differisce dalla precedente realizzazione per il fatto che nel riscaldamento dei pacchetti 4 impilati tra i due piani della pressa 1 sono utilizzati due nastri di rame 13 e 14 invece dell'unico nastro 6 di **figura 1** ed inoltre tra i detti nastri e le facce delle lastre separatrici 7 sono posti singoli fogli di carta isolante 15 di tipo Kraft. Come si può notare in **figura 2**, i nastri 13 e 14 si mantengono paralleli l'un l'altro nell'attraversare più volte la pila di pacchetti lungo un percorso a serpentino. I singoli pacchetti sono compresi tra i due nastri 13 e 14 mentre le lastre separatrici 7 con i rispettivi fogli di carta 15 sono incluse in anse alterne formate da ciascun nastro 13, 14. Le estremità corrispondenti di ogni nastro sono connesse ad uno stesso morsetto del generatore 8, con ciò i due nastri equivalgono a due resistenze elettriche di valore  $R$  connesse in parallelo. Dal punto di vista elettrico, a parità di tensione  $V$  fornita dal generatore 8, il vantaggio della configurazione di **figura 2** rispetto a quella di **figura 1** in cui l'unico nastro di rame ha una resistenza elettrica di valore circa  $2R$ , consiste nel passaggio in ciascun nastro di rame 13 e 14 di una corrente doppia, comportando il drenaggio dal generatore 8 di una potenza elettrica asservita al riscaldamento di valore quadruplo della precedente. Le frecce

entro i pacchetti 4 stanno ad indicare il passaggio di calore trasmesso dalle porzioni dei due nastri di rame. Inoltre, l'interposizione dei fogli di carta isolante 15 tra le lastre d'acciaio 7 ed il rame dei nastri 13 e 14, rispettivamente sottostante e soprastante, impedisce il drenaggio di corrente aggiuntiva attraverso 5 tali lastre ed il conseguente riscaldamento eccessivo dei pacchetti multistrato 4, con pericolo di bruciatura, dovuto alla riduzione del valore resistivo dei tratti di nastro di rame 13 e 14 a contatto delle lastre d'acciaio 7.

### **Evidenziazione del problema tecnico**

L'utilizzo di un nastro di rame avvolto a serpentino in cui circola corrente riscaldante come dianzi indicato, consente una distribuzione di calore più uniforme 10 lungo la pila di pacchetti rispetto a quanto consentito dalle più vecchie presse multipiano, in cui solo i pacchetti alle due estremità della pila erano a contatto dei piani riscaldanti. Pur con gli innegabili vantaggi, anche il procedimento che utilizza il nastro di rame per riscaldare i pacchetti non è scevro da inconvenienti, 15 in particolare i pacchi alle estremità della pila risultano più freddi di circa 50÷60 °C rispetto al centro della pila, e di conseguenza spesse volte essi devono essere scartati. Il minor riscaldamento dei pacchetti periferici è in parte dovuto al trasferimento di calore dal nastro di rame 6 alle piastre metalliche 9 e 10 di contenimento della pila, ed in parte dal fatto che tali pacchetti di estremità beneficiano in minor misura della massa termica costituita attorno ai pacchetti più 20 prossimi al centro della pila.

Uno svantaggio di minore entità consiste nell'allungamento dei tempi di assemblaggio della pila di pacchetti a causa dell'applicazione dei fogli di carta Kraft sotto e sopra le facce di ciascuna lastra separatrice d'acciaio inox. Inoltre 25 l'interposizione sistematica dei fogli di carta Kraft rallenta la salita della temperatura entro la pila

### **Sommario dell'invenzione**

Scopo della presente invenzione è quello di superare gli inconvenienti suddetti. Per conseguire tale scopo la presente invenzione ha per oggetto un metodo di 30 fabbricazione di laminati plastici multistrato per circuiti stampati, mediante i passi di:

- costruire una pila di singoli laminati plastici multistrato, detti nel seguito pac-

chetti, alternati a lastre separatrici termicamente conduttrive ed elettricamente isolate, ciascun pacchetto comprendendo strati dielettrici metallizzati su almeno una faccia, alternati a strati adesivi di pre-preg, i due strati più esterni essendo costituite da rispettive porzioni di almeno un nastro metallico, 5 preferibilmente di rame, ripetutamente piegato a 180° in opposte direzioni per formare delle anse di un serpantino che attraversa sistematicamente la pila per tutta l'altezza;

10 b) applicare sottovuoto pressione di valore controllato sulla detta pila mediante una pressa a due piani e generare in concomitanza calore entro la pila, il calore essendo sviluppato dalla corrente elettrica fatta circolare entro il nastro metallico a serpantino, di comportamento resistivo, da un generatore elettrico principale la cui potenza fornita al nastro metallico è controllata in modo da far salire secondo una gradualità prestabilita la temperatura misurata entro la pila per un tempo sufficiente all'indurimento degli strati adesivi, ottenendo con ciò il reciproco fissaggio dei vari strati come pure delle porzioni di nastro metallico agli strati ad esse combacianti;

15 c) ritornare alle condizioni iniziali di pressione e temperatura;

d) tagliare il nastro metallico a filo dei fianchi opposti della pila da dove esso fuoriesce e disassemblare i singoli pacchetti in tal modo metallizzati;

20 in cui secondo l'invenzione durante il passo b) un apporto aggiuntivo di calore è fornito alle due estremità della pila utilizzando due riscaldatori resistivi ausiliari vincolati ai due piani della pressa e termicamente isolati da essi, detti riscaldatori ausiliari essendo alimentati da rispettivi generatori elettrici secondari controllati in modo da far salire la temperatura dei detti riscaldatori ausiliari secondo la suddetta gradualità prestabilita, essendo la potenza dissipata dai riscaldatori ausiliari sufficiente ad ottenere nei rispettivi pacchetti posti in cima ed in fondo alla pila circa la stessa temperatura misurata entro la pila, come descritto nella rivendicazione 1.

25 Operando in tal modo, dopo un transitorio termico iniziale la temperatura di ciascun riscaldatore resterà "agganciata" ai valori di temperatura misurata entro la pila fin dall'inizio della polimerizzazione della resina nel pre-preg, e questo consente di ottenere una polimerizzazione e una successiva reticolazione della re-

sina uniforme in tutti i pacchetti della pila. Vantaggiosamente, l'aggancio in temperatura comporta scostamenti di soli  $\pm 3$  °C.

E' utile puntualizzare che gli strati dielettrici preferiti sono in FR-4 e che gli strati di pre-preg maggiormente utilizzati nella tecnica dei circuiti stampati sono costi-

5 tuiti da un tessuto in fibre di vetro preimpegnato di resina epossidica solo blan-  
damente polimerizzata.

Ulteriori caratteristiche della presente invenzione, nelle sue diverse forme di re-  
alizzazione ritenute innovative, sono descritte nelle rivendicazioni dipendenti.

Il metodo è ovviamente applicabile anche nella produzione di laminati singoli,

10 cioè quelli comprendenti un solo strato dielettrico metallizzato su entrambe le  
facce. Nei laminati multistrato le metallizzazioni degli strati interni comprendono  
piani di massa e piste delle connessioni circuitali, i diversi layout sono mantenu-  
ti allineati tra loro per consentire una corretta interconnessione attraverso dei fo-  
ri metallizzati. Vantaggiosamente, la stabilità dell'allineamento tra tutti gli strati  
15 che compongono il singolo pacchetto multistrato può essere preventivamente  
ottenuta in modo noto mediante saldatura parziale tra i diversi strati in corri-  
spondenza di aree circoscritte appartenenti ad una fascia perimetrale esente da  
layout circuitale, detta per questo "di rispetto", ove sono presenti alcune metal-  
lizzazioni circolari a guisa di spire allineate tra i vari strati, sedi di forti correnti  
20 indotte di cortocircuito in grado di provocare delle saldature locali.

I laminati plastici multistrato metallizzati come descritto nel metodo in oggetto  
sono pronti per le successive lavorazioni di foratura, mascheratura e fotoinci-  
sione del layout circuitale, asportazione del rame eccedente, e metallizzazione  
dei fori passanti.

25 Secondo un aspetto dell'invenzione, la pressione viene esercitata sul riscaldato-  
re superiore, e da questi trasmessa alla pila mediante una camera d'aria, chia-  
mata nel seguito airbag, gonfiata ad una pressione inizialmente stabilita e suc-  
cessivamente incrementata per passi discreti al verificarsi del raggiungimento di  
valori prefissati di temperatura.

30 Secondo un aspetto dell'invenzione, le dette lastre separatrici sono di alluminio  
appositamente anodizzato per l'ottenimento di uno strato superficiale di ossido  
nero termoirradiante ed elettricamente isolante.

Secondo un aspetto dell'invenzione, la corrente erogata dal generatore elettrico principale attraversa un involucro metallico di ciascun riscaldatore ausiliario che racchiude la propria componente resistiva isolata elettricamente dall'involucro.

Secondo un aspetto dell'invenzione, la porzione di nastro di rame alla base del-

5 la pila poggia su un vassoio metallico estraibile, preferibilmente di alluminio, attraversato dalla corrente erogata dal generatore elettrico principale e dal flusso termico generato dal riscaldatore elettrico ausiliario sul quale esso è appoggiato.

Secondo un aspetto dell'invenzione, una lastra metallica è posta a contatto del-

10 la porzione di nastro di rame in cima alla pila, detta lastra, preferibilmente di alluminio, attraversata dalla corrente erogata dal generatore elettrico principale e dal flusso termico generato dal riscaldatore elettrico ausiliario con cui essa è a contatto, migliora la distribuzione della pressione sulla pila.

Secondo un aspetto dell'invenzione, le anse del nastro di rame formate in cima

15 ed in fondo alla pila, includono in sequenza a partire dal nastro di rame: due fogli di carta tipo Kraft, uno strato tampone ammortizzante in materiale plastico, e una detta lastra separatrice.

Secondo un aspetto dell'invenzione, i due strati più esterni di ciascun pacchetto

20 sono costituiti da rispettive porzioni di due nastri di rame, connessi alle estremità come due resistenze in parallelo entro cui circola la corrente di riscaldamento della pila, i due nastri formando lungo la pila due percorsi a serpentino ad anse compenetranti.

Dall'insieme di quanto sopra si ravvisa una sostanziale differenza anche rispetto alle vecchie presse calde, ad esempio quelle multipiano, nelle quali è impos-

25 sibile regolare la temperatura dei piani caldi superiore ed inferiore al fine di ottenere l'uniformità di temperatura tra i pacchetti più esterni ed il centro della pila, ciò a causa del gradiente negativo di temperatura tra periferia e centro della pila che inevitabilmente accompagna il distanziamento del centro della pila dalle sorgenti di calore.

30 Pure oggetto d'invenzione è un sistema per la fabbricazione di una pluralità di laminati plastici multistrato per circuiti stampati secondo le modalità illustrate sopra, tra cui peculiare è quella di comprendere:

- due riscaldatori resistivi ausiliari alimentati da rispettivi generatori elettrici secondari, ciascun riscaldatore ausiliario comprendendo una piastra metallica, preferibilmente di alluminio, unita ad una lastra dielettrica di materiale dielettrico termicamente isolante vincolata ad un rispettivo piano della presa, ciascuna piastra metallica dei riscaldatori ausiliari includendo una componente resistiva elettricamente isolata;
  - mezzi di controllo dei generatori elettrici secondari, programmabili per varia-  
re l'intensità della corrente fornita ai riscaldatori resistivi ausiliari in modo da far salire le temperature misurate entro le rispettive piastre metalliche se-  
condo la suddetta gradualità prestabilita, i riscaldatori resistivi ausiliari es-  
sendo in grado di dissipare una potenza sufficiente ad ottenere nei rispettivi pacchetti posti in cima ed in fondo alla pila circa la stessa temperatura misu-  
rata entro la pila, come descritto in una rivendicazione indipendente di si-  
stema.
- 15 In una forma realizzativa dei riscaldatori resistivi ausiliari, nella detta piastra me-  
tallica sono ricavati dei fori passanti longitudinali tra loro equispaziati su tutta la larghezza, al cui interno è inserita una resistenza elettrica corazzata di forma ci-  
lindrica.
- 20 In un'altra forma realizzativa dei riscaldatori resistivi ausiliari, nella detta piastra metallica è ricavata una fessura rettangolare ampia quasi come la piastra, in cui è inserito uno spesso foglio di silicone che incorpora un serpentino resistivo.
- 25 In ancora un'altra forma realizzativa dei riscaldatori resistivi ausiliari, nella detta piastra metallica è ricavata una cavità rettangolare ampia quasi come la piastra e nella cavità è inserita una resistenza corazzata costituita da un serpentino re-  
sistivo in barra d'acciaio, isolata con foglio di mica dal suo involucro in alluminio anodizzato di forma parallelepipedo.
- 30 Secondo un aspetto dell'invenzione di sistema, le piastre metalliche dei riscal-  
datori resistivi ausiliari sono collegate a conduttori di forte amperaggio pro-  
venienti da rispettivi morsetti del generatore elettrico principale; il conduttore di forte amperaggio connesso alla piastra metallica vincolata ad un piano mobile della pressa ha un tratto terminale flessibile in grado di assecondarne il movi-  
mento; e le piastre metalliche dei riscaldatori resistivi ausiliari sono in contatto

elettrico con l'intera superficie di rispettive porzioni di nastro di rame in fondo ed in cima alla pila.

Secondo un aspetto dell'invenzione, il sistema inoltre include:

- un vassoio metallico porta-pila sul quale sono fissati binari contrapposti reciprocamente distanziati più della massima dimensione dei pacchetti usualmente impilati;
- primi corsi vincolati in coppia a detti binari;
- delle aste solidali ai primi corsi ortogonalmente ai binari e dirette verso il binario opposto;
- secondi corsi aventi forma di squadrette paraspigoli scorrevoli lungo dette aste ed a queste vincolate;
- mezzi di bloccaggio di detti corsi contro i rispettivi vincoli, così da regolare le distanze reciproche tra corsi dello stesso tipo in modo da immobilizzare pile che differiscono tra loro per le dimensioni dei pacchetti.

### **15 Vantaggi dell'invenzione**

I due riscaldatori addizionali, rispettivamente superiore ed inferiore, grazie al calore prodotto ed al loro isolamento termico verso i piani freddi della pressa, creano una barriera contro la dispersione del calore generato entro la pila. Del calore aggiuntivo beneficiano principalmente quei pacchetti più prossimi alle due estremità della pila, e questo compensa il minor riscaldamento che essi avrebbero per via della loro posizione; ne discende una maggior costanza della temperatura lungo l'intera pila, cosicché ogni eventualità di dover scartare dei pacchetti è definitivamente scongiurata.

