MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO

DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE

UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	**102012902105364**
Data Deposito	**28/11/2012**
Data Pubblicazione	**28/05/2014**

Classifiche IPC

Titolo

SONDA DI CONTATTO A SBALZO [CANTILEVER] PER UNA TESTA DI MISURA

Ing. Barbara Ferrari
(Iscr. Albo n°822 B)

DESCRIZIONE

Campo di applicazione

La presente invenzione fa riferimento ad una sonda di contatto a sbalzo [*cantilever*] per una testa di misura.

Più specificatamente l'invenzione si riferisce ad una sonda di contatto a sbalzo comprendente almeno un corpo di sonda e una porzione terminale a uncino, inclinata a partire da un punto di piega rispetto al corpo di sonda e terminante con una punta di contatto atta ad assicurare il contatto meccanico ed elettrico con una piazzola di contatto di un dispositivo da testare.

L'invenzione fa altresì riferimento ad una testa di misura comprendente una pluralità di sonde di contatto a sbalzo.

Arte nota

Come è ben noto, una testa di misura è essenzialmente un dispositivo atto a mettere in collegamento elettrico una pluralità di piazzole di contatto di una microstruttura (quale un circuito integrato o genericamente un dispositivo elettronico) con corrispondenti canali di una apparecchiatura o macchina di misura che ne esegue il test.

Il test effettuato su circuiti integrati serve a rilevare ed isolare circuiti difettosi già in fase di produzione. Normalmente, le teste di misura vengono quindi utilizzate per il test elettrico dei circuiti integrati su wafer prima del taglio e dell'assemblaggio degli stessi all'interno di un package di contenimento di chip.

E' quindi noto che l'efficacia e l'affidabilità di un test di misura dipende, tra gli altri fattori, anche dalla realizzazione di un buon

collegamento elettrico tra microstruttura, o genericamente dispositivo da testare, ed apparecchiatura di misura e, quindi, da un ottimale contatto elettrico sonda/piazzola.

E' altrettanto noto che il collegamento elettrico, apparecchiatura di misura/dispositivo e quindi sonda/piazzola, ancorché buono in origine, può subire nel tempo un sostanziale peggioramento se non addirittura un azzeramento a causa del deposito di sporcizia e della formazione di ossido sulle piazzole di contatto del dispositivo da testare.

Per l'affidabilità e l'efficacia di un test di misura, è quindi necessario e fondamentale provvedere alla "pulitura" delle suddette piazzole di contatto.

Tra le tipologie di teste di misura usate nel settore della tecnica qui considerato per il test dei circuiti integrati, largamente utilizzate sono le cosiddette teste di misura a sonde a sbalzo, chiamate anche teste di misura *cantilever*, che hanno appunto sonde sporgenti a mo' di canna da pesca al di sopra del dispositivo da testare.

In particolare, una testa di misura *cantilever* di tipo noto, supporta normalmente una pluralità di sonde, flessibili, generalmente astiformi, di prefissate proprietà elettriche e meccaniche. Le sonde, aggettanti a sbalzo dalla testa di misura *cantilever*, hanno una conformazione sostanzialmente ad uncino, per la presenza di un tratto terminale ripiegato sostanzialmente a gomito avente angolo interno ottuso.

In particolare, come schematicamente illustrato nelle Figure

1A e 1B, una testa di misura 1 a sonde a sbalzo comprende normalmente un anello di supporto 2 di alluminio, ceramica o altro materiale idoneo a cui è solidalmente accoppiato un supporto 3 in resina atto ad inglobare una pluralità di elementi di contatto mobili o sonde di contatto 4, normalmente costituite da fili di leghe speciali con buone proprietà elettriche e meccaniche, fuoriuscenti dal supporto 3 in resina in corrispondenza di una pluralità di punti 5 con un opportuno angolo rispetto ad un piano di un dispositivo da testare 8, comunemente denominato angolo di corpo o body angle, indicato schematicamente con β in figura. Tali sonde a sbalzo sono comunemente indicate come sonde *cantilever*.

In particolare, le sonde di contatto 4 presentano una porzione terminale a uncino 4A, piegata con una opportuna angolazione α rispetto all'asse XX delle sonde e terminante con una punta di contatto 6, in grado di contattare una pluralità di piazzole di contatto 7 di un dispositivo da testare 8.

