



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UIBM

DOMANDA NUMERO	101996900529386
Data Deposito	03/07/1996
Data Pubblicazione	03/01/1998

Priorità	7-167725
Nazione Priorità	JP
Data Deposito Priorità	

Priorità	8-177136
Nazione Priorità	JP
Data Deposito Priorità	

Priorità	8-190102
Nazione Priorità	JP
Data Deposito Priorità	

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	41	J		

Titolo

TESTA A GETTO D'INCHIOSTRO E PROCEDIMENTO PER LA SUA FABBRICAZIONE.

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal
titolo:

"Testa a getto d'inchiostro e procedimento per
la sua fabbricazione",

di: SEIKO EPSON CORPORATION, nazionalità
giapponese, 4-1, Nishi-Shinjuku 2-chome,
Shinjuku-ku, Tokyo (JP)

Inventore designato: MIYATA Yoshinao

Depositata il: 3 luglio 1996

TJ 96A000509

TESTO DELLA DESCRIZIONE

SFONDO DELL'INVENZIONE

1. Campo dell'invenzione

La presente invenzione è relativa ad una
testa a getto di inchiostro avente aperture di
ugello attraverso cui goccioline di inchiostro
sono scaricate e al procedimento per la sua
fabbricazione.

2. Descrizione della tecnica anteriore

I perfezionamenti della densità di
registrazione danno come risultato un insieme
sempre più denso di aperture di ugelli. Per
questa ragione, si è avuta una richiesta di
aperture di ugelli disposte in modo ordinato con

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

elevata precisione così come di aperture di ugelli aventi elevata precisione dimensionale. Mezzi per risolvere tale problema sono descritti, ad esempio, nella Pubblicazione di Brevetto Giapponese n. Hei. 6.55733. Essa propone che cavità di inchiostro, un serbatoio di inchiostro per alimentare inchiostro alle cavità di inchiostro, ed una apertura di alimentazione di inchiostro per collegare le cavità di inchiostro al serbatoio di inchiostro siano formate in un substrato monocristallino al silicio tramite attacco anisotropo, e che una piastra a ugelli, in cui aperture di ugelli sono formate per attacco anisotropo di un substrato monocristallino al silicio avente una faccia (100), e il substrato monocristallino al silicio sia legato in una testa di registrazione a getto di inchiostro formata in modo integrale.

L'articolo intitolato "Testa di stampa a getto di inchiostro continuo che utilizza ugelli micro-lavorati a macchina al silicio" in "Sensors and Actuators A", 43 (1994), pagg. 311-316, descrive un procedimento per fabbricare una piastra a ugelli da utilizzare con una stampante a getto di inchiostro. Secondo questo

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

procedimento, il boro viene diffuso in zone designate di un substrato monocristallino al silicio avente una faccia (100) in cui si devono formare aperture di ugelli. Le aree in cui si era diffuso il boro sono attaccate in modo selettivo, per cui si formano una pluralità di aperture di ugelli.

Come descritto in precedenza, la tecnica descritta nella Pubblicazione di brevetto giapponese n. Hei. 6-55733 utilizza il substrato monocristallino al silicio avente una faccia (100). Se il substrato monocristallino al silicio viene attaccato in modo anisotropo, le aperture di ugelli J, comprendenti ciascuna quattro piani E, F, G, ed H ad un angolo di 45° rispetto alla faccia (100), sono incavate nel substrato monocristallino al silicio che costituisce una piastra ad ugelli D, come illustrato in Figura 9, (qui il simbolo di riferimento N designa un distanziatore che forma cavità di inchiostro K, aperture di alimentazione di inchiostro L, ed un serbatoio di inchiostro M, e P designa una piastra vibrante avente mezzi di generazione di pressione Q in essa ricavati).

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

Se si formano fori passanti nella faccia (100) del substrato monocristallino al silicio per attacco anisotropo, il rapporto della lunghezza laterale dell'apertura massima del foro passante rispetto allo spessore del substrato diventa 2:1, come è ben noto. Per questa ragione, è necessario limitare lo spessore del substrato monocristallino al silicio a circa 70 micron allo scopo di formare aperture di ugelli ad una densità di 180 DPI o giù di lì.

Per formare punti di inchiostro aventi dimensioni adatta per una operazione di stampa, è necessario che l'apertura minima dell'orifizio di scarico abbia un diametro di 30 μm . Tenendo presente la precisione della formazione di modelli utilizzati per disporre in modo ordinato le aperture di ugelli, è necessario inoltre garantire un passo di circa 10 μm tra i modelli. A causa di questi requisiti, diventa necessario un substrato monocristallino al silicio che sia considerevolmente sottile fino a 30 μm o giù di lì.

Anche nel caso di un substrato monocristallino al silicio avente un diametro di

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

circa 100 mm (1 wafer da 4 pollici), è molto difficile tagliare questo substrato ad uno spessore di circa 30 μ m. Inoltre, la rigidità di un substrato monocristallino al silicio a trincee diventa estremamente bassa, e pertanto diventa molto difficile legare il substrato ad un altro elemento, il che a sua volta complica le fasi di fabbricazione.

Secondo la tecnica descritta nell'articolo intitolato "Sensors and Actuators A", le aree con boro diffuso vengono attaccate. La profondità alla quale si può diffondere il boro è, al massimo, 2-3 μ m o giù di lì il che rende l'operazione di trattamento per legare il substrato ad un altro elemento considerevolmente difficile. Pertanto, questa tecnica è impossibile da utilizzare da un punto di vista industriale.

SOMMARIO DELL'INVENZIONE

La presente invenzione è stata concepita tenendo presente i precedenti problemi della tecnica, e lo scopo primario dell'invenzione è quello di prevedere una testa a getto di inchiostro avente una piastra a ugelli fatta da un substrato monocristallino al silicio in cui

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

si possono disporre in modo ordinato aperture di ugelli ad elevata densità mentre si garantisce la facilità di trattamento richiesta per montare la piastra a ugelli.

Un altro scopo della presente invenzione è quello di prevedere un procedimento per fabbricare la testa a getto di inchiostro sopra descritta.

Secondo la presente invenzione, è prevista una testa a getto di inchiostro comprendente: un distanziatore avente una pluralità di serbatoi di inchiostro, aperture di alimentazione di inchiostro e cavità di inchiostro che ricevono inchiostro alimentato ad esse dal serbatoio di inchiostro attraverso le aperture di alimentazione di inchiostro; un elemento di copertura per chiudere a tenuta un lato del distanziatore; una piastra a ugelli che chiude a tenuta l'altro lato del distanziatore ed è fatta da un substrato monocristallino al silicio con una faccia di a reticolo (110), in cui sono formate una pluralità di aperture di ugelli in modo da essere in comunicazione con le cavità di inchiostro e comprendono facce (1-11) e (-11-1) nella direzione in cui le aperture di ugelli

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

sono disposte in modo ordinato così come facce (111) e (11-1) nella direzione dell'asse di ogni cavità di inchiostro, e le aperture di ugelli hanno porzioni di diametro massimo che sono aperte verso le cavità di inchiostro e porzioni di diametro minimo che sono posizionate all'opposto rispetto alle porzioni di diametro massimo; e mezzi per pressurizzare la cavità di inchiostro.

Le aperture di ugelli hanno le facce (1-11) e (-11-1) perpendicolari al substrato nella direzione in cui le aperture di ugelli sono disposte in modo ordinato. Di conseguenza, la larghezza dell'orifizio di scarico diventa costante indipendentemente dal tempo richiesto per attaccare il substrato che costituisce la piastra a ugelli. Come risultato, le aperture di ugelli sono formate ad una larghezza definita dalla modellatura.

BREVE DESCRIZIONE DELLE FIGURE

Le Figure 1(a) e 1(b) illustrano una testa di registrazione a getto di inchiostro che utilizza una piastra a ugelli secondo una prima forma di attuazione della presente invenzione, in cui la Figura 1(a) è una vista in pianta

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

della testa di registrazione a getto di inchiostro e la Figura 1(b) è una vista in sezione trasversale effettuata lungo la linea A-A illustrata in Figura 1(a);

la Figura 2 è una vista ingrandita delle vicinanze delle aperture di ugelli formate nella piastra a ugelli della presente invenzione;

le Figure da 3(a) a 3(j) illustrano fasi di fabbricazione della piastra a ugelli della testa a getto di inchiostro secondo la presente invenzione;

la Figura 4 è una vista in sezione trasversale della testa di registrazione a getto di inchiostro che utilizza la piastra a ugelli fabbricata tramite le fasi illustrate nelle Figure da 3(a) a 3(j), secondo la prima forma di attuazione della presente invenzione;

le Figure da 5(a) a 5(h) e da 5(a') a 5(h') illustrano un procedimento per montare un distanziatore, un elemento di copertura, e mezzi di generazione di pressione in un'unica unità;

la figura 6(a) è una vista in pianta di una piastra a ugelli secondo una seconda forma di attuazione della presente invenzione, e la Figura 6(b) è una vista in sezione trasversale

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

effettuata lungo la linea C-C illustrata in Figura 6(a);

la Figura 7(a) è un vista in pianta di una piastra a ugelli secondo una terza forma di attuazione della presente invenzione, e la Figura 7(b) è una vista in sezione trasversale effettuata lungo la linea C-C illustrata in Figura 7(a);

la Figura 8 è una vista in sezione trasversale di una testa di registrazione a getto di inchiostro secondo una quarta forma di attuazione della presente invenzione; e

la Figura 9 è una vista in prospettiva di un esempio di una piastra a ugelli convenzionale che utilizza un substrato monocristallino al silicio.