Grazie quindi alla sinergia tra i diversi riscaldatori utilizzati nel nuovo sistema, è possibile massimizzare il numero di pacchetti che risultano idonei alla fine del ciclo produttivo, superando sia le limitazioni delle vecchie presse multipiano, in cui il maggior raffreddamento dei pacchetti centrali comportava una riduzione nel numero di pacchetti impilabili, sia le limitazioni nell'utilizzo del solo riscaldatore a nastro di rame resistivo, in cui esisteva una concreta probabilità di dover scartare i pacchetti più prossimi alle estremità della pila.

Inoltre, grazie alla connessione dei morsetti del generatore elettrico principale alle piastre metalliche dei riscaldatori superiore ed inferiore, si rende disponibile

una vasta area al contatto elettrico con il nastro riscaldatore di rame, migliorando l'affidabilità del suddetto contatto attraverso il quale possono transitare correnti continue dell'ordine delle migliaia di ampere.

L'utilizzo di lastre separatrici di alluminio anodizzato agevola la costruzione del-

5 la pila in quanto non è necessario porre dei fogli di carta isolante sulle due facce delle stesse, ed inoltre il fatto che l'alluminio anodizzato sia termoirradiante non ostacola la salita della temperatura entro la pila di pacchetti.

L'utilizzo di un airbag per l'esercizio della pressione rende possibile una distribuzione uniforme della pressione sull'intera superficie della faccia superiore del-

10 la pila di pacchetti.

Da ultimo, grazie ai quattro fermi angolari individualmente posizionabili lungo due direzioni tra loro ortogonali, pile di pacchetti di differenti dimensioni restano stabili al centro del vassoio porta-pila sia durante le manovre preparatorie sia durante la pressatura a caldo.

#### 15 **Breve descrizione delle figure**

Ulteriori scopi e vantaggi della presente invenzione risulteranno chiari dalla descrizione particolareggiata che segue di un esempio di realizzazione della stessa e dai disegni annessi dati a puro titolo esplicativo e non limitativo, in cui:

– la **figura 1** è una vista prospettica di una pressa per la produzione di laminati multistrato per i circuiti stampati impilati secondo un procedimento noto;

– la **figura 2** è una vista schematica che differisce dalla precedente per una realizzazione alternativa ed altrettanto nota della pila di pacchetti multistrato;

– la **figura 3** è una vista schematica di un sistema realizzato secondo la presente invenzione per la fabbricazione di una pila simile a quella di figura 1;

– la **figura 4** è un grafico bivalente, costruito con i valori di **Tabella 1** in **APPENDICE**, che riporta nella scala di una prima ordinata gli andamenti temporali delle temperature misurate in tre punti specifici della pila di figura 3, e riporta nella scala di una seconda ordinata l'andamento temporale della pressione esercitata sulla pila di pacchetti in funzione della temperatura misurata

30 al centro della stessa;

– la **figura 5** è una vista prospettica della pressa schematizzata in figura 3 priva della pila di pacchetti multistrato;

- la **figura 6** mostra prospetticamente l'interno della pressa di figura 5 mettendo in evidenza due piastre riscaldanti vincolate rispettivamente al piano inferiore fisso e superiore mobile della pressa;
- la **figura 7** mostra prospetticamente una pila di pacchetti come quella di figura 3 posta su un vassoio porta-pila posto sulla piastra riscaldante inferiore della pressa di figura 6;
- la **figura 8** mostra prospetticamente due file parallele di rulli ad assi ortogonali presenti sul piano inferiore della pressa di figura 7 da lati opposti rispetto alla piastra riscaldante allo scopo di facilitare la movimentazione e il posizionamento del vassoio porta-pila di figura 7;
- la **figura 9** mostra prospetticamente uno spezzone di conduttore a treccia presente all'estremità superiore di una barra conduttrice la corrente elettrica di riscaldamento di un nastro di rame attraversante a serpantino la pila di pacchetti di figura 7;
- la **figura 10** mostra nella sua interezza la piastra riscaldante inferiore visibile in figura 6;
- la **figura 11** è un ingrandimento dell'angolo inferiore destro della piastra riscaldante di figura 10;
- la **figura 12** mostra uno dei resistori a candela inseriti all'interno della piastra di figura 11 per riscalarla elettricamente;
- la **figura 13** è una vista prospettica del vassoio di figura 7 su cui è montato un sistema in grado d'immobilizzare pile che differiscono per le dimensioni dei pacchetti.

**25 Descrizione dettagliata di una forma preferita di realizzazione dell'invenzione**

Nella descrizione che segue, elementi uguali che compaiono in figure differenti potranno essere indicati con gli stessi simboli. Nell'illustrazione di una figura è possibile fare riferimento ad elementi non espressamente indicati in quella figura ma in figure precedenti. La scala e le proporzioni dei vari elementi raffigurati 30 non corrispondono necessariamente a quelle reali.

Facendo riferimento alla **figura 3**, si può notare la schematizzazione di un sistema per la fabbricazione di una pluralità di pacchetti multistrato 21 per circuiti

stampati, sovrapposti a formare una pila 20 posta tra il piano inferiore fisso 32 ed il piano superiore mobile 38 di una pressa (70 figura 5) a movimentazione pneumatica e compressione pure pneumatica. Ciascun pacchetto 21 dal basso verso l'alto è costituito come segue:

- 5     • uno strato inferiore di rame appartenente ad un nastro di rame 25;
- uno strato inferiore 22 di pre-preg
- una stratificazione 23 fatta di strati dielettrici variamente metallizzati su almeno una faccia, alternati a strati di pre-preg;
- uno strato superiore 24 di pre-preg;
- 10    • uno strato superiore di rame pure appartenente al nastro di rame 25.

Tra un pacchetto 21 ed il successivo è inserita una lastra di alluminio anodizzato 26. Il nastro di rame 25 proviene da un foglio continuo avvolto in rotolo, esso man mano che viene srotolato è anche sistematicamente piegato a serpantino attorno ai gruppi di stratificazioni 22, 23, 24, per completare i pacchetti 21, ed 15 attorno alle lastre separatorie 26 ad essi adiacenti, e questo per tutta l'altezza della pila 20. Nel nastro di rame 25 è fatta circolare una corrente elettrica che a causa del suo comportamento resistivo lo riscalda, scaldando in tal modo la pila dall'interno. L'utilizzo di un solo nastro di rame 25 invece della configurazione preferita a due nastri di figura 2 è data al solo scopo di semplificare il disegno e 20 non limita affatto le modalità dell'apporto aggiuntivo di calore secondo la presente invenzione. Nella costituzione del serpantino di rame le anse aperte sulla destra in figura appartengono ai pacchetti 21 mentre le anse ad esse adiacenti aperte sulla sinistra includono le lastre 26, destra e sinistra possono scambiarsi di ruolo. Nella pila 20 l'ansa superiore e quella inferiore includono un'identica 25 struttura comprendente nell'ordine: una lastra di alluminio anodizzato 26 a contatto del nastro di rame 25, due fogli di carta kraft 27, uno strato tampone 28 (cushion pad) costituito da tessuto in fibre aramidiche e legante siliconico. La funzione dei fogli 27 e del tampone 28 è quella di equilibrare la pressione esercitata dai piani della pressa sulle superfici alle due estremità della pila 20. Il nastro di rame 25 situato alla base della pila 20 poggia su di un vassoio porta-pila 30, costituito da una piastra di alluminio non anodizzato che può essere movimentata avanti ed indietro da lati opposti della pressa. Durante il ciclo di pressa- 30

tura il vassoio di allumino 30 poggia su una piastra riscaldante di alluminio non anodizzato 34 sovrapposta ad una lastra dielettrica 33 e ad essa rigidamente connessa. Quest'ultima poggia sul piano inferiore 32 della pressa dove è fissata stabilmente. L'insieme della piastra riscaldante 34 e della lastra dielettrica 33 5 costituisce un dispositivo 31 funzionante anche da "barriera termica" contro la fuga dal basso del calore endotermico generato nella pila 20, evitando con ciò un abbassamento di temperatura dei pacchetti posti nella parte più bassa della pila rispetto ai pacchetti centrali. In un esempio di attuazione la lastra dielettrica 33 è in vetro epossidico G11 dello spessore di 60 mm, tale denominazione è 10 riferita ad un materiale composito stratificato a base di fibre di vetro disposte ortogonalmente entro una matrice di resina epossidica reticolata.

La piastra riscaldante 34 può essere realizzata secondo diverse modalità. Una modalità preferita consiste nel praticare nella piastra 34, spessa 25 mm, un certo numero di fori longitudinali tra loro equispaziati su tutta la larghezza, ed introdurre in essi delle rispettive resistenze corazzate 35 di tipo "a candela", connesse in parallelo tra i morsetti di un alimentatore a 230 V in corrente alternata. 15 Tali resistenze sono costituite da un involucro cilindrico di acciaio entro il quale è incapsulato un resistore in ferro-nichel o nichel-cromo, il materiale di riempimento, silicone o cemento, è elettricamente isolante e termo-conduttore. Nel caso di specie sono equipaggiate otto resistenze da 2 kW con involucro cilindrico del diametro di 15 mm. Il numero di resistenze e l'assorbimento individuale 20 dipende dalle dimensioni e dal numero di pacchetti 21 nella pila 20.

Una seconda modalità consiste nel ricavare nella piastra 34 una fessura rettangolare ampia quasi come la piastra ed inserire in essa uno spesso foglio di silicone 25 che incorpora un serpentino resistivo.

Una terza modalità consiste nel praticare nella piastra 34 una cavità rettangolare ampia quasi come la piastra ed inserire in essa la resistenza corazzata descritta nel brevetto italiano **No. 0001374127** della stessa richiedente, tale resistenza è costituita da un serpentino resistivo in barra d'acciaio, isolato con foglio di mica dall'involucro in alluminio anodizzato di forma parallelepipedo. 30

Nella parte superiore della pila 20 una lastra di alluminio 29, che non ha subito l'anodizzazione, poggia sul nastro di rame 25. Il fatto che il vassoio porta-pila 30

e la lastra 29 siano di alluminio non preclude la possibilità di utilizzare altri metalli o leghe. Il piano superiore 38 della pressa ha al proprio interno una cavità 38a aperta inferiormente per consentire l'inclusione di una base 37 libera di traslare verticalmente senza uscire dalla cavità. La base 37 delimita nella cavità 38a una camera a pareti rigide ed a volume variabile al cui interno è ospitato un "airbag" 39 collegato ad un compressore 40 mediante un tubo flessibile 41. L'airbag 39 è una camera d'aria che da sgonfia ha una forma appiattita pressoché rettangolare e che, espandendosi, è in grado di riempire completamente la cavità 38a fino alla sua massima estensione verso il basso. La faccia inferiore della base mobile 37 è fissata ad una lastra dielettrica 33', a sua volta fissata ad una piastra riscaldante 34' al cui interno sono presenti delle resistenze corazzate 35' di tipo a candela. Lastra 33' e piastra 34' sono entrambe appartenenti ad un dispositivo 36 vincolato al piano superiore 38 della pressa, del tutto identico al dispositivo inferiore 31 e come tale fungente anch'esso da "barriera termica" contro la fuga, questa volta dall'alto, del calore endotermico generato nella pila 20, evitando con ciò un abbassamento di temperatura dei pacchetti posti nella parte più alta della pila rispetto ai pacchetti centrali.

La potenza elettrica per il riscaldamento del nastro di rame 25 e delle resistenze 35 e 35' è fornita dalla rete elettrica trifase a 400 Volt. I tre conduttori di fase della rete 44 e il neutro N (collegato a massa) sono opportunamente sezionati da un sezionatore 45 a quattro contatti. La maggior potenza è assorbita dal nastro di rame 25 attraverso un sistema di modulazione della potenza alternata e trasformazione in corrente continua, comprendente degli interruttori controllati 46 realizzati allo stato solido, tipicamente dei tiristori, connessi tra la rete 44 ed il primario di un trasformatore trifase in discesa 47, il cui secondario è connesso ad un raddrizzatore trifase 48 che fornisce una corrente continua di elevato amperaggio sotto una tensione di 60 Volt regolabili. Come si può notare in figura, i morsetti positivo (+) e negativo (-) del raddrizzatore 48 sono rispettivamente connessi alle piastre riscaldanti in alluminio 34' e 34 per mezzo di due robusti conduttori 49 e 50; il conduttore 49 termina con uno spezzone flessibile per assecondare la traslazione del piano superiore 38 della pressa. La corrente che fuoriesce dal morsetto positivo (+) fluisce nella piastra riscaldante superiore 34',

attraversa la lastra superiore di alluminio 29, scorre da un estremo all'altro del  
nastro di rame 25 riscaldando la pila 20 dall'interno, attraversa il vassoio por-  
ta-pila 30 (pure di alluminio), fluisce nella piastra riscaldante inferiore 34, ed in-  
fine raggiunge il morsetto negativo (-). Gli elementi 46, 47, e 48 costituiscono un  
5 generatore elettrico principale GP in corrente continua. La potenza elettrica in  
corrente alternata per il riscaldamento del gruppo di resistenze in parallelo 35  
che riscaldano la piastra inferiore 34 è fornita da un sistema di modulazione  
comprendente un interruttore controllato 51, tipicamente un tiristore, connesso  
10 ad una fase della rete elettrica 44 ed al primario di un trasformatore monofase  
d'isolamento 52. Gli elementi 51 e 52 costituiscono un generatore elettrico se-  
condario GS1 in corrente alternata. Similmente, la potenza elettrica in corrente  
alternata per il riscaldamento del gruppo di resistenze in parallelo 35' che ri-  
scaldano la piastra superiore 34' è fornita da un sistema di modulazione com-  
prendente un interruttore controllato 54 connesso ad una diversa fase della rete  
15 elettrica 44 ed al primario di un trasformatore monofase d'isolamento 55. Gli e-  
lementi 54 e 55 costituiscono un generatore elettrico secondario GS2 in corren-  
te alternata. I trasformatori 52 e 55 possono condividere il medesimo nucleo.  
Nel seguito gli interruttori controllati 46, 51, 54 sono pure chiamati "driver".  
Le modulazioni delle potenze elettriche fornite al nastro di rame 25 ed ai gruppi  
20 di resistenze 35 e 35' sono asservite ad un controllo in temperatura che si avva-  
le di almeno tre sonde termiche, di cui una prima 58 collocata al centro della pi-  
la 20, una seconda 59 entro una nicchia ricavata nella lastra riscaldante supe-  
riore 34', e una terza sonda 60 entro una nicchia ricavata nella lastra riscaldan-  
te inferiore 34. Per maggiore sicurezza ciascuna sonda è ridondata. Le sonde  
25 termiche 58, 59, 60 sono collegate ad un controllore logico programmabile 61  
(PLC) a sua volta connesso, mediante un bus 62, ad un Personal Computer  
(PC) 63 che esegue il programma di attuazione del ciclo di pressatura a caldo  
della pila 20. Il sistema di **figura 3** comprende inoltre una pompa da vuoto 64 e  
un apparato di ventilazione 65 entrambi connessi al PLC, così come il com-  
30 pressore 40. La pompa 64 serve per generare il grado di vuoto voluto in una  
camera ermetica (73, figure 5 e 6) che contiene la pila 20 durante il ciclo di  
pressatura a caldo. Il ventilatore 65 entra in funzione a ciclo di pressatura ter-

minato per raffreddare più velocemente la piastra superiore 34' mediante il con-  
vogliamento di un flusso d'aria ambientale entro una tubazione dotata di ugelli  
opposti alla sudetta piastra a breve distanza da essa.

