



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

UIBM

DOMANDA NUMERO	101996900549698
Data Deposito	17/10/1996
Data Pubblicazione	17/04/1998

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	02	N		

Titolo

MOTORE ELETTROSTATICO LINEARE A PASSO

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Motore elettrostatico lineare a passo"

di: C.R.F. Società Consortile per azioni, nazionalità italiana, Strada Torino 50 - 10043 ORBASSANO (Torino)

Inventori designati: KOSTSOV Edward; DYATLOV Vincislao; PERLO Piero

Depositata il: 17 ottobre 1996

7086 A000847

* * *

TESTO DELLA DESCRIZIONE

La presente invenzione si riferisce in generale ai motori elettrostatici di bassa potenza e piccole dimensioni adatti all'impiego come attuatori in applicazioni di tecnologia microelettronica per l'azionamento di dispositivi meccanici e simili in condizioni in cui si verificano vibrazioni e scossoni, come ad esempio in campo automobilistico.

In siffatte applicazioni sono stati proposti motori-attuatori elettrostatici di tipo piezoelettrico, in cui la conversione di energia elettromeccanica è basata sull'effetto piezoelettrico inverso. Questi motori presentano diversi inconvenienti, tra cui un costo di realizzazione relativamente elevato ed una scarsa affidabilità, richiedono tensioni di alimentazione abbastanza elevate e sono dotati di un rendimento non

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

sufficientemente elevato. Conseguentemente, l'impiego di questi motori piezoelettrici non è generalmente soddisfacente per gli impieghi menzionati all'inizio, particolarmente a bordo di autoveicoli.

Sono anche noti motori elettrostatici di tipo lineare a passo comprendenti uno strato piano a struttura capacitiva formata da uno strato metallico e da uno strato di materiale dielettrico, ed un cursore parallelo e distanziato rispetto allo statore e recante mezzi a film sottile conduttore definiti piedi sporgenti elasticamente deformabili disposti in contatto con lo strato di materiale dielettrico dello statore, e mezzi di alimentazione ad impulsi di tensione per applicare un campo elettrico fra detti piedi e detto strato metallico dello statore in modo da deformare elasticamente detti piedi per effetto elettrostatico e produrre una spinta di traslazione del cursore lungo una direzione parallela allo statore.

La caratteristica peculiare della conversione di energia elettromeccanica alla base del funzionamento di questi motori risiede nel fatto che all'atto del rotolamento dei piedi del cursore lungo lo statore si realizza una concentrazione di energia estremamente elevata in corrispondenza dell'interfaccia piedi-

strato di materiale dielettrico, con una forza equivalente ad una pressione dell'ordine di 100-150 kg/cm², e come risultato la forza con la quale il cursore si sposta linearmente rispetto allo statore raggiunge valori fino a 10 N. L'efficienza di questa conversione di energia è assai superiore a quella tipica dei motori piezoelettrici, e raggiunge valori dell'ordine del 90%.

Gli inconvenienti dei motori di questo tipo attualmente noti sono dovuti al fatto che a seguito dello spostamento del cursore rispetto allo statore, cioè successivamente all'applicazione degli impulsi di tensione agli elettrodi formati dai piedi del cursore da una parte e dallo strato metallico dello statore dall'altra, l'interruzione del moto di rotolamento dei piedi genera una condizione di equilibrio instabile fra cursore e statore, per effetto delle forze di inerzia. Inoltre, all'inizio della fase successiva in cui i piedi ritornano elasticamente nella condizione di partenza, si verifica un certo ritardo dovuto alla presenza di forze di adesione e di cariche elettriche residue nello strato di materiale dielettrico dello statore. Questi inconvenienti riducono la capacità di tolleranza di urti e vibrazioni da parte del motore,

nonchè la velocità di spostamento del cursore, il che tende a limitare il rendimento e l'affidabilità del motore.