DESCRIZIONE DETTAGLIATA DELLE FORME DI
ATTUAZIONE PREFERITE

I dettagli della presente invenzione verranno descritti qui di seguito con riferimento ad una forma di attuazione illustrativa.

Per tutte le seguenti descrizioni delle forme di attuazione, una faccia a reticolo sarà qui descritta come (110), un orientamento a

NOTARIO &
ANTONIELLO D'OUX
s.r.l.

reticolo come $\langle 110 \rangle$, ed una cella unitaria di una barra come -1.

Le Figure 1(a) e 1(b) illustrano una prima forma di attuazione di una testa di registrazione a getto di inchiostro secondo la presente invenzione. Nelle figure, il numero di riferimento 1 designa un distanziatore. Nella presente forma di attuazione, il distanziatore 1 è formato per attacco anisotropo di un substrato monocristallino al silicio con una faccia a reticolo (110) in modo da costituire cavità di inchiostro 2, un serbatoio di inchiostro 3, e aperture di alimentazione di inchiostro 4.

Un lato del distanziatore 1 è chiuso a tenuta con un elemento di copertura 5 che verrà descritto più avanti, laddove l'altro lato è chiuso a tenuta con una piastra a ugelli 6 che è una caratteristica della presente invenzione. Goccioline di inchiostro sono scaricate dalle aperture di ugelli 7 come risultato della generazione di pressione nelle cavità di inchiostro 2.

Come nella presente forma di attuazione, si possono utilizzare elementi piezoelettrici 8 come elementi di generazione di pressione. Essi

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

sono disposti, mentre rimangono a contatto con, sulla parte superiore dell'elemento di copertura 5 in modo da essere opposti alle rispettive cavità di inchiostro 2. Nel caso in cui si utilizza un materiale deformabile in modo anelastico per l'elemento generatore di pressione, elementi generatori di calore di Joule possono essere alloggiati nelle cavità di inchiostro 2.

Nella figura, la piastra a ugelli 6, che è una caratteristica della presente invenzione comprende le aperture di ugelli 7 disposte in modo ordinato a passi costanti che sono formate per attacco anisotropo del substrato monocristallino al silicio con la faccia (110) che verrà descritta più avanti. Nel caso in cui le aperture di ugelli 7 sono formate per attacco anisotropo del substrato monocristallino al silicio con la faccia (110), le aperture di ugelli sono formate a forma di cavità comprendenti una faccia 10, una faccia 11, una faccia 12, e una faccia 13. Inoltre, una porzione cilindrica 7a adatta per scaricare goccioline di inchiostro è formata sul lato di scarico dell'orifizio di scarico utilizzando

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

attacco isotropo in combinazione con attacco anisotropo.

La Figura 2 è una vista ingrandita che illustra le vicinanze delle aperture di ugelli. Entrambe le facce 10 e 11 appaiono in modo intrinseco come risultato naturale dell'attacco anisotropo del substrato monocristallino al silicio con la faccia (110). La faccia 10 è una faccia (1-11) normale alla faccia (110) del substrato monocristallino al silicio, laddove la faccia 11 è una faccia (1-11) normale ad una faccia (-11-1) che è equivalente alla faccia 10, cioè la faccia (110) del substrato monocristallino al silicio.

La faccia 12 è un piano (111) che compare ad un angolo di circa 35° rispetto alla faccia (110) del substrato monocristallino al silicio. Analogamente, la faccia 13 è una faccia (11-1) che appare ad un angolo di 35° rispetto alla faccia (110) del substrato monocristallino al silicio. Le facce (1-11), (-11-1), (1-1-1) e (-111) normali alla faccia (110) saranno chiamate da qui in avanti semplicemente faccia verticale (111). Inoltre, le facce (111) e (11-1), che appaiono ad un angolo di circa 35° rispetto alla

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

faccia (110), verranno chiamate da qui in avanti semplicemente faccia (111) ad un angolo di 35° .

Delle quattro facce laterali che formano la cavità, le due facce 10 e 11 che sono opposte una all'altra sono ortogonali alla superficie del substrato monocristallino al silicio. Pertanto, ci sarà una possibilità molto scarsa che la cavità si estenda almeno in direzione orizzontale, cioè nella direzione parallela alla superficie del substrato monocristallino al silicio indipendentemente dal progredire dell'operazione di attacco. Un passo W tra le facce 10 e 11 diventa costante indipendentemente dallo spessore del substrato monocristallino al silicio, cioè diventa uguale alla dimensione definita da un film protettivo utilizzato nell'operazione di attacco anisotropo.

Per queste ragioni, si forma una maschera delle aperture di ugelli 7 in modo tale che le aperture di ugelli siano disposte in modo ordinato nella direzione in cui le facce 10 e 11 sono opposte una all'altra, e quindi si attacca in modo anisotropo il substrato coperto dalla maschera. Come risultato, le aperture di ugelli 7 possono essere formate nel substrato

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI DOULX
s.r.l.

monocristallino al silicio avente uno spessore che è facile da trattare, senza diminuire il passo delle aperture di ugelli 7.

Le facce 12 e 13 che uniscono le facce verticali 10 e 11 sono tenute ad un angolo di circa 35° rispetto alla superficie del substrato monocristallino al silicio. Il confine del lato attaccato del substrato, cioè il lato più ampio della cavità, si sposta ulteriormente lontano dal centro quando l'attacco anisotropo progredisce, aumentando in tal modo la distanza L. La lunghezza L è nella direzione longitudinale della cavità 2, e pertanto un aumento della distanza L non influenza sostanzialmente il passo delle aperture di ugelli 7.

Non occorre dire che le aperture di ugelli 7 possono essere formate in maniera identica tramite l'utilizzo di altri substrati monocristallini al silicio aventi facce (-110) , $(1-10)$, e $(-1-10)$ sulle loro superfici che presentano le stesse caratteristiche di attacco del substrato monocristallino al silicio avente la faccia (110) sulla sua superficie.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI DOULX
s.r.l.

Nella presente forma di attuazione, se le cavità di inchiostro 2 piene di inchiostro vengono pressurizzate deformando i mezzi di generazione di pressione, per esempio, gli elementi piezoelettrici 8 disposti sull'elemento di copertura 5 che costituisce parte delle cavità di inchiostro 2, la pressione nelle cavità 2 aumenta, per cui l'inchiostro viene scaricato dalle aperture di ugelli 7.

Come risultato di una caduta di pressione delle cavità di inchiostro 2, l'inchiostro nel serbatoio di inchiostro 3 è alimentato alle cavità di inchiostro 2 attraverso le aperture di alimentazione di inchiostro 4, e le cavità di inchiostro 2 si riempiono di inchiostro in preparazione per la successiva operazione di scarica.

Una forma di attuazione di un procedimento per fabbricare la testa a getto di inchiostro secondo la presente invenzione verrà descritta con riferimento alle Figure da 3(a) a 3(j).

Strati di biossido di silicio 21 e 22 sono formati ad uno spessore di circa 1 μm sui rispettivi lati di un substrato monocristallino al silicio 20 avente uno spessore che rende la

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

piastra a ugelli 6 facile da trattare, per esempio uno spessore di 140 μm , tramite ossidazione termica (Figura 3(a)). Questi strati di ossido di silicio 21 e 22 posati sui rispettivi lati del substrato monocristallino al silicio servono come maschera di attacco quando si attacca il substrato monocristallino al silicio 20.

Modelli meglio adatti per l'utilizzo come ugello, ad esempio modelli circolari 24, sono modellati su una superficie del substrato monocristallino al silicio 20 dove si devono formare le aperture di ugelli 7, cioè la superficie della superficie di ossido di silicio 21, utilizzando un fotoresist positivo 23 (Figura 3(b)). Modelli identici ai modelli 24 vengono inoltre modellati direttamente sulla superficie dello strato di biossido di silicio 21, per cui si formano modelli di ugello 25 (Figura 3(c)). I modelli sono modellati sullo strato di biossido di silicio 21 tramite attacco dello strato di biossido di silicio 21 avente uno spessore di circa 1 μm per circa dieci minuti, utilizzando una soluzione tampone di acido fluoridrico che comprende acido

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI DOULX
s.r.l.

fluoridrico e fluoruro di ammonio in un rapporto di 1:6.

Lo strato di biossido 21 su cui sono formati i modelli 25 è esposto ad un gas CF_4 , e il substrato monocristallino al silicio 20 è attaccato in modo isotropo tramite attacco a secco. Cavità semicircolari 26 sono formate nel substrato monocristallino al silicio 20 come risultato del prolungamento della superficie attaccata (Figura 3(d)).

L'operazione di attacco viene sospesa dopo che le cavità sono state attaccate ad una predeterminata dimensione come risultato del progresso dell'operazione di attacco isotropo. La superficie attaccata in modo isotropo viene quindi sottoposta ad ossidazione termica, o simili, in modo che si formi sulle cavità 26 lo strato di biossido di silicio 27 (Figura 3(e)).

Un fotoresist positivo 28 è posizionato sulla superficie dello strato di biossido di silicio 22 nella quale si devono formare porzioni rastremate, in modo tale che le aperture di ugelli siano disposte in modo ordinato nella direzione delle facce (1-11) e (-11-1). Dopo ciò, si modellano finestre 29 a

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

forma rettangolare il che darà come risultato la forma più adatta per creare la porzione rastremata dopo che è finita l'operazione di attacco anisotropo. In altre parole, la finestra 29 è modellata lateralmente alla larghezza W dell'orifizio di scarico 7 in modo da garantire lo stesso passo di quello in cui sono disposte in modo ordinato le aperture di ugelli, così come essa viene modellata in senso longitudinale alla lunghezza L che permette alla finestra di raggiungere l'apertura formata come risultato dell'attacco isotropo (Figura 3(f)).