Nel funzionamento, la pila 20 al termine di una fase preparatoria iniziale si trova  
5 al centro del vassoio 30 posizionato sotto il piano 38 della pressa. Quattro at-  
tuatori pneumatici (non indicati) abbassano il piano superiore 38 fino a che la  
piastra 34', ad airbag sgonfio, non giunga a contatto della lastra di alluminio 29  
posta in cima alla pila 20. A questo punto il PC 63 genera tramite il PLC 61 un  
segnale D che attiva il compressore 40 per un tempo sufficiente a gonfiare  
10 l'airbag 39 alla pressione P inizialmente prestabilita sulla pila 20. Il PLC 61 pri-  
ma di incominciare un ciclo di lavoro genera un segnale E che attiva la pompa  
da vuoto 64 per un tempo necessario a raggiungere un grado di vuoto sufficien-  
te ad evitare la formazione di bolle entro il multistrato durante la pressatura a  
caldo. Dopodiché il PC 63 tramite il PLC 61 genera tre segnali A, B, C, rispetti-  
15 vamente diretti ai driver 46, 54, 51 per dare inizio al ciclo di riscaldamento del  
nastro di rame 25 e delle resistenze 35' e 35. Dopo un certo ritardo dovuto  
all'inerzia termica degli elementi riscaldati le sonde termiche 58, 59, 60 genera-  
no dei rispettivi segnali analogici Ta, Tb, Tc proporzionali alle temperature misu-  
rate; questi segnali sono diretti al PLC che li digitalizza con cadenza opportuna  
20 e trasferisce i valori numerici sul bus 62. Il PC 63 esegue un monitoraggio con-  
tinuo del bus 62 per acquisire i valori di temperatura Ta, Tb, Tc necessari alla  
generazione di nuovi valori dei segnali A, B, C che controllano in retroazione i  
rispettivi driver secondo la logica del programma memorizzato. In sintesi, tale  
programma si prefigge di far sì che tutti i pacchetti 21 della pila 20 condividano  
25 uno stesso profilo di crescita della temperatura a partire da temperatura am-  
biente fino a completa reticolazione della resina. Tale scopo può essere rag-  
giunto conoscendo a priori l'andamento temporale di una curva ideale di salita  
della temperatura in presenza di pressione che meglio si addice alla tipologia  
della pila di pacchetti da pressare.  
30 Una simile curva ideale  $T_{ai}(t)$  può essere ottenuta sulla base dei noti fenomeni  
chimico-fisici che interessano la resina epossidica presente negli strati adesivi  
di pre-preg. Tali fenomeni comprendono una reazione di polimerizzazione (geli-

ficazione) dei componenti della resina in presenza di un catalizzatore e la reticolazione del gel resinoso fino al raggiungimento di uno stato di tipo vetroso. Una curva  $T_{ai}(t)$  utile allo scopo sale linearmente nel tempo con un gradiente che dipende dalla massima potenza elettrica trasferibile al nastro di rame 25 nell'unità di tempo, ed è limitato dagli effetti della temperatura sulle reazioni chimico-fisiche che avvengono nella resina epossidica. Una volta raggiunto il valore di circa 180 °C è conveniente far salire molto più lentamente la temperatura  $T_{ai}(t)$  di altri pochi gradi per completare la reticolazione. Il tratto terminale della curva  $T_{ai}(t)$  rappresenta la fase di post-cura necessaria a migliorare le caratteristiche finali dei multistrati, caratteristiche che saranno mantenute anche dopo il ritorno alla temperatura ambiente. Una curva teorica  $T_{ai}(t)$  simile a quella appena ipotizzata è stata ottenuta mediante ripetute sperimentazioni sul campo, tale curva è quasi completamente sovrapponibile alla curva reale  $T_a(t)$  di **figura 4**. Altre curve teoriche  $T_{ai}(t)$  potranno essere ipotizzate, in ogni caso esse risulteranno suddividibili in una successione di tratti rettilinei, singolarmente approssimabili dall'algoritmo di controllo del riscaldamento. La curva  $T_{ai}(t)$  è stata campionata con cadenza tale da non perdere informazione ed i campioni sono stati preventivamente scritti in una memoria accessibile al PC 63. La minima frequenza di campionamento della curva teorica è maggiore o uguale alla frequenza con cui il PC 63 acquisirà i valori reali delle temperature  $T_a$ ,  $T_b$ ,  $T_c$ . La pressione  $P$  sulla pila 20 è fatta salire con andamento a gradini, il passaggio da un gradino al successivo avviene solo quando la temperatura  $T_{ai}(t)$  avrà raggiunto un valore prestabilito. Per quanto detto si evince che la pressione  $P(t)$  dipende dal tempo per via indiretta, essendo una funzione  $P(T_{ai}(t))$ . La curva ideale  $T_{ai}(t)$  consente di semplificare l'algoritmo di controllo dei tre riscaldatori 25, 35, 35', in quanto è sufficiente impostare nel programma il gradiente di salita lineare e la temperatura finale  $T_{af}$  di ciascun tratto lineare, ad esempio  $(5^{\circ}\text{C})/(60 \text{ s})$  e 180 °C per il primo tratto, affinché il PC calcoli una serie di valori della funzione  $T_{ai}(t)$  e li memorizzi - calcoli poi la differenza tra il valore  $T_a$  di temperatura misurata al tempo  $t_s$  ed il corrispondente valore memorizzato  $T_{ai}(t_s)$ , ed in base alla differenza  $(T_a - T_{ai})$  in valore e segno generi tramite il PLC 61 un segnale A verso i driver 47 per modificare in modo congruente la du-

rata della conduzione. Ciò significa che se  $T_a > T_{ai}$  la durata della conduzione viene diminuita in proporzione alla differenza  $\Delta T$ , mentre se  $T_a < T_{ai}$  la durata della conduzione viene aumentata in proporzione al modulo della differenza  $\Delta T$ . Il valore di temperatura  $T_a$  risente in qualche misura dei contributi calorici ap-5 portati dalle due piastre riscaldanti 34 e 34', le cui temperature  $T_c$  e  $T_b$  sono anch'esse misurate al tempo  $t_s$  e quindi confrontate con il valore teorico  $T_{ai}$  di temperatura al tempo  $t_s$ . Questo perché l'obiettivo da raggiungere è quello dell'uniformità di temperatura  $T_a$  su tutti i pacchetti 21 della pila 20, pertanto anche i valori delle temperature  $T_c$  e  $T_b$  dovranno convergere verso i valori teo-10 rici  $T_{ai}$  corrispondenti ai tempi  $t_s$ . Quanto affermato garantisce la stabilità dell'algoritmo di controllo termico nel suo complesso, evitando con ciò l'instaurarsi di pericolose oscillazioni termiche significative e durature tra il centro della pila 20 e le due estremità. Il PC 63 controlla pertanto le temperature  $T_c$  e  $T_b$  come detto per la temperatura  $T_a$ , generando tramite il PLC 61 due se-15 gnali indipendenti B e C rispettivamente inviati ai driver 54 e 51 per modificare in modo congruente la durata della conduzione. I segnali A, B, C controllano la durata della conduzione impostando il ritardo di spegnimento dei rispettivi driver rispetto al passaggio per lo zero della tensione sinusoidale, tanto maggiore è il ritardo e tanto più alta è la tensione efficace disponibile, e quindi la corrente ef-20 ficace, essendo costanti i valori delle resistenze.

In **figura 4** sono riportati in grafico i valori delle misure  $T_a$ ,  $T_b$ ,  $T_c$  effettuati all'incirca ogni 55 secondi e memorizzati in **Appendice - Tabella 1** che rispecchia il contenuto di una memoria di lavoro. Con altra scala, il grafico riporta anche l'andamento della pressione  $P$  sulla pila 20. La curva reale di temperatura  $T_a(t)$  in **figura 4** approssima molto bene l'andamento ideale  $T_{ai}(t)$ , gli scostamenti di  $\pm 2$  °C dall'andamento lineare mantenuti dal sistema di controllo sono poco apprezzabili nella scala di temperatura adottata. Le curve di temperatura  $T_b(t)$  e  $T_c(t)$  presentano invece un andamento oscillatorio abbastanza evidente nel tratto iniziale, ma a partire da circa 100 °C tale andamento si smorza rapi-25 damente e convergere verso l'andamento della curva  $T_a(t)$  con oscillazioni contenute entro  $\pm 5$  °C. La causa di un tale andamento oscillatorio è da ricer-30 carsi nella minore inerzia termica delle due piastre 34 e 34' rispetto alla pila 20.

Questo non compromette affatto il buon esito finale in quanto le maggiori ampiezze interessano un intervallo di temperature in cui la resina è scarsamente polimerizzata. Al termine del ciclo di pressatura i driver 46, 51, 54 vengono spenti per riportare le temperature Ta, Tb, Tc al valore ambiente. Dopodiché il 5 PC 63 tramite il PLC 61 disattiva la pompa da vuoto 64 ed invia un segnale di attivazione F all'apparato di ventilazione 65 per accelerare il raffreddamento della piastra superiore 34'.

La seguente **Tabella 2** riporta alcune tipologie di pila 20 utilizzabili nel sistema di **figura 3** e le rispettive massime grandezze elettriche.

Altezza minima della pila mm	Altezza massima della pila mm	No di pacchetti (Spessore 1,6 mm)		DC massima nel nastro A	Tensione massima sulla pila V
		Minimo	Massimo		
70	165	6	50	2.000	65
135	185	45	65	1.650	120
235	265	80	100	3.300	160

10

La larghezza del nastro di rame 25 è scelta in funzione delle necessità dei progettisti dei circuiti stampati, in linea di massima si può dire che essa varia da una larghezza minima di 300 mm fino ad arrivare ad una larghezza massima di 1.400 mm. Gli spessori del nastro di rame 25 sono ormai standardizzati, i più comuni sono:  $\frac{1}{4}$  di Oncia (9 micron);  $\frac{1}{3}$  di Oncia (12 micron);  $\frac{1}{2}$  Oncia (18 micron); 1 Oncia (35 micron); 2 Once (70 Micron); 3 Once (105 Micron). La lunghezza del nastro di rame 25 dipende dal numero di pacchetti da pressare e quindi dalla tipologia di pila: la lunghezza minima può essere di qualche decina di metri, la massima di circa 200 metri. Al passaggio della corrente nel nastro di rame 25 l'energia termica fornita è uguale su ogni livello della pila 20.

La **figura 5** è una vista prospettica di una pressa 70 idonea alla fabbricazione di una pluralità di pacchetti multistrato per circuiti stampati in un unico ciclo di lavoro, secondo quanto anticipato nella descrizione delle **figure 3 e 4**. Facendo riferimento congiunto alle **figure 5 e 3**, si può notare che la pressa 70 ha un basamento 71 per l'ancoraggio di un robusto telaio di sostegno del piano d'appoggio 32 del materiale da pressare. Il telaio suddivide la pressa in tre scomparti 72, 73, 74 sovrapposti l'uno all'altro. Lo scomparto inferiore 72 è de-

limitato superiormente dal piano d'appoggio 32, su questo piano poggiano quattro colonne in posizioni pressoché angolari che sostengono il pavimento dello scomparto superiore 74. Lo scomparto intermedio 73 è delimitato lateralmente da pareti a tenuta pneumatica, delle quali due pareti opposte sono fisse ed includono degli oblò 75 per vedere all'interno durante la lavorazione, mentre le altre due pareti sono rimovibili alla guisa di sportelli per consentire l'inserimento dal vassoio 30 con al centro la pila 20 di pacchetti 21. In **figura 5** è sostanzialmente mostrata la "carrozzeria" della pressa 70, maggiori dettagli costruttivi verranno forniti qui di seguito e nell'illustrazione delle successive **figure da 6 a 13**.

5 Nello scomparto inferiore 72 trovano alloggio gli stabilizzatori di tensione e gli apparati di supporto al funzionamento pneumatico degli attuatori, come pure la pompa da vuoto 64 che crea il vuoto nello scomparto intermedio 73. Tali apparati di supporto e la pompa da vuoto 64 potrebbero essere collocati esternamente alla pressa 70. I suddetti apparati di supporto includono un compressore

10 15 40 e relative valvole di distribuzione per espletare le seguenti funzionalità: a) l'azionamento di quattro cilindri pneumatici di traslazione nei due sensi del piano superiore 38 della pressa 70; b) il gonfiaggio dell'airbag 39 che esercita la pressione sulla pila 20; il raffreddamento della piastra riscaldante superiore 34' a ciclo di lavoro terminato (ventilatore 65); l'azionamento degli attuatori di sollevamento del vassoio 30 all'atto dell'introduzione della pila 20 tra i piani della pressa. Nello scomparto inferiore 72 trova pure alloggio il sistema di controllo elettronico costituito dal PLC 61 e dalla scheda madre del PC 63. Quest'ultima comprende una memoria non volatile in cui è scritto il programma che governa il funzionamento della pressa 70 (firmware). Un apposito connettore

20 25 d'interfaccia connette la scheda madre ad una postazione esterna del PC 63 a disposizione dell'operatore per inserire nel sistema i principali parametri di funzionamento del ciclo di lavoro ed aggiornare il contenuto della memoria di programma. Nello scomparto intermedio 73 trovano alloggio: ovviamente il vassoio 30 con la pila 20, i riscaldatori ausiliari 31 e 36 e relative sonde termiche 60 e 59; la sonda termica 58 al centro della pila 20; il piano superiore 38 della pressa 70 ed i relativi quattro cilindri pneumatici a doppio effetto per la sua movimentazione; e l'airbag 39 con relativa parete mobile di contenimento 37. Nello scom-

parto superiore 74 trovano alloggio gli interruttori magnetici di protezione dai sovraccarichi, gli alimentatori elettrici comprendenti i trasformati 47, 52, 55 e relativa elettronica di controllo costituita dai dispositivi allo stato solido 46 e 48, 51, 54. Due robuste barre cilindriche di rame decorrono affiancate dallo scom-

5 parto inferiore 72 allo scomparto superiore 74 per alimentare driver e trasformatori. Un carter isolante 76 racchiude queste barre a scopo di protezione.