Lo scopo della presente invenzione è quello di ovviare ai suddetti inconvenienti, e di realizzare un motore elettrostatico del tipo sopra definito dotato di una migliore resistenza agli urti ed alle vibrazioni in modo da assicurare un maggiore rendimento e una più elevata affidabilità.

Secondo l'invenzione, questo scopo viene raggiunto essenzialmente grazie al fatto che il motore elettrostatico lineare secondo l'invenzione comprende un primo ed un secondo gruppo di detti piedi, ed al fatto che i suddetti mezzi di alimentazione sono predisposti per sfasare, ad esempio di mezzo periodo, gli impulsi di tensione applicati rispettivamente al primo ed al secondo di detti gruppi di piedi.

In questo modo, durante il ciclo di funzionamento del motore quando il potenziale elettrico viene applicato fra il primo gruppo di piedi del cursore e lo strato metallico dello statore, il potenziale fra il secondo gruppo di piedi e tale strato metallico è nullo. Conseguentemente i piedi del primo gruppo agiscono a guisa di organi di

ritegno elettrostatici per assicurare la stabilità strutturale di statore e cursore agli effetti di urti e vibrazioni. Quando il potenziale viene applicato fra il secondo gruppo di piedi del cursore e lo strato metallico dello statore, si realizza un parziale rotolamento per effetto elettrostatico di questi piedi sullo strato di materiale dielettrico. Conseguentemente, anche i piedi del secondo gruppo intervengono come organi di ritegno elettrostatico. Quindi, quando viene annullato il potenziale fra il primo gruppo di piedi e lo strato metallico dello statore, si verifica un ulteriore rotolamento per effetto elettrostatico dei piedi del secondo gruppo ed il cursore si sposta relativamente allo statore di un passo di ampiezza corrispondente. In pratica, durante lo spostamento del cursore il primo gruppo oppure il secondo gruppo di piedi si alternano nella funzione di organi di ritegno elettrostatico.

Nel motore-attuatore elettrostatico secondo la presente invenzione, l'impiego di una pluralità di piedi (o "petali" oppure "ciglia") consente di ottenere un rapidissimo effetto di cattura elettrostatica, il che assicura un'elevatissima affidabilità operativa che in pratica non viene influenzata da vibrazioni, difetti di planarità dello

statore, eventuale presenza di polvere. Per tale motivo, l'invenzione è particolarmente adatta per l'applicazione a sistemi microelettronici installati a bordo di autoveicoli.

La presente invenzione ha anche per oggetto il metodo di controllo del motore lineare a passi, secondo quanto specificato nell'annessa rivendicazione 6.

Secondo una forma preferita di attuazione dell'invenzione, i piedi presentano in sezione trasversale una configurazione sostanzialmente ad S.

Inoltre fra i piedi del primo e del secondo gruppo ed il cursore sono convenientemente interposti rispettivi strati metallici di schermatura.

L'invenzione verrà ora descritta dettagliatamente con riferimento ai disegni annessi, forniti a puro titolo di esempio non limitativo, nei quali:

la figura 1 è una vista schematica in pianta dal basso del cursore di un motore elettrostatico lineare secondo l'invenzione,

la figura 2 è una vista in parziale sezione longitudinale secondo la linea II-II della figura 1,

la figura 3 è una vista in parziale sezione longitudinale dello statore del motore elettrostatico lineare,

la figura 4 è una vista in parziale sezione longitudinale che mostra l'insieme del motore elettrostatico lineare in una prima fase di funzionamento,

la figura 5 è una vista analoga alla figura 4 che mostra una seconda fase di funzionamento, e

la figura 6 è un diagramma temporale sull'andamento del potenziale elettrico durante il funzionamento del motore.

Riferendosi inizialmente alle figure 1 a 3, i componenti essenziali del motore elettrostatico lineare secondo l'invenzione includono un organo stazionario o statore 1 ed un organo mobile o cursore 2. Occorre rilevare che, per motivi di semplicità, i disegni mostrano unicamente la struttura elementare di tali componenti, omettendo dettagli strutturali non essenziali per la comprensione dell'invenzione.

