

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102012902108271A1

Publication Date

20140606

Applicant

ALENIA AERMACCHI S.P.A.

Title

CIRCUITO ELETTRONICO RIDONDANTE.

TITOLO: CIRCUITO ELETTRONICO RIDONDANTE

La presente invenzione si riferisce ad un circuito elettronico allo stato solido, posto a contatto con una
5 struttura. Il circuito, comprendendo una pluralità di connessioni o rami e nodi ridondanti, è intrinsecamente resistente ad interruzioni di una pluralità di interconnessioni fra i nodi, mantenendo la continuità e funzionalità del circuito anche in presenza di molteplici
10 singole interruzioni di connessioni o rami dello stesso circuito. La continuità e funzionalità del circuito è garantita per un'elevata percentuale, circa il 99,99% dei casi.

Tali circuiti possono avere molteplici utilizzi in
15 funzione della struttura alla quale sono associati, in particolare messi a contatto.

I circuiti secondo la presente invenzione sono associabili a pannelli, ad esempio pannelli acustici.

20 Detti pannelli acustici hanno applicazione nel campo dell'aeronautica.

I pannelli acustici sono generalmente realizzati a multistrato, denominati a sandwich, comprendenti due superfici o pelli e un elemento distanziale. Detto distanziale è normalmente realizzato con una struttura a
25 nido d'ape. La superficie esposta al flusso d'aria è forata in modo tale da realizzare in ogni cella del nido d'ape un risonatore di Helmholtz.

Generalmente, questi pannelli acustici non sono riscaldati.

Generalmente, questi pannelli sono esposti, direttamente o indirettamente, ad accumulo di ghiaccio durante la missione di volo.

L'evoluzione dei requisiti riguardanti la severità degli incontri di ghiaccio e l'abbattimento acustico prospettata degli enti preposti alla sicurezza del volo rende auspicabile realizzare pannelli acustici riscaldati ad esempio da circuiti elettrici i quali possano resistere a delle interruzioni causate dalla foratura del pannello.

10 In particolare si riscontra una difficoltà nel garantire la continuità del circuito elettrico a seguito delle operazioni di foratura del pannello.

Normalmente, i circuiti elettronici compresi nei pannelli acustici, quali ad esempio elementi riscaldanti, sono annegati in un laminato di carbonio.

15

La presente invenzione si propone di risolvere i suddetti problemi tecnici realizzando un circuito ridondante a diretto contatto con la struttura alla quale tale circuito è associato.

20 Un aspetto della presente invenzione riguarda un circuito ridondante a diretto contatto con la struttura con le caratteristiche dell'allegata rivendicazione indipendente 1.

Le caratteristiche accessorie del circuito sono riportate nelle allegate rivendicazioni dipendenti.

25

Le caratteristiche ed i vantaggi del circuito secondo la presente invenzione saranno chiare ed evidenti dalla seguente descrizione di diverse forme di realizzazione e dalle figure allegate le quali illustrano rispettivamente:

30 • le figure 1A e 1B mostrano due diverse forme di realizzazione del circuito secondo la presente invenzione,

rispettivamente la figura 1A un circuito ridondante con topografia casuale, la figura 1B un circuito con topografia strutturata;

• le figure 2A e 2B mostrano i circuiti di figura 1 a contatto con la struttura a cui sono associati, sulla cui struttura vi sono una pluralità di interruzioni con diverse topografie;

• la figura 3 mostra un percorso di corrente che scorre nel circuito di figura 2A a seguito delle interruzioni;

• la figura 4 mostra un pannello su cui è posto a contatto un circuito ridondante, secondo la presente invenzione.

Con riferimento alle citate figure, il circuito elettronico, allo stato solido, atto a consentire lo scorrere di almeno una corrente fra almeno due punti dello stesso circuito, è a contatto con una struttura "P", come visibile ad esempio nelle figure 2A e 2B.

Ai fini della presente invenzione, con il termine circuito elettronico allo stato solido s'intende un circuito comprendente solamente componenti fisici, quali mezzi di comunicazione e/o supporti, allo stato solido, in particolare in cui non vi è trasmissione del segnale tramite onde radio o wireless. Con il termine a contatto con una struttura "P" s'intende che detto circuito è a diretto contatto con detta struttura, ad esempio fissato su una sua superficie o inglobato in esso, ad esempio annegato in una struttura preferibilmente composita.