La **figura 6** mostra prospetticamente l'interno dello scomparto intermedio 73, privo del vassoio 30 e relativa pila di pacchetti. In figura si possono notare le due piastre 34 e 34' riscaldate dai gruppi di resistenze elettriche corazzate del 10 tipo "a candela", rispettivamente 35 e 35', (visibili in **figura 12**), inserite entro fori longitudinali tra loro equispaziati su tutta la larghezza. Tra le due resistenze centrali di ciascun gruppo sono ricavati altri due fori longitudinali entro i quali sono inserite due sonde termiche, di cui, una prima coppia di sonde 59, 59' nella piastra superiore 34' ed una seconda coppia 60, 60' nella piastra inferiore 34.

15 Delle quattro sonde termiche utilizzate, le due 59' e 60' sono ridondanti a scopo di sicurezza ed anch'esse connesse al PLC 61. La piastra riscaldante inferiore 34 è posta sopra la lastra dielettrica 33 a cui è fissata mediante due viti penetranti entro fori 78 ricavati da lati opposti della piastra, trasversalmente ad essa in posizioni adiacenti ai fori per le sonde termiche 60, 60'. La lastra dielettrica 20

33 poggia sul piano inferiore 32 della pressa 70 ed è fissata ad esso mediante viti. Due rulli 80 sono disposti entro la pressa 70 davanti alla piastra riscaldante inferiore 34 parallelamente ad essa e di poco più in alto, per facilitare lo scorri- 25 mento del vassoio 30 con la pila 20 di pacchetti 21 al momento della sua introduzione. La piastra riscaldante superiore 34' è posta sotto la lastra dielettrica

33' e fissata ad essa mediante viti come detto per la piastra inferiore 34. La lastra dielettrica 33' è a sua volta fissata contro la parete mobile 37 della camera 38a che contiene l'airbag 39, la quale parete è vincolata al piano superiore 38 della pressa 70, condividendone la traslazione verticale di posizionamento sulla pila 20, e mantenendo la capacità di traslazione addizionale verso il basso du- 30 rante il gonfiaggio dell'airbag 39. Lo scomparto intermedio 73 ha un'altezza fis- sa che limita la massima altezza della pila 20, pertanto la pressa 70 dovrà esse- re fabbricata in differenti modelli per assecondare le tipologie di pile di pacchetti

esemplificate in **Tabella 2**. Le differenze tra le altezze massime e minime della pila entro ciascuna tipologia di pila sono compensate dalla traslazione verso il basso del piano superiore 38 ad opera degli attuatori pneumatici (non mostrati). Ai due lati della piastra riscaldante inferiore sono parzialmente visibili delle file 5 di rulli che guidano lo scorrimento del vassoio 30 entro lo scomparto intermedio 73 della pressa 70.

La **figura 7** completa la precedente figura mostrando la pila 20 sul vassoio di alluminio 30 appoggiato sulla lastra riscaldante 34 (coperta dal vassoio). La pila 10 20 di pacchetti può essere realizzata nella schematizzazione ad un solo nastro di rame come indicato in **figura 3** oppure nella versione preferita a due nastri di rame di **figura 2**. In cima alla pila 20 c'è la lastra di alluminio 29 a contatto con l'estremità superiore del nastro di rame 25, la cui estremità inferiore è a contatto 15 del vassoio di alluminio 30. Come detto in precedenza, i morsetti del generatore principale di corrente GP sono rispettivamente connessi alle due piastre riscaldanti in alluminio 34 e 34' (la connessione alla piastra superiore 34' verrà evidenziata in **figura 9**) e tale accorgimento garantisce un'ampia superficie ai contatti elettrici con il nastro 25 consentendo una distribuzione uniforme della corrente di riscaldamento. Il vassoio 30 ha raggiunto in figura la sua posizione finale 20 nello scomparto 73 dopo una traslazione sui rulli frontali d'ingresso 80 e su due file di rulli di sostegno (evidenziati con il numero 82 in **figura 8**) disposte ai due lati della piastra riscaldante 34 per mantenere il vassoio 30 leggermente sollevato da essa durante la traslazione, evitando con ciò di strisciare. La traslazione del vassoio 30 è guidata da ulteriori rulli 83 che rotolano a contatto di fianchi opposti dello stesso mentre esso avanza; tali rulli tengono stabilmente 25 in posizione il vassoio 30 durante la pressatura della pila 20. Lungo ciascuno dei due fianchi più lunghi della piastra riscaldante superiore 34' è presente una scanalatura longitudinale 77 per l'incastro con una barriera piatta 79 ancorata alla lastra dielettrica 33' per immobilizzare lateralmente la piastra 34'. Due simili 30 barriere ad incastro sono presenti anche sulla lastra dielettrica 33 della piastra riscaldante inferiore 34.

La **figura 7** evidenzia una fila di rulli 83 adiacenti al fianco sinistro del vassoio 30 (guardando la pressa 70 lato fronte); una simile configurazione è anche pre-

sente sul lato destro. Facendo riferimento alla figura, si nota un supporto 85 di forma parallelepipedo solidale al piano inferiore 32 della pressa 70, dal supporto 85 fuoriescono i perni di rotazione dei rulli 83 fissi in direzione verticale. Un contenitore 84 di forma parallelepipedo è vincolato al piano inferiore 32 della pressa adiacente al supporto 85 sotto il vassoio 30. Entro il contenitore 84 è presente una fila di rulli a scomparsa e relativo meccanismo di sollevamento pneumatico. Un simile contenitore è anche presente sul lato destro del vassoio 30, come verrà illustrato nella successiva figura. Il contenitore 84, l'elemento di supporto 85, e la lastra dielettrica 33 sono fissati ad uno zoccolo d'acciaio 32' solidale al piano inferiore 32 della pressa 70. Il contenitore 84 e il supporto 85 sono fatti di materiale elettricamente isolante, questo impedisce la formazione di una via di conduzione della corrente di riscaldamento tra il vassoio di alluminio 30 e il piano inferiore 32 tramite i rulli metallici 82 e 83. In alternativa è possibile usare dei rulli in materiale plastico.

La **figura 8** mostra due file di rulli 82 e 83 situate sul lato destro del vassoio 30 della precedente figura, essendo quest'ultimo stato rimosso dal disegno per consentire la visione dei rulli 82 sottostanti. Si rimarca che simile batteria di rulli 82 e 83 è presente anche sul lato sinistro. Si può notare in figura l'utilizzo di un supporto 86 per i rulli laterali 83 differente dal supporto 85 utilizzato sul lato sinistro, la differenza consistendo nel fatto che i perni di rotazione sono appesi invece di essere appoggiati. Il supporto 86 è costituito da una base longitudinale 87 di materiale isolante, dalle cui estremità si ergono due spalle 88 che sorreggono una piastra metallica oblunga 89 nella quale sono ricavate le sedi dei perni di rotazione 90 dei rulli 83. La base 87 è solidale al piano inferiore 32 della pressa 70 e le estremità inferiori delle spalle 88 sono fissate alla base 87 senza toccare il piano metallico 32. I perni sono fissi nelle loro sedi in direzione verticale discendente, di modo che i rulli laterali 83 risultano appesi alla piastra 89. Il contenitore 84 dei rulli di sostegno 82 è collocato tra il supporto 86 e la piastra riscaldante 34. Esso è internamente cavo e aperto nella parte superiore dove una cornice metallica 91 è fissata con viti ai bordi più lunghi dell'apertura, lasciando disponibili due porzioni alle estremità per l'alloggiamento di due blocchetti 95 di fissaggio del contenitore stesso. L'intera fila di rulli 82 è alloggiata in

una sede costituita da due spalle metalliche parallele 92 e 93 unite da una base. I perni 94 dei rulli 82 attraversano le due spalle 91 e 92 a debita distanza l'uno dall'altro. La rotazione dei rulli 82 avviene su robusti cuscinetti radiali. Sul lato visibile in figura la piastra riscaldante 34 è mantenuta distanziata dal contenitore 84 per mezzo di incastri 87 fissati a rispettivi blocchetti isolanti 98. Nel contenitore 84 è posto un attuatore pneumatico alimentato da un condotto 96 per l'aria compressa. Questo attuatore entra in azione quando la pila 20 deve essere inserita oppure estratta dal vano di pressatura, esso solleva la sede dei rulli 82 rispetto alla cornice 91, e quindi il vassoio 30 di quanto basta affinché la loro superficie volente superi in altezza la piastra riscaldante 34 evitando con ciò lo strisciamento del vassoio. La disattivazione dell'attuatore comporta l'abbassamento automatico della fila di rulli 82 per effetto del proprio peso.

La **figura 9** mostra il contatto tra l'estremità superiore di un conduttore 100 e la piastra di alluminio 34' del riscaldatore ausiliario superiore 36, essendo l'estremità inferiore di questo conduttore connessa al morsetto (+) del generatore elettrico principale GP. Il conduttore 100 è una barra cilindrica di rame di grosso diametro, in considerazione dell'elevato amperaggio, inserita in un cilindro di materiale plastico che la isola elettricamente dall'esterno. Un morsetto di rame 101 è fissato all'estremità superiore della barra cilindrica 100 per stringere un capo di un conduttore elettrico di tipo "a treccia" 102, il cui altro capo è stretto da un analogo morsetto di rame 103 fissato a una corta barra di rame 104 introdotta in un recesso 105 sul fianco della piastra 34', esercitando una moderata pressione per garantire un buon contatto elettrico. La lunghezza della treccia conduttrice 103 è superiore alla massima distanza tra le due piastre riscaldanti 34 e 34' permessa dalla tipologia di pila di **Tabella 2**, in tal modo è possibile assecondare il movimento di traslazione della piastra superiore 34'. La piastra riscaldante inferiore 34 è connessa al morsetto (-) del generatore elettrico principale GP mediante una seconda barra cilindrica di rame (non mostrata in figura) di diametro uguale alla barra 100.

La **figura 10** mostra prospetticamente il riscaldatore resistivo ausiliario inferiore 31 (figura 3) con la piastra riscaldante 34 fissata alla lastra dielettrica 33 mediante due viti penetranti nei fori 78, ed ulteriormente immobilizzata ad incastro

dalle due barriere laterali 79 fissate con viti alla suddetta lastra, che inoltre sorregge un cablaggio di conduttori 99 per alimentare le resistenze 35. Il riscaldatore resistivo ausiliario superiore 36 ha la medesima configurazione di quello inferiore 31, valendo per esso quanto verrà detto qui di seguito. Una delle otto resistenze a candela 35 che riscaldano la piastra 34 è mostrata a tratteggio nella propria sede, ed a sé stante in **figura 12**. Dalla base di ciascuna resistenza 35 si prolungano due cavi elettrici 99a e 99b per la connessione ai morsetti del generatore elettrico secondario GS1, in corrente alternata, rispettando la geometria del cablaggio visibile sulla lastra dielettrica 33. Con riferimento alla **figura 10** ed all'ingrandimento parziale di **figura 11**, tale cablaggio comprende due prese piatte 108 e 109 fissate alla lastra dielettrica 33 in prossimità degli angoli della piastra 34 vicini al lato d'inserimento delle resistenze 35. Le prese 108 e 109 hanno dei contatti rispettivamente 108a e 109a per connettere le terminazioni dei conduttori diretti ai morsetti del generatore elettrico secondario GS1.

Dalla presa 108 si dipartono due corti spezzoni di cavo 110 e 111, similmente dalla presa 109 si dipartono due corti spezzoni di cavo 114 e 115. All'interno di ciascuna presa 108 e 109 le estremità dei rispettivi due spezzoni di cavo sono a reciproco contatto. Le altre estremità degli spezzoni di cavo 110 e 111 sono connesse a due rispettivi blocchetti 112 e 113 a quattro contatti ciascuno. Le altre estremità degli spezzoni di cavo 114 e 115 sono connesse a due rispettivi blocchetti 116 e 117 del tutto uguali ai precedenti. La coppia di blocchetti 112-113 è connessa agli otto cavi elettrici 99a di tutte otto le resistenze 35, mentre gli otto cavi elettrici 99b sono connessi alla coppia di blocchetti 116-117, cosicché le otto resistenze 35 risultano connesse in parallelo.

La **figura 13** mostra prospetticamente il vassoio di alluminio 33 sul quale è montato un sistema di doppi corsoi ortogonali capace d'immobilizzare gli spigoli di pile di pacchetti che differiscono tra loro per le dimensioni dei pacchetti. Facendo riferimento alla **figura 13**, si possono notare quattro identici binari 120, 121, 122, 123 allineati a due a due in prossimità di lati opposti del vassoio 33. I binari hanno due scanalature longitudinali sui fianchi in prossimità dell'estremità superiore per vincolare ad incastro rispettivi corsoi 124, 125, 126, 127 di forma tubolare a sezione rettangolare aperta alla base tra due corte appendici laterali

rivolte verso l'interno e scorrevoli entro dette scanalature. I corsoi possono essere bloccati contro i propri binari mediante la rotazione di maniglie 128, 129, 130, 131 con gambi filettati all'estremità. I corsoi presentano inoltre una spalla appiattita all'estremità più esterna per il fissaggio mediante viti di una rispettiva asta rettangolare 132, 133, 134, 135 diretta verso l'interno del vassoio 33 ortogonalmente ai binari. Lungo la mezzeria delle aste c'è un'asola longitudinale 136, 137, 138, 139 che si estende per quasi tutta la lunghezza. Le quattro aste sorreggono quattro rispettivi secondi corsoi 140, 141, 142, 143 aventi forma di squadrette angolari del tipo paraspigoli, con una faccia scanalata per 5 l'inserimento dell'asta di scorrimento. I corsoi 140, 141, 142, 143 sono bloccati contro le rispettive aste dalla rotazione di maniglie 144, 145, 146, 147 dotate di un gambo filettato all'estremità che attraversa l'asola, e prima ancora una rondella, per avvitarci nella parete del corsoio.

Operativamente, la pila 20 viene adagiata al centro del vassoio 33 con tutti i 10 corsoi nelle posizioni iniziali più esterne, dopodiché i corsoi 124, 125, 126, 127 vengono fatti traslare sui loro binari l'uno verso l'altro fino ad avvicinare le aste 132, 133, 134, 135 ai due fianchi della pila, a questo punto i corsoi angolari 140, 141, 142, 143 vengono fatti traslare verso l'interno fino a racchiudere i quattro spigoli della pila e, dopo i necessari aggiustamenti per eliminare i giochi tra i pa- 15 raspigoli e la pila, procedere al serraggio delle maniglie di blocco.