Lo statore 1 è costituito da una base 3, ad esempio a forma di piastrina quadrangolare sottile di materiale elettricamente isolante, recante sulla sua faccia interna una struttura capacitiva formata da uno strato metallico 4 e da uno strato piano di

materiale dielettrico 5. Tale materiale dielettrico è preferibilmente a polarizzazione non lineare nei confronti di un campo elettrico applicato, ed è convenientemente formato da un film di materiale ferroelettrico, ad esempio di niobato-bario-stronzio. Come è indicato schematicamente nella figura 4, lo strato metallico 4 dello statore 1 è collegato elettricamente con una sorgente di alimentazione elettrica 6 per la generazione di impulsi di tensione.

Il cursore 2 comprende una piastra di supporto 7 di materiale isolante, di forma sostanzialmente corrispondente a quella della base 3 dello statore 1, dalla cui faccia inferiore sporgono due gruppi distinti ed adiacenti di piedi (o "petali" oppure "ciglia") elasticamente deformabili 8a, 8b, sporgenti verso lo statore 1.

I piedi 8a, 8b sono formati da un film sottile di materiale conduttore e presentano, nella condizione indeformata rappresentata nella figura 1, una configurazione generale ad S con flessi ad ampio raggio di curvatura.

Ad un'estremità, i piedi 8a, 8b di ciascuno dei due gruppi sono fissati ad una rispettiva piastrina

metallica di schermatura 9a, 9b a sua volta fissata permanentemente al supporto 7.

Con 10 sono indicate due coppie di organi di scorrimento sporgenti dalle estremità opposte del cursore 2 e disposti in contatto di scorrimento sulle corrispondenti zone dello strato di materiale dielettrico 5 dello statore 1.

Ciascun gruppo di piedi 8a, 8b è autonomamente collegato alla sorgente di alimentazione 6, nel modo indicato schematicamente nella figura 4, normalmente attraverso la rispettiva piastrina metallica 9a, 9b.

Nella condizione montata del motore elettrostatico lineare secondo l'invenzione, il cursore 2 è sovrapposto allo statore 1, parallelamente a questo, con gli organi di appoggio 10 come detto in contatto sullo strato di materiale dielettrico 5. Le estremità libere dei due gruppi di piedi 8a, 8b sono in semplice contatto elettrico con il dielettrico 5.

La sorgente di alimentazione 6 è predisposta per inviare impulsi di tensione agli elettrodi costituiti dallo strato metallico 4 dello statore 1 ed ai piedi 8a del cursore 2 da una parte ed allo strato metallico 4 ed ai piedi 8b dall'altra con una sfasatura, ad esempio, di mezzo periodo rispetto al

periodo totale di un passo. In altre parole, la presenza di campo elettrico in corrispondenza dei piedi 8a corrisponde all'assenza di campo elettrico in corrispondenza dei piedi 8b, e viceversa.

Si descrivono in seguito le fasi necessarie per far eseguire al rotore del motore elettrostatico lineare un passo di traslazione parallelamente al proprio statore.

Le figure 4 e 5 mostrano due fasi successive che costituiscono un passo complessivo del rotore rispetto allo statore durante il funzionamento del motore elettrostatico lineare secondo l'invenzione.

Con riferimento alla Fig. 6, che illustra la suddivisione temporale di un ciclo completo degli impulsi di tensione, si distinguono 3 periodi temporali P1, P2, P3 i quali costituiscono il periodo temporale totale P_{tot} del ciclo.

- Nella fase del periodo P1, con riferimento alle Fig.4 e Fig.6, il potenziale elettrico generato dalla sorgente di alimentazione 6 è applicato tra i piedi 8b e lo strato di metallo 4 dello statore 1, nessun potenziale elettrico è applicato tra i piedi 8a e lo strato metallico 4. In questa condizione i piedini 8b agiscono a guisa di ritegno elettrostatico

e assicurano la stabilità strutturale del complesso statore con rotore agli effetti di urti e vibrazioni.