Il circuito comprende almeno un grafo 2 includente una pluralità di nodi 24 ed una pluralità di connessioni o rami

22, tra detti nodi 24, a realizzare almeno una maglia "M" di interconnessioni.

Ai fini della presente invenzione, con il termine grafo s'intende una struttura discreta in cui gli archi sono le connessioni o rami e i nodi sono i nodi d'interconnessione fra le varie connessioni o rami.

Ai fini della presente invenzione, con il termine maglia s'intende almeno un percorso elettrico chiuso, in cui può scorrere una corrente elettrica.

10 Detta almeno una maglia "M" comprende una pluralità di connessioni o rami 22 configurata in modo che due nodi 24 qualsiasi siano interconnessi fra loro tramite almeno due percorsi, realizzati tramite dette connessioni o rami 22. Il circuito elettrico è ridondante, poiché esiste una pluralità di percorsi atti a condurre una corrente elettrica/elettronica fra due nodi 24 qualsiasi.

In una prima forma di realizzazione, ad esempio illustrata in figura 1A, detto grafo 2, ed in particolare detta maglia "M" ha una topografia casuale.

20 Ai fini della presente invenzione con il termine topografia casuale s'intende che la disposizione topografica dei nodi 24 e/o la lunghezza delle connessioni o rami 22 e/o il numero di connessioni o rami 22 che giungono al singolo nodo 24 non è costante e regolare.

25 In una seconda forma di realizzazione, ad esempio illustrata in figura 1B, detto grafo 2, ed in particolare detta maglia "M" ha una topografia strutturata.

Ai fini della presente invenzione con il termine topografia strutturata s'intende che la disposizione topografica dei nodi 24 e la lunghezza delle connessioni o

rami 22 e il numero di connessioni o rami 22 che giungono al singolo nodo 24 è predeterminata, costante e regolare.

La scelta di implementare una forma di realizzazione piuttosto che l'altra è anche funzione della forma e dalla
5 natura, casuale o strutturata, della distribuzione, probabilistica o determinata, con cui la struttura "P" è danneggiata i quali danneggiamenti possono causare delle interruzioni nel circuito.

I danneggiamenti della struttura "P" possono essere
10 dei fori intenzionalmente realizzati per creare una funzione, ad esempio acustica, del pannello, o causati durante la vita in servizio della struttura stessa.

La topografia del circuito, secondo la presente invenzione, permette di disporre detto circuito a contatto
15 con la struttura in qualsivoglia orientamento, rispetto ad esempio alle direzioni longitudinale e trasversale della struttura stessa, mantenendo la sua caratteristica di ottenere almeno un percorso di corrente anche a seguito di una pluralità di interruzioni sul grafo 2, come ad esempio
20 illustrato nelle figure 2A e 2B. In tali figure il circuito non ha un orientamento secondo le direttrici della struttura, ad esempio longitudinale o trasversale.

Una volta che il circuito sarà interrotto a causa di una distribuzione, casuale o predeterminata, di
25 danneggiamenti della struttura "P", lo stesso circuito presenterà un numero d'interconnessioni tra i nodi 24 minore di quello iniziale, proprio a causa della interruzione di diversi rami o connessioni 22 e di diversi nodi 24. Con una determinata probabilità l'efficienza e la
30 funzionalità del circuito stesso sarà garantita. Esisteranno, dunque, con un determinato livello

probabilistico, uno o più percorsi elettrici, per la corrente, sopravvissuti alle interruzioni. Tali percorsi sopravvissuti permettono il transito di almeno una corrente, garantendo la funzionalità del circuito. In
5 figura 3 è evidenziato un percorso della corrente "I" sopravvissuto alle interruzioni.

Nella forma di realizzazione preferita, detta pluralità di connessioni o rami 22 e detta pluralità di nodi 24, sono realizzati con una struttura laminare, ancor
10 più preferibilmente in modo tale che il grafo 2 abbia una conformazione laminare.

Ai fini della presente invenzione con conformazione laminare s'intende che lo spessore del grafo 2 è trascurabile rispetto all'estensione longitudinale e
15 trasversale dello stesso, ad esempio realizzando una struttura sostanzialmente bidimensionale.

In una forma di realizzazione del circuito, secondo la presente invenzione, lo stesso è un circuito stampato.

