



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO  
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE  
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA NUMERO	102001900922722
Data Deposito	10/04/2001
Data Pubblicazione	10/10/2002

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	21	S		

Titolo

SORGENTE DI LUCE A MATRICE DI MICROFILAMENTI.

**DESCRIZIONE** dell'invenzione industriale dal titolo:

"Sorgente di luce a matrice di microfilamenti"

di: C.R.F. Società Consortile per Azioni,  
nazionalità italiana, Strada Torino 50 - 10043  
Orbassano TO

Inventori designati: Piero PERLO, Mario REPETTO,  
Bartolomeo PAIRETTI, Cosimo CARVIGNESE, Denis  
BOLLEA, Davide CAPELLO.

Depositata il: 10 aprile 2001

TO 2001A 000341

\* \* \*

**TESTO DELLA DESCRIZIONE**

La presente invenzione riguarda una sorgente di luce di nuova concezione.

Lo scopo dell'invenzione è quello di realizzare una sorgente di luce planare, ossia di forma sostanzialmente appiattita, piana o incurvata, utilizzabile per sistemi di illuminazione di vario tipo, in particolare per i dispositivi di illuminazione per autoveicoli, come fanali e proiettori, o per i dispositivi di illuminazione all'interno di edifici o all'aperto, nonché infine come sorgente di illuminazione riconfigurabile per pannelli indicatori e di emergenza.

In vista di raggiungere tale scopo, l'invenzione ha per oggetto un dispositivo di illuminazione comprendente una matrice planare, ossia

BUZZI, NOTARO &  
ANTONIELLI D'OUX  
s.r.l.

sostanzialmente appiattita, piana o incurvata, rigida o flessibile di microfilamenti integrati su un unico sottostrato ed atti ad emettere luce per incandescenza quando alimentati da una corrente elettrica, detto dispositivo comprendendo:

- un sottostrato riflettente o trasparente,
- una pluralità di microfilamenti metallici in grado di emettere luce per incandescenza,
- una griglia di piste conduttrici per portare la corrente su detti microfilamenti, applicate su detto sottostrato,
- uno strato di copertura trasparente per consentire l'uscita della radiazione luminosa, e
- mezzi elettronici di controllo per l'accensione di parte o tutti i microfilamenti della matrice.

Secondo un'ulteriore caratteristica, sul sottostrato riflettente è preferibilmente depositato uno strato sottile di nanoparticelle, avente la funzione di convertire, secondo un processo di assorbimento a multifotoni, una parte della radiazione infrarossa in luce visibile.

Secondo un'ulteriore caratteristica, nello spazio all'interno del dispositivo, tra il sottostrato e lo strato di copertura, è realizzato il vuoto. In alternativa è possibile riempire tale

spazio con una miscela di gas inerti per impedire l'ossidazione dei microfilamenti, o alogeni, allo scopo di aumentare l'efficienza luminosa. In tal caso è prevista una valvola di iniezione per il pompaggio del gas all'interno.

Secondo un'ulteriore caratteristica, fra il sottostrato e lo strato di copertura trasparente sono interposti uno o più strati intermedi, conformati in modo tale da migliorare il controllo del fascio luminoso emesso.

Occorre rilevare che l'uso di una matrice di microfilamenti è già stato proposto al fine di realizzare un pannello visualizzatore (vedere brevetto US-A-5 956 003). Tuttavia, non è mai stata prosposta fino ad oggi una matrice di microfilamenti integrata in una struttura del tipo sopra descritto, al fine di realizzare una sorgente di luce utilizzabile in dispositivi di illuminazione.

Lo strato superiore del dispositivo secondo l'invenzione è realizzato con materiale trasparente, ad esempio vetro o materiale plastico. Esso può essere piano, contenere delle cavità per ospitare i microfilamenti, allo scopo di favorire la dissipazione del calore e limitare la divergenza del fascio, o avere una pluralità di rilievi allo scopo di indirizzare il fascio luminoso. Lo spessore di

BUZZI, NOTARO &  
ANTONIELLI D'OUX  
s.r.l.

tale strato deve essere tale da mantenere il vuoto o non fare uscire i gas utilizzati all'interno della sorgente. In generale lo spessore deve essere superiore a 0.5 mm e nel caso di impiego di materiale plastico.

Il sottostrato del dispositivo secondo l'invenzione può essere riflettente o trasparente.

Nel caso di sottostrato riflettente, la radiazione emessa dal filamento viene riflessa dal sottostrato ed esce dal dispositivo attraverso lo strato di copertura trasparente. Il sottostrato riflettente può avere superficie piana o presentare delle cavità per ridurre la divergenza del fascio emesso dal dispositivo. Il sottostrato riflettente può essere metallico (ad esempio lamiera stampata) oppure costituito da altro materiale (ad esempio vetro, quarzo, plastica, allumina, silicio) con un rivestimento metallico. Nel caso di lamiera metallica è anche previsto l'utilizzo di un rivestimento metallico per migliorare la riflettenza dello strato e ridurre la temperatura del dispositivo. Il rivestimento metallico (ad esempio alluminio o argento) può essere depositato per evaporazione o sputtering. In entrambi i casi il sottostrato riflettente è elettricamente conduttore e va quindi isolato dalle piste conduttrici che

portano corrente ai filamenti. L'isolamento del sottostrato è realizzato attraverso un rivestimento di materiale dielettrico trasparente e resistente ad alta temperatura (tipicamente un ossido, ad esempio ossido di silicio oppure ossido di titanio). Le tecniche utilizzate per la deposizione di tale strato possono essere: evaporazione, immersione, tecniche sol-gel o altre tecniche note.

Nel caso di sottostrato trasparente (ad esempio vetro, quarzo o plastica) la luce emessa dal filamento esce dalle due facce opposte del dispositivo, allo scopo di illuminare su due lati (il che può essere utile ad esempio nel caso di una luce di emergenza o di segnalazione). Il sottostrato trasparente può essere piano, contenere cavità oppure presentare una pluralità di microrilievi sulla superficie allo scopo di ridurre la divergenza ed indirizzare il fascio luminoso.

Le cavità possono essere realizzate attraverso stampaggio o mediante qualsiasi altra tecnica nota. E' possibile prevedere sulla superficie del sottostrato degli alloggiamenti per le piste conduttrici. Tali alloggiamenti possono essere realizzati contemporaneamente alle cavità e/o alle ottiche.

Come già detto, almeno uno strato intermedio è preferibilmente interposto fra il sottostrato e lo strato di copertura trasparente. Lo strato intermedio ha lo scopo di limitare ulteriormente la divergenza del fascio luminoso in uscita dal dispositivo. Esso può essere realizzato con gli stessi materiali del sottostrato ed è tipicamente costituito di materiale riflettente. In questo caso è pure elettricamente conduttore e va quindi isolato dalle piste di alimentazione attraverso uno strato isolante. Lo strato intermedio presenta una pluralità di fori la cui superficie interna ha una funzione ottica supplementare a quella delle cavità del sottostrato. Infatti, immaginando di voler alloggiare i microfilamenti all'interno di microriflettori paraboloidi, la superficie interna dei fori dello strato intermedio costituisce la sezione superiore del paraboloide, mentre la cavità del sottostrato costituisce la parte inferiore.

E' anche possibile inserire più di uno strato intermedio, ad esempio nella configurazione simmetrica con sottostrato trasparente, come verrà illustrato in dettaglio nel seguito.

La parte superiore di copertura, lo strato intermedio e il sottostrato sono provvisti di mezzi atti alla tenuta del vuoto o dell'atmosfera interna

di gas. La tenuta può essere ottenuta tramite guarnizioni, fusione od incollaggio.

I filamenti metallici possono essere di tungsteno o altre leghe metalliche su base tungsteno (ad esempio rhenio-tungsteno). I filamenti possono avere forma lineare oppure essere avvolti a spira per migliorare l'efficienza luminosa complessiva. In alternativa è possibile stendere più di un filamento, a guisa di matassa, in corrispondenza delle cavità ottiche, con lo scopo di migliorare l'efficienza luminosa, come pure verrà descritto in dettaglio nel seguito.

Il microfilamento di tungsteno può essere steso in modo continuo lungo tutte le piste metalliche; tuttavia, esso raggiunge l'incandescenza soltanto nelle zone a resistenza più alta tra le estremità dei reofori, dove il filamento non tocca la pista o non è in parallelo alla pista stessa.

Le piste metalliche nel sottostrato possono essere alloggiare in apposite sedi ricavate sulla superficie del sottostrato e/o dello strato intermedio.

Le piste metalliche possono essere realizzate attraverso serigrafia o a getto d'inchiostro; in alternativa è possibile utilizzare piste in lamiera incollate al sottostrato con opportune resine.

Un'ulteriore tecnica consiste nel partire da uno strato unico di lamiera e realizzare le piste attraverso tecniche di etching (tecnologia utilizzata nei circuiti stampati). In questo caso le cavità nel sottostrato possono essere realizzate successivamente asportando il materiale del sottostrato sopra le piste.

Per migliorare il controllo sulla divergenza del fascio è previsto che le piste conduttrici possono sconfinare all'interno delle cavità. In questo caso le estremità sporgenti possono restare sospese nelle cavità (se hanno sufficiente visibilità meccanica) o appoggiare su appositi bracci realizzati nel sottostrato contemporaneamente alle cavità stesse.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi della presente invenzione risulteranno dalla descrizione che segue con riferimento ai disegni annessi, forniti a puro titolo di esempio non limitativo, in cui:

- la Figura 1 è una vista prospettica di una prima forma di attuazione del dispositivo secondo l'invenzione,

- la Figura 2 è una vista prospettica esplosa del dispositivo della figura 1,

BUZZI, NOTARO &  
ANTONIELLI D'OUIX  
s.r.l.

- la Figura 3 è una vista prospettica in scala ampliata e in sezione di un particolare del dispositivo della figura 1,

- la Figura 4 è una vista in sezione del particolare della figura 3,

- la Figura 5 è una vista prospettica in scala ampliata delle piste metalliche e dei microfilamenti facenti parte del dispositivo secondo l'invenzione,

- la Figura 6 è una vista prospettica in scala ampliata di un particolare della figura 5,

- la Figura 7 è una vista prospettica in scala ampliata di una variante di microfilamento,

- la Figura 8 è una vista prospettica parziale di una seconda forma di attuazione del dispositivo, utilizzante un sottostrato con ottica piana riflettente,

- la Figura 9 è una vista prospettica di una singola cella associata ad un singolo microfilamento, secondo un'ulteriore variante con due riflettori per l'emissione sui due lati,

- la Figura 10 è una vista in sezione di una variante con doppia emissione e con due ottiche rifrattive,

- la Figura 11 è un'ulteriore variante a doppia emissione con due ottiche rifrattive e con due strati intermedi riflettenti,

- la Figura 12 illustra la versione con riflettore sferico e ottica superiore,

- la Figura 13 è una vista prospettica di una singola cella associata ad un singolo microfilamento, secondo un'ulteriore variante, utilizzando un riflettore CPC,

- le Figure 14-17 illustrano schemi alternativi del collegamento elettrico dei microfilamenti facenti parte del dispositivo,

- la Figura 18 illustra una variante di realizzazione dei microfilamenti,

- le Figure 19,20 illustrano diagrammi relativi allo spettro di assorbimento di nanoparticelle di argento utilizzabili nel dispositivo secondo l'invenzione, e

- la Figura 21 illustra una variante della figura 4.