E' possibile sostituire i quattro corti binari con due di lunghezza doppia collocati allo stesso modo sul vassoio 33, come pure è possibile utilizzare due sole aste contrapposte le cui estremità sono fissate a due corsoi su binari opposti.

Sulla base della descrizione fornita per un esempio di realizzazione preferito, è 20 ovvio che alcuni cambiamenti possono essere introdotti dal tecnico del ramo senza con ciò uscire dall'ambito dell'invenzione come risulta dalle seguenti rivendicazioni.

**APPENDICE****Tabella 1**

Misura No.	Tempo mm.ss	Ta °C	Tb °C	Tc °C	P kg/cm <sup>2</sup>
1	00.51	....	....	....	0
2	01.44	....	....	....	0
3	02.37	....	....	....	0
4	03.30	....	....	....	0
5	04.23	....	....	....	0
6	05.16	....	....	....	0
7	06.09	....	....	....	0
8	07.03	27	59	62	3.0
9	07.58	31	58	60	3.0
10	08.54	35	58	59	3.0
11	09.49	38	58	58	3.0
12	10.44	42	58	57	3.0
13	11.40	46	58	56	3.0
14	12.35	49	59	56	3.0
15	13.30	53	60	55	3.0
16	14.26	57	67	60	3.0
17	15.21	61	77	67	5.0
18	16.16	64	87	75	5.0
19	17.11	68	96	84	5.0
20	18.07	72	99	92	5.0
21	19.02	75	99	99	5.0
22	19.57	79	98	98	5.0
23	20.53	83	97	98	5.0
24	21.48	86	96	97	5.0
25	22.43	90	96	95	5.0
26	23.39	94	96	93	5.0
27	24.34	98	96	93	5.0
28	25.29	101	100	98	5.0
29	26.25	105	108	106	5.0
30	27.20	108	110	111	5.0
31	28.15	112	110	112	5.0
32	29.10	116	115	112	5.0
33	30.06	120	123	117	5.0
34	31.01	123	124	124	7.0
35	31.56	127	124	128	7.0
36	32.52	130	129	128	7.0
37	33.47	134	137	130	7.0
38	34.42	138	139	134	7.0
39	35.38	142	140	140	7.0

40	36.33	145	143	147	7.0
41	37.28	149	151	150	7.0
42	38.24	153	155	150	7.0
43	39.19	156	156	152	7.0
44	40.14	160	156	157	7.0
45	41.09	164	162	163	7.0
46	42.05	168	170	168	7.0
47	43.00	171	172	170	7.0
48	43.55	175	172	170	7.0
49	44.51	179	175	174	7.0
50	45.46	180	182	180	7.0
51	46.41	181	186	185	7.0
52	47.37	181	186	186	7.0
53	48.32	181	184	185	7.0
54	49.27	182	182	183	7.0
55	50.23	182	181	181	7.0
56	51.18	183	185	180	7.0
57	52.13	183	187	184	7.0
58	53.09	184	186	187	7.0
59	54.04	184	184	187	7.0
60	54.59	185	182	186	7.0

## RIVENDICAZIONI

1. Metodo di fabbricazione di laminati plastici multistrato per circuiti stampati, mediante i passi di:
- a) costruire una pila (20) di singoli laminati plastici multistrato, detti nel seguito pacchetti (21), alternati a lastre separatrici (26) termicamente conduttrive ed elettricamente isolate, ciascun pacchetto (21) comprendendo strati dielettrici (23) metallizzati su almeno una faccia, alternati a strati adesivi di pre-preg (22, 24), i due strati più esterni di ciascun pacchetto (21) essendo costituiti da rispettive porzioni di almeno un nastro metallico (25), preferibilmente di rame, ripetutamente piegato a 180° in opposte direzioni a formare un serpento che attraversa sistematicamente la pila (20) per tutta l'altezza;
  - b) applicare sottovuoto (64) pressione (P) di valore controllato sulla detta pila (20) mediante una pressa a due piani (70) e generare in concomitanza calore entro la pila, il calore essendo sviluppato dalla corrente elettrica fatta circolare entro il detto nastro metallico (25), di comportamento resistivo, da un generatore elettrico principale (GP) la cui potenza fornita al nastro metallico (25) è controllata in modo da far salire secondo una gradualità prestabilita la temperatura (Ta) misurata entro la pila per un tempo sufficiente all'indurimento degli strati adesivi (22, 24), ottenendo con ciò il reciproco fissaggio dei vari strati (22, 23, 24) come pure delle porzioni di nastro metallico (25) agli strati ad esse combacianti (22, 24);
  - c) ritornare alle condizioni iniziali di pressione e temperatura;
  - d) tagliare il nastro metallico (25) a filo dei fianchi opposti della pila (20) da dove esso fuoriesce e disassemblare i singoli pacchetti (21) in tal modo metallizzati,
- caratterizzato dal fatto che durante il passo b) un apporto aggiuntivo di calore è fornito alle due estremità della pila (20) utilizzando due riscaldatori resistivi ausiliari (31, 36) vincolati ai due piani della pressa (32, 38) e termicamente isolati da essi, detti riscaldatori ausiliari essendo alimentati da rispettivi generatori elettrici secondari (GS1, GS2) controllati in modo da far salire la temperatura (Tc, Tb) dei detti riscaldatori ausiliari secondo la suddetta gradualità prestabilita, essendo la potenza dissipata dai riscaldatori ausiliari sufficiente ad ottenere nei rispet-

tivi pacchetti (21) posti in cima ed in fondo alla pila (20) circa la stessa temperatura (Ta) misurata entro la pila.

2. Il metodo della rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che la pressione è esercitata sul riscaldatore ausiliario superiore (36) mediante una camera d'aria (39) gonfiata ad una pressione inizialmente stabilita e successivamente incrementata per passi discreti al verificarsi del raggiungimento di valori prefissati di temperatura.

3. Il metodo della rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che le dette lastre separatrici (26) sono di alluminio appositamente anodizzato per l'ottenimento di uno strato superficiale di ossido nero termoirradiante ed elettricamente isolante.

4. Il metodo della rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che la corrente erogata dal generatore elettrico principale (GP) attraversa un involucro metallico (34, 34') di ciascun riscaldatore ausiliario (31, 36) che racchiude la componente resistiva (35, 35') isolata elettricamente dall'involucro.

5. Il metodo della rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che la porzione di nastro di rame (25) alla base della pila (20) poggia su un vassoio metallico estraibile (30), preferibilmente di alluminio, attraversato dalla corrente erogata dal generatore elettrico principale (GP) e dal flusso termico generato dal riscaldatore elettrico ausiliario (31) sul quale esso è appoggiato.

6. Il metodo della rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che una lastra metallica (29) è posta a contatto della porzione di nastro di rame (25) in cima alla pila (20), detta lastra, preferibilmente di alluminio, attraversata dalla corrente erogata dal generatore elettrico principale (GP) e dal flusso termico generato dal riscaldatore elettrico ausiliario (36) con cui essa è a contatto, migliora la distribuzione della pressione sulla pila (20).

7. Il metodo della rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che le anse del nastro di rame (25) formate in cima ed in fondo alla pila (20) includono, in sequenza a partire dal nastro di rame (25): due fogli di carta tipo Kraft (27), uno strato tampone ammortizzante in materiale plastico (28), e una detta lastra separatrice (26).

8. Il metodo di una qualunque delle rivendicazioni precedenti, caratteriz-

zato dal fatto che i due strati più esterni di ciascun pacchetto (21) sono costituiti da rispettive porzioni di due nastri di rame, connessi alle estremità come due resistenze in parallelo entro cui circola la corrente di riscaldamento della pila (20), i due nastri formando lungo la pila due percorsi a serpentino ad anse 5 compenetranti.

9. Sistema per la fabbricazione di laminati plastici multistrato per circuiti stampati, comprendente:

- una pressa (70) a due piani (32, 38) per esercitare pressione su una pila (20) entro un vano di lavoro (73) dotato di pompa da vuoto (64), detta pila 10 essendo formata da singoli laminati plastici multistrato, detti nel seguito pacchetti (21), alternati a lastre separatrici (26) termicamente conduttrive ed isolate elettricamente, ciascun pacchetto (21) includendo strati dielettrici (23) metallizzati su almeno una faccia, alternati a strati adesivi di pre-preg (22, 24), i due strati più esterni di ciascun pacchetto (21) essendo costituiti da rispettive porzioni di almeno un nastro metallico (25), preferibilmente di rame, ripetutamente piegato a 180° in opposte direzioni per formare delle anse di un serpentino che attraversa sistematicamente la pila (20) per tutta l'altezza;
- un generatore elettrico principale (GP) elettricamente connesso al nastro di rame (25) per fornire la corrente in grado di riscaldare il nastro a causa del 15 suo comportamento resistivo, innalzando con ciò la temperatura entro la pila (20);
- mezzi di controllo (63, 61, 58) del generatore elettrico principale (GP), programmabili per far variare l'intensità della corrente nel nastro (25) in modo da far salire secondo una gradualità prestabilita la temperatura (Ta) misurata 20 entro la pila (20) per tutta la durata di un intervallo di tempo sufficiente all'indurimento degli strati adesivi (22, 24) ottenendo con ciò il reciproco fissaggio dei vari strati (22, 23, 24) come pure delle porzioni di nastro metallico (25) agli strati ad essi combacianti (22, 24);
- mezzi (63, 61, 40, 39) idonei a graduare la pressione esercitata sulla pila 25 (20) durante il riscaldamento,

caratterizzato dal fatto che inoltre include:

- due riscaldatori resistivi ausiliari (31, 36) alimentati da rispettivi generatori

elettrici secondari (GS1, GS2), ciascun riscaldatore ausiliario comprendendo una piastra metallica (34, 34'), preferibilmente di alluminio, unita ad una lastra (33, 33') di materiale dielettrico termicamente isolante vincolata ad un rispettivo piano (32, 38) della pressa (70), ciascuna piastra metallica (34, 34') dei riscaldatori ausiliari (31, 36) includendo una componente resistiva (35, 35') elettricamente isolata;

5           – mezzi di controllo (63, 62, 40, 60, 59) dei generatori elettrici secondari (GS1, GS2), programmabili per far variare l'intensità della corrente fornita ai riscaldatori resistivi ausiliari (31, 36) in modo da far salire le temperature (Tc, Tb) misurate entro le rispettive piastre metalliche (34, 34') secondo la suddetta gradualità prestabilita, i riscaldatori resistivi ausiliari (31, 36) essendo in grado di dissipare una potenza sufficiente ad ottenere nei rispettivi pacchetti (21) posti in cima ed in fondo alla pila (20) circa la stessa temperatura (Ta) misurata nella la parte centrale della pila.

10           15. Il sistema della rivendicazione 9, caratterizzato dal fatto che nella detta piastra metallica (34, 34') sono ricavati dei fori passanti longitudinali tra loro equispaziati su tutta la larghezza, al cui interno è inserita una resistenza elettrica corazzata di forma cilindrica (35, 35').

20           20. Il sistema della rivendicazione 9, caratterizzato dal fatto che nella detta piastra metallica (34, 34') è ricavata una fessura rettangolare ampia quasi come la piastra in cui è inserito uno spesso foglio di silicone che incorpora un serpentino resistivo.

25           25. Il sistema della rivendicazione 9, caratterizzato dal fatto che nella detta piastra metallica (34, 34') è ricavata una cavità rettangolare ampia quasi come la piastra e nella cavità è inserita una resistenza corazzata costituita da un serpentino resistivo in barra d'acciaio, isolata con foglio di mica dal suo involucro in alluminio anodizzato di forma parallelepipedo.

          13. Il sistema della rivendicazione 9, caratterizzato dal fatto che:

30           – le piastre metalliche (34, 34') dei riscaldatori resistivi ausiliari (31, 36) sono collegate a conduttori di forte amperaggio provenienti da rispettivi morsetti (49, 50) del generatore elettrico principale (GP);

          – il conduttore di forte amperaggio (100) connesso alla piastra metallica (34')

vincolata ad un piano mobile (38) della pressa ha un tratto terminale flessibile (102) in grado di assecondarne il movimento;

- le piastre metalliche (34, 34') dei riscaldatori resistivi ausiliari (31, 36) sono in contatto elettrico con l'intera superficie di rispettive porzioni di nastro di rame (25) in fondo ed in cima alla pila (20).

14. Il sistema della rivendicazione 9, caratterizzato dal fatto che inoltre include:

- un vassoio metallico porta-pila (30) sul quale sono fissati binari contrapposti (120, 121; 122, 123) reciprocamente distanziati più della massima dimensione dei pacchetti (21) usualmente impilati;
- primi corsi (124, 125, 126, 127) vincolati in coppia a detti binari;
- delle aste (132, 133, 134, 135) solidali ai primi corsi ortogonalmente ai binari e dirette verso il binario opposto;
- secondi corsi (140, 141, 142, 143) aventi forma di squadrette paraspigoli scorrevoli lungo dette aste ed a queste vincolate;
- mezzi di bloccaggio (128, 129, 130, 131; 144, 145, 146, 147) di detti corsi contro i rispettivi vincoli, così da regolare le distanze reciproche tra corsi dello stesso tipo in modo da immobilizzare pile (20) che differiscono tra loro per le dimensioni dei pacchetti (21).

**CLAIMS**

1. Method for manufacturing multilayer plastic laminates for printed circuits, by means of the steps of:
  - a) constructing a stack (20) of single multilayer plastic laminates, below termed 5 packs (21), alternated with separator plates (26) that are thermally conductive and electrically insulated, each pack (21) comprising dielectric layers (23) metalized on at least one face alternated with pre-preg adhesive layers (22, 24), the two outermost layers of each pack being constituted by respective portions of at least one metallic tape (25), preferably made of copper, 10 repeatedly folded 180° in opposite directions in order to form loops of a serpentine that systematically crosses the stack (20) over the entire height thereof;
  - b) applying, under vacuum (64), pressure (P) of controlled value on said stack (20) by means of a two-plate press (70) and simultaneously generating heat 15 inside the stack, the heat being developed by the electric current made to circulate in the serpentine metal tape (25), with resistive behavior, by a main electric generator (GP) whose power supplied to the metal tape (25) is controlled in a manner so as to increase according a pre-established gradualness the temperature (Ta) measured inside the stack for a time sufficient for 20 hardening the adhesive layers (22, 24) and achieving therefore the mutual fixing of the various layers (22, 23, 24) as well as of the metal tape portions (25) to the layers mating thereto (22, 24);
  - c) returning to the initial pressure and temperature conditions;
  - d) cutting the metal tape (25) flush with the opposite flanks of the stack (20) 25 from where it exits outward, and disassembling the single packs (21) metalized in such manner,  
characterized in that during step b) an additional calorie intake is supplied to the two ends of the stack (20) by means of two auxiliary resistive heaters (31, 36) constrained to the two plates of the press (32, 38) and thermally insulated therefrom, said auxiliary heaters (31, 36) being power-supplied by respective secondary electric generators (GS1, GS2) controlled in a manner so as to increase 30 the temperature (Tc, Tb) of the auxiliary heaters according to the aforesaid pre-

established gradualness, being the power dissipated by the auxiliary heaters enough for obtaining in respective top and bottom packs (21) of the stack (20) approximately the same temperature (Ta) as measured inside the stack (20).