La porzione delle sonde di contatto 4 esterna all'anello 2 di supporto è normalmente saldata ad un circuito stampato o *board* 9, come indicato in Figura 1B, per realizzare il contatto elettrico tra la testa di misura 1 a sonde a sbalzo e l'apparecchiatura di test.

Il buon collegamento fra le sonde di contatto 4 della testa di misura 1 e le piazzole di contatto 7 del dispositivo da testare 8 è assicurato dalla pressione della testa di misura 1 sul dispositivo stesso, le sonde di contatto 4 subendo una flessione in verticale in senso opposto al movimento del dispositivo verso la testa.

Come illustrato schematicamente in Figura 2A con riferimento ad una sola sonda di contatto 4, quando il dispositivo da testare 8 si sposta verticalmente contro la porzione terminale a uncino 4A (come indicato dalle frecce FF in figura), la sonda di contatto 4 si flette ed il suo punto di piega, indicato con PG, che è l'intersezione fra la porzione terminale a uncino 4A ed un tratto di sonda sporgente rispetto al supporto 3 in resina, indicato come 4B, percorre un arco di cerchio.

Il tratto sporgente 4B di sonda costituisce quindi un braccio di lavoro per la sonda di contatto 4 nel suo movimento di flessione verticale e viene comunemente indicato con il termine "*free lenght*".

La forma ad uncino delle sonde di contatto 4 è tale per cui, durante il contatto con le piazzole di contatto 7 del dispositivo da testare 8 e la loro escursione verso l'alto o "*overtravel*" oltre un punto di contatto prestabilito, le punte di contatto 6 delle sonde 4 scivolano sulle piazzole di contatto 7 nella direzione determinata dalla geometria del sistema.

E' opportuno notare che la forza esercitata da ciascuna sonda di contatto 4 sulle piazzole di contatto 7 dipende da molti fattori, fra i quali i principali sono il tipo di materiale in cui la sonda è realizzata, la sua forma, l'angolazione α della sua porzione terminale a uncino 4A, la lunghezza del suo tratto sporgente o *free lenght* 4B e l'*overtravel* delle piazzole 7 del dispositivo da testare 8. Tali fattori determinano inoltre l'entità dello scivolamento delle punte di contatto 6 sulle piazzole di contatto 7, comunemente indicato con il termine "*scrub*".

Ad un tale spostamento strisciato corrisponde infatti un

effetto di "raschiamento" o "spazzolatura" della superficie della piazzola di contatto 7, con conseguente rimozione dello strato di sporcizia o ossido su di esse eventualmente presente.

Lo spostamento strisciato o *scrub* delle punte di contatto 6 sulle piazzole 7, dovrebbe consentire un duraturo contatto elettrico ottimale tra le sonde 4 e le piazzole 7 del dispositivo da testare 8.

In particolare, è estremamente importante assicurare uno *scrub* sufficiente delle punte di contatto sulle piazzole di contatto 7 che permette di "pulire" superficialmente le piazzole stesse, migliorando il contatto effettuato dalla testa di misura 1.

Questa tecnica, per quanto vantaggiosa quando adottata per l'applicazione a circuiti integrati del tipo convenzionalmente utilizzato fino a poco tempo fa, presenta riconosciutamente un grave inconveniente tecnico quando adottata per la pulitura di circuiti integrati di recente progettazione. Infatti da qualche tempo vengono progettati e messi a disposizione circuiti integrati (e simili microstrutture) sempre più densi di piazzole di contatto, con piazzole sempre più piccole.

In particolare, l'esigenza di ottenere uno *scrub* sufficiente delle piazzole di contatto 7 per garantire un contatto elettrico con il dispositivo da testare 8 in tutte le condizioni di funzionamento della testa di misura 1 risulta in contrasto con l'esigenza attuale del mercato che spinge a progettare dispositivi sempre più densi con piazzole di contatto 7 sempre più piccole. Il movimento delle punte di contatto 6 delle sonde 4 sulle piazzole di contatto 7 che permette di ottenere uno

scrub sufficiente fa sì che, nei dispositivi con piazzole di dimensioni ridotte, la punta di contatto 6 rischia di uscire dai limiti della piazzola 7 stessa, con il conseguente mancato instaurarsi del collegamento elettrico con il dispositivo da testare 8 e con il rischio di danneggiare la sonda 4 o il dispositivo 8 stesso.