Le figure 1-6 dei disegni annessi mostrano una prima forma di attuazione del dispositivo secondo l'invenzione, con sottostrato riflettente. Il numero 1 indica nel suo insieme lo strato trasparente di copertura, mentre i numeri di riferimento 2, 3 indicano rispettivamente il sottostrato e lo strato intermedio. Il sottostrato 2 reca una pluralità di ottiche 4 in forma di cavità a superficie riflettente associate ciascuna ad un microfilamento

BUZZI, NOTARO &  
ANTONIELLI D'OUX  
S.R.L.

della matrice del dispositivo. I microfilamenti sono indicati con il numero di riferimento 7 e sono portati da un reticolo di piste metalliche 6 applicato sopra la faccia superiore del sottostrato 2. Sopra il reticolo di piste metalliche 6 è disposto lo strato intermedio 3 con fori 5 definenti altrettante superfici ottiche di conformazione del fascio luminoso in uscita dal rispettivo microfilamento.

Le figure 3, 4 illustrano il dettaglio di una singola cella associata ad un microfilamento 7. Come si vede, il microfilamento si estende al di sopra e a distanza dalla superficie della cavità riflettente 4, sostenuto all'estremità da sopporti 12 e connesso elettricamente alle piste 6 che sono interpote fra lo strato intermedio 3 e il sottostrato 2. Le figure 5, 6 illustrano chiaramente la struttura delle piste elettriche 6 e dei microfilamenti 7 che si estendono al di sopra di ciascuna superficie riflettente 4. Gli spazi all'interno di ciascuna cavità 4 e dei fori 5 dello strato intermedio, chiusi superiormente dallo strato di copertura 1, sono sottovuoto, oppure riempiti con gas, secondo quanto già sopra descritto.

La figura 7 illustra in vista prospettica la variante, già sopra descritta, in cui ciascun

microfilamento 7 ha una conformazione a matassa composta da più filamenti. Come pure già descritto, il microfilamento può anche avere una conformazione avvolta a spirale.

La versatilità del dispositivo secondo l'invenzione deriva, dal punto di vista ottico, dalle diverse soluzioni realizzabili a seconda delle esigenze.

La sorgente di luce secondo l'invenzione può considerarsi un dispositivo ottico integrato in cui, oltre alla funzione di sorgente, vi è quella di controllare il fascio luminoso emesso. Inoltre, trattandosi di una sorgente di tipo esteso, vi sono due possibilità: la prima è quella di tipo tradizionale, in cui ogni singola sorgente ha un'ottica uguale a quella delle altre che è ottimizzata per ottenere l'output visivo voluto. La seconda permette di differenziare gruppi di sorgenti da altre con ottiche diverse, in modo o da svolgere diverse funzioni (come ad esempio nei fanali di autoveicoli) o da creare, in unione con le altre sorgenti, una sovrapposizione dalle caratteristiche desiderate.

In generale, tutte le parti che costituiscono il dispositivo secondo l'invenzione hanno importanza dal punto di vista ottico.

BUZZI, NOTARO &  
ANTONIELLI D'OUX  
S.p.A.

Lo strato superiore trasparente 1 può essere o a facce piane o costituito da una matrice di lenti (una per cella) di tipo rifrattivo oppure diffusore. In quest'ultimo caso lo strato 1 è in forma di matrice di prismi.

Il sottostrato 2 può essere costituito da una matrice di specchi (in generale superfici riflettenti), una per cella, per recuperare la luce nel caso di emissione solo dalla parte superiore. Nel caso vi sia emissione da entrambi i lati, anche tale elemento può essere costituito come la parte superiore.

Entrambe le parti 1, 2 possono inoltre ospitare un sistema di filtri colorati e sistemi per migliorare l'efficienza del dispositivo, quale un film di materiale per la conversione della radiazione infrarossa in visibile, o un rivestimento in grado di riflettere la radiazione infrarossa.

La figura 1 illustra la variante con ottica piana, in cui il riflettore 2 può essere di un materiale metalizzato o avere un rivestimento riflettente. La parte trasparente 1 può essere liscia per ottimizzare l'efficienza del flusso luminoso di uscita, o di tipo diffusore controllato. In entrambe le configurazioni, così come in quelle che verranno presentate di seguito, è possibile

l'utilizzo di filtri colorati, di dimensioni volute, per differenziare le funzioni e/o creare l'output voluto. E' inoltre pensabile l'utilizzo, nella parte interna dello strato di copertura 1, di un rivestimento in grado di riflettere la radiazione infrarossa e trasmettere quella visibile. Tale rivestimento consente di riutilizzare la radiazione infrarossa emessa per mantenere il filamento in temperatura, migliorando notevolmente l'efficienza luminosa della sorgente. In alternativa, il rivestimento può essere in grado di convertire dei fotoni della banda spettrale dell'infrarosso in fotoni nella banda spettrale del visibile aumentando così l'efficienza luminosa della sorgente. Il processo può essere di conversione non lineare o di assorbimento risonante a multifotoni (up-conversion) che inducono la generazione di armoniche di ordine superiore o ancora un processo di scattering inelastico quale ad esempio lo scattering Raman stimolato che induce radiazione visibile per linee anti-Stokes. Il rivestimento, che può essere depositato anche sul riflettore come illustrato nella figura 21 (numero di riferimento 100), può comprendere particelle metalliche di dimensione nanometrica, sfruttando la presenza in tali nanoparticelle di transizioni energetiche sia

BUZZI, NOIARO &  
ANTONELLI D'OUIX  
S.R.L.

nella banda visibile sia in quella infrarossa. Un rivestimento di questo tipo è quindi in grado di assorbire due o più fotoni infrarossi e riemetterne uno più energetico di lunghezza d'onda visibile. In entrambi i casi si può stimare un considerevole aumento dell'efficienza in quanto gran parte della radiazione delle sorgenti ad incandescenza emette nella banda spettrale dell'infrarosso. Nel caso specifico di radiazione incidente policromatica l'eccitazione degli stati energetici desiderati può avvenire per assorbimento di fotoni infrarossi di energia differente. Lo spessore del rivestimento è tale da facilitare riflessioni multiple della radiazione infrarossa (IR) centrata attorno ad 1.2 micron. In tal modo la conversione della radiazione IR in visibile è massimizzata.

Nel caso di film continuo in una sua configurazione ottimale il film agisce con effetti non lineari che raddoppiano o triplicano la frequenza della radiazione IR incidente. La configurazione della cavità ed in particolare la posizione del filamento nella cavità sono tali da facilitare l'accoppiamento della radiazione IR nel film che effettua la conversione energetica.

Il materiale utilizzato nel film è preferibilmente del tipo a base di ittrio, itterbio,

lantanidi, o terre rare. Tuttavia nella sua composizione preferita in forma di nanoparticelle la sperimentazione ha dimostrato che per dimensioni delle nanoparticelle dell'ordine del nanometro si ha un forte picco di assorbimento nell'IR vicino ed una buona re-emissione di luce visibile, come mostrato nella figura 19, che si riferisce a nanoparticelle di argento con diametro fra 0.88 e 1.10 nanometri di diametro. Comportamento analogo si ha con altri tipi di nanoparticelle ad esempio di semiconduttore quale il CdSe. Il comportamento essendo determinato prevalentemente dalle dimensioni oltre che dal materiale. A differenza di quanto si verifica con i cristalli ottici non lineari utilizzati nella generazione di armoniche di secondo o più ordine nei sistemi laser (quali il KDP, KTP, CDA..LiNbO<sub>3</sub>) solitamente utilizzati nella conversione di frequenza di laser Nd-YAG alla radiazione verde, nelle nanoparticelle i livelli energetici sono dovuti al sconfinamento degli elettroni in un volume limitato. La figura 20 mostra un esempio dei livelli energetici calcolati per una nanoparticella di 1.26 nm di diametro con 30 atomi di argento. Sono indicate la distribuzione degli elettroni e le transizioni elettroniche permesse tra i primi 7 livelli. Alcune corrispondono a fotoni IR, altre a

fotoni visibili. Nel caso di particelle multiatomiche strutturate o più propriamente di blocchi funzionali, la conversione a lunghezza d'onde nel visibile può anche e prevalentemente essere indotta da stati di rotazione e vibrazione molecolari oltre che dagli stati elettronici eccitati.

La conversione di radiazione infrarossa in radiazione può altresì essere indotta tramite effetti non lineari con assorbimento a multifotoni su materiali organici conduttori. Un primo esempio è costituito dai polimeri conduttori derivati nanopoliacetilene e derivati PPV. Materiali organici conduttori preferiti per la loro stabilità in temperatura, la loro ottima efficienza di fotoluminescenza su uno spettro molto ampio, la loro stabilità ambientale ed in particolare la bassissima reattività con acqua, idrogeno ed ossigeno, sono la famiglia dei thiopheni modificati descritti per esempio nell'articolo pubblicato il 31 luglio - 1 agosto 2000 su SPIE VOL 4134 pag.37-45 con autori Giovanna Barbarella e altri.

La figura 9 illustra una soluzione a doppia emissione con due riflettori. Questo tipo di configurazione permette alla luce di uscire da entrambe le parti del dispositivo. Il filamento 7 è

posto al centro dei riflettori 5. Questi sono in grado di controllare l'angolo di uscita del fascio luminoso con la massima efficienza in quanto i fotoni emessi dalla sorgente escono dal dispositivo con al più una riflessione (tipologia CPC). Dal punto di vista costruttivo i riflettori sono realizzati creando delle cavità negli strati intermedi 3. In alternativa, è possibile l'inserimento nella parte superiore di un'ottica come diffusore controllato e filtri e recuperatori di radiazione infrarossa come già specificato sopra. Le dimensioni tipiche di un'ottica di questo tipo possono essere dell'ordine del millimetro di diametro e del mezzo millimetro di altezza.

La figura 10 illustra una soluzione a doppia emissione con due ottiche rifrattive, senza strati intermedi. Questa configurazione ha in comune con la precedente la possibilità di emettere la luce da due parti. La peculiarità consiste nel fatto che non vi sono riflettori a controllare l'angolo di uscita massimo della luce, ma un'ottica rifrattiva (1a, 2a). Nell'esempio illustrato sono rappresentate lenti di Fresnel.

La figura 11 è una variante della figura 10 in cui sono previsti due strati intermedi riflettenti 3. Come già illustrato, questi riflettori vengono

utilizzati per confinare la luce emessa dai microfilamenti in modo che abbia un angolo limite di emissione. Una configurazione di questo tipo è equiparabile al caso della figura 9, in cui sono previsti strati intermedi con riflettori CPC.

La figura 12 si riferisce al caso di sottostrato con riflettori sferici 4 e ottica superiore la ricavata sulla faccia inferiore dello strato di copertura 1. Tale configurazione permette l'emissione luminosa da un lato. I riflettori riflettono la luce facendo sì che alcuni raggi ritornino sulla sorgente contribuendo a mantenerla a temperatura di regime. L'ottica superiore può essere formata da lenti rifrattive di Fresnel in grado di controllare l'emissione luminosa.