2. The method of claim 1, characterized in that the pressure is exerted on  
5 the upper auxiliary heater (36) by means of an air bag (39) inflated at an initially fixed pressure, subsequently increased via discrete steps upon verification of the obtainment of pre-established temperature values.

3. The method of claim 1, characterized in that said separator plates (26)  
10 are made of aluminum with a black oxide anodized surface layer electrically isolating and thermally radiating.

4. The method of claim 1, characterized in that the current supplied by the main electric generator (GP) crosses a metal casing (34, 34') of each auxiliary heater (31, 36) that encloses the resistive component (35, 35') electrically insulated by the casing.

15 5. The method of claim 1, characterized in that the copper tape portion (25) at the base of the stack (20) abuts against an extractible metal tray (30), preferably made of aluminum, crossed by the current supplied by the main electric generator (GP) and by the thermal flow generated by the auxiliary electric heater (31) on which it rests.

20 6. The method of claim 1, characterized in that a metal plate (29) is placed upon the copper tape portion (25) at the top of the stack (20), such plate preferably made of aluminum, crossed by the current supplied by the main electric generator (GP) and by the thermal flow generated by the auxiliary electric heater (36) with which it is in contact, improves distribution of the pressure on  
25 the stack (20).

7. The method of claim 1, characterized in that the loops of the copper tape (25) formed at the top and on the bottom of the stack (20) include, in sequence from the copper tape: two paper sheets of Kraft type (27), a damping pad layer (28) made of plastic material, and one said separator plate (26).

30 8. The method of any one of the preceding claims, characterized in that the two outermost layers of each pack being constituted by respective portions of two metallic tapes connected at their ends like two resistors in parallel

crossed by the heating current for the stack (20), the two copper tapes forming along the stack two serpentines whose loops penetrate each other.

9. System for manufacturing multilayer plastic laminates for printed circuits, comprising:

- 5 – a two-plate ) (32, 38) press (70) for exerting pressure on a stack (20) inside a work space (73) equipped with vacuum pump (64), said stack (20) being formed by single multilayer plastic laminates, below termed packs (21), alternated with separator plates (26) that are thermally conductive and electrically insulated is placed, and each pack (21) including dielectric layers (23) metalized on at least one face, alternated with pre-preg adhesive layers (22, 24), the two outermost layers of each pack being constituted by respective portions of at least one metallic tape (25), preferably made of copper, repeatedly folded 180° in opposite directions in order to form loops of a serpentine that systematically crosses the stack (20) over the entire height thereof;
- 10 – a main electric generator (GP) electrically connected to the copper tape (25) in order to provide the current capable of heating the tape due to its resistive behavior, thereby increasing the temperature inside the stack (20);
- 15 – means (63, 62, 58) for controlling the main electric generator (GP), programmable in order to vary the intensity of the current in the tape (25) in a manner so as to increase according to a pre-established gradualness the temperature (Ta) measured inside the stack for the entire duration of a time interval sufficient for hardening the adhesive layers (22, 24) achieving therefore the mutual fixing of the various layers (22, 23, 24) as well as of the metal tape portions (25) to the layers (22, 24) mating thereto;
- 20 – means (63, 61, 40,39) for graduating the pressure on the stack (20) during the heating,
- 25 –

characterized in that it also includes:

- 30 – two auxiliary resistive heaters (31, 36) power-supplied by respective secondary electric generators (GS1, GS2), each auxiliary heater comprising a metal plate (34, 34'), preferably made of aluminum, joined to a plate (33, 33') made of dielectric and thermal insulating material constrained to a respec-

tive plate (32, 38) of the press (70), and each metal plate (34, 34') of the auxiliary heaters (31, 36) including an electrically insulated resistive component (35, 35');

- means (63, 62, 40, 60, 59) for controlling the secondary electric generators (GS1, GS2), programmable for varying the intensity of the current supplied to the auxiliary resistive heaters (31, 36) in a manner so as to increase the temperatures (Tc, Tb) measured inside the respective metal plates (34, 34') according to the aforesaid pre-established gradualness, the power dissipated by the auxiliary heaters (31, 36) being enough for obtaining in respective top and bottom packs (21) of the stack (20) approximately the same temperature (Ta) as measured inside the stack.

10 10. The system of claim 9, characterized in that, in said metal plate (34, 34') of the auxiliary resistive heaters (31, 36), longitudinal through holes are made that are equidistant from each other over the entire width, and a cylindrical armored electrical resistor (35, 35') is inserted in such holes.

15 11. The system of claim 9, characterized in that a rectangular slit is obtained in said metal plate (34, 34') of the auxiliary resistive heaters (31, 36) that is nearly as wide as the plate, and in such slit a thick silicone sheet is inserted that incorporates a resistive serpentine.

20 12. The system of claim 9, characterized in that a rectangular cavity is obtained in said metal plate (34, 34') of the auxiliary resistive heaters (31, 36) that is nearly as wide as the plate, and in such cavity an armored resistor is inserted which is constituted by a resistive serpentine made of a stainless steel bar isolated with mica sheets from its anodized aluminum parallelepiped casing.

25 13. The system of claim 9, characterized in that:

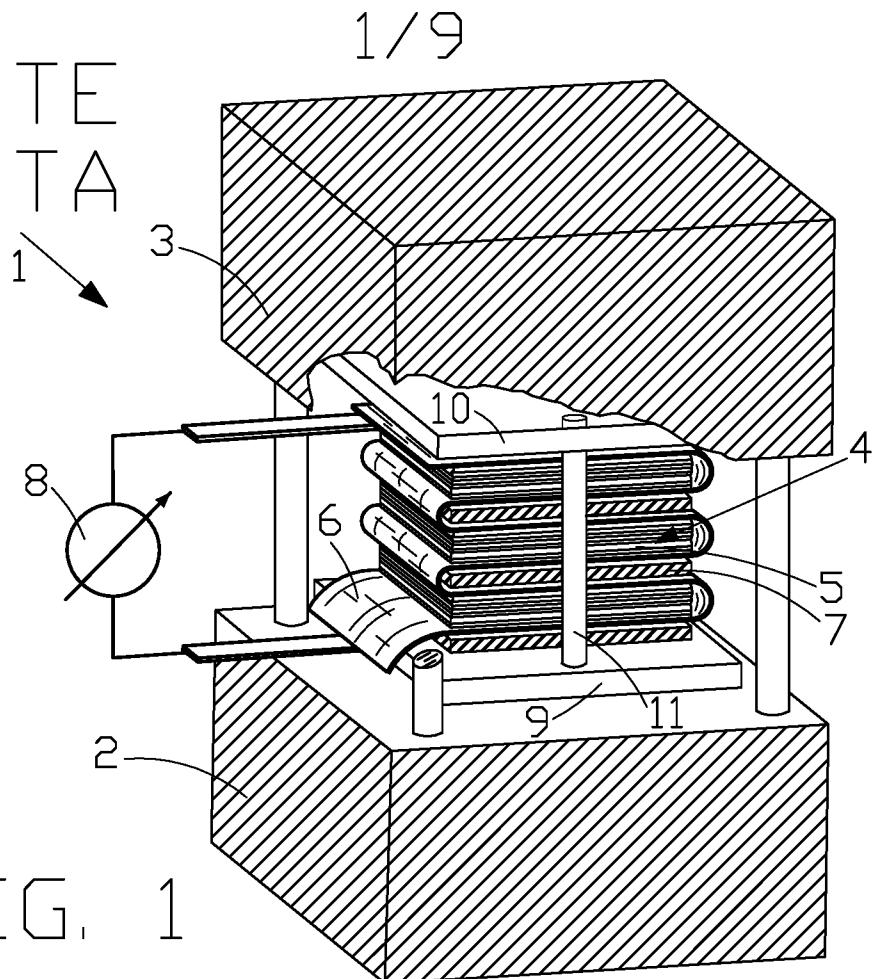
- the metal plates (34, 34') of the auxiliary resistive heaters (31, 36) are connected to strong amperage conductors coming from respective terminals (49, 50) of the main electric generator (GP);
- the strong amperage conductor (100) connected to the metal plate (34') constrained to a movable plate (38) of the press (70) has a flexible terminal section (102) capable of supporting the movement thereof;
- the metal plates (34, 34') of the auxiliary resistive heaters (31, 36) are in

electrical contact with the entire surface of respective copper tape portions (25) on the bottom and at the top of the stack (20).

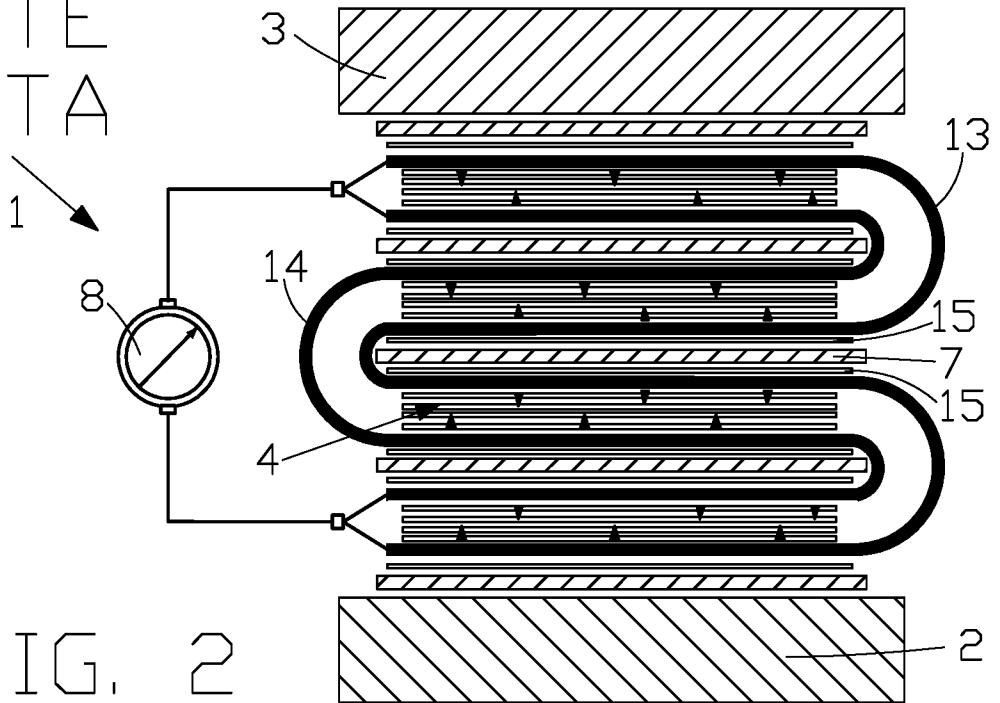
14. The system of claim 9, characterized in that it also includes:

- a stack-carrier metal tray (30) on which opposite tracks (120, 121; 122, 123) are fixed, such tracks mutually spaced greater than the maximum dimension of usually stacked packs (21);
- first sliders (124, 125, 126, 127) constrained in pairs to said tracks;
- rods (132, 133, 134, 135) integral with the first sliders and orthogonal to the tracks, such rods directed towards the opposite track;
- 10 - second sliders (140, 141, 142, 143) shaped as edge-protector brackets, slidable along said rods and constrained thereto;
- means (128, 129, 130, 131; 144, 145, 146, 147) for locking said sliders against the respective constraints, so as to adjust the mutual distances between sliders of the same type in a manner so as to immobilize stacks (20)
- 15 which differ from each other due to pack size (21).