Il movimento delle punte sulle piazzole provoca l'incisione di queste ultime e la formazione di segni d'incisione denominati usualmente "*scrub mark*".

Un valore piccolo di *scrub mark* è indice di un test poco invasivo e riduce il danneggiamento delle piazzole di contatto 7 da parte delle punte delle sonde di contatto 4 e questo permette di ottenere una buona qualità del collegamento [*bonding*] effettuato successivamente su tali piazzole.

E' quindi opportuno realizzare sonde di contatto 4 che formano *scrub mark* i più piccoli possibili.

Le teste di misura note presentano inoltre dei limiti intrinseci di distanza tra due sonde adiacenti o contigue, e quindi di distanza tra centro e centro di due piazzole di contatto 7 adiacenti del dispositivo da testare 8, nota nel campo come "*pitch*". In particolare il valore di "*pitch*" minimo delle piazzole che possono essere testate dipende dalla conformazione geometrica e dalle dimensioni delle sonde. Per evitare il contatto tra sonde contigue, la testa di misura 1 deve soddisfare alla seguente relazione:

$$PL > fc + S$$

essendo:

PL la distanza tra punte di contatto di sonde di contatto adiacenti;

fc il diametro delle sonde di contatto 4; e

S la distanza di sicurezza tra sonde di contatto 4 adiacenti.

La condizione S=0, vale a dire l'annullamento della distanza di sicurezza, corrisponde alla collisione fra le sonde.

Si noti che è comune parlare di diametro fc delle sonde di contatto 4 dal momento che tali sonde sono generalmente realizzate da fili metallici e presentano sezione circolare. Più in generale, si intende come diametro della sonda la dimensione massima della sua sezione ortogonale ad un asse di sviluppo longitudinale della sonda stessa, inteso, per le considerazioni sopra fatte, nella direzione di affiancamento delle sonde, vale a dire dove si ha la possibilità di contatto tra le stesse.

Nelle attuali tecnologie, per aumentare il numero di sonde a parità di valore di *pitch* è noto ridurre la dimensione delle sonde di contatto 4, in particolare il loro diametro fc, con un conseguente indebolimento delle stesse. Una tale soluzione risulta quindi applicabile solo in un limitato numero di casi.

E' altresì noto, in presenza di piazzole di contatto 7 aventi un'elevata densità, disporre le sonde di contatto 4 su più livelli o strati, variando di conseguenza le lunghezze L1, ..., Ln delle porzioni terminali a uncino 4A, come schematicamente illustrato in Figura 2B.

Il calcolo del numero N di livelli necessari per disporre una pluralità di sonde di contatto 4 di diametro fc su piazzole di contatto 7 aventi distanza o *pitch* pari a P, mantenendole ad una distanza di

sicurezza S viene effettuato tramite la seguente formula empirica:

$$N = (fc+S)/P \text{ (arrotondata all'intero per eccesso)}$$

Nel caso di una testa di misura con sonde di contatto 4 a sbalzo disposte su più livelli risulta evidente che il problema della collisione tra sonde assume carattere tridimensionale. In particolare, i punti a maggior rischio di contatto risultano i punti di piega PG di una sonda che ha un livello corrispondente ad una zona poco rastremata di una porzione terminale a uncino 4A di sonde di contatto 4 adiacenti.

Risulta quindi opportuno, quando possibile, disporre le sonde di contatto 4 sul minor numero possibile di livelli.

In sostanza, la scelta della configurazione di disposizione delle sonde di contatto 4 su più livelli dipende da molti fattori fra i quali i più importanti sono i seguenti:

- spazio disponibile per le sonde di contatto 4 nel loro complesso;
- diametro fc di ogni sonda di contatto 4;
- forma delle porzioni terminali a uncino 4A; e
- *pitch* del dispositivo da testare 8.

Considerando fissato il valore del *pitch* del dispositivo da testare 8, è possibile aumentare il numero di sonde alloggiabili in ogni singolo livello diminuendone il diametro.