La figura 13 illustra una soluzione di cella con riflettore CPC, in grado di riflettere i fotoni uscenti dal filamento 7 con angolo di uscita massimo controllato e con la massima efficienza. In questa configurazione, più che nelle altre, risulta importante minimizzare l'ingombro delle piste o reofori 6, in quanto questo tipo di riflettore fa sì che allo spot di luce in uscita contribuisca in massima parte la luce riflessa che risente dell'ombra dei reofori. Anche in questo caso è possibile l'utilizzo nella parte superiore di un

diffusore controllato. Le dimensioni tipiche di un riflettore di questo tipo sono di un millimetro di diametro e di un millimetro di altezza.

Nel dispositivo secondo l'invenzione, gli elementi sorgenti di luce sono i microfilamenti 7. Tali microfilamenti emettono luce per incandescenza quando sono attraversati da un'opportuna corrente elettrica e raggiungono una temperatura di circa 2800° K. I materiali utilizzati per realizzare i microfilamenti possono essere il tungsteno, una lega rhenio-tungsteno o altre leghe con il tungsteno. La lega rhenio-tungsteno è particolarmente indicata in quanto migliora la durata della vita del filamento e la sua resistenza meccanica.

Per facilitare la costruzione, è possibile stendere un filamento in modo continuo garantendo la configurazione elettrica voluta. Questo è possibile in quanto il filamento è posto in contatto con i reofori che sono disposti in modo da formare la configurazione elettrica. Alimentando i capi del filamento, la corrente si distribuisce tra i reofori 6, cosicché, se si interrompe un collegamento del filamento, la corrente può fluire attraverso i reofori 6 garantendo il funzionamento del dispositivo. La parte di filamento non a contatto con i reofori 6 ha una resistenza maggiore rispetto

BUZZI, NOTARO &  
ANTONIELLO D'OUX  
S.r.l.

alla parte a contatto, per cui, a parità di corrente che fluisce attraverso il filamento, la parte non a contatto raggiunge una temperatura elevata per effetto Joule ed emette radiazione per incandescenza. Per microfilamenti si intendono i singoli pezzi del filamento che emettono luce.

Il filamento che viene esteso può essere semplice, a sezione circolare, oppure avvolto a spire. Questo secondo caso, in assenza di altre tecniche per recuperare parte della radiazione infrarossa che viene emessa (come illustrato sopra) può migliorare l'efficienza del dispositivo in quanto parte della radiazione infrarossa ricade sulle spire del filamento contribuendo a mantenerlo alla temperatura di regime. La lunghezza e la sezione dei microfilamenti sono calcolate facendo un bilancio energetico tra la potenza emessa e quella assorbita in modo che la temperatura di equilibrio, per una determinata corrente, raggiunga una temperatura ottimale per l'emissione. La configurazione elettrica da una parte è realizzata in modo da tenere in considerazione sia la corrente e la tensione di ingresso dell'intero dispositivo sia la caduta di potenziale che ci deve essere ai capi di ciascun microfilamento in base al ragionamento sopra indicato. Dall'altra parte, in

base al numero di microfilamenti che si vogliono utilizzare si dimensiona l'alimentazione di ingresso all'intera matrice. Le configurazioni elettriche possibili sono di tre tipi: serie di paralleli (figura 14); parallelo di serie (figura 15) o rete (fig.16). Queste tre configurazioni permettono entrambe di accoppiare la tensione e la corrente di ingresso con quelle volute ai capi di ciascun microfilamento. Il numero di serie e paralleli è studiato in modo da alimentare il dispositivo alla tensione e alla corrente voluti in modo da non dover far uso di trasformatori a vantaggio dell'efficienza complessiva. Le configurazioni delle figure 14 e 16 offrono in più i vantaggi di avere una maggiore stabilità e durata dell'intero dispositivo in quanto permettono di far funzionare il dispositivo anche in caso di rottura di qualche filamento. Questo è possibile perché nel caso di rottura di un microfilamento la corrente può circolare nei rimanenti microfilamenti costituenti un blocco, senza alterare significativamente i valori di corrente e tensione dei blocchi successivi.

Se da una parte le suddette configurazioni offrono una semplicità nell'alimentazione del dispositivo, in quanto l'intera matrice di microfilamenti è vista come un unico carico

resistivo, dall'altra parte esse comportano la necessità di accendere contemporaneamente tutti i microfilamenti. Questo tipo di limitazione può essere superato utilizzando una configurazione più complessa in cui si possono definire all'interno di ogni singola matrice di microfilamenti più zone indipendenti (vedere fig.17) che possono essere alimentate o no attraverso l'uso di commutatori elettronici (transistori). La possibilità di avere una matrice di microfilamenti in cui si abbia un controllo della configurazione di accensione trova un'immediata applicazione in campo automobilistico, per esempio per la realizzazione di un fanale in cui le varie funzioni (stop, retromarcia, luce di posizione, indicatori di direzione) possono essere realizzate dallo stesso dispositivo controllando semplicemente le zone di accensione.

L'alimentazione di una matrice di microfilamenti ricade, così come quella di una lampada ad incandescenza, nel caso di un'alimentazione di un carico puramente ohmico. Per la scelta dell'alimentatore della matrice di microfilamenti bisogna tener conto dei seguenti fattori:

- la durata di microfilamenti è grandemente influenzata dalle variazioni di tensione. Una sovratensione del 5% riduce la durata media di circa

la metà; viceversa una riduzione di tensione del 5% raddoppia all'incirca la durata;

- la resistenza del filamento a freddo è 1/10-1/20 della resistenza del filamento a caldo. Ciò comporta che all'accensione della lampada la corrente assuma valori molto elevati, teoricamente 10-20 volte la corrente di regime (in pratica il valore è ridotto per le cadute di tensione nella linea di alimentazione e negli altri elementi interposti).

La fase critica, dal punto di vista meccanico e termico, dei microfilamenti è all'accensione, in quanto il tungsteno, come la maggior parte dei metalli, ha minore resistenza quando è freddo rispetto a quando è caldo. Per prolungare la durata dei microfilamenti si deve fare in modo che il transitorio di temperatura sia lungo. Per fare ciò si può utilizzare un termistore (con coefficiente di temperatura negativo NTC) posto in serie al carico che permette di avere un incremento graduale della corrente all'interno del filamento con conseguente riscaldamento uniforme del filamento stesso. In commercio esistono diversi tipi di termistori per diverse applicazioni. Essi hanno un ampio campo di valori di resistenza e coefficiente di temperatura, possiedono un'alta velocità di risposta alle

BUZZI, NOBILI  
ANTONIELLO & C.  
S.p.A.

variazioni di temperatura e sono molto precisi e stabili.

Oltre all'uso di un termistore esistono diversi tipi di accorgimenti per aumentare la vita media di un microfilamento, anche se tali accorgimenti diminuiscono l'efficienza in termini di lumen/watt. Uno di questi accorgimenti è l'uso di un diodo in serie al filamento nel caso in cui l'alimentazione sia di tipo alternata. In questo caso la tensione di alimentazione è applicata al filamento solo per metà ciclo, di conseguenza il filamento raggiunge una temperatura di regime più bassa. Si ha allora un aumento della vita media del microfilamento ma una minore efficienza luminosa. In generale, l'alimentatore utilizzato per accendere la matrice di microfilamenti può essere di tipo stabilizzato, più o meno complesso, a seconda del grado di controllo (tensione corrente) che si vuole avere sul dispositivo.

Un altro tipo di connessione tra i diversi microfilamenti  $\gamma$  che costituiscono il dispositivo è quello del tipo cosiddetto a righe per colonne, illustrato nella figura 16. In questo caso si può alimentare il singolo filamento  $\gamma$  selezionando opportunamente la riga e la colonna, pur conservando la caratteristica di stabilità complessiva vista per

BUZZI, NOBILI  
ANTONELLI & C.  
S.p.A.

le configurazioni sopra descritte. Il controllo puntuale implica però l'uso di una elettronica di gestione la cui complessità dipende dalla dimensione della matrice di microfilamenti (righe per colonne). Rimane comunque il vantaggio di avere a disposizione una matrice di punti (i microfilamenti) che può essere accesa in maniera differente in base alle esigenze. L'uso di un diodo in serie ad ogni microfilamento è necessario per eliminare eventuali percorsi conduttivi verso altri microfilamenti che non sono selezionati.

Con riferimento nuovamente allo schema della figura 14, in un esempio concreto di attuazione, si è rilevato che una lampada a bulbo commerciale per illuminazione (ad esempio del tipo P21W) può essere sostituita da una sorgente planare costituita da una matrice di microfilamenti con configurazione elettrica a serie di paralleli. Supponendo che la tensione di alimentazione sia 12 volt in corrente continua e pensando di utilizzare un filamento con una sezione di 7 micron e lunghezza di circa 200 micron, la lampada sopra menzionata può essere sostituita con un sistema di 56 microfilamenti posti in parallelo e a loro volta disposti in serie per 66 volte. Le dimensioni possibili di questa nuova lampada sono di 66 x 56 mm, ad esempio.

GIULIO NOTARO &  
ANTONIELLO D'OUX  
s.r.l.

La figura 21 illustra una variante di realizzazione del singolo microfilamento.

In generale i filamenti di diametro inferiore sono preferibili per il maggior rapporto tra la superficie ed il volume del filamento. Ad esempio per massimizzare l'efficienza di conversione da watt elettrici in lumen, percorsi ripetuti di un filamento di 3 micron sono preferibili ad un singolo filamento di 7 micron.

Naturalmente, fermo restando il principio del trovato, i particolari di costruzione e le forme di attuazione potranno ampiamente variare rispetto a quanto descritto ed illustrato a puro titolo di esempio, senza per questo uscire dall'ambito della presente invenzione.

BUZZI, NOTARO &  
ANTONIELLI D'OUIX  
s.r.l.

## RIVENDICAZIONI

1. Sorgente di luce, comprendente una matrice planare, ossia sostanzialmente appiattita, piana o incurvata, rigida o flessibile di microfilamenti (7) integrati su un unico sottostrato (2) ed atti ad emettere luce per incandescenza quando alimentati da una corrente elettrica, detta sorgente comprendendo:

- un sottostrato riflettente o trasparente (2),
- una pluralità di microfilamenti metallici (7) in grado di emettere luce per incandescenza,
- una griglia di piste conduttrici(6) per portare la corrente su detti microfilamenti (7),
- uno strato di copertura trasparente (1) per consentire l'uscita della radiazione luminosa, e
- mezzi elettronici di controllo per l'accensione di parte o di tutti i microfilamenti (7) della matrice,

detta sorgente preferibilmente (ma non necessariamente) comprendendo anche uno strato per la conversione energetica della radiazione infrarossa in radiazione visibile.

2. Sorgente di luce secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che nello spazio all'interno del dispositivo, fra il sottostrato (2) e lo strato di copertura (1) è realizzato il vuoto.

BUZZI, NOTARO &  
ANTONIELLI D'OUX  
s.r.l.

3. Sorgente di luce secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che nello spazio all'interno del dispositivo, fra il sottostrato (2) e lo strato di copertura (1) è predisposta una miscela di gas inerti o alogeni.