In questo strato, lo strato di biossido di silicio 22 è modellato utilizzando la soluzione tampone di acido fluoridrico che comprende acido fluoridrico e fluoruro di ammonio in un rapporto di 1:6 in maniera identica a come descritto in precedenza. Come risultato, si formano finestre 30 utilizzate per l'attacco anisotropo (Figura 3(g)).

Dopo che si è completata la modellatura a scopo di attacco anisotropo, il substrato monocristallino al silicio 20 viene attaccato in modo anisotropo in una soluzione al 10% di idrossido di potassio riscaldata ad una

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI DOULX
s.r.l.

temperatura di circa 80°C . Come risultato dell'operazione di attacco anisotropo, le facce (1-11) e (-11-1) che sono normali alla faccia (110) della superficie del substrato monocristallino al silicio 20 appaiono nella direzione in cui sono disposte in modo ordinato le aperture di ugelli. Inoltre, la faccia (111) inclinata ad un angolo di 35° rispetto alla superficie del substrato monocristallino al silicio 20 appare nella direzione longitudinale delle cavità di inchiostro 2. L'operazione di attacco viene sospesa quando il substrato monocristallino al silicio 20 viene attaccato via sulla cavità 26 dello strato di biossido di silicio 27 (Figura 3(h)).

Quindi, tutti gli strati di biossido di silicio (21, 22 e 27 vengono tolti (Figura 3(i)), in modo che si forma un'apertura 31a sostanzialmente circolare adatta per scaricare goccioline di inchiostro nella porzione cilindrica 7a. Infine, la superficie esposta globale comprendente le aperture di ugelli 7 viene sottoposta ad ossidazione termica, per cui si forma uno strato di biossido di silicio 32 in

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

modo da proteggere la superficie esposta dall'inchiostro (Figura 3(j)).

Il substrato monocristallino al silicio 20 che ha terminato di essere sottoposto a tutti i processi di attacco viene tranciato nelle singole piastre a ugelli 6. In ultima analisi, si possono ottenere piastre a ugelli adatte per l'utilizzo come testa di registrazione.

Il distanziatore 1 comprendente le cavità di inchiostro 2, le aperture di alimentazione di inchiostro 4, e il serbatoio di inchiostro 3 viene legato alla piastra a ugelli 6 così ottenuta, come illustrato in Figura 4. L'elemento di copertura 5 viene ulteriormente legato alla parte superiore del distanziatore 1, per cui la testa di registrazione a getto di inchiostro viene completata. Quindi, come descritto nel seguito, il distanziatore 1 viene formato in modo tale che le cavità per l'inchiostro 2 sono schierate nell'orientamento di cristallo dell'asse di zona $\langle 1-1-2 \rangle$ definito da facce di zona $(1-1\ 1)$ e $(1\ 1\ 0)$ o negli orientamenti di cristallo $\langle -1\ 1\ 2 \rangle$, $\langle 1-1\ 2 \rangle$. Si forma uno strato di vetro al boro silicato sulla superficie della piastra a ugelli 6 che è

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI DOULX
s.r.l.

opposta al distanziatore 1 tramite vaporizzazione ionica, ecc. La piastra a ugelli 6 e il distanziatore 1 sono legati insieme tramite in procedimento di legame a polo positivo. Ciò rende possibile impedire il flusso di un adesivo nei canali.

Con riferimento alle Figure da 5(a) a 5(h) e da 5(a') a 5(h'), verrà descritta la fabbricazione del distanziatore, dell'elemento di copertura, e dei mezzi di generazione di pressione descritti in precedenza. Le Figure da 5(a) a 5(h) sono viste longitudinali in sezione trasversale delle cavità di inchiostro, laddove le Figure da 5(a') a 5(h') sono viste laterali in sezione trasversale delle stesse.

Un substrato monocristallino al silicio 40 avente la propria superficie tagliata lungo la faccia (110) è sottoposto ad ossidazione termica, per cui si prepara un materiale di base 42 che è coperto interamente da uno strato di biossido di silicio 41 avente uno spessore di circa 1 μ m. Lo strato di biossido di silicio 41 opera come film di isolamento di una sezione di pilotaggio che deve essere formata sulla parte superiore dello strato di biossido di silicio e

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

serve inoltre come strato protettivo quando si attacca il substrato monocristallino al silicio 40.

Un film di zirconio (Zr) è formato sulla superficie dello strato di biossido di silicio 41 tramite vaporizzazione ionica. Il film viene quindi sottoposto ad ossidazione termica, in modo che si forma un film elastico 43 dall'ossido di zirconio ad uno spessore di $0,8 \mu$ m. Il film elastico 43 formato dall'ossido di zirconio ha un elevato modulo di Young e, pertanto, è in grado di convertire le deformazioni di un film piezoelettrico 45, che verrà descritto più avanti, in spostamenti di flessione con un elevato grado di efficienza. Un film di platino (Pt) è formato sulla superficie del film elastico 43 ad uno spessore di circa $0,2 \mu$ m tramite vaporizzazione ionica, per cui si forma un elettrodo inferiore 44.

Un materiale piezoelettrico quale PZT viene depositato sulla superficie dell'elettrodo inferiore 44 tramite vaporizzazione ionica, in modo che si forma il fil piezoelettrico 45 avente uno spessore di circa 1μ m. Si deposita inoltre alluminio (Al) sulla superficie del film

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

piezoelettrico 45 ad uno spessore di 0,2 μm tramite vaporizzazione ionica, in modo da formare un elettrodo superiore 47 (Figure da 5(a) a 5(h)).

L'elettrodo superiore 47 il film piezoelettrico 45 e l'elettrodo inferiore 44 sono modellati in modo da corrispondere all'insieme ordinato delle cavità di inchiostro 2. Il substrato modellato viene quindi tranciato nei singoli elementi piezoelettrici 8.

Nel corso dell'operazione di modellatura, ciascuno degli elettrodi superiori 47 viene portato fuori in modo indipendente così da corrispondere alla cavità di inchiostro 2 in maniera tale che l'elettrodo portato fuori si raddoppia come capocorda da collegare ad un circuito di pilotaggio. Inoltre, non è necessario separare il film piezoelettrico 45 in suddivisioni indipendenti in modo da farle corrispondere alle rispettive cavità di inchiostro 2 nel corso dell'operazione di modellatura. Tuttavia, se il film piezoelettrico 45 fosse separato nelle singole suddivisioni in modo da corrispondere alle rispettive cavità di inchiostro 2, si potrebbero garantire in modo

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

vantaggioso spostamenti di pressione maggiori. L'elettrodo inferiore 44 opera come elettrodo comune, cioè il segnale di azionamento per azionare ciascun film piezoelettrico 45 viene inviato in ingresso a ciascun elettrodo superiore 47 e la tensione dell'elettrodo inferiore 44 viene mantenuta al valore predeterminato. Pertanto, l'elettrodo inferiore 44 non dovrebbe essere separato (Figure 5(b) e 5(b'))).

Fotoresist 48 e 49 sono formati in modo tale che le cavità di inchiostro 2 siano disposte in modo ordinato nell'orientamento a cristallo dell'asse di zona $\langle 1-1-2 \rangle$ definito dalle facce di zona $(1-1\ 1)$ e (110) oppure negli orientamenti di cristallo $\langle -1\ 1\ 2 \rangle$, $\langle 1-1\ 2 \rangle$ e $\langle -1\ 1-2 \rangle$, equivalente a $\langle 1-1-2 \rangle$ (Figure 5(c) e 5(c')). Lo strato di biossido di silicio 41 viene tolto tramite l'utilizzo della soluzione tampone di acido fluoridrico comprendente acido fluoridrico e fluoruro di ammonio in un rapporto di 1:6, e quindi vengono modellate finestre 51 a scopo di attacco anisotropo.

La porzione corrispondente al fotoresist 49 dei fotoresist 48, 49 sullo strato di biossido

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

di silicio nelle posizioni in cui si devono formare le aperture di alimentazione di inchiostro 4 viene di nuovo esposto e sviluppato. Cioè, il fotoresist 49 è sottoposto ad un'esposizione multipla, e il materiale di base è sottoposto inoltre ad una operazione di mezzo attacco per circa cinque minuti allo scopo di ridurre lo spessore dello strato di biossido di silicio posizionato al di sotto dello strato di fotoresist 49 ad uno spessore di circa $0,5 \mu\text{m}$ (numero 41') utilizzando la pressione tampone di acido fluoridrico descritta in precedenza (Figure 5(d) e 5(d')).

Dopo l'eliminazione dello strato di fotoresist 48, il materiale di base 42 viene attaccato in modo anisotropo nella soluzione al 10% di idrossido di potassio riscaldata ad una temperatura di circa 80°C . Come risultato dell'operazione di attacco anisotropo, gli strati di biossido di silicio 41 e 41' che servivano come film protettivo durante l'operazione di attacco anisotropo si sciolgono gradatamente di uno spessore di circa $0,4 \mu\text{m}$. Come conseguenza, lo strato di biossido di silicio 41' nelle aree in cui si devono formare

GUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI DOULX
s.r.l.

le aperture di alimentazione di inchiostro 4 si riduce ad uno spessore di circa $0,1 \mu\text{m}$, e lo strato di biossido di silicio 41 nelle altre aree si riduce ad uno spessore di circa $0,6 \mu\text{m}$ (Figure 5(e) e 5(e')).