- La fase di periodo P2 è una fase intermedia in cui si applica il potenziale elettrico generato dalla sorgente di alimentazione 6 anche tra i piedi 8a e lo strato metallico 4. In questa condizione i piedi 8a, sotto l'effetto del campo elettrico applicato, incominciano a deformarsi dalla forma di riposo ad S con raggio di curvatura grande (come rappresentati in Fig.4) ad una forma ad S con raggio di curvatura piccolo (come rappresentati in Fig.5) ed inoltre aumentano le forze di ritegno elettrostatico tra lo strato metallico 4 e i piedi 8a. Nella fase finale di questo periodo P2 i piedi 8a non sono ancora completamente deformati ma esiste una forza di adesione elettrostatica, tra i piedi 8a e lo strato metallico 4 sufficiente da garantire la rigidità strutturale voluta al complesso statore con rotore, agli effetti di urti e vibrazioni.

- Nella fase conclusiva P3, con riferimento alle Fig.5 e Fig.6, si annulla il potenziale elettrico applicato ai piedi 8b i quali perdono la loro adesività elettrostatica nei confronti dello strato metallico 4 e sono quindi liberi di strisciare su quest'ultimo; nel contempo i piedi 8a continuano la

loro deformazione dovuta al potenziale elettrico precedentemente applicato e trascinano il rotore, parallelamente allo statore, di una distanza H verso destra (rispetto al disegno della Fig.4 e Fig. 5). Al termine della deformazione dei piedi 8a, e per effetto del potenziale elettrico, a questi applicato, essi aderiscono per effetto elettrostatico allo strato metallico 4 conferendo la rigidità strutturale voluta al complesso statore con rotore agli effetti di urti e vibrazioni.

Durante il ciclo intero non sono mai venute a mancare le forze di ritegno elettrostatiche tra statore e rotore. Questo può essere ripetuto periodicamente conferendo al rotore un moto di traslazione longitudinale rispetto e parallelamente allo statore.

In pratica, durante lo spostamento del cursore i gruppi di piedi 8a, 8b operano sempre come organi di ritegno elettrostatico. Sotto l'azione delle forze di inerzia può variare soltanto il passo H: pertanto, viene drasticamente limitata l'influenza di urti e vibrazioni sul motore elettrostatico secondo l'invenzione.

Nell'intervallo fra gli impulsi, ovvero in assenza di tensione generata dalla sorgente di

alimentazione 6, i piedi 8a oppure 8b non sottoposti al campo elettrico non sono soltanto soggetti alla forza di richiamo elastico che tende a dispiegarli. Infatti, nel caso in cui il funzionamento del materiale dielettrico sia imperfetto, tali piedi possono anche essere sottoposti a notevoli forze di adesione elettrostatica, dovute alle cariche elettriche residue nello strato di materiale dielettrico 5. Tali forze tenderebbero a rallentare la fase di dispiegamento dei piedi.

Tuttavia, nella realizzazione secondo l'invenzione il potenziale elettrico fornito ai piedi che fungono da ritegno 8a o 8b (in funzione del periodo del ciclo preso in considerazione) è annullato quando i piedi motore, rispettivamente 8b o 8a, che diverranno, nella fase immediatamente successiva piedi di ritegno, sono ancora in fase di deformazione, per cui i piedi motore sono capaci di trascinare in traslazione il rotore e con esso i piedi di ritegno ancora parzialmente aderenti al dielettrico 5, agevolando il dispiegamento di questi ultimi e la scarica della carica elettrostatica residua (nella porzione di dielettrico sottostante ai detti piedi di ritegno) diminuendo così i tempi di risposta del sistema. Ciò consente di migliorare in modo

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

apprezzabile l'efficienza e l'affidabilità del motore.