4. Sorgente di luce secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che fra il sottostrato (2) e lo strato di copertura (1) è interposto almeno uno strato intermedio (3) avente solo funzione meccanica o comprendente ottiche (5) di controllo del fascio luminoso emesso.

5. Sorgente di luce secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che lo strato superiore (1) è di materiale trasparente, ad esempio vetro o materiale plastico.

6. Sorgente di luce secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che il sottostrato (2) è riflettente.

7. Sorgente di luce secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che il sottostrato (2) è trasparente.

8. Sorgente di luce secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che detto sottostrato (2) ha una superficie riflettente piana.

9. Sorgente di luce secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che detto sottostrato (2)

RUZZI, NOTARO &  
ANTONELLI D'OUX  
S.R.L.

presenta una pluralità di superfici curve riflettenti (4), preferibilmente in forma di cavità, in corrispondenza dei diversi microfilamenti (7), dette superfici essendo di un tipo scelto fra superfici a paraboloidi, superfici sferiche, superfici cilindriche o simili.

10. Sorgente di luce secondo la rivendicazione 8, caratterizzata dal fatto che il sottostrato riflettente è metallico o è costituito da materiale non metallico quale vetro, quarzo, plastica, alluminio, silicio, dotato di un rivestimento metallico.

11. Sorgente di luce secondo la rivendicazione 6, in cui il sottostrato riflettente (2) è elettricamente conduttore, ed è isolato dalle piste conduttrici (6) mediante uno strato di materiale dielettrico.

12. Sorgente di luce secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che tale sottostrato (2) è piano, oppure presenta una pluralità di microrilievi rifrattivi o diffrattivi sulla sua superficie allo scopo di ridurre la divergenza ed indirizzare il fascio luminoso.

13. Sorgente di luce secondo la rivendicazione 4, caratterizzata dal fatto che detto strato intermedio (3) è costituito di materiale metallico,

oppure di materiale non metallico con rivestimento metallico.

14. Sorgente di luce secondo la rivendicazione 4, caratterizzata dal fatto che lo strato intermedio (3) è elettricamente conduttore ed è isolato dalle piste di alimentazione (6) attraverso uno strato isolante.

15. Sorgente di luce secondo la rivendicazione 4, caratterizzata dal fatto che detto strato intermedio (3) ha una pluralità di fori (5) la cui superficie interna assolve una funzione ottica supplementare a quella delle superfici ottiche (4) del sottostrato (2).

16. Sorgente di luce secondo la rivendicazione 4, caratterizzata dal fatto che comprende più strati intermedi (3), ad esempio in una configurazione simmetrica con sottostrato trasparente.

17. Sorgente di luce secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che ciascun microfilamento (7) comprende un fascio di filamenti a guisa di matassa.

18. Sorgente di luce secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che i microfilamenti sono costituiti da un materiale scelto fra tungsteno, o leghe metalliche a base di tungsteno.

BUZZI, NOTARO &  
ANTONELLI D'OLIO  
S.p.A.

19. Sorgente di luce secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che ciascun microfilamento è steso in modo continuo lungo tutte le piste metalliche (6) e presenta porzioni attive a resistenza più alta, disposte a distanza dalla rispettiva superficie riflettente del sottostrato, fra i rispettivi reofori.

20. Sorgente di luce secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che le piste metalliche (6) sono realizzate mediante una tecnica scelta fra: serigrafia, getto di inchiostro, incollatura di piste di lamiera al sottostrato, tecniche di etching a partire da uno strato unico di lamiera.

21. Sorgente di luce secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che le piste conduttrici (6) presentano porzioni portanti le estremità di ciascun microfilamento che sporgono a sbalzo all'interno della rispettiva cavità del sottostrato e che possono essere sostenute mediante bracci (12) realizzati nel sottostrato (2).

22. Sorgente di luce secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che include filtri colorati.

23. Sorgente di luce secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che la superficie interna dello strato di copertura trasparente (1)

BUZZI, NOTAROS  
ANTONELLI DOUS  
S.P.A.

presenta un rivestimento in grado di riflettere la radiazione infrarossa e trasmettere quella visibile, così da riutilizzare la radiazione infrarossa emessa per mantenere il microfilamento (7) in temperatura.

24. Sorgente di luce secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che lo strato di copertura trasparente (1) presenta un rivestimento interno in grado di assorbire fotoni nella banda spettrale dell'infrarosso e riemettere fotoni nella banda spettrale del visibile, convertendo così infrarosso in visibile e aumentando l'efficienza luminosa della sorgente.

25. Sorgente di luce secondo la rivendicazione 24, caratterizzata dal fatto che la conversione da radiazione infrarossa a radiazione visibile avviene per effetti combinati di generazione di seconde armoniche e armoniche di ordine superiore dovute ad effetti di assorbimento a più fotoni e di scattering inelastico tipo Raman stimolato.

26. Sorgente di luce secondo la rivendicazione 24 caratterizzata dal fatto che la conversione da radiazione infrarossa a radiazione visibile è dovuta a materiale organico tipo polimero conduttore introdotto in un film poroso trasparente depositato sul riflettore o sull'ottica trasparente.

BUZZI, NOTIARO &  
ANTONELLI D'OLIA  
2011

27. Sorgente di luce secondo la rivendicazione 24 caratterizzata dal fatto che la conversione da radiazione infrarossa a radiazione visibile è dovuta ad un film di materiale organico conduttori della famiglia dei thiopheni modificati descritti per esempio nell'articolo pubblicato il 31 Luglio - 1 agosto 2000 su SPIE VOL 4134 pag.37-45 con autori Giovanna Barbarella e altri, preferiti per la loro stabilità in temperatura, la loro ottima efficienza di fotoluminescenza su uno spettro molto ampio, la loro stabilità ambientale ed in particolare la bassissima reattività con acqua, idrogeno ed ossigeno.

28. Sorgente di luce secondo la rivendicazione 24, caratterizzata dal fatto che la conversione da radiazione infrarossa a radiazione visibile è dovuta ad un rivestimento costituito da uno strato di dielettrico uniforme o poroso con incluse particelle metalliche o di semiconduttore di dimensioni dell'ordine di 1 nm .

29. Sorgente di luce secondo la rivendicazione 4, caratterizzata dal fatto che comprende due strati intermedi (3) che definiscono due cavità riflettenti (5) in corrispondenza di ciascun microfilamento (7) per controllare l'angolo di uscita del fascio luminoso in due direzioni opposte.

BUZZI, NOLARO &  
ANNUNZIATO  
s.r.l.

30. Sorgente di luce secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che lo strato di copertura trasparente (1) presenta una superficie interna recante una lente di un tipo scelto fra lente rifrattiva (1a), lente di Fresnel, lente diffrattiva o lente GRIN.

31. Sorgente di luce secondo la rivendicazione 26, caratterizzata dal fatto che anche il sottostrato (1), che è di materiale trasparente, presenta una superficie interna recante una lente di un tipo scelto fra lente rifrattiva, lente di Fresnel, lente diffrattiva o lente GRIN.

32. Sorgente di luce secondo la rivendicazione 4, in cui sono previsti due strati intermedi (3) definenti cavità riflettenti (5) con caratteristica CPC.

33. Sorgente di luce secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che il sottostrato presenta cavità riflettenti sferiche (4) atte a rinviare sul rispettivo microfilamento (7) parte dei raggi da esso emessi, così da contribuire a mantenerlo a temperatura di regime.

34. Sorgente di luce secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che il sottostrato presenta per ciascun microfilamento (7) una cavità riflettente (4) di tipo CPC.

NOTARIO  
MONTAIGNEY  
1911

35. Sorgente di luce secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che i microfilamenti (7) sono collegati fra loro secondo uno schema a serie di paralleli.

36. Sorgente di luce secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che i microfilamenti (7) sono collegati fra loro secondo uno schema a parallelo di serie.

37. Sorgente di luce secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che i microfilamenti (7) sono collegati fra loro secondo uno schema a rete.

38. Sorgente di luce secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che i microfilamenti della matrice sono controllabili separatamente, singolarmente o a gruppi, mediante uno schema di collegamento a righe per colonne.

39. Dispositivo di illuminazione per autoveicoli, caratterizzato dal fatto che comprende almeno una sorgente di luce secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni.

40. Dispositivo di illuminazione per ambienti all'interno di edifici, caratterizzato dal fatto che comprende almeno una sorgente di luce secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-35.

41. Dispositivo di illuminazione per ambienti all'aperto, caratterizzato dal fatto che comprende

almeno una sorgente di luce secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-35.

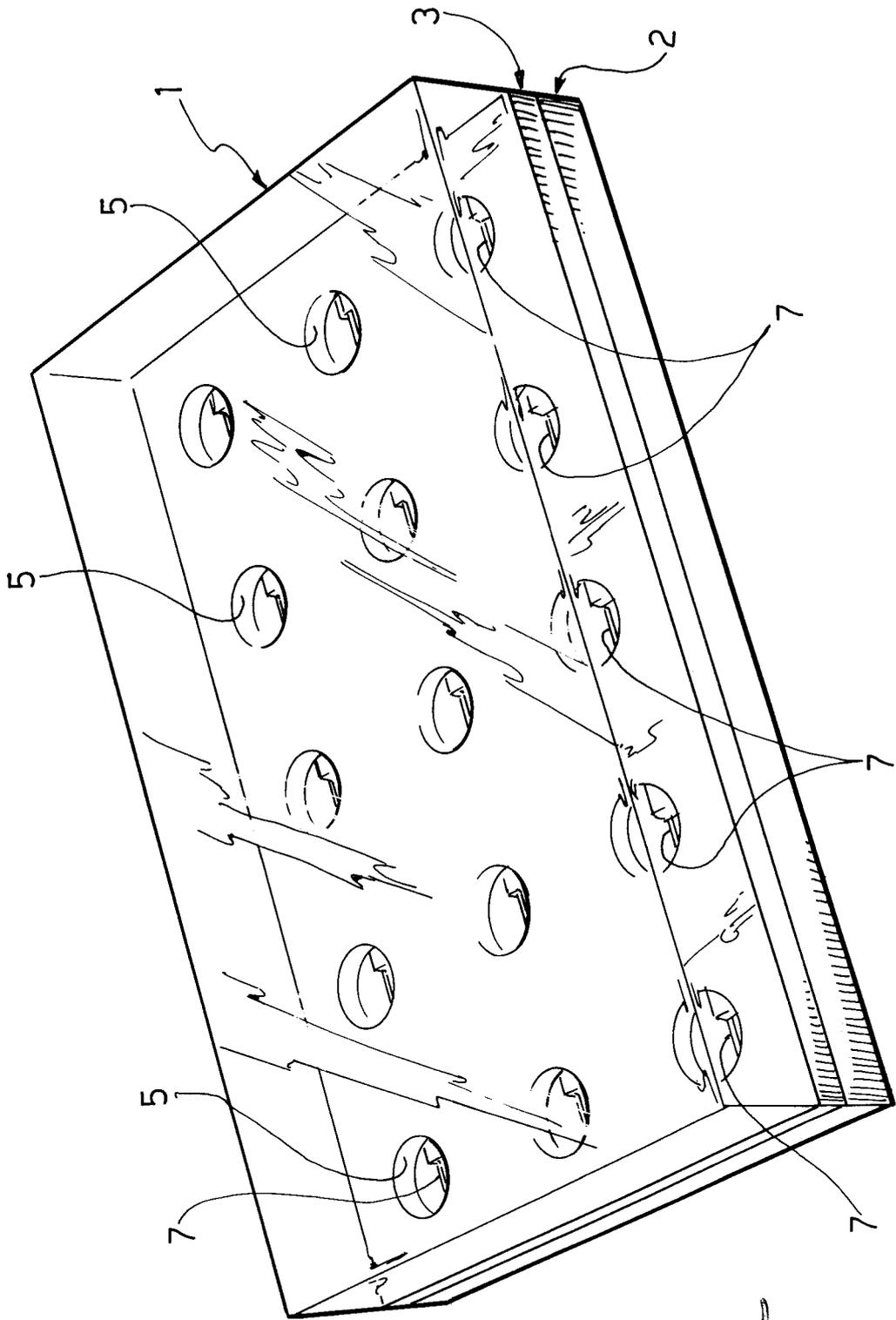
42 Dispositivo di illuminazione modulare secondo le rivendicazioni precedenti caratterizzata dal fatto che è costituito da moduli ai cui lati sono predisposte connessioni per consentire l'accoppiamento allo scopo di formare piastre o strisce luminose alimentate da un solo lato.