Il materiale di base 42 viene quindi immerso nella soluzione tampone di acido fluoridrico descritta in precedenza per un periodo di tempo che rende possibile eliminare lo strato di biossido di silicio avente uno spessore di $0,1 \mu\text{m}$, ad esempio circa 1 minuto. Come risultato, lo strato di biossido di silicio 41' nelle aree in cui si devono formare le aperture di alimentazione di inchiostro 4 viene tolto, e lo strato di biossido di silicio 41 nelle altre aree viene lasciato come strato 41'' avente uno spessore di circa $0,5 \mu\text{m}$ (Figure 5(f) e 5(f')).

Il materiale di base 42 viene quindi attaccato in modo anisotropo in una soluzione all'incirca al 40% di idrossido di potassio. Di conseguenza, le aree dove si devono formare le aperture di alimentazione di inchiostro 4 vengono di nuovo attaccate, lo spessore di queste aree si riduce, e si formano cavità

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI DOULX
s.r.l.

aventi una sufficiente resistenza di flusso per le aperture di alimentazione di inchiostro 4, (Figure 5(g) e 5(g')).

Se si formano una pluralità di teste di registrazione in un materiale di base 42, il materiale di base viene separato in singole teste di registrazione. Quindi si lega la piastra a ugelli 6 sopra citata ed si costruisce una testa a getto di inchiostro (Figure 5(h) e 5(h')).

Nella testa di registrazione a testa di inchiostro avente la suddetta costruzione, se si applica un segnale di pilotaggio tra l'elettrodo superiore 47 e l'elettrodo inferiore 44, il film piezoelettrico 45 si espande e si contrae in modo da generare spostamenti, che a loro volta producono sollecitazioni rispetto all'elemento di copertura 5. In modo specifico, gli spostamenti si sviluppano nella direzione verso l'alto della figura. Come risultato degli spostamenti, il volume delle cavità di inchiostro 2 varia, il che a sua volta pressurizza l'inchiostro. L'inchiostro ritorna nel serbatoio di inchiostro 3 attraverso le aperture di alimentazione di inchiostro 4, e

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

viene quindi scaricato come goccioline di inchiostro.

Secondo questa forma di attuazione, si possono formare canali necessari tramite l'attacco anisotropo di un singolo substrato monocristallino al silicio. Pertanto, il distanziatore 1 e la piastra a ugelli 6 possono essere fabbricati come parti comuni, il che elimina la necessità dell'operazione di applicare adesivo per unire il distanziatore alla piastra a ugelli. Si ottengono in ultima analisi processi di fabbricazione semplificati ed una soppressione del flusso di adesivo nei canali di inchiostro, il che rende possibile migliorare la resa produttiva.

Le Figure 6(a) e (b) illustrano una seconda forma di attuazione della piastra a ugelli secondo la presente invenzione. Nella presente forma di attuazione, i serbatoi di inchiostro sono formati nella piastra a ugelli 6 descritta in precedenza.

Il numero di riferimento 50 nella figura designa un substrato monocristallino al silicio avente una faccia (110) sulla sua superficie, e le aperture di ugelli 7 sono formate nel

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

substrato monocristallino al silicio in modo da essere opposte alle cavità di inchiostro 2 (Figura 1) tramite la tecnica descritta nella forma di attuazione illustrata in Figura 3. Serbatoi di inchiostro 51 sono formati nella direzione in cui sono formate le aperture di ugelli 7 in modo tale che le aperture di ugelli 7 siano interposte tra i serbatoi di inchiostro 51.

I serbatoi di inchiostro 51 si formano tramite le seguenti basi. Specificamente, si forma uno strato protettivo di biossido di silicio, che è stato descritto in Figura 5(c), nelle aree dove si devono formare i serbatoi di inchiostro 51. Lo strato protettivo di biossido di silicio è sottoposto all'esposizione multipla che è stata descritta in Figura 5(d), in modo che gli strati di biossido di silicio 41 e 41' siano formati sottili.

Dopo che il substrato monocristallino al silicio 50 è stato attaccato in modo anisotropo per formare le aperture di ugelli 7, cioè dopo che si è completata una fase equivalente alla fase illustrata in Figura 5(e) in cui si effettua l'attacco per realizzare le cavità di

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI DOULX
s.r.l.

inchiostro 2, lo strato di biossido di silicio reso più sottile come risultato dell'esposizione multipla come nella fase illustrata in Figura 5(f), viene tolto in modo selettivo dalle aree dove si devono formare i serbatoi di inchiostro 51.

Come la fase illustrata in Figura 5(g) il substrato monocristallino al silicio 50 viene attaccato in modo anisotropo nella soluzione al 40% di idrossido di potassio, per cui si formano cavità ad una profondità di circa 100 μ m nelle aree dove si devono formare i serbatoi di inchiostro 51.

A confronto con la piastra a ugelli comprendente il serbatoio di inchiostro 3 formato soltanto nel distanziatore 1, la piastra a ugelli avente la costruzione sopra descritta rende possibile aumentare la profondità dei serbatoi di inchiostro della testa di registrazione globale. Anche se si riduce la larghezza dei serbatoi di inchiostro, si può garantire un volume che consenta ai serbatoi di inchiostro di funzionare. Di conseguenza, si riduce la larghezza della testa di

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI DOULX
s.r.l.

registrazione, il che dà come risultato una testa di registrazione più compatta.

Anche se si utilizza il substrato monocristallino al silicio 50 avente spessore sufficiente per formare una piastra a ugelli che è più facile da trattare, un numero maggiore di piastre a ugelli comprendenti i distanziatori descritti in precedenza sono formate da un wafer monocristallino al silicio avente dimensione identica, il che a sua volta rende possibile ridurre il costo di fabbricazione.

La Figura 7 illustra una terza forma di attuazione della presente invenzione. Nella presente forma di attuazione, le aperture di alimentazione di inchiostro sono formate nella piastra a ugelli in aggiunta ai serbatoi di inchiostro.

Nella figura, il numero di riferimento 60 designa un substrato monocristallino al silicio avente una faccia (110) sulla sua superficie. Le aperture di ugelli 7 sono formate nel substrato monocristallino al silicio in modo da essere opposte alle cavità di inchiostro formate nel distanziatore 1 tramite la stessa tecnica descritta nella forma di attuazione illustrata

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

nelle Figure da 3(a) a 3(j). Nella presente forma di attuazione, i serbatoi di inchiostro 51 sono formati nella direzione in cui sono formate nel aperture di ugelli 7 in maniera tale che le aperture di ugelli siano interposte tra i serbatoi di inchiostro 51. Aperture di alimentazione di inchiostro 61 sono formate su entrambi i lati longitudinali dell'apertura più larga di ogni orifizio di scarico 7 in modo da comunicare con lo stesso.

I serbatoi di inchiostro 51 e le aperture di alimentazione di inchiostro 61 sono formati tramite le seguenti fasi. Specificamente, si forma uno strato protettivo di biossido di silicio, che è stato descritto nella fase illustrata in Figura 5(c), nelle aree dove si devono formare i serbatoi di inchiostro 51. Lo strato protettivo di biossido di silicio viene sottoposto all'esposizione multipla che è stata descritta nella fase illustrata in Figura 5(b), in modo da diventare sottile.

Dopo che il substrato monocristallino al silicio 60 è stato attaccato in modo anisotropo per formare le aperture di ugelli 7, cioè dopo che si è completata una fase equivalente alla

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

fase illustrata in Figura 5(e) in cui si effettua l'attacco per realizzare le cavità di inchiostro 2, lo strato di biossido di silicio che è stato reso più sottile come risultato dell'esposizione multipla come nella fase illustrata in Figura 5(f) viene tolto in modo selettivo dalle aree dove si devono formare i serbatoi di inchiostro 51 e le aperture di alimentazione di inchiostro 61.

Come la fase illustrata in Figura 5(g), il substrato monocristallino di silicio 60 viene attaccato in modo anisotropo nella soluzione al 40% di idrossido di potassio, per cui si possono formare cavità ad una profondità di circa 100 μm ed una profondità di circa 150 μm nelle aree in cui si devono formare le aperture di alimentazione di inchiostro 61 e i serbatoi di inchiostro 51.

La Figura 8 illustra una quarta forma di attuazione della presente invenzione. Nella presente forma di attuazione, cavità di inchiostro 71 e serbatoi di inchiostro 72 sono formati in un primo substrato monocristallino al silicio 70, laddove aperture di ugelli 81 e aperture di alimentazione di inchiostro 82 sono

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI DOULX
s.r.l.

formate in un secondo substrato monocristallino al silicio 80. La testa di registrazione a getto di inchiostro viene realizzata utilizzando una combinazione di questi due substrati monocristallini al silicio.

E' necessario che il solo primo substrato monocristallino al silicio 70 sia sottoposto alle fasi di fabbricazione illustrate nelle Figure da 5(a) a 5(g) senza preparazione del modello 49 per realizzare le aperture di alimentazione di inchiostro e la formazione del film di ossido di silicio sottile 41'.

E' necessario che soltanto il secondo substrato monocristallino al silicio 80 sia modellato in modo da formare le aperture di ugelli 81 e le aperture di alimentazione di inchiostro 61 e sia attaccato in modo anisotropo, senza formare i serbatoi di inchiostro 51 realizzati nel substrato monocristallino al silicio 60 descritto in precedenza della piastra a ugelli illustrata nelle Figure 7(a) e 7(b). Come risultato della formazione dei serbatoi di inchiostro 51, che sono identici a quelli illustrati nelle Figure 7(a) e 7(b), nel substrato monocristallino al

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

silicio 80 si può formare una testa di registrazione che garantisca il volume dei serbatoi di inchiostro aumentandone la profondità.