Ai fini della presente invenzione, con il termine
20 circuito stampato s'intende uno o più strati di materiale isolante su cui sono poste una pluralità di piste di materiale conduttivo atte a realizzare almeno una porzione del grafo 2, oppure un supporto fisico, ad esempio di tipo tessile o non tessile, sul quale siano realizzate una
25 pluralità di piste di materiale conduttivo atte a realizzare una porzione del grafo 2, ad esempio tramite metallizzazione o fotoincisione di parti dello stesso.

Ancor più nel dettaglio, detto circuito stampato è un circuito multistrato.

30 In una forma di realizzazione alternativa, detto circuito è realizzato in materiale conduttivo, con una

struttura laminare che è posata, come un tappeto, nella struttura di materiale composito, durante la realizzazione della struttura "P" stessa. Nella forma di realizzazione preferita, il circuito è annegato nella fibra di carbonio.

5 Nella presente forma di realizzazione la struttura "P" è realizzata in materiale composito comprendendo fibra di carbonio.

In una forma di realizzazione alternativa il circuito ha una struttura laminare realizza a singolo strato o
10 multistrato. In queste due ultime forme di realizzazione la struttura laminare ha una funzione autoportante che non richiede di un supporto fisico per la sua portanza.

I metodi di realizzazione del circuito, secondo la presente invenzione, possono essere per incisione e/o per
15 deposizione o a stampaggio.

In una forma di realizzazione preferita detta pluralità di connessioni o rami 22 hanno tutti le stesse caratteristiche elettriche.

Ai fini della presente invenzione, con il termine
20 "caratteristiche elettriche" s'intende che ogni connessione o ramo 22 ha predeterminate caratteristiche dimensionali e fisiche, quali spessore e larghezza, tali da conferirgli proprietà elettriche, ad esempio di conduzione e resistenza equivalente, note.

25 In una prima possibile utilizzazione del circuito, secondo la presente invenzione, è come elemento riscaldante. Nella presente forma di realizzazione detta pluralità di connessioni o rami 22 ha caratteristiche elettriche tali da emettere calore, se percorsi da corrente
30 elettrica, al fine di riscaldare detta struttura "P". In tale utilizzo, la larghezza e materiale utilizzato sono

ottimali per consentire la conduzione e l'irradiazione del calore al fine di riscaldare la porzione circostante al circuito della struttura "P" su cui il circuito è posto a contatto. Il materiale scelto per la realizzazione dei rami
5 22 è tale da permettere massima conduzione del calore e/o la massima efficienza nella generazione di calore per effetto Joule, come noto ad un tecnico del ramo. Il circuito secondo la presente invenzione è implementato in impianti denominati "anti-icing" o "de-icing".

10 In una seconda possibile utilizzazione del circuito, secondo la presente invenzione, è come linea di comunicazione. Nella presente forma di realizzazione detta pluralità di connessioni o rami 22 ha caratteristiche elettriche tali da consentire la conduzione di una
15 pluralità di segnali elettrici fra un trasmettitore ed un ricevitore.

In tale utilizzo le caratteristiche elettriche delle connessioni o rami deve essere tale da potersi accoppiare correttamente con il dispositivo di trasmissione e con
20 quello di ricezione, in particolare garantendo ad esempio un'impedenza caratteristica nota.

In questa modalità di utilizzo il circuito può condurre un segnale elettrico, comprendente dati, o condurre energia elettrica per alimentare uno o più
25 dispositivi elettrici, quali ad esempio sensori o attuatori, posti nelle prossimità della struttura "P" ove il circuito è posto in contatto. Il circuito è quindi utilizzabile come elemento di conduzione di energia elettrica o di un segnale elettrico e/o elettronico, utile
30 a gestire e/o comandare sensori e/o attuatori.

Detta struttura "P" è un elemento strutturale o di copertura di un dispositivo quale ad esempio un velivolo, un veicolo o un natante.

5 Detta struttura può essere un elemento interno del velivolo o un elemento esterno.

Nella forma preferita di realizzazione la struttura "P" è un pannello, ad esempio un pannello acustico. Il pannello "P" è ad esempio atto ad essere applicato a velivoli. Detto pannello è preferibilmente applicato in
10 prese d'aria e/o nelle gondole di velivoli, atte a contenere impianti quali ad esempio motori o serbatoi.