ARTE  
NOTA



ARTE  
NOTA



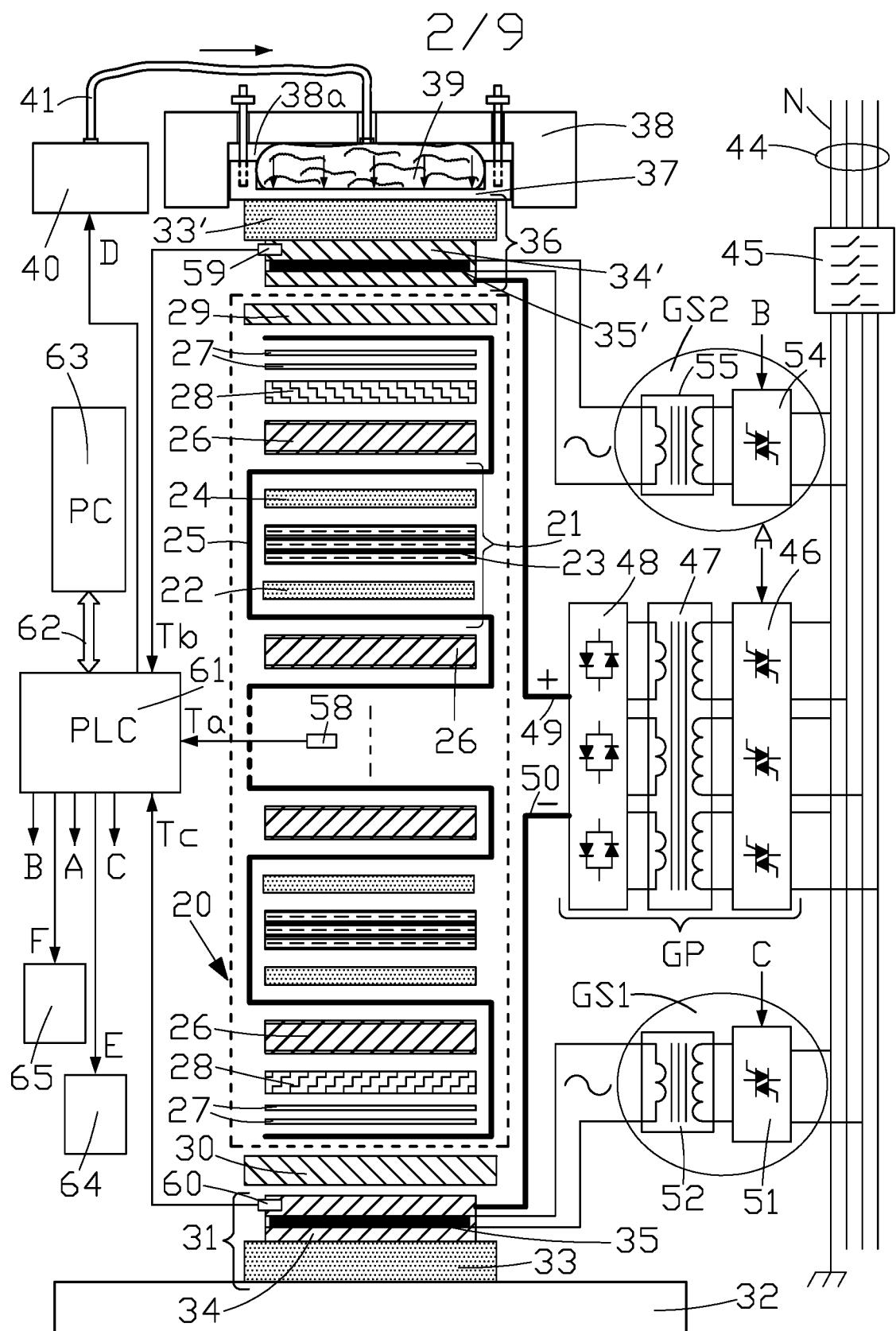


FIG. 3

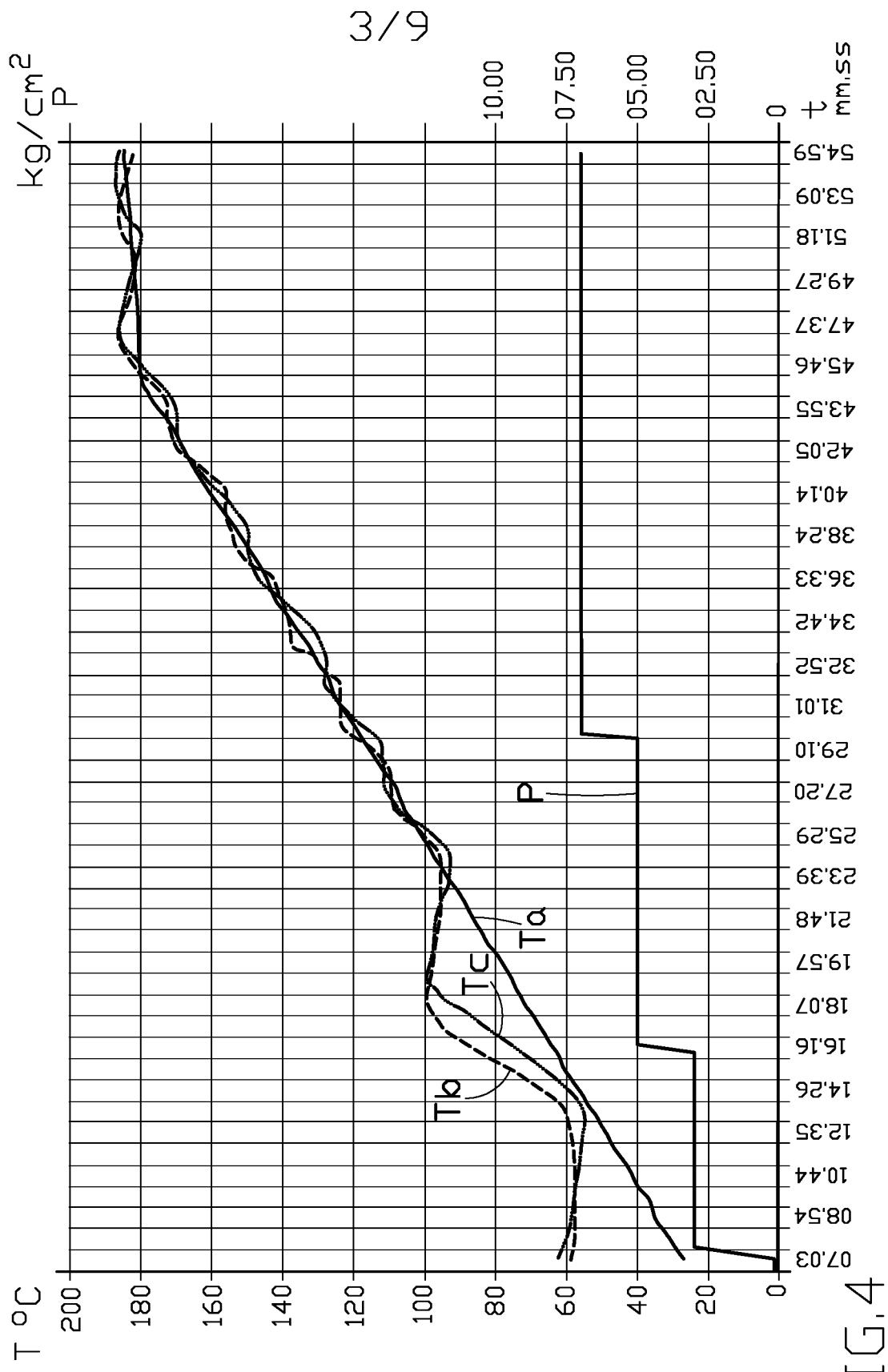


FIG. 4

4/9

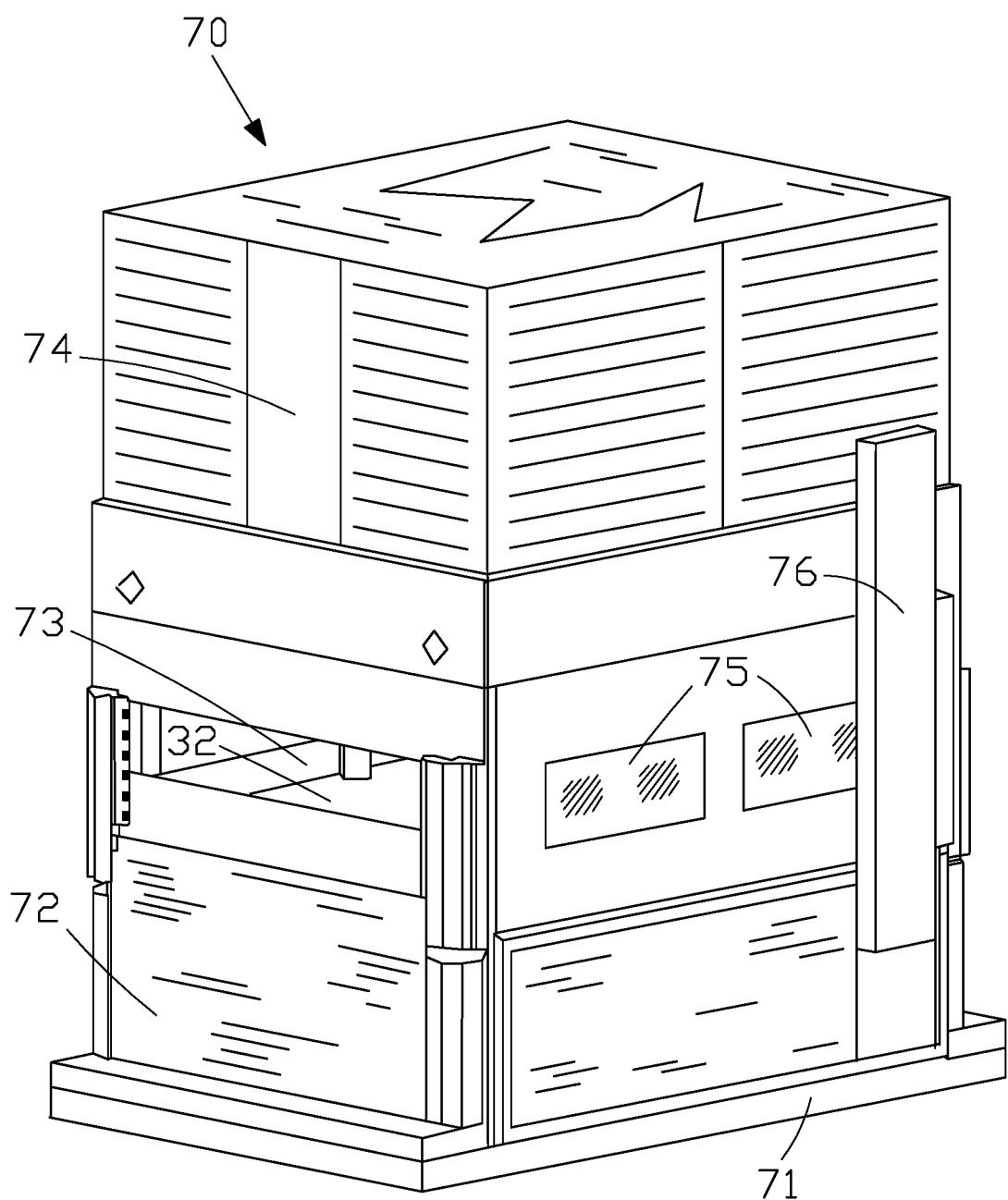
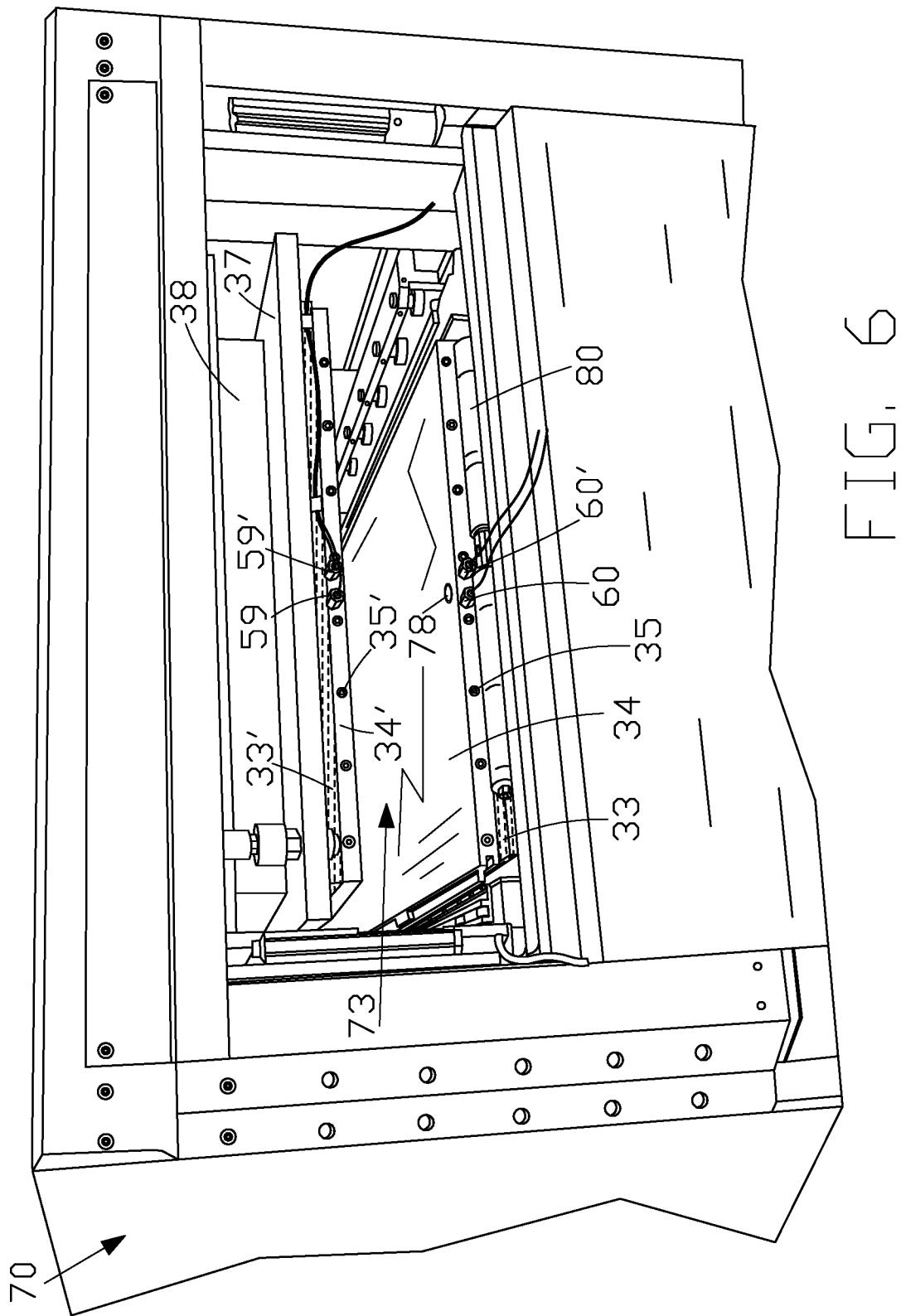