Nella forma di attuazione sopra descritta, i mezzi per pressurizzare le cavità di inchiostro sono fatti dall'elemento che sposta l'elemento di copertura. E' evidente inoltre che la piastra a ugelli della presente invenzione è applicabile come piastra a ugelli per l'utilizzo in un altro tipo di testa di registrazione che sposta una piastra vibrante tramite una forza elettrostatica oppure una testa di registrazione che comprende elementi generatori di calore alloggiati in cavità di inchiostro.

Come descritto in precedenza, secondo la presente invenzione, la piastra a ugelli ha una pluralità di ugelli per scaricare inchiostro che è alimentato da un serbatoio di inchiostro a cavità di inchiostro attraverso aperture di alimentazione di inchiostro ed è pressurizzato da mezzi di pressurizzazione, e la piastra a ugelli è caratterizzata dalla formazione di aperture di ugelli in un substrato monocristallino al silicio con una faccia a

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

reticolo (110) tramite attacco anisotropo in modo tale che fori passanti abbiano facce $(1-1\ 1)$ e $(-1\ 1-1)$ nella direzione in cui le aperture a ugelli sono disposte in modo ordinato così come facce $(1\ 1\ 1)$ e $(1\ 1-1)$ nella direzione dell'asse della cavità di inchiostro. Le aperture di ugelli possono essere formate in modo da avere le facce $(1-1\ 1)$ e $(-1\ 1-1)$ normali al substrato monocristallino al silicio nella direzione in cui le aperture di ugelli sono disposte in modo ordinato. Di conseguenza, la larghezza dell'orifizio di scarico diventa costante indipendentemente dal tempo richiesto per attaccare il substrato. In questo modo, si possono formare aperture di ugelli in un substrato monocristallino al silicio avente spessore adatto per una piastra a ugelli tramite attacco anisotropo.

**BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OULX**
s.r.l.

RIVENDICAZIONI

1. - Testa a getto di inchiostro comprendente:

un distanziatore avente una pluralità di serbatoi di inchiostro, aperture di alimentazione di inchiostro e cavità di inchiostro che ricevono inchiostro alimentato ad esse da detto serbatoio di inchiostro attraverso dette aperture di alimentazione di inchiostro;

un elemento di copertura per chiudere a tenuta un lato di detto distanziatore;

una piastra a ugelli che chiude a tenuta l'altro lato di detto distanziatore ed è fatta da un substrato monocristallino al silicio con una faccia a reticolo (110), in cui si formano una pluralità di aperture di ugelli in modo da comunicare con dette cavità di inchiostro ed esse comprendono facce (1-11) e (-11-1) nella direzione in cui dette aperture di ugelli sono disposte in modo ordinato così come facce (111) e (11-1) nella direzione dell'asse di ogni cavità di inchiostro, e dette aperture di ugelli hanno porzioni di diametro massimo che sono aperte su dette cavità di inchiostro e porzioni

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI DOULX
s.r.l.

di diametro minimo che sono posizionate opposte a dette porzioni di diametro massimo; e

mezzi per pressurizzare detta cavità di inchiostro.

2. - Testa a getto di inchiostro secondo la rivendicazione 1, in cui porzioni cilindriche sono formate in dette porzioni di diametro minimo di dette aperture di ugelli tramite attacco isotropo.

3. - Testa a getto di inchiostro secondo la rivendicazione 1, in cui cavità sono formate nell'area dove sono posizionati detti serbatoi di inchiostro, sul lato di detto substrato monocristallino in cui sono formate dette porzioni di diametro massimo di dette aperture di ugelli.

4. - Testa a getto di inchiostro secondo la rivendicazione 1, in cui si formano cavità nell'area in cui sono posizionate dette aperture di alimentazione di inchiostro, sul lato di detto substrato monocristallino in cui sono formate dette porzioni di diametro massimo di dette aperture di ugelli.

5. - Testa a getto di inchiostro secondo la rivendicazione 1, in cui si formano cavità

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI DOULX
s.r.l.

nell'area in cui sono posizionati detti serbatoi di inchiostro e dette aperture di alimentazione di inchiostro, sul lato di detto substrato monocristallino, in cui sono formate dette porzioni di diametro massimo di dette aperture di ugelli.

6. - Testa a getto di inchiostro secondo la rivendicazione 1, in cui dette cavità di inchiostro sono schierate nell'orientamento di cristallo di una delle facce di zona $\langle 1-1\ 1 \rangle$ e (110) definite dall'asse di zona $\langle 1-1-2 \rangle$, e degli assi di zona $\langle -1\ 1\ 2 \rangle$, $\langle 1-1\ 2 \rangle$ e $\langle -1\ 1-2 \rangle$ equivalenti a $\langle 1-1-2 \rangle$.

7. - Procedimento per fabbricare una testa a getto di inchiostro comprendente le fasi di:

formare un film di resist di attacco su un substrato monocristallino al silicio avente una faccia (110) ;

attaccare parte del film di resist di attacco per esporre un'area del substrato monocristallino al silicio;

attaccare l'area esposta in modo anisotropo per formare una pluralità di aperture di ugelli in modo da avere facce $(1-11)$ e $(-11-1)$ nella

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI DOULX
s.r.l.

direzione in cui le aperture di ugelli sono disposte in modo ordinato; e

laminare un distanziatore avente una pluralità di serbatoi di inchiostro, aperture di alimentazione di inchiostro e cavità di inchiostro sul lato dell'area esposta.

8. - Procedimento per fabbricare una testa a getto di inchiostro secondo la rivendicazione 7, comprendente inoltre la fase di formare altre cavità nell'area in cui è posizionato il serbatoio di inchiostro, sul lato dell'area esposta.

9. - Procedimento per fabbricare la piastra a ugelli secondo la rivendicazione 7, comprendente inoltre la fase di formare altre cavità nelle aree in cui sono posizionate le aperture di alimentazione di inchiostro, sul lato dell'area esposta.

10. - Procedimento per fabbricare la piastra a ugelli secondo la rivendicazione 7, comprendente inoltre la fase di formare altre cavità nelle aree in cui sono posizionati i serbatoi di inchiostro e le aperture di alimentazione di inchiostro, sul lato dell'area esposta.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI DOULX
s.r.l.

11. - Procedimento per fabbricare la piastra a ugelli secondo la rivendicazione 7, comprendente inoltre le fasi di: togliere tutto il film di resist di attacco; e ossidare termicamente la superficie globale dell'elemento risultante.

12. - Procedimento per fabbricare una testa a getto di inchiostro comprendente le fasi di:

formare un film di resist di attacco su un substrato monocristallino al silicio avente una faccia (110);

attaccare il film di resist di attacco su un lato del substrato monocristallino al silicio per esporre un'area del substrato monocristallino al silicio in modo da formare porzioni cilindriche aventi diametro sufficiente a scaricare goccioline di inchiostro;

attaccare l'area esposta di un lato in modo isotropo per formare cavità;

formare un film di resist di attacco sulle cavità;

attaccare parte del film di resist di attacco su un altro lato del substrato monocristallino al silicio in modo da esporre un'area del substrato monocristallino al silicio

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI DOULX
s.r.l.

per formare un modello adatto per attaccare in modo anisotropo le cavità;

attaccare l'area esposta dell'altro lato in modo anisotropo per formare una pluralità di aperture di ugelli in modo da avere facce (1-11) e (-11-1) nella direzione in cui le aperture di ugelli sono disposte in modo ordinato e raggiungono le cavità; e

laminare un distanziatore avente una pluralità di serbatoi di inchiostro, aperture di alimentazione di inchiostro e cavità di inchiostro sull'altro lato.

13. - Procedimento per fabbricare una testa a getto di inchiostro secondo la rivendicazione 12, comprendente inoltre la fase di formare altre cavità nell'area in cui è posizionato il serbatoio di inchiostro, sull'altro lato del substrato monocristallino.

14. - Procedimento per fabbricare la piastra a ugelli secondo la rivendicazione 12, comprendente inoltre la fase di formare altre cavità nelle aree in cui si devono posizionare le aperture di alimentazione di inchiostro, sull'altro lato del substrato monocristallino.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI DOULX
s.r.l.

15. - Procedimento per fabbricare la piastra a ugelli secondo la rivendicazione 12, comprendente inoltre la fase di formare altre cavità nelle aree in cui sono posizionati i serbatoi di inchiostro e le aperture di alimentazione di inchiostro, sul lato del substrato monocristallino.

16. - Procedimento per fabbricare la piastra a ugelli secondo la rivendicazione 12, comprendente inoltre le fasi di: togliere tutto il film di resist di attacco; ed ossidare termicamente la superficie globale dell'elemento risultante.

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

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI DOULX
s.r.l.