Detto pannello è preferibilmente, almeno in parte, realizzato in materiale composito.

Un esempio di realizzazione del pannello è illustrato
15 in figura 4. La figura 4 mostra per l'appunto un pannello acustico. Detto pannello "P" comprende due superfici o pelli (p1, p2) e da almeno un elemento distanziale "p3". Detto almeno un elemento distanziale "p3" è preferibilmente realizzato con una struttura a nido d'ape.

20 Tale pannello "P" comprende una pluralità di fori "F" disposti secondo uno schema predeterminato o causale, e realizzati a seguito dell'assemblaggio delle parti comprese nel pannello stesso.

Una prima superficie o pelo "p1" esposta al flusso
25 d'aria del pannello "P" comprende detta pluralità di fori "F", in modo tale da realizzare in ogni cella del nido d'ape un risonatore di Helmholtz. Una seconda superficie o pelo "p2" non è forata.

La distribuzione con cui è forato detto pannello "P"
30 può avere una topografia strutturata o ordinata, in cui, ad esempio, la distanza fra i vari fori è compreso tra 5 e 20

mm e con diametro del foro compreso tra 1 e 4 mm. Il pannello, in una forma di realizzazione alternativa può avere una distribuzione dei fori con topografia casuale.

Con l'adozione di circuiti elettrici ridondanti, intrinsecamente resistenti ad essere interrotti, si riducono le problematiche per il posizionamento del circuito, ad esempio utilizzato come elemento riscaldante, su una struttura, ad esempio un pannello il quale dovrà essere forato.

La presente invenzione garantisce una producibilità a basso costo degli stessi circuiti e della struttura "P", alla quale il circuito è posto a contatto, anche a seguito di danneggiamenti della struttura stessa.

L'utilizzo dei circuiti ridondanti posti a contatto della struttura "P" permette di rispettare le disposizioni regolamentari di sicurezza, ad esempio richieste sulle appendici dei velivoli, proposte nelle normative EASA CS25, in materia di protezione anti ghiaccio.

La presente invenzione, nella forma di realizzazione preferita, rende il pannello acustico, compreso in una gondola, una parte protetta dalla formazione del ghiaccio.

L'utilizzo del circuito secondo la presente invenzione permette di realizzare impianti antighiaccio implementando una soluzione dove l'acqua catturata dalla presa d'aria è mantenuta allo stato liquido fino all'ingresso del motore ed in seguito elaborata dallo stesso, con conseguente miglioramento dell'efficienza energetica, a differenza delle soluzioni dell'arte nota in cui tutta l'acqua che viene catturata dalla presa d'aria viene trasformata in fase gassosa. Inoltre, possono essere realizzati impianti implementanti una soluzione dove l'acqua è trasformata

parzialmente in fase gassosa e per la restante parte gestita in rapporto ai limiti di ingestione di ghiaccio del motore.

L'utilizzo di circuiti elettrici ridondanti di
5 qualsiasi topografia e materiale, supportati o non supportati, a singolo strato o multistrato, costituenti uno strato laminare fissato alla struttura o integrati all'interno di una struttura, la quale è destinata ad essere rilavorata e/o danneggiata, ad esempio tramite
10 foratura, permette di risolvere i problemi sopracitati quando la stessa rilavorazione o danneggiamento comporti il rischio di interrompere le connessioni di tali circuiti.

RIFERIMENTI NUMERICI:

	Grafo	2
	Conessioni o rami	22
	Nodi	24
5	Fori	F
	Percorso di corrente	I
	Maglia	M
	Struttura/pannello	P
	Prima superficie o pelli	p1
10	Seconda superficie o pelo	p2
	Distanziale	p3

Barzanò & Zanardo Milano S.p.A.