L'andamento nel tempo del potenziale U_a , U_b applicato rispettivamente ai piedi del gruppo 8a e al gruppo dei piedi 8b è rappresentato rispettivamente nella parte superiore e nella parte inferiore della figura 6.

Naturalmente i particolari di costruzione e le forme di realizzazione potranno essere ampiamente variati rispetto a quanto descritto ed illustrato, senza per questo uscire dall'ambito della presente invenzione, così come definita nelle rivendicazioni che seguono.

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

RIVENDICAZIONI

1. - Motore elettrostatico lineare, comprendente uno statore piano (1) a struttura capacitiva formata da uno strato metallico (4) e da uno strato di materiale dielettrico (5), ed un cursore (2) parallelo e distanziato rispetto allo statore (1) e recante mezzi a film sottile conduttore (8a, 8b) definenti piedi sporgenti elasticamente deformabili disposti in contatto con lo strato di materiale dielettrico (5) dello statore (1), e mezzi di alimentazione ad impulsi di tensione (6) per applicare un campo elettrico fra detti piedi (8a, 8b) e detto strato metallico (4) dello statore (1) in modo da deformare elasticamente detti piedi (8a, 8b) per effetto elettrostatico e produrre una spinta di traslazione del cursore (2) lungo una direzione parallela allo statore (1) caratterizzato dal fatto che comprende un primo ed un secondo gruppo di detti piedi (8a, 8b) e dal fatto che detti mezzi di alimentazione (6) sono predisposti per sfasare gli impulsi di tensione applicati rispettivamente al primo ed al secondo di detti gruppi di piedi (8a, 8b).

2. - Motore elettrostatico secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che gli

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

impulsi di tensione, applicati rispettivamente al primo ed al secondo di detti gruppi di piedi (8a, 8b), sono sfasati fra loro di circa mezzo periodo.

3. - Motore elettrostatico secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detti piedi (8a, 8b) presentano in sezione trasversale una configurazione sostanzialmente a S.

4. - Motore elettrostatico secondo la rivendicazione 1 o la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che tra i piedi di detto primo e di detto secondo gruppo (8a, 8b) ed il cursore (2) sono interposti rispettivi elementi metallici di schermatura (9a, 9b).

5. - Motore elettrostatico secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detto strato di materiale dielettrico (5) dello statore (1) è un film di materiale ferroelettrico.

6. - Metodo per il controllo di un motore elettrostatico lineare comprendente uno statore piano (1) a struttura capacitiva formata da uno strato metallico (4) e da uno strato di materiale dielettrico (5), e di un cursore (2) parallelo e distanziato rispetto allo statore (1) e recante mezzi a film sottile conduttore (8a, 8b) definenti piedi

sporgenti elasticamente deformabili disposti in contatto con lo strato di materiale dielettrico (5) dello statore (1), e mezzi di alimentazione ad impulsi di tensione (6) per applicare un campo elettrico fra detti piedi (8a, 8b) e detto strato metallico (4) dello statore (1) in modo da deformare elasticamente detti piedi (8a, 8b) per effetto elettrostatico e produrre una spinta di traslazione del cursore (2) lungo una direzione parallela allo statore (1) caratterizzato dal fatto che si predispongono un primo ed un secondo gruppo di detti piedi (8a, 8b) e che detti primo gruppo e secondo gruppo di detti piedi vengono alimentati con impulsi di tensione aventi periodi fra loro sfasati.

5. - Motore elettrostatico e metodo di controllo di detto motore sostanzialmente come descritti ed illustrati e per gli scopi specificati.