Ing. Franco BUZZI

N. nota. ABO 28

1/11/1985 e per il 1/11/1985

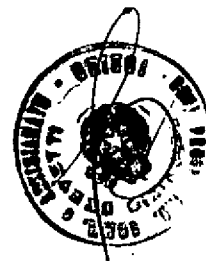


FIG. 1(a)

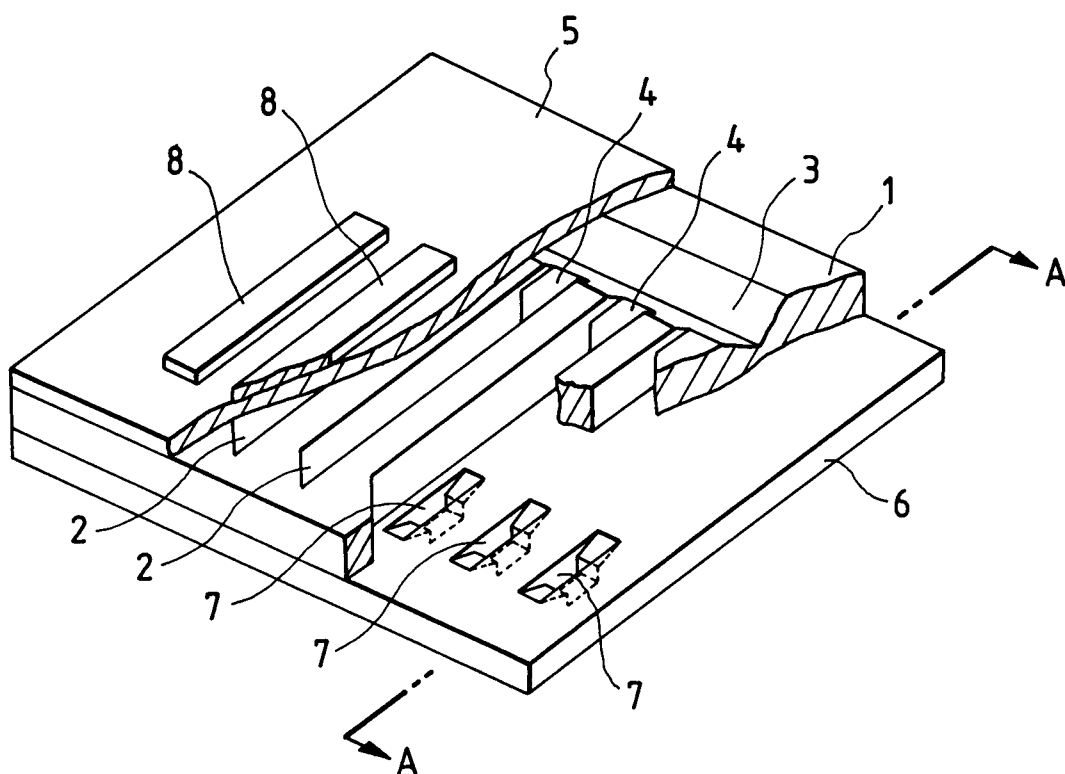


FIG. 1(b)

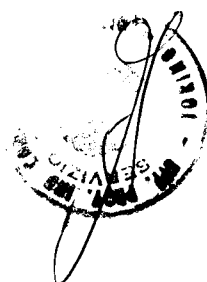
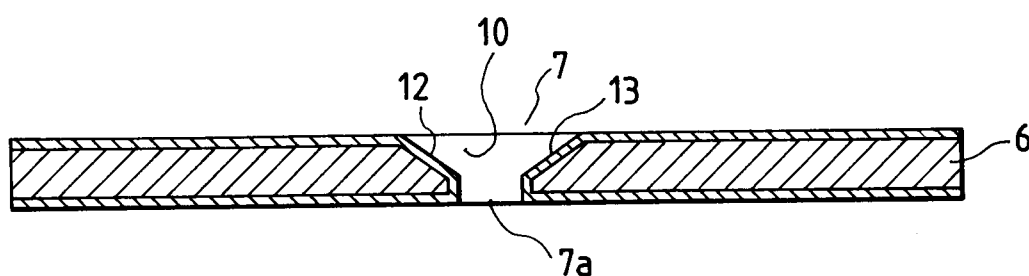


FIG. 2

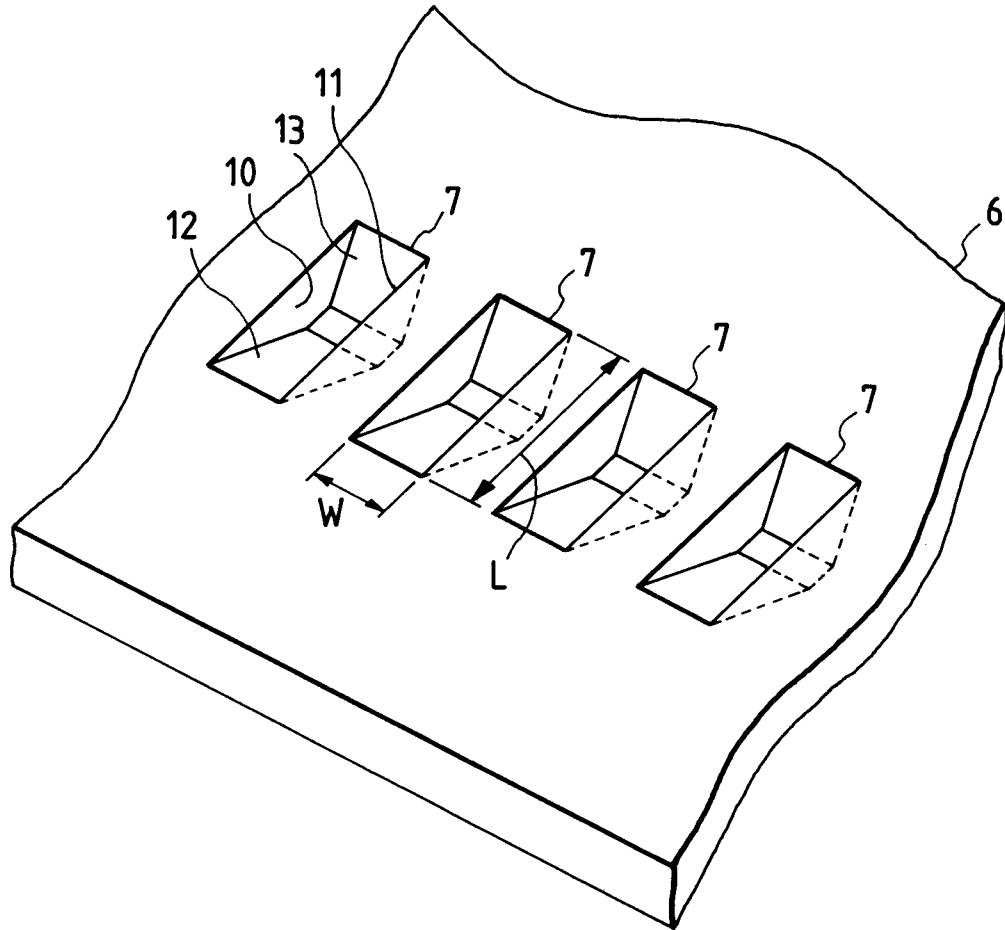
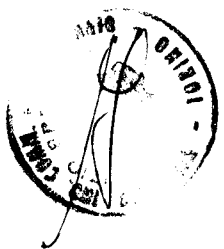
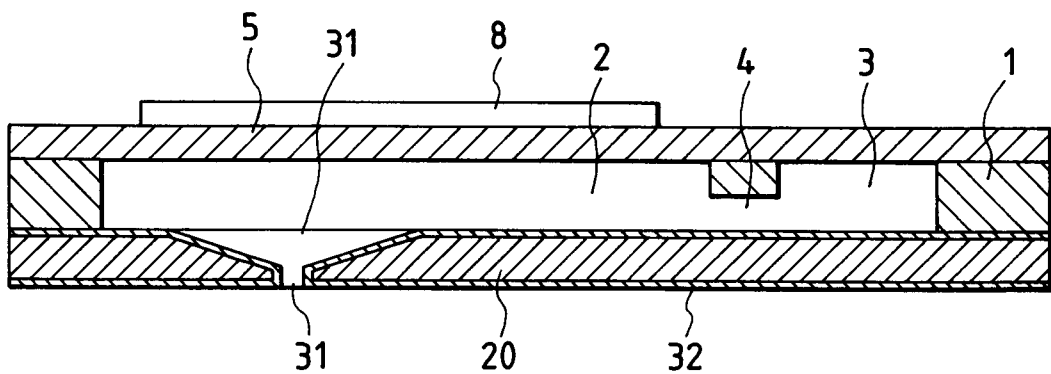