Il tutto sostanzialmente come descritto ed illustrato e per gli scopi specificati.

  
Ing. Giandomenico NOTARO  
N. Iscritt. ALBO 258  
(in proprio e per gli altri)



FIG. 1



  
C.C.I.A.A.  
Toring

Ing. Giancarlo NOTARO  
N. Ischiz. ALTO 258  
(in proprio e per gli altri)

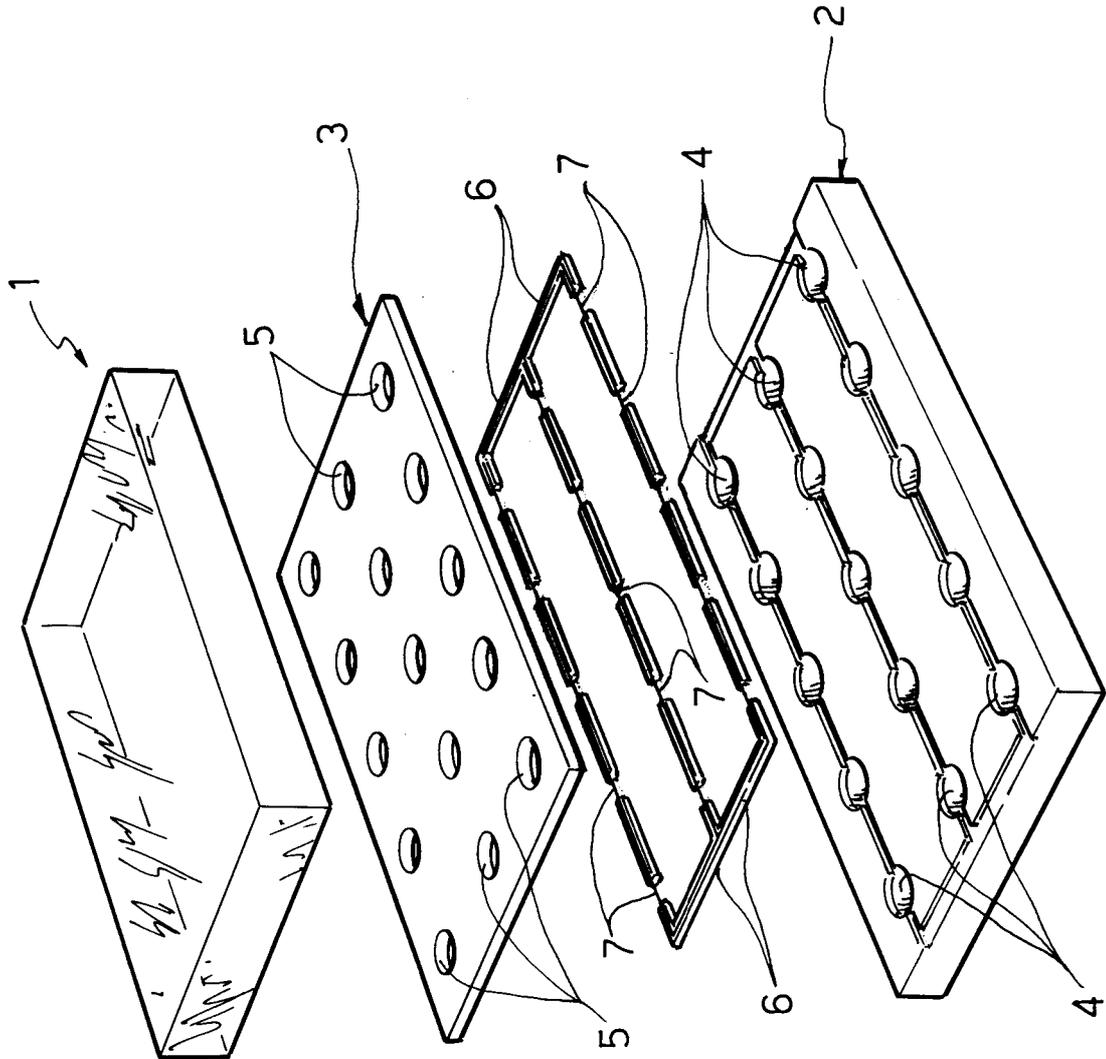


FIG. 2

  
C.C.I.A.A.  
Torino

Ing. Giancarlo NOTARO  
N. iscriz. ALBO 258  
in carica per gli altri

FIG. 3

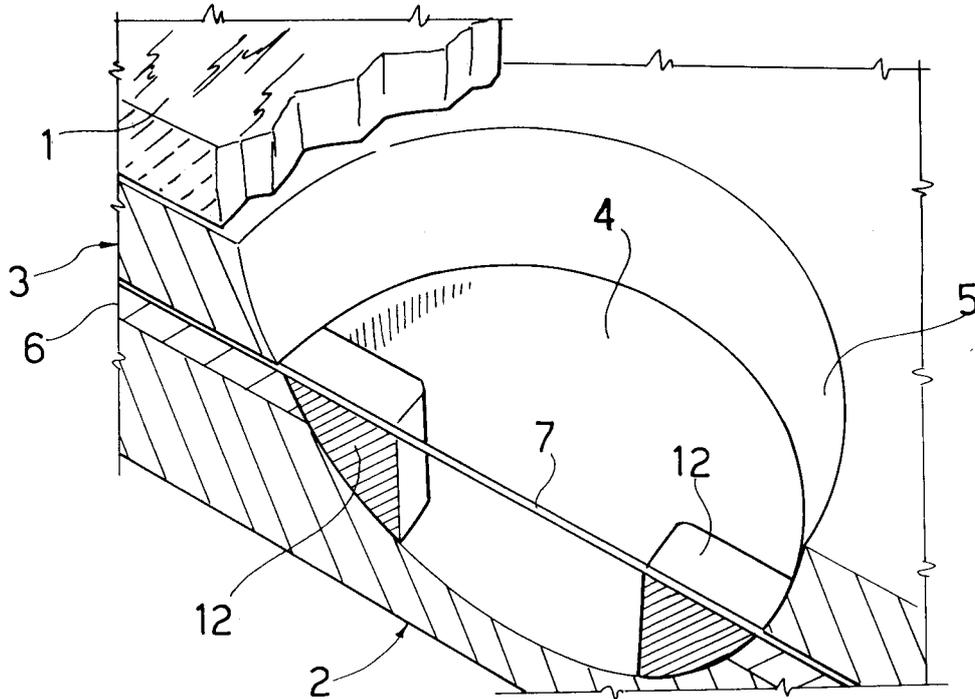
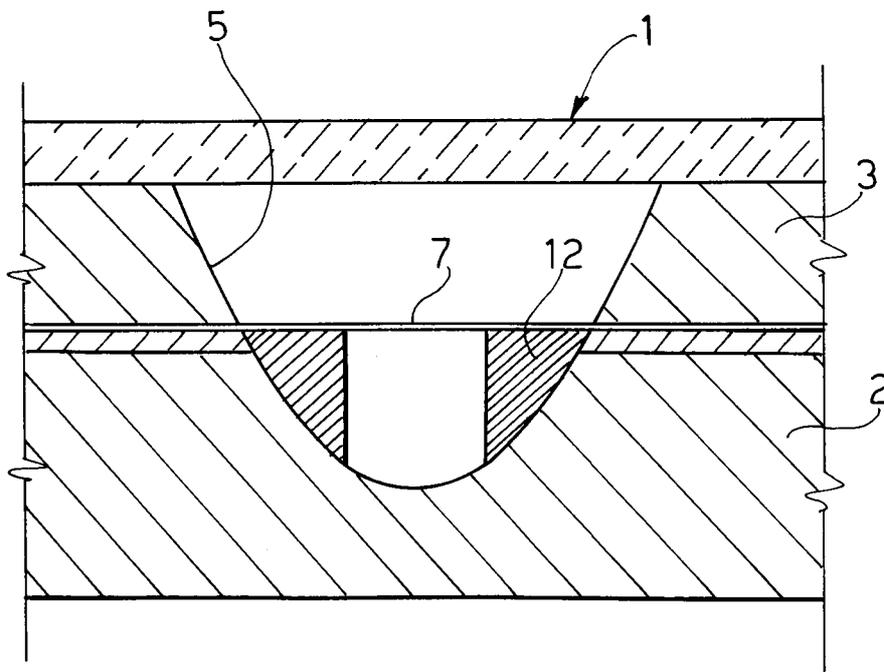