FIG. 5



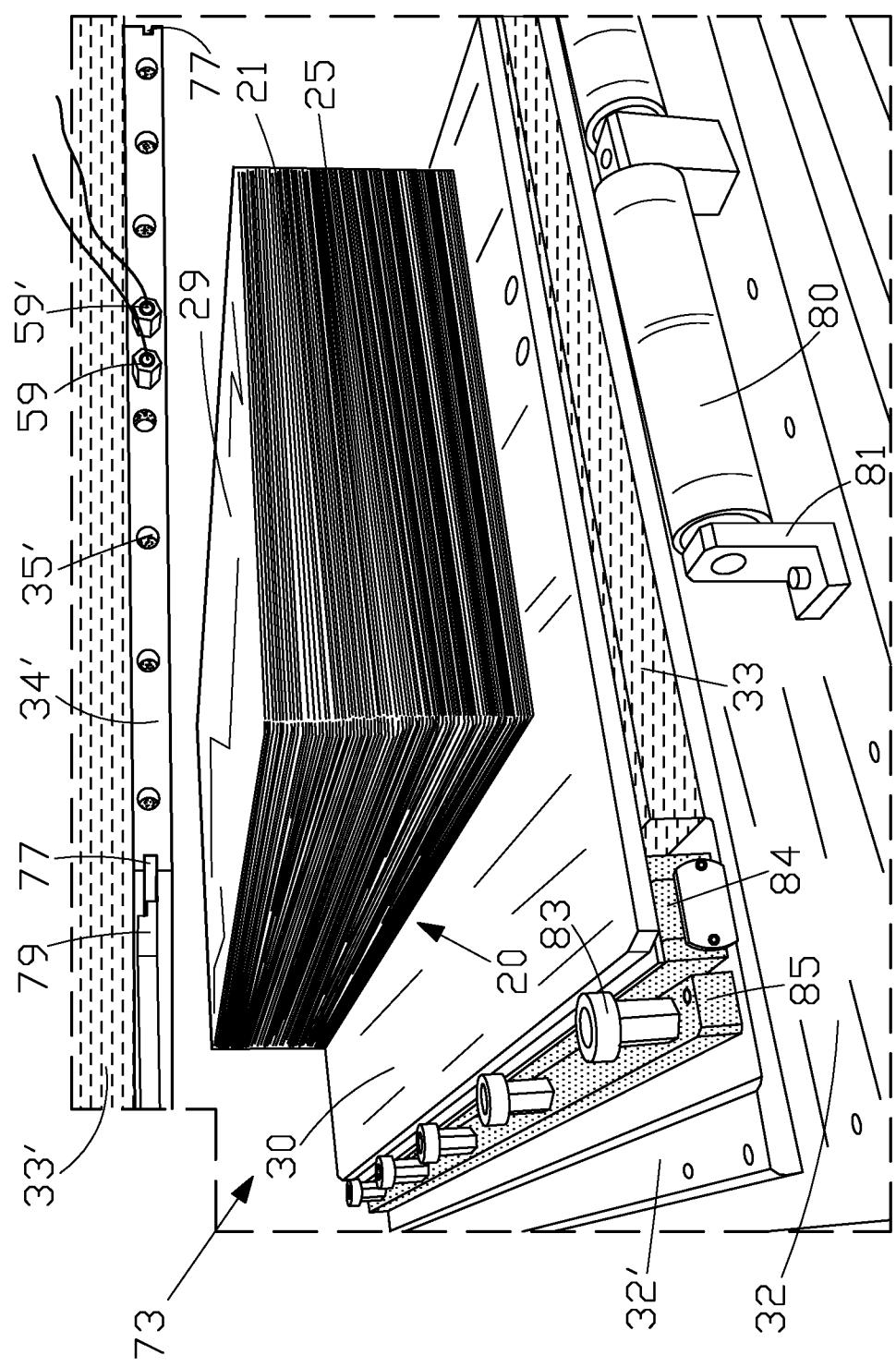


FIG. 7

7/9

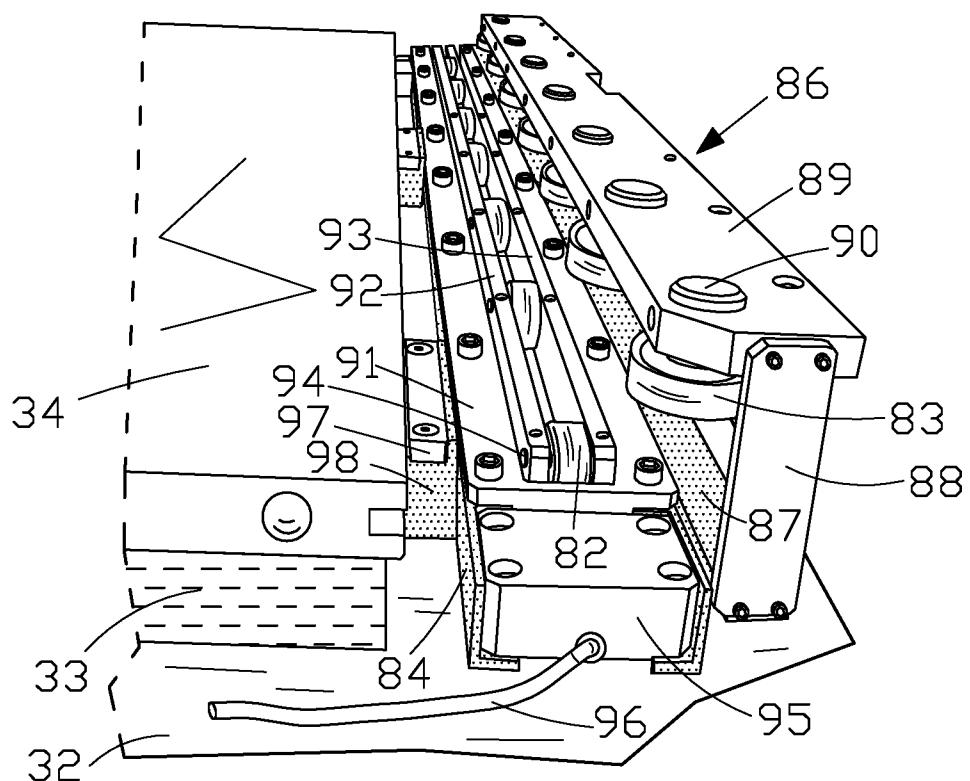


FIG. 8

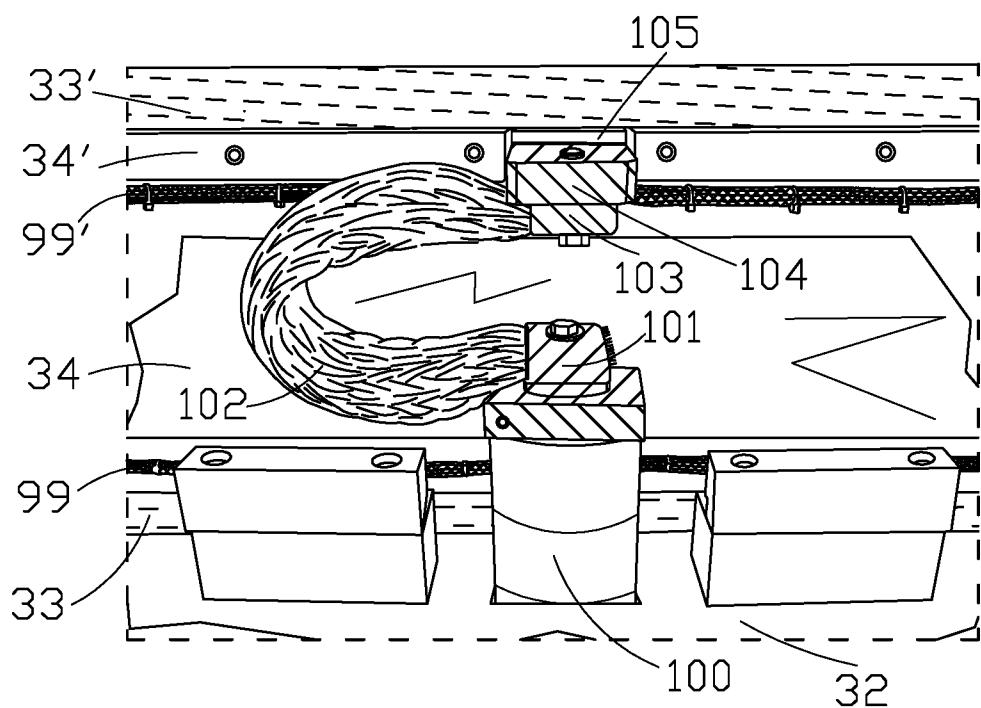
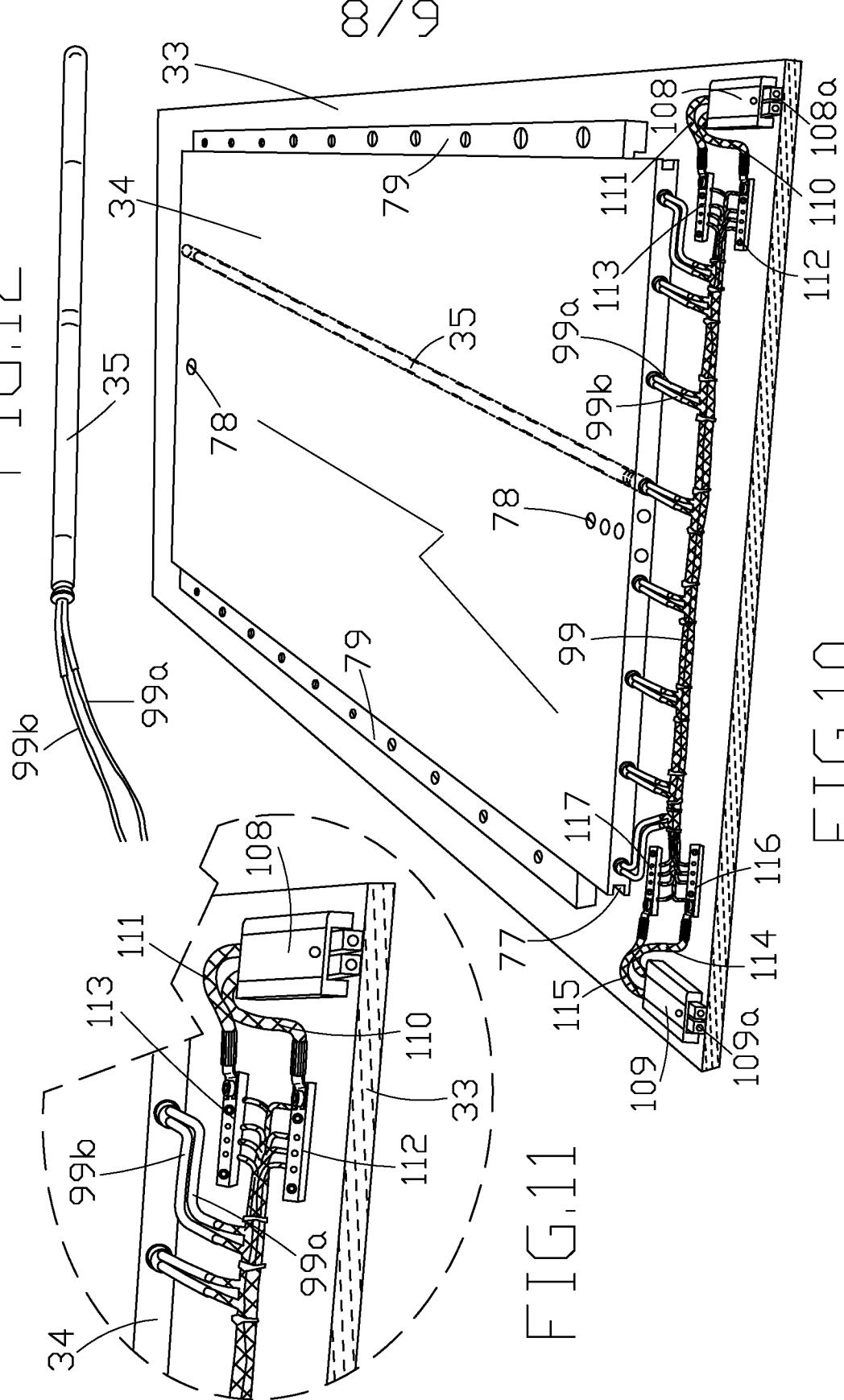


FIG. 9

FIG.12



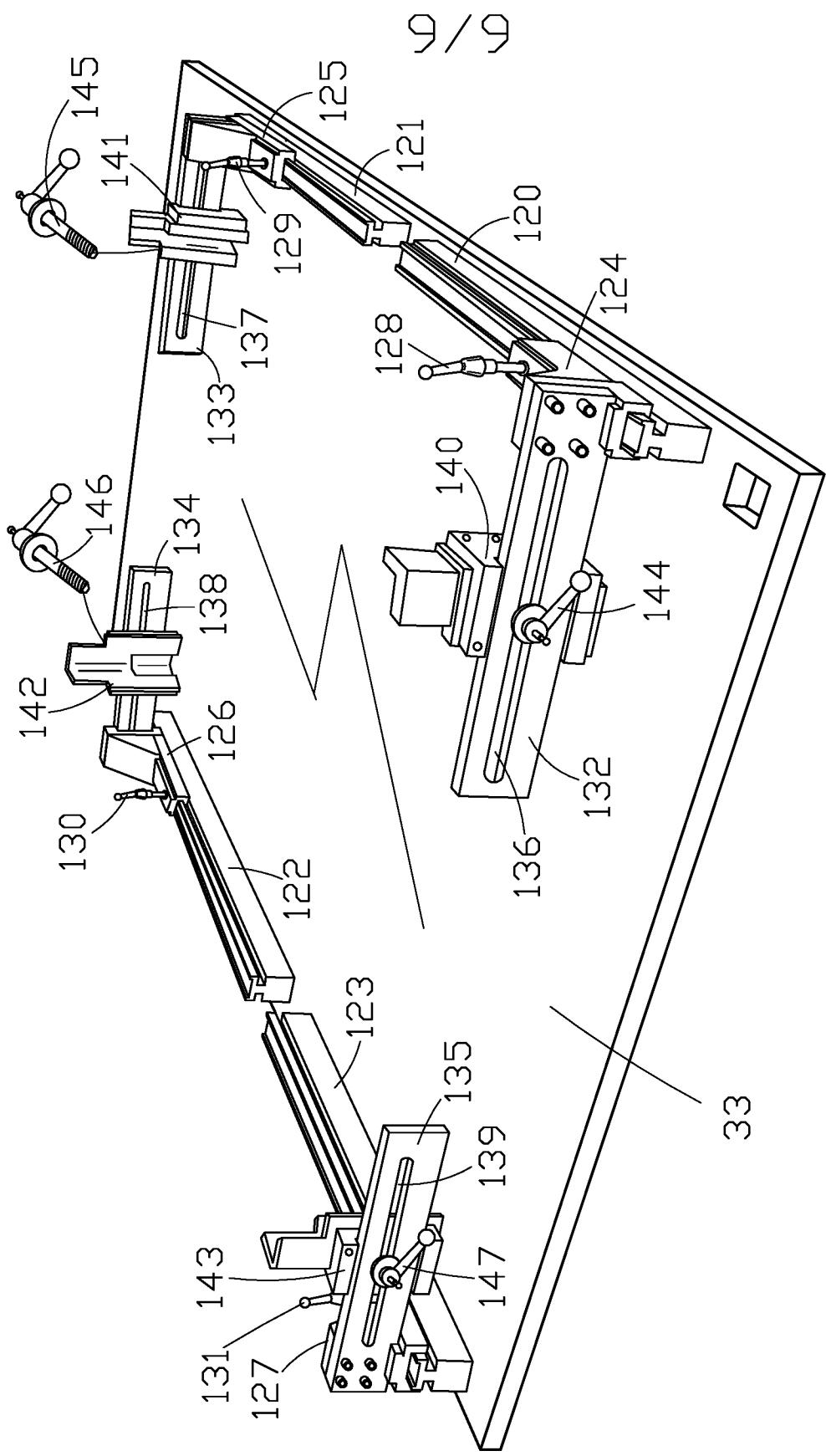


FIG. 13