FIG. 4



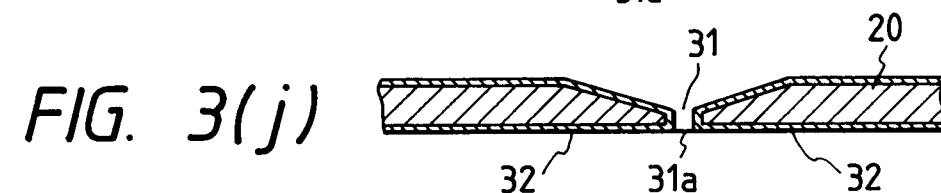
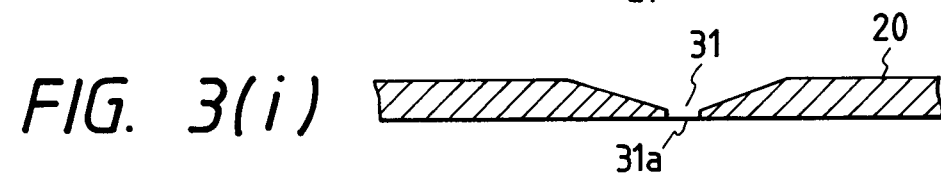
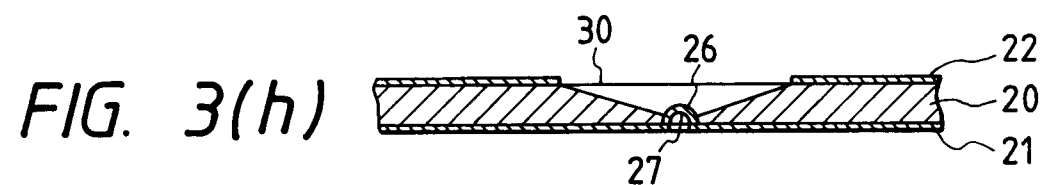
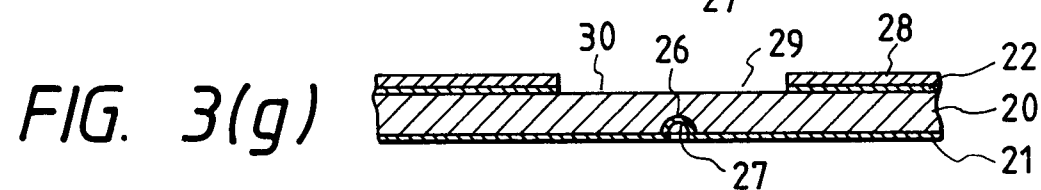
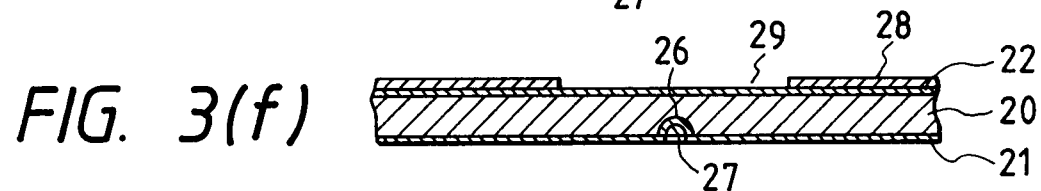
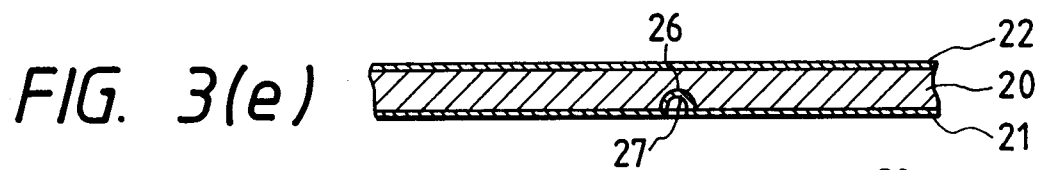
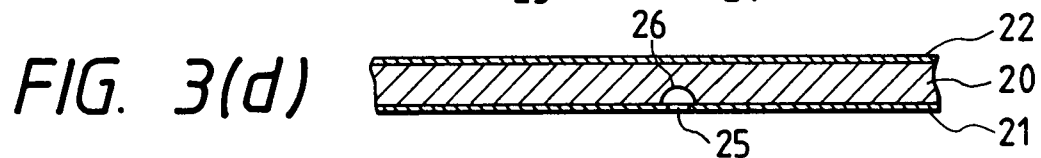
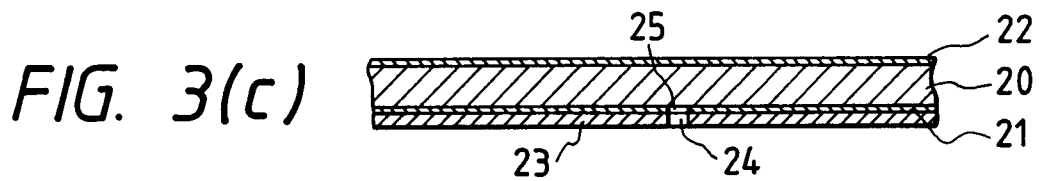
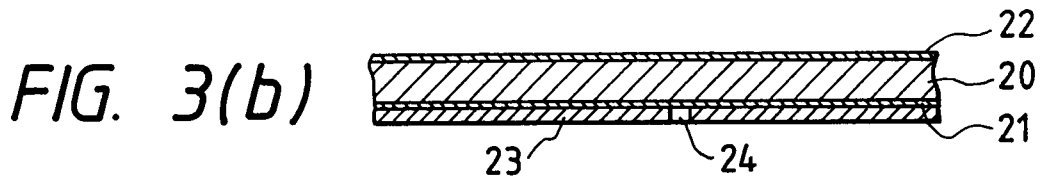
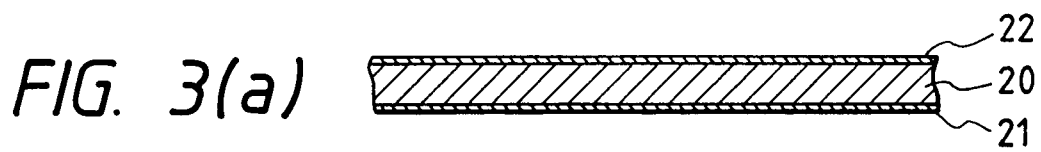


FIG. 5(a)

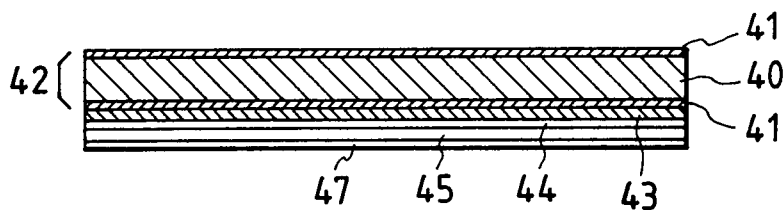


FIG. 5(b)

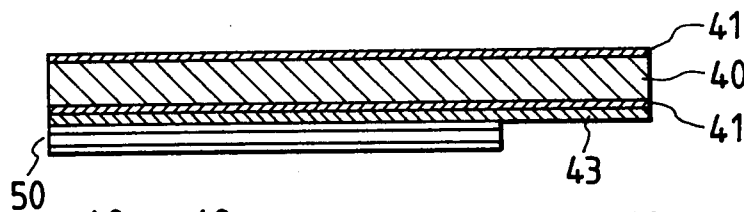


FIG. 5(c)

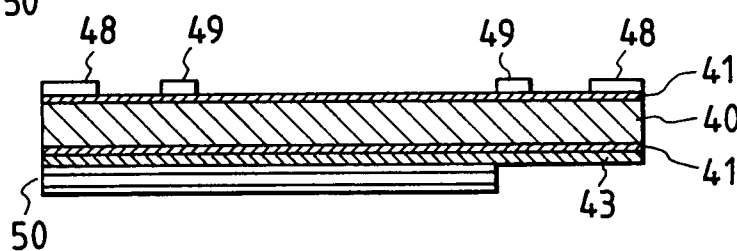


FIG. 5(d)

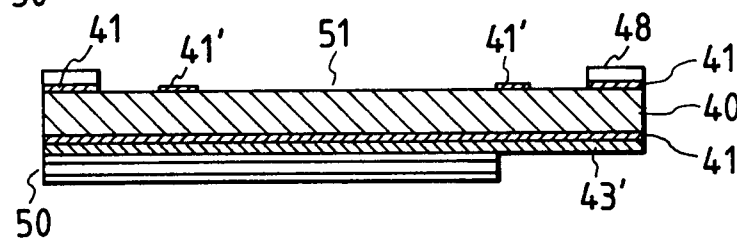


FIG. 5(e)

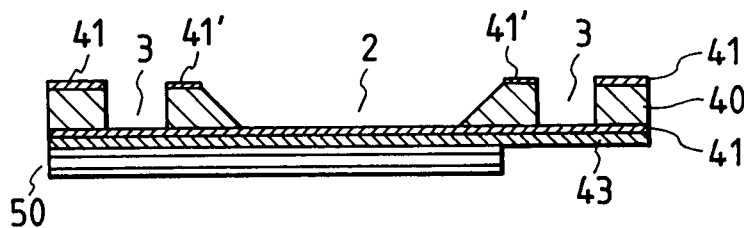


FIG. 5(f)

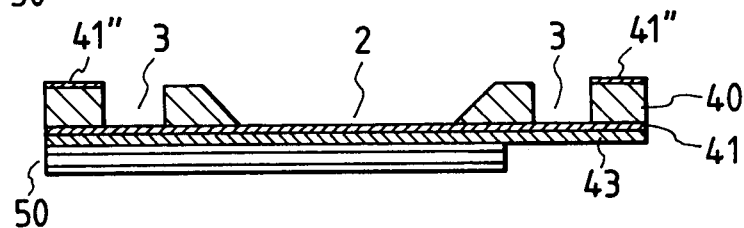


FIG. 5(g)

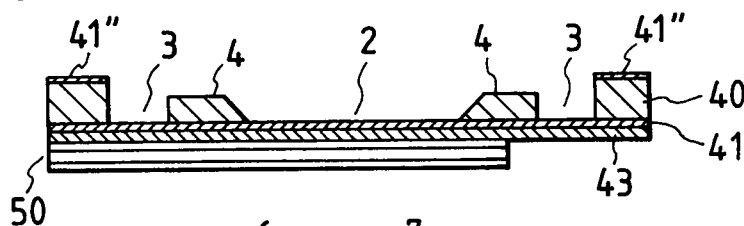


FIG. 5(h)

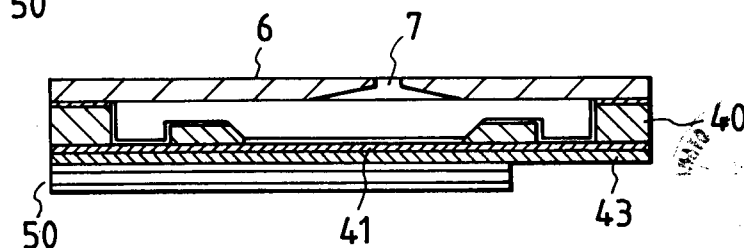


FIG. 5(a')

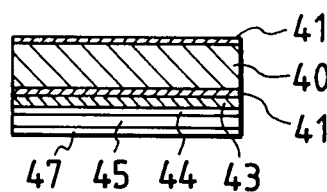


FIG. 5(b')

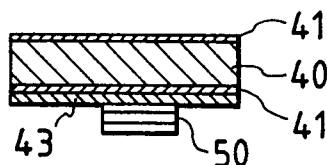


FIG. 5(c')