FIG. 4



Ing. Giancarlo MOTARO  
N. Iscriz. ALBO 258  
In proprio e per gli altri

FIG. 5

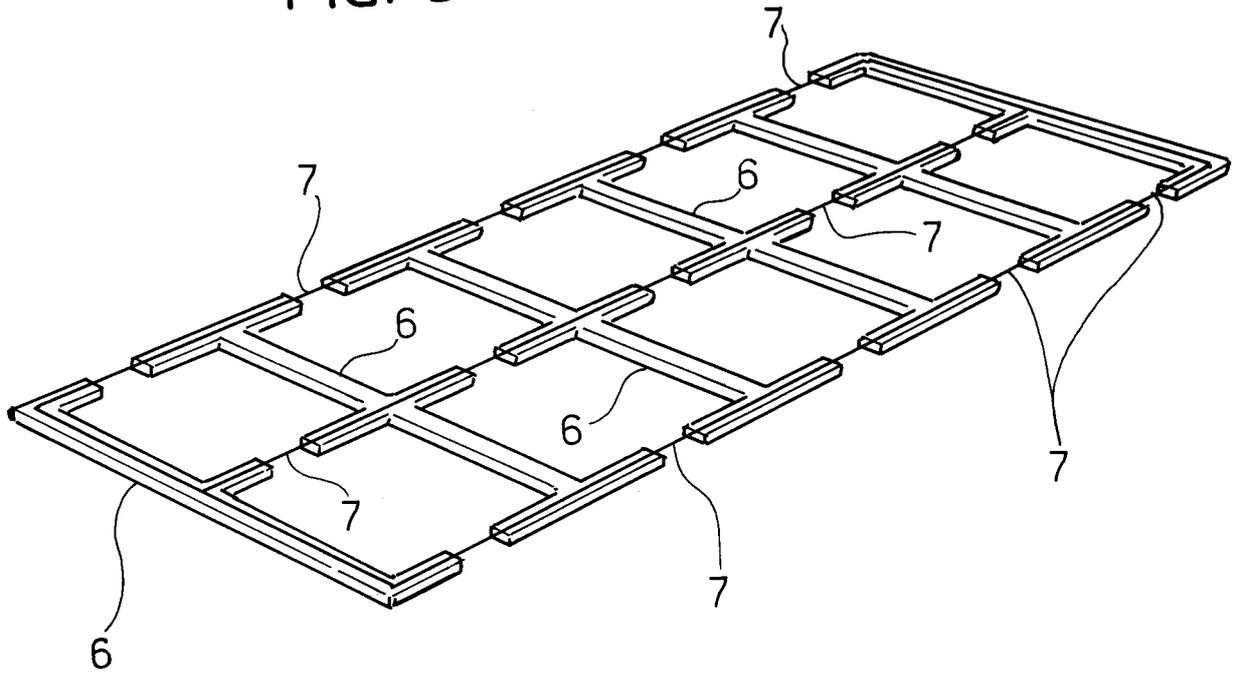


FIG. 6

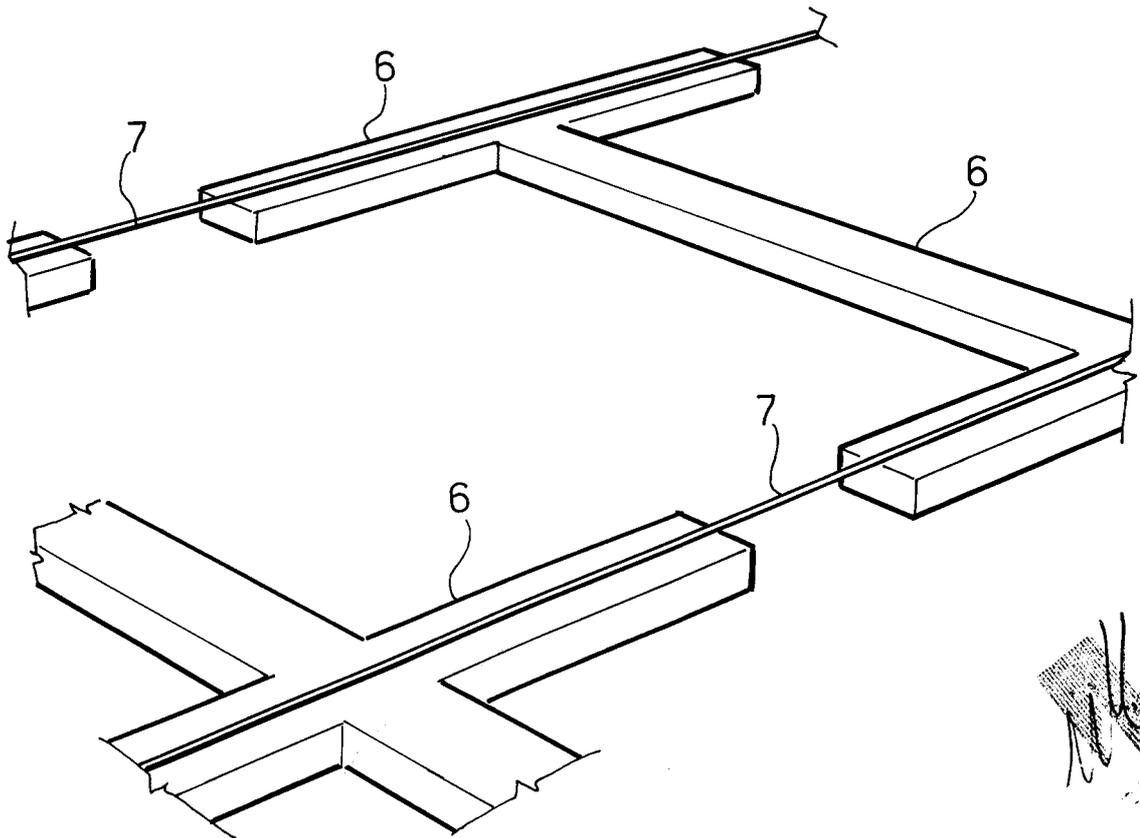


FIG. 7

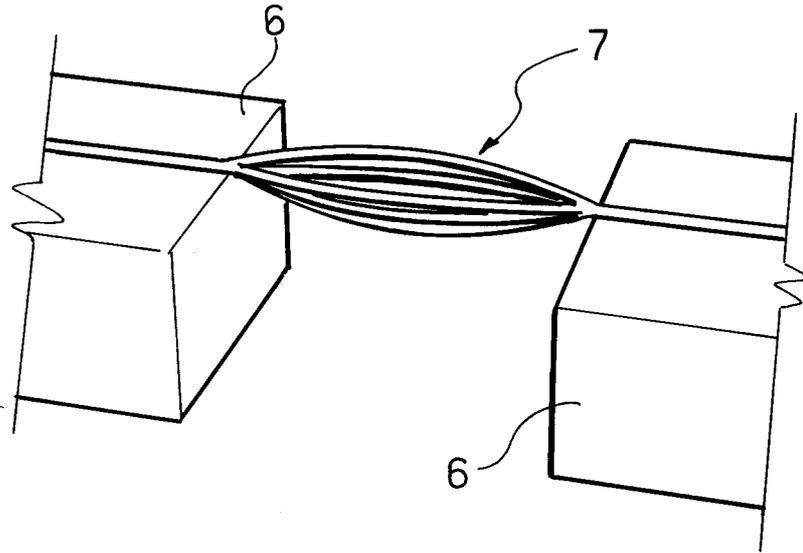
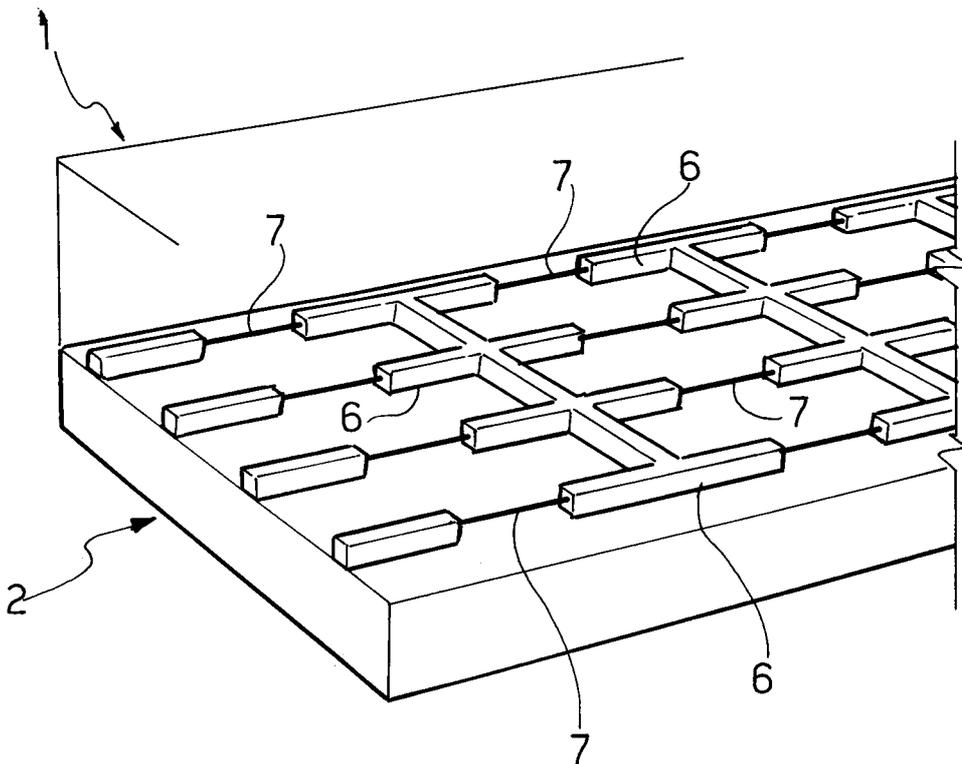


FIG. 8



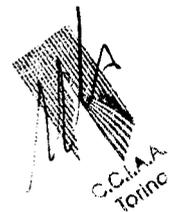
  
C.C.I.A.A.  
Torino

FIG. 9

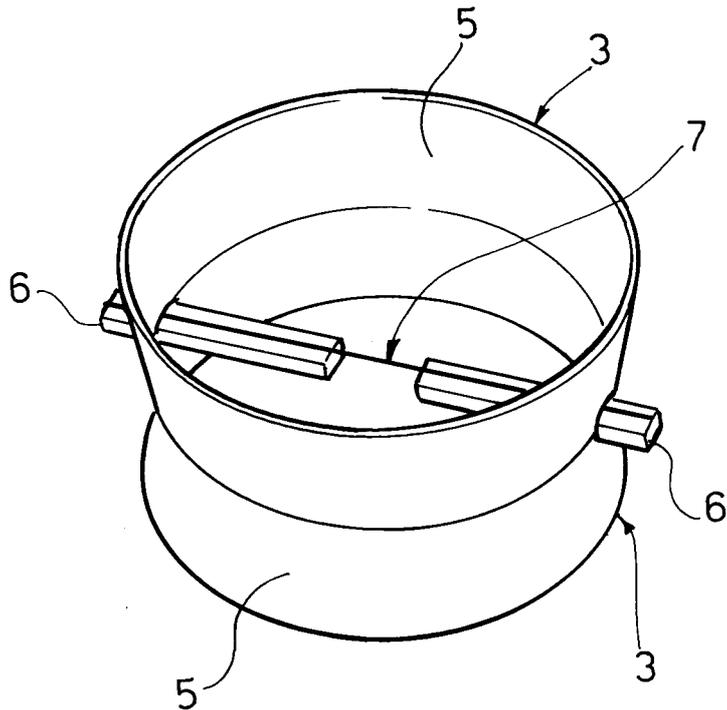
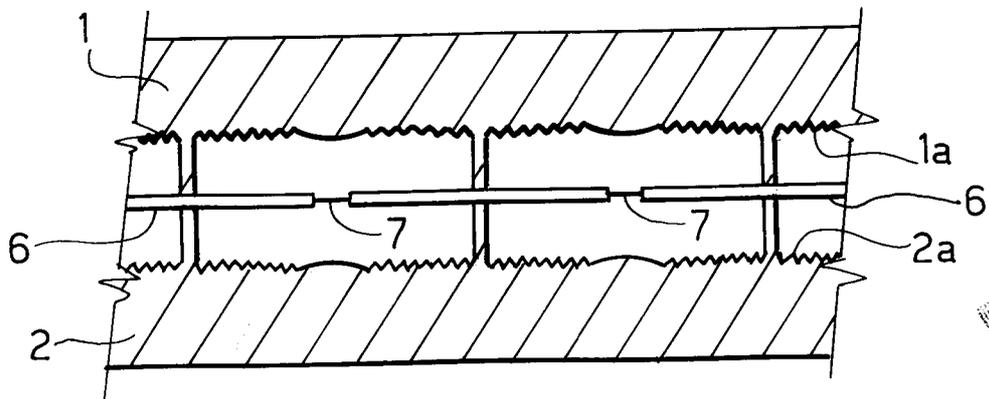