Ing. Franco BUZZI
N. Invenz. ALBO 259
In proprio e per gli altri



1/2

Fig. 1

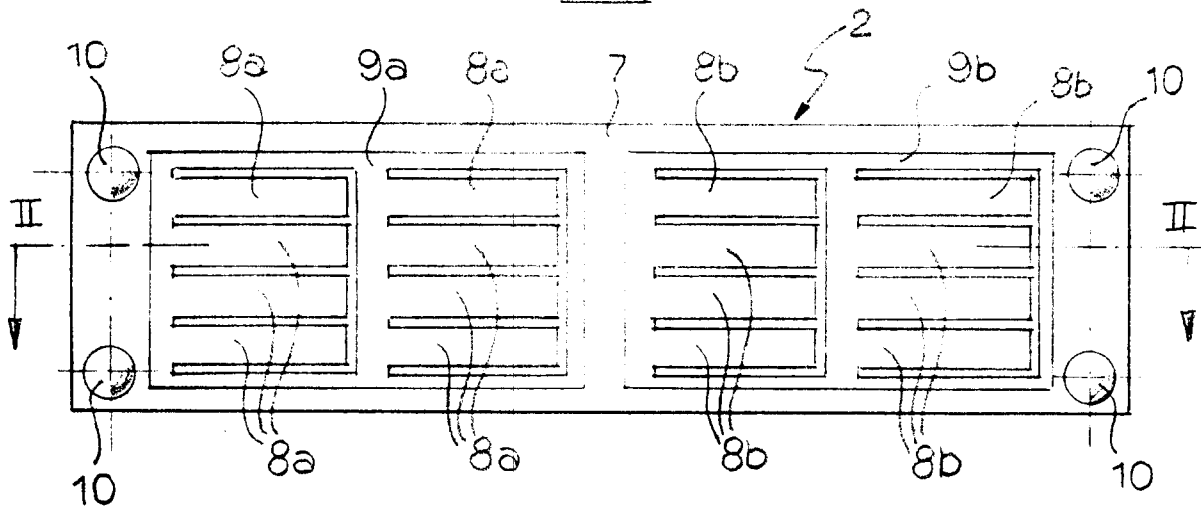


Fig. 2

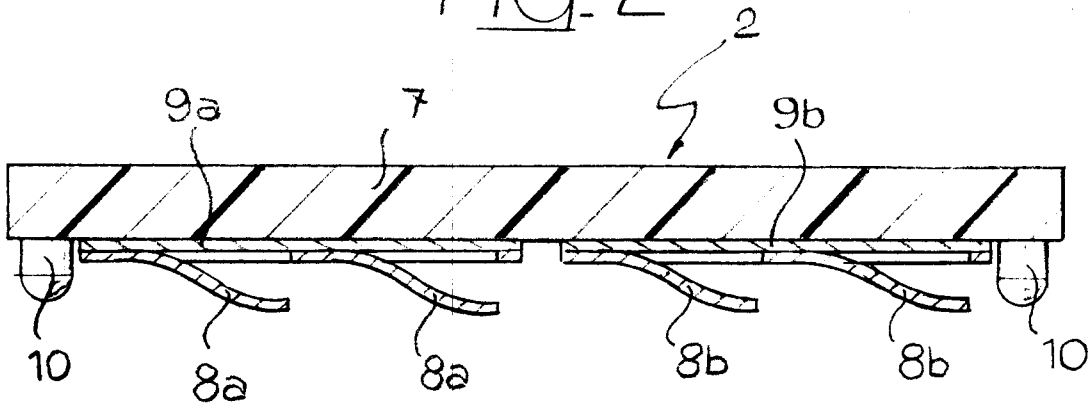
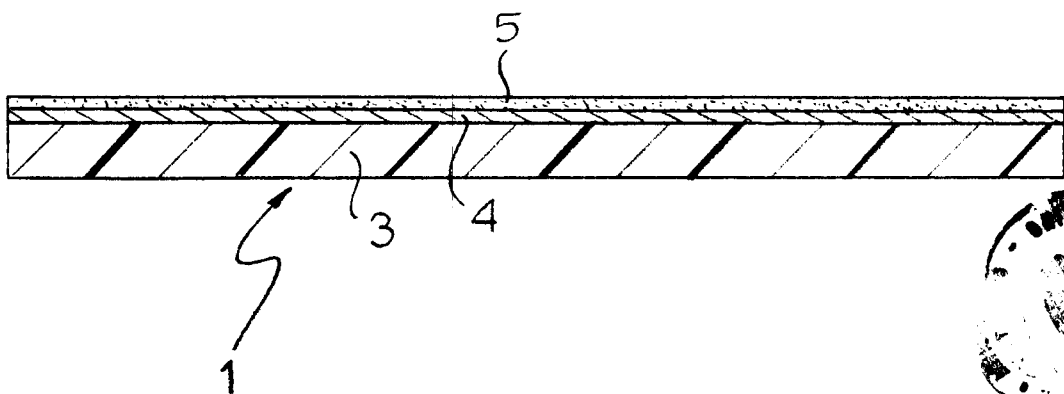