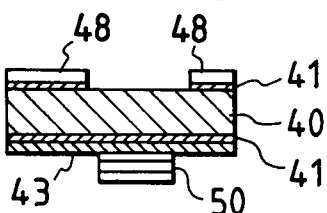


FIG. 5(d')

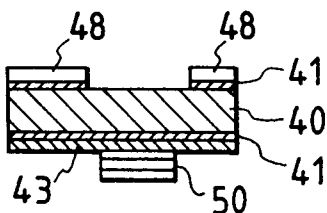


FIG. 5(e')

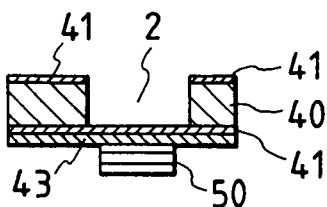


FIG. 5(f')

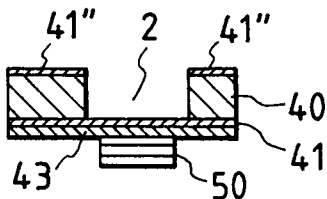


FIG. 5(g')

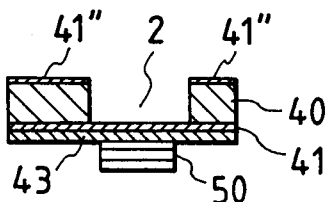


FIG. 5(h')

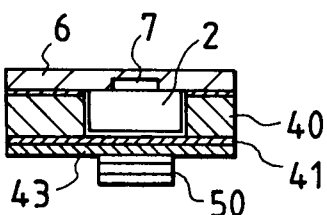


FIG. 6(a)

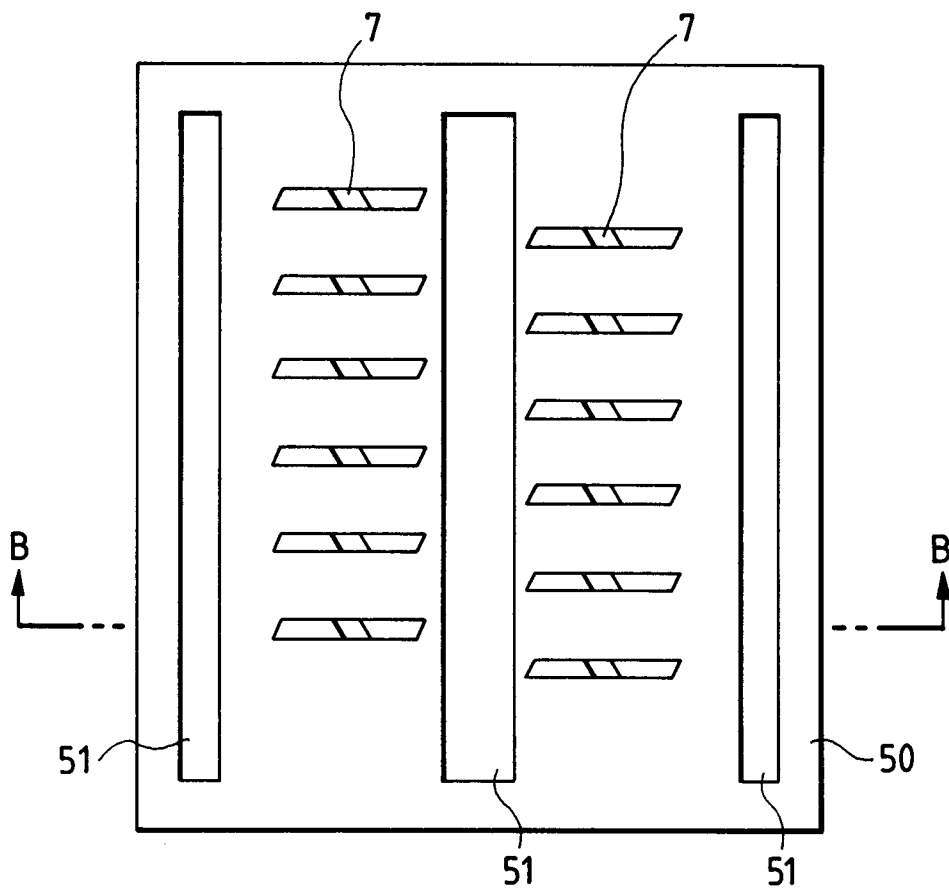


FIG. 6(b)

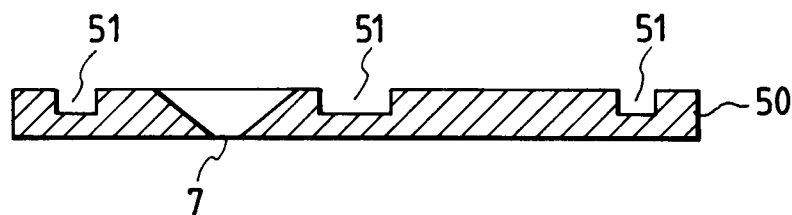


FIG. 7(a)

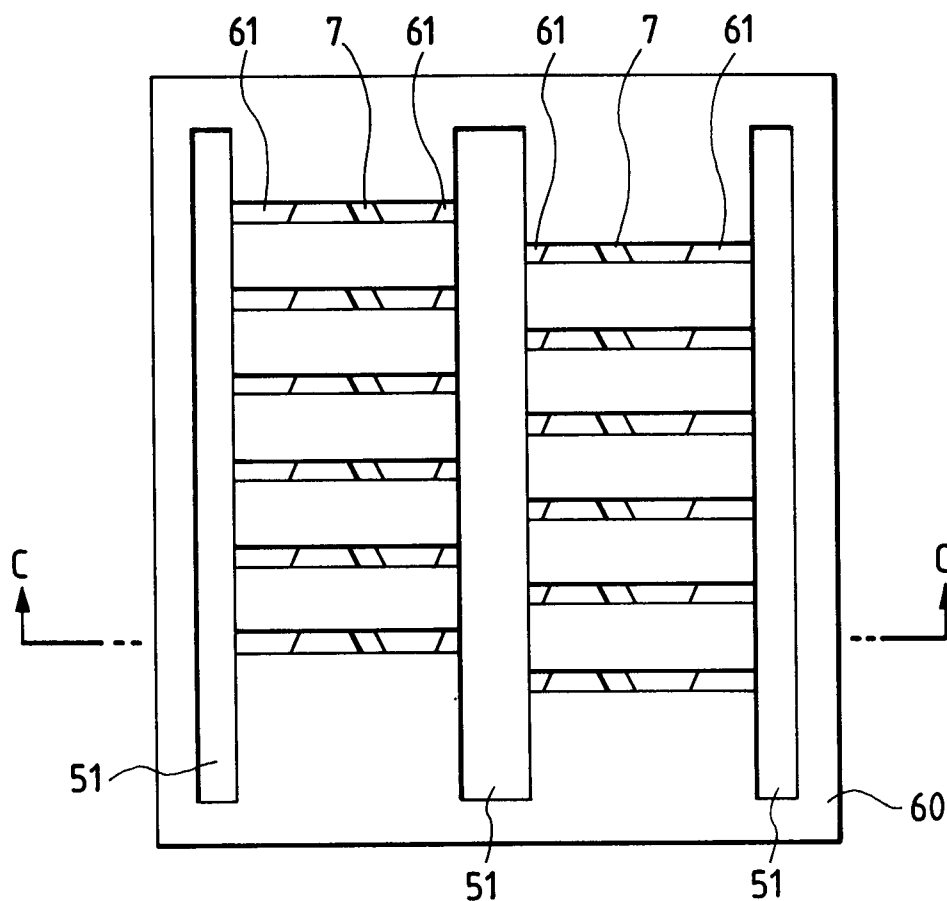
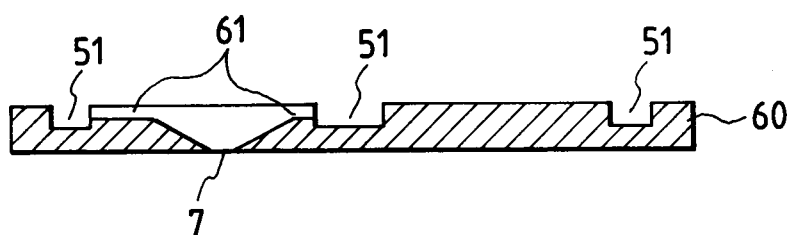


FIG. 7(b)



[Handwritten signature]

FIG. 8

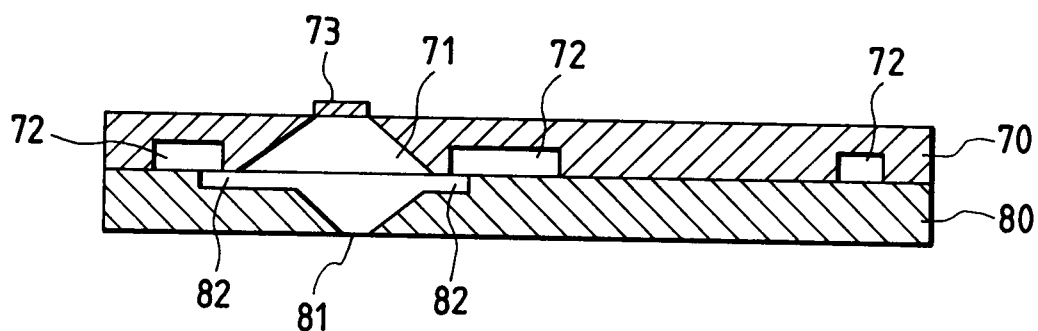


FIG. 9

TECNICA ANTERIORE