FIG. 10



*[Handwritten signature]*  
C.C.I.A.A.  
Torino

FIG. 11

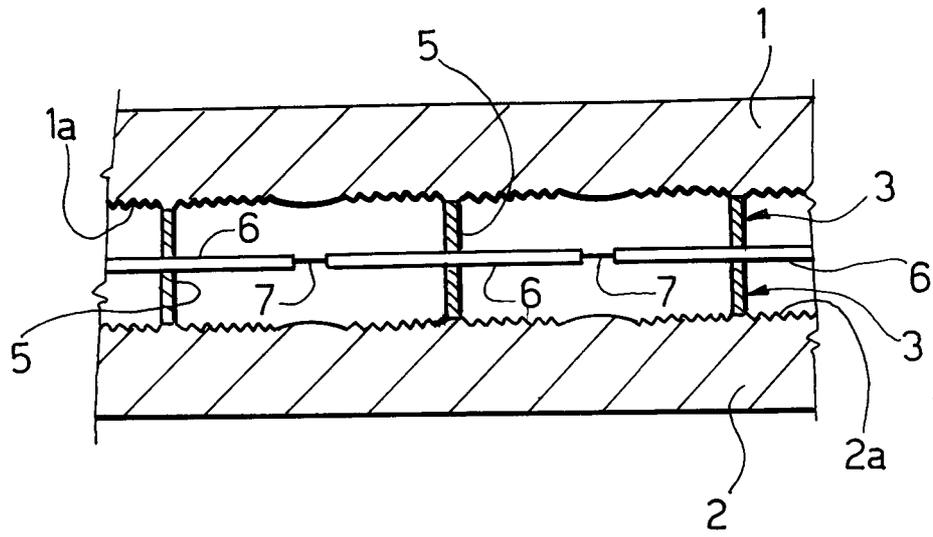
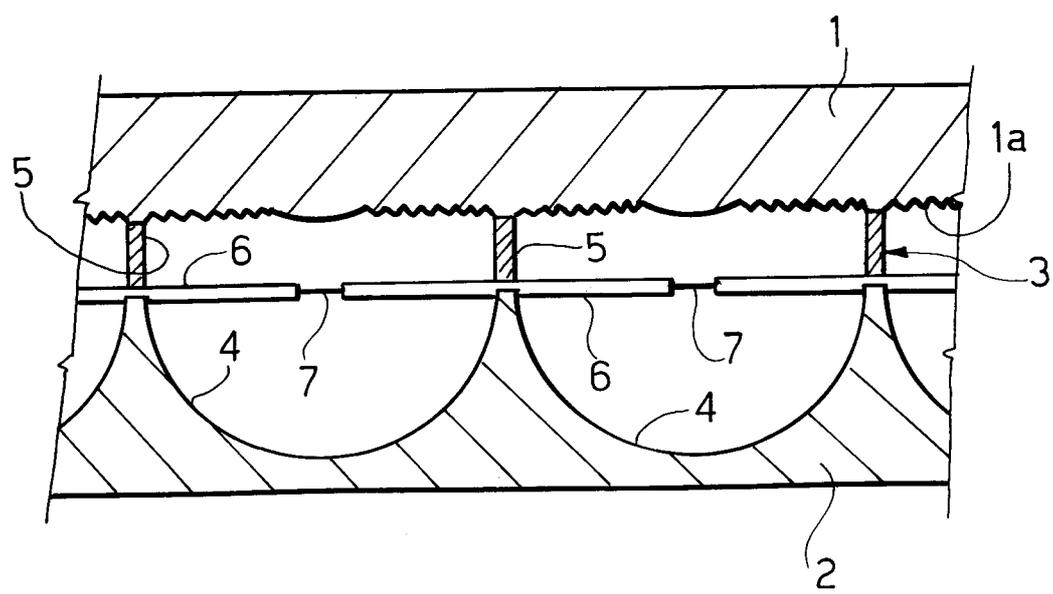


FIG. 12



*[Handwritten signature]*  
C.C.I.A.A.  
Torino

**Ing. Giancarlo NOTARO**  
N. 258  
[un proprio e per gli altri]

FIG. 14

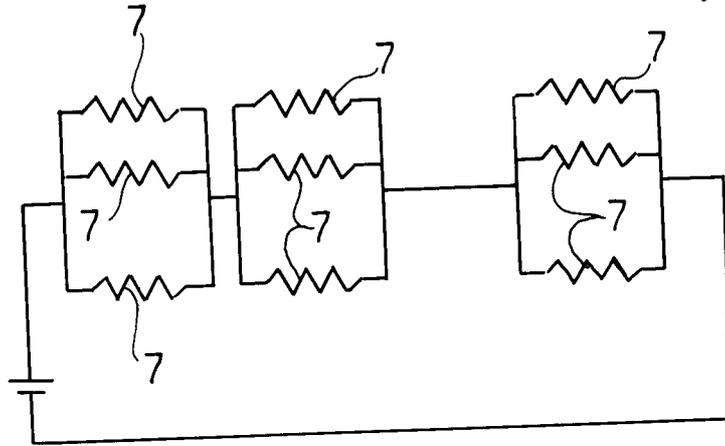


FIG. 15

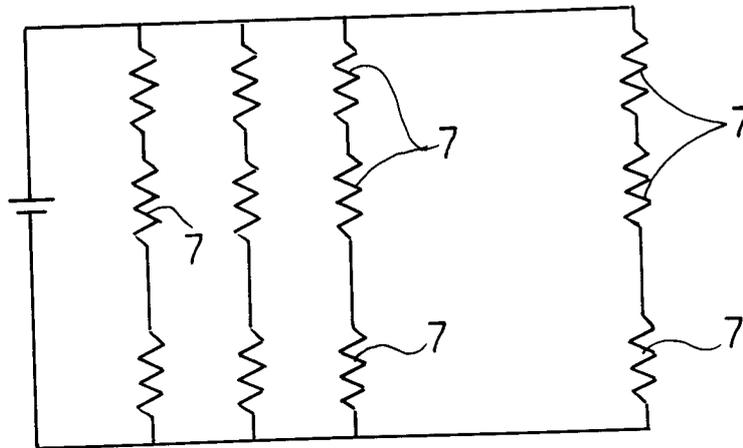
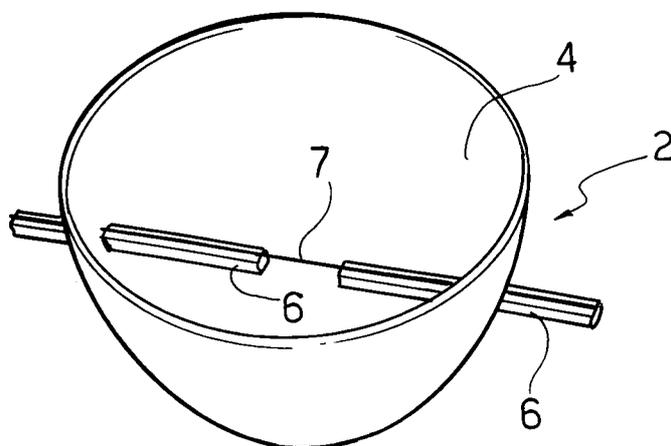


FIG. 13



C.C.I.A.A.  
Torino

FIG. 16

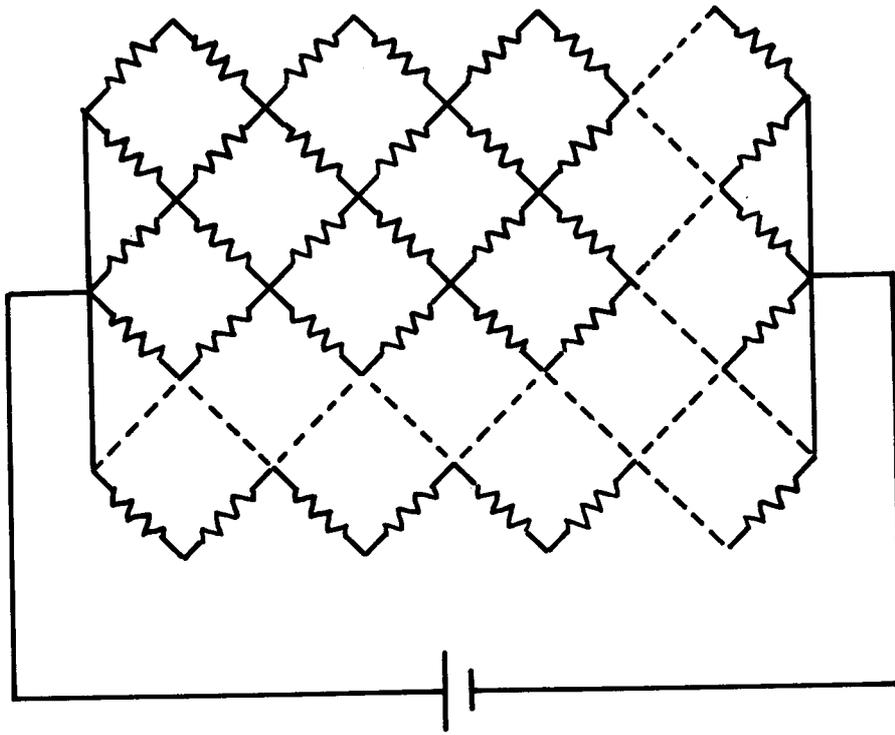
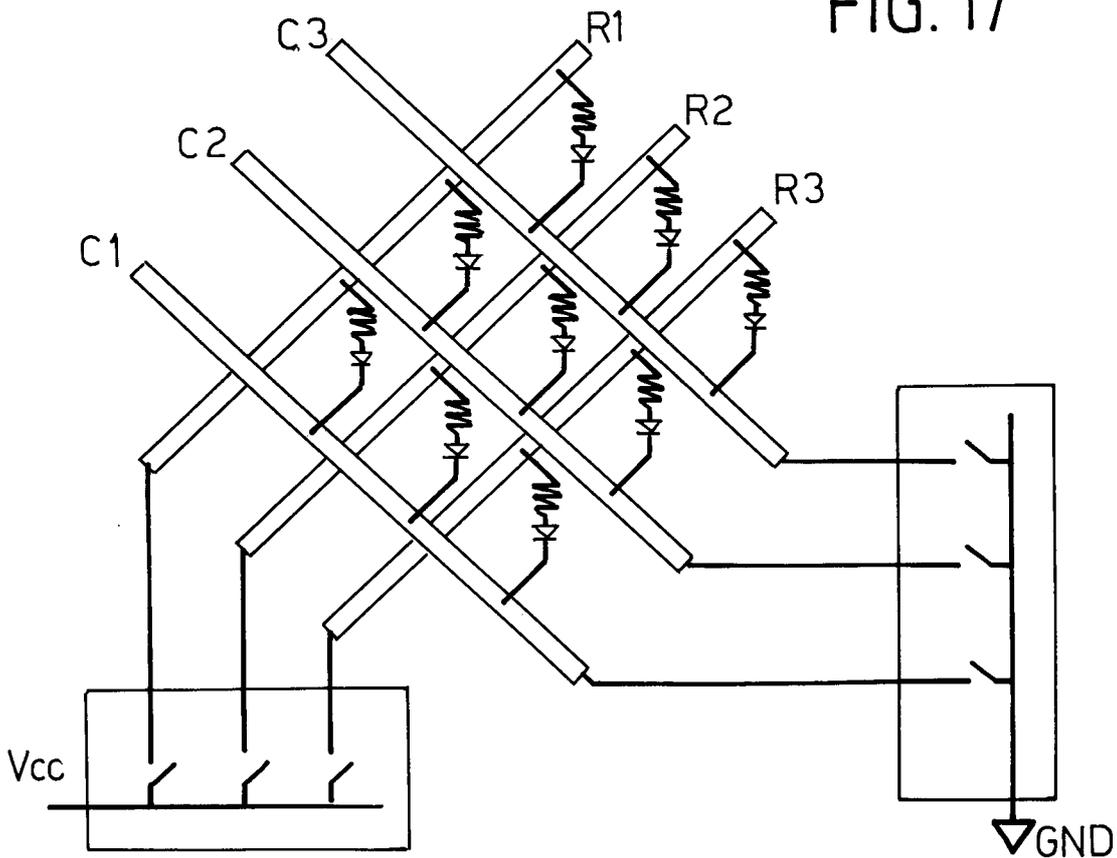