RIVENDICAZIONI:

1. Circuito elettronico, atto a consentire lo scorrere di almeno una corrente fra almeno due punti dello stesso circuito;
- 5 detto circuito elettronico è a contatto con una struttura (P) e comprende almeno un grafo (2) includente una pluralità di nodi (24) ed una pluralità di connessioni o rami (22) tra detti nodi (24) a realizzare almeno una maglia (M) di interconnessioni;
- 10 caratterizzato dal fatto che detta almeno una maglia (M) comprende una pluralità di interconnessioni configurata in modo che fra due nodi (24) qualsiasi siano comprese almeno due interconnessioni, realizzate tramite detta pluralità di connessioni o rami (22).
- 15 2. Circuito secondo la rivendicazione 1, in cui detta maglia (M) ha una topografia casuale.
3. Circuito secondo la rivendicazione 1, in cui detta maglia (M) ha una topografia strutturata.
4. Circuito secondo almeno una delle rivendicazioni
- 20 precedenti, in cui detta pluralità di connessioni o rami (22) e detta pluralità di nodi (24), sono realizzati con una struttura laminare.
5. Circuito secondo la rivendicazione 4, in cui è un circuito stampato.
- 25 6. Circuito secondo la rivendicazione 4 o 5, in cui è un circuito multistrato.
7. Circuito secondo almeno una delle rivendicazioni precedenti, in cui detta pluralità di connessioni o rami (22) hanno tutti le stesse caratteristiche elettriche.
- 30 8. Circuito secondo la rivendicazione 1 o 7 in cui detta pluralità di connessioni o rami (22) ha caratteristiche

elettriche tali da emettere calore, se percorsi da corrente elettrica, al fine di riscaldare detta struttura (P).

9. Circuito secondo la rivendicazione 1 o 7 in cui detta pluralità di connessioni o rami (22) ha caratteristiche
5 elettriche tali da consentire la conduzione di una pluralità di segnali elettrici fra un trasmettitore ed un ricevitore.

10. Circuito secondo la rivendicazione 1, in cui detta struttura è un pannello acustico (P), atto ad essere
10 applicato su velivoli.

11. Circuito secondo la rivendicazione 10, in cui tale pannello (P) comprende una pluralità di fori (F) disposti secondo uno schema predeterminato, e realizzati a seguito dell'assemblaggio delle parti comprese nel pannello stesso.

15

Barzanò & Zanardo Milano S.p.A.

CLAIMS:

1. Electronic circuit, for allowing at least one current to flow between two points of the same circuit; said electronic circuit is in contact with a structure (P) and comprises at least one graph (2) including a plurality of nodes (24) and a plurality of connections or branches (22) between said nodes (24) that create at least one mesh (M) of interconnections; characterized in that said at least one mesh (M) comprises a plurality of interconnections which are so configured that between two nodes (24) there are at least two interconnections, created by means of said plurality of connections or branches (22).
2. Circuit according to claim 1, wherein said mesh (M) has a random topography.
3. Circuit according to claim 1, wherein said mesh (M) has a structured topography.
4. Circuit according to at least one of the preceding claims, wherein said plurality of connections or branches (22) and said plurality of nodes (24) are created with a laminar structure.
5. Circuit according to claim 4, wherein it is a printed circuit.
6. Circuit according to claim 4 or 5, wherein it is a multilayer circuit.
7. Circuit according to at least one of the preceding claims, wherein said plurality of connections or branches (22) have all the same electric characteristics.
8. Circuit according to claim 1 or 7, wherein said plurality of connections or branches (22) have such electric characteristics as to emit heat when run by