Fig. 3



T096A00084M

2/2

Fig. 4

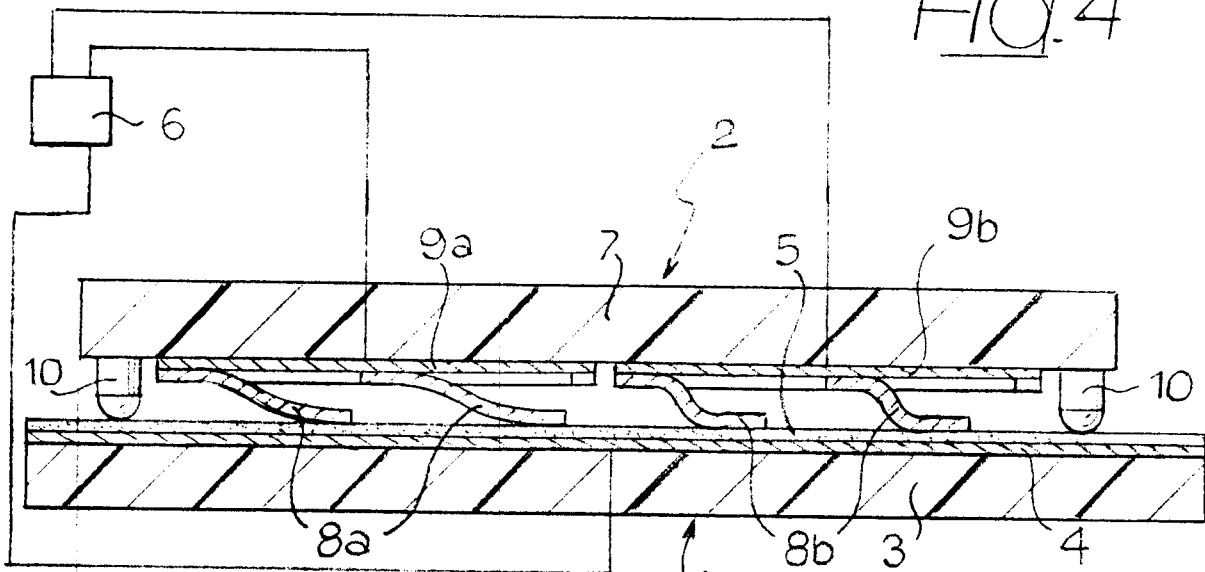


Fig. 5

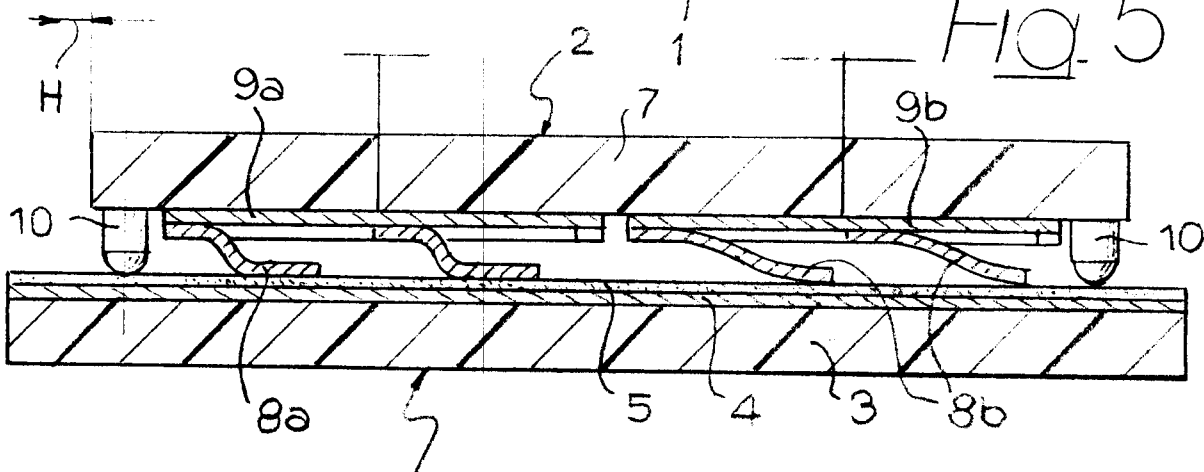