FIG. 17



C.C.I.A.A.  
Torino

FIG. 18

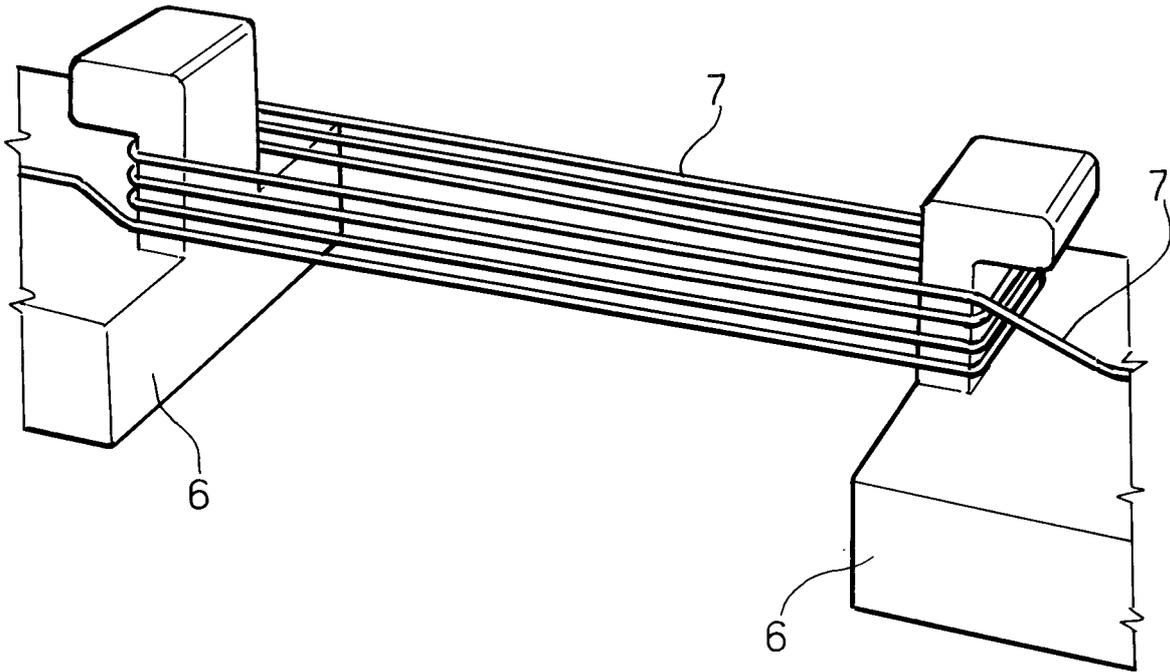
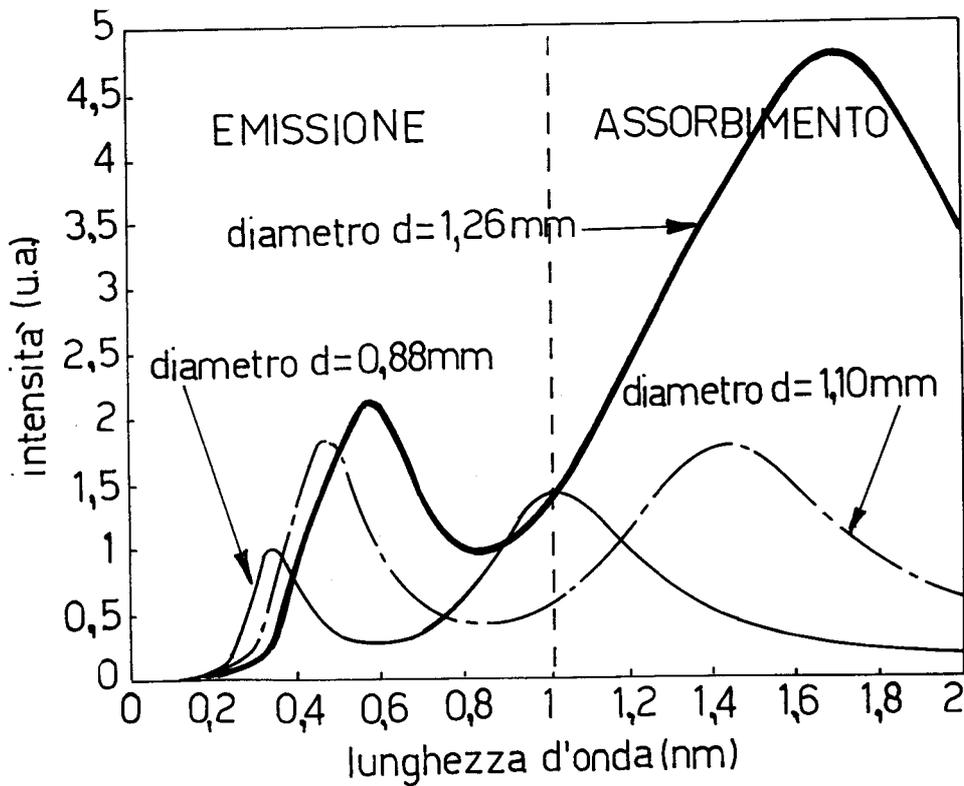


FIG. 19



*[Handwritten signature]*  
C.C.I.A.A.  
Torino

TO 2001A 000341

FIG. 20

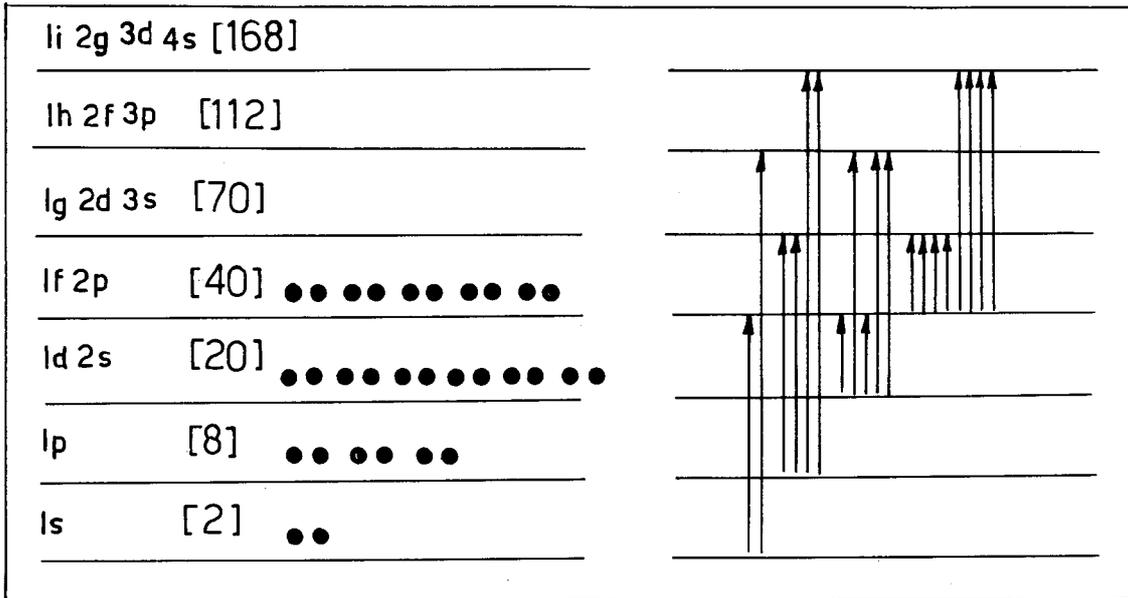
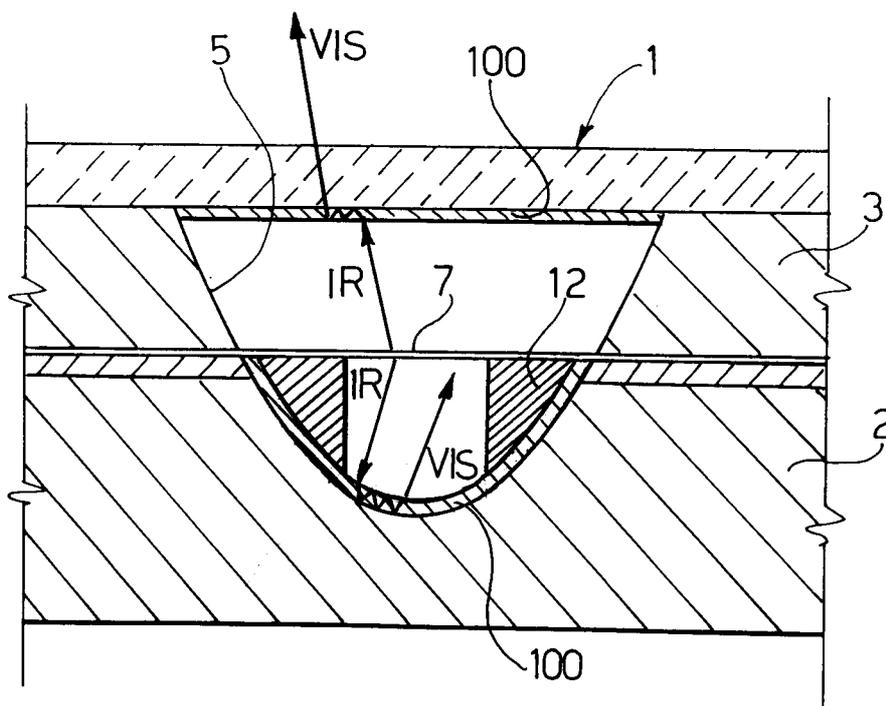


FIG. 21



*[Signature]*  
C.C.I.A.A.  
Torino

Ing. Giancarlo NOTARO  
N. Iscriz. ANBO 258  
In proprio e per gli altri