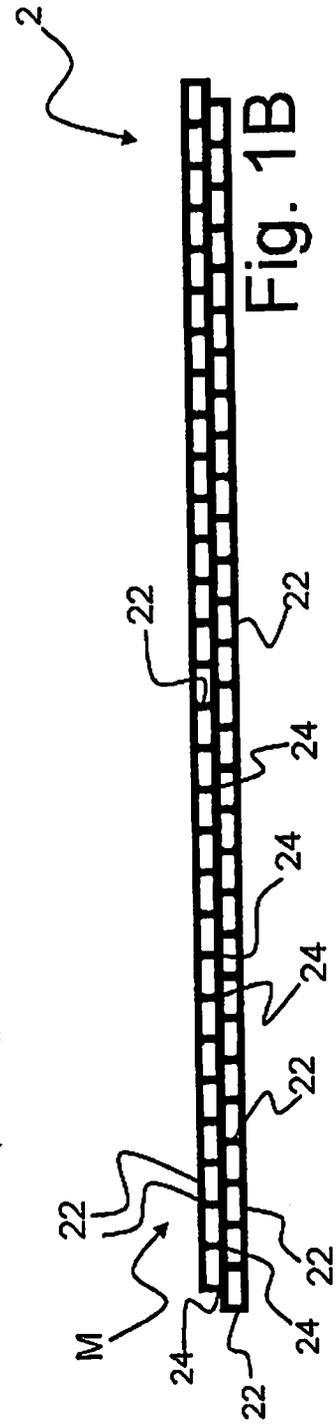
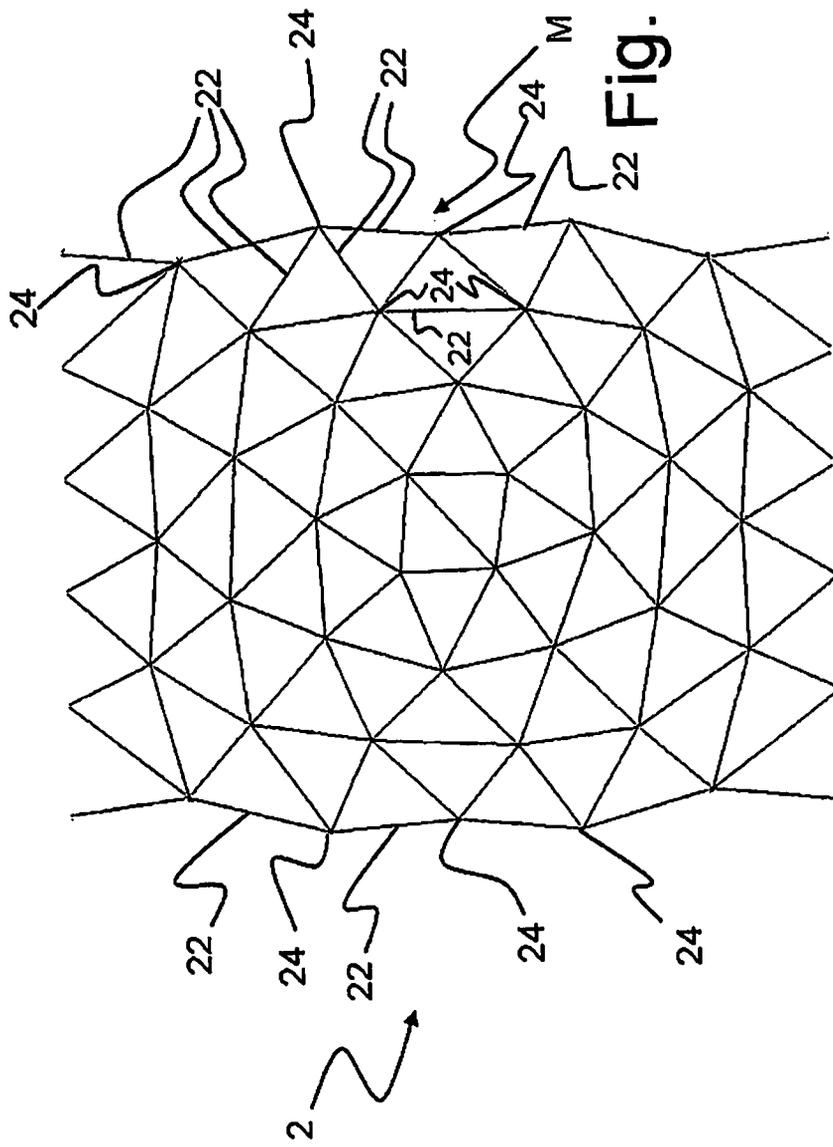
electric current, for the purpose of heating said structure (P).

9. Circuit according to claim 1 or 7, wherein said plurality of connections or branches (22) have such
5 characteristics as to allow conduction of a plurality of electric signals between a transmitter and a receiver.

10. Circuit according to claim 1, wherein said structure is a soundproof panel (P) for aircraft application.

11. Circuit according to claim 10, wherein said panel (P)
10 comprises a plurality of holes (F) arranged according to a predetermined layout and obtained when assembling the parts comprised in the panel itself.

Barzanò & Zanardo Milano S.p.A.