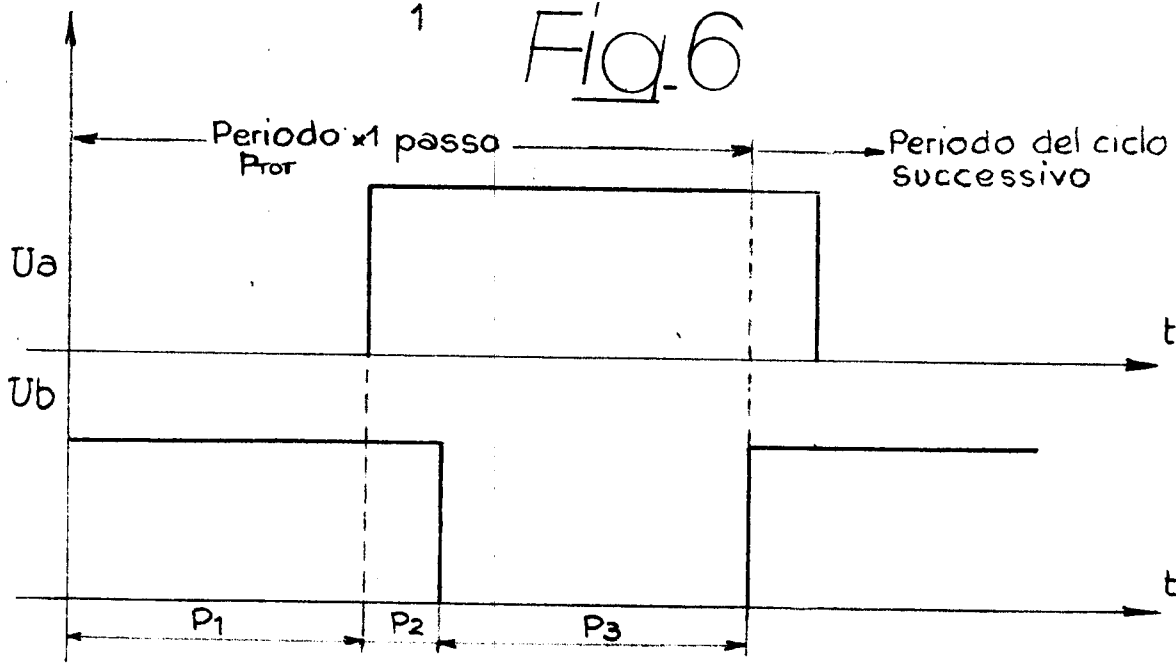


Fig. 6



Ing. Franco BUZZI
N. 1242 - ABC 250
(In proprio e per gli altri)