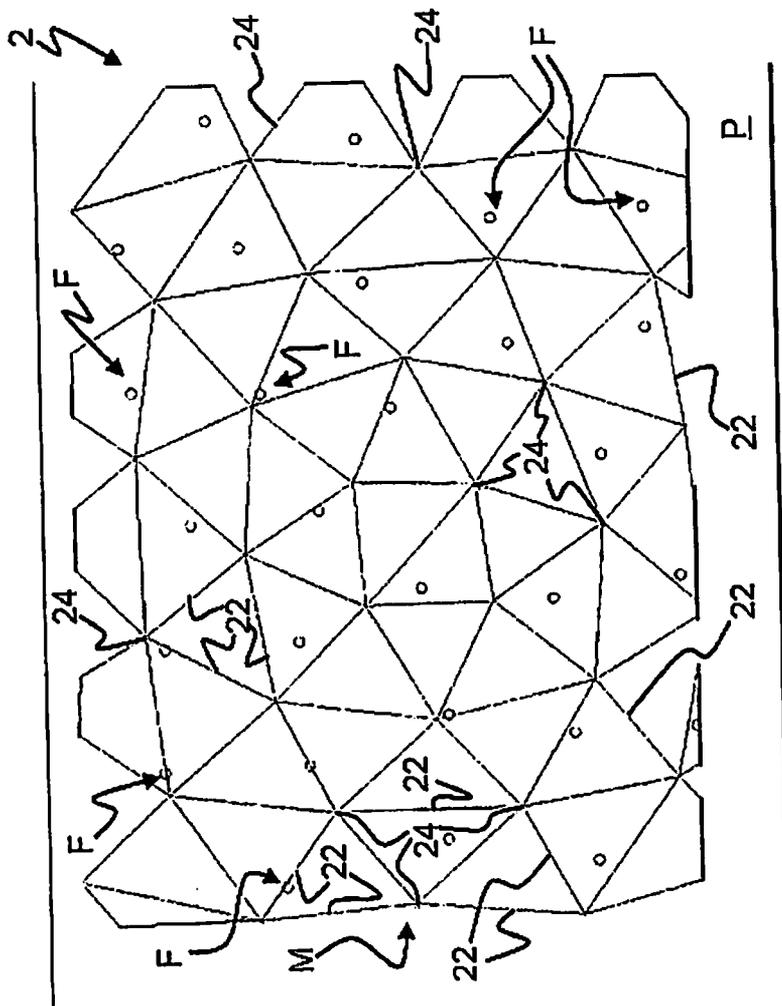


Fig. 2A

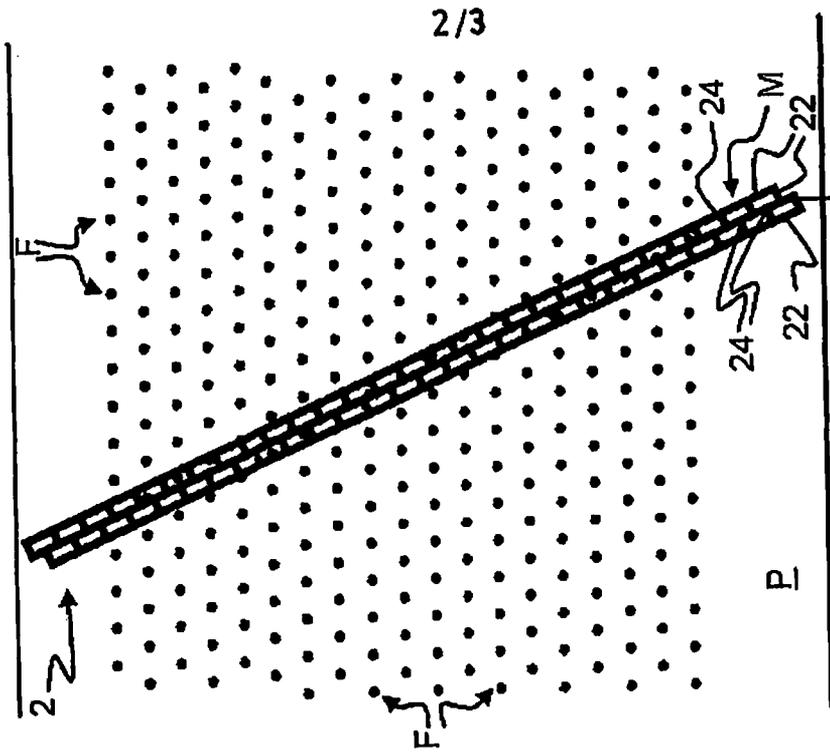


Fig. 2B

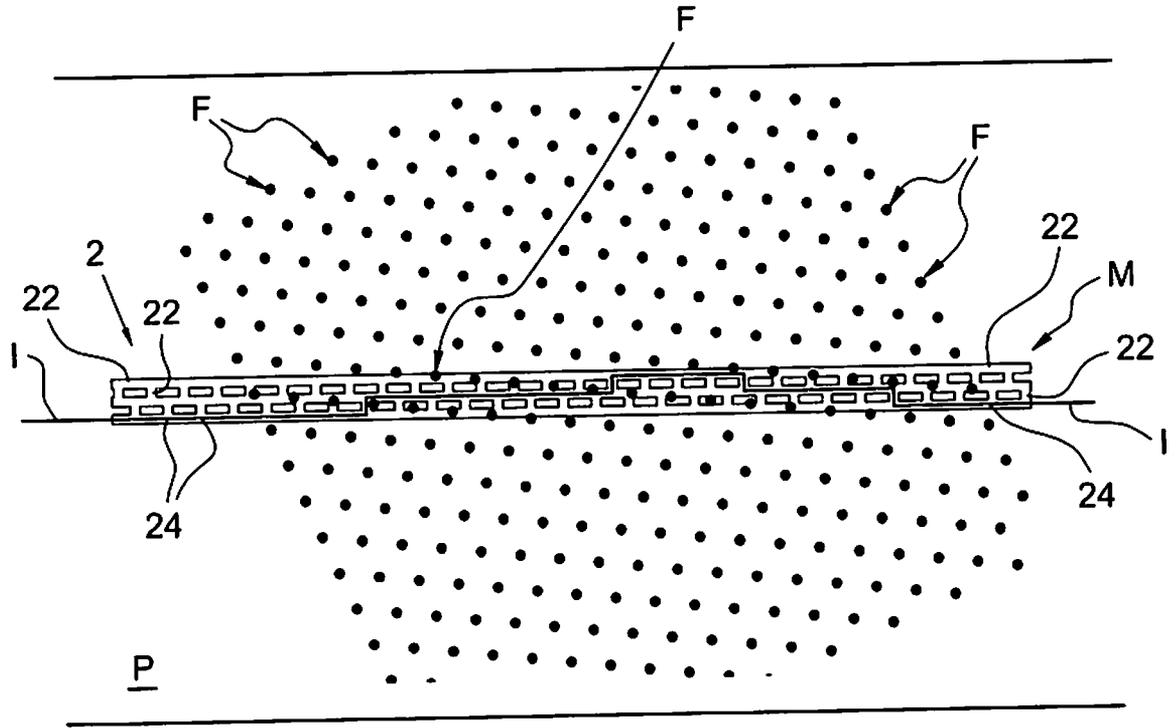


Fig. 3

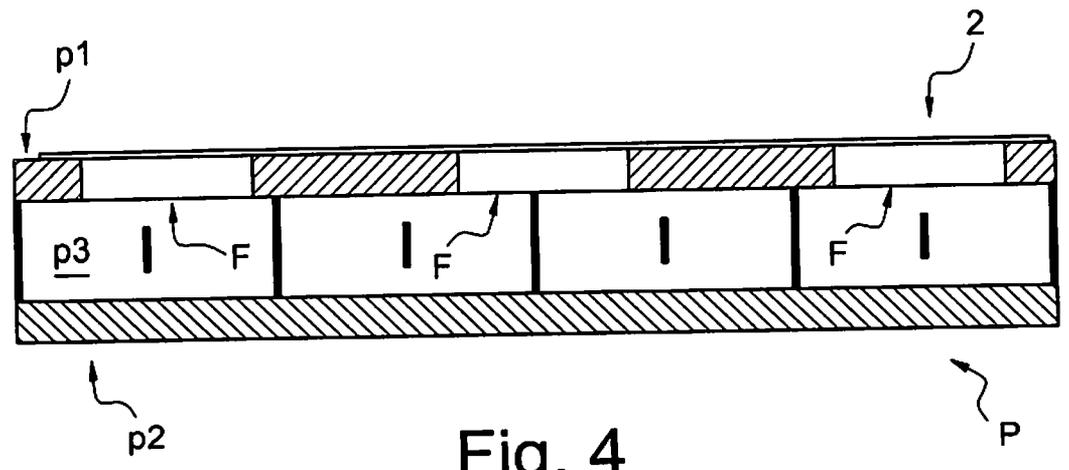


Fig. 4