E' opportuno notare però che sonde di contatto 4 di piccolo diametro presentano prestazioni meccaniche ed elettriche ridotte, legate all'aumento della resistenza di contatto tra uncini e piazzole del dispositivo da testare 8 a causa della minor pressione esercitata dalle

punte delle sonde di contatto 4 sulle rispettive piazzole di contatto 7.

Si verifica facilmente che anche la lunghezza degli *scrub mark* risulta fortemente dipendente dalla lunghezza degli uncini. All'aumentare del numero N di livelli, che comporta un aumento della lunghezza degli uncini, aumenta quindi anche la lunghezza degli *scrub mark* ad essi associati.

In particolare, in una testa di misura con sonde di contatto 4 su N livelli la sonda appartenente al livello l1, con uncino di lunghezza L1, genera uno *scrub mark* più corto della sonda appartenente al livello l2, con uncino di lunghezza L2, a sua volta più corto di quello generato dalla sonda appartenente al livello l3, con uncino di lunghezza L3.

La sonda appartenente al livello più alto, ln, con uncino di maggiore lunghezza, Ln, genererà quindi lo *scrub mark* più lungo ed in corrispondenza ad essa si avrà il massimo danneggiamento delle piazzole di contatto 7.

In sostanza, l'esigenza di disporre le sonde su più livelli è in antitesi con la necessità di contenere la lunghezza o addirittura ridurre la lunghezza degli *scrub mark*, e quindi il danneggiamento delle piazzole di contatto ed il rischio di fuoriuscita, soprattutto perché la dimensione delle piazzole di contatto tende ad una continua riduzione.

Inoltre, con l'aumentare dei livelli, aumenta il rischio di collisione fra le sonde dei livelli più alti in quanto si riduce in proporzione anche la loro distanza minima, data la conicità delle sonde stesse.

Come risulta evidente da quanto sopra descritto, esistono

esigenze contrapposte che obbligano a scelte di compromesso molto precario che pregiudicano anche gravemente la buona funzionalità delle testa di misura realizzate secondo l'arte nota.

Il problema tecnico che sta alla base della presente invenzione è quello di escogitare una sonda di contatto a sbalzo [*cantilever*] avente una configurazione in grado di ridurre le probabilità di contatto anche in presenza di *pitch* ridotti dei dispositivo da testare, aumentare lo spazio di sicurezza tra le sonde e ridurre lo *scrub* delle punte sulle piazzole di contatto, pur garantendo un corretto contatto meccanico ed elettrico tra sonde e piazzole di contatto.

Sommario dell'invenzione

L'idea di soluzione che sta alla base della presente invenzione è quella di modificare la configurazione delle sonde di contatto in almeno una porzione del loro corpo di sonda, con una diminuzione dello spessore di tale corpo nella direzione di affiancamento delle sonde.

Sulla base di tale idea di soluzione il problema tecnico è risolto da una sonda di contatto a sbalzo comprendente almeno un corpo di sonda e una porzione terminale a uncino, raccordata con il corpo di sonda e terminante con un tratto inclinato in una configurazione a uncino, la porzione terminale essendo piegata in corrispondenza di un punto di piega con una opportuna angolazione del tratto inclinato a uncino rispetto ad un asse di sviluppo longitudinale della sonda e terminando con una punta di contatto atta ad assicurare il contatto meccanico ed elettrico con una piazzola di contatto di un dispositivo da testare, caratterizzata dal fatto di comprendere almeno

una porzione ridotta avente una prima sezione con almeno una prima dimensione inferiore rispetto ad una corrispondente prima dimensione di una seconda sezione della sonda in un tratto non comprendente la porzione ristretta, in una direzione di affiancamento delle sonde all'interno di una testa di misura, la porzione ridotta essendo sostanzialmente ristretta ai fianchi con formazione di una sezione con dimensione trasversale ridotta disposta di taglio.

Secondo un aspetto dell'invenzione, il rapporto tra la prima dimensione della prima sezione in corrispondenza della porzione ristretta e la prima dimensione della seconda sezione può essere scelto nell'intervallo 0.30-0.95.

Secondo un altro aspetto dell'invenzione, la porzione ristretta può essere simmetrica rispetto all'asse di sviluppo longitudinale della sonda.

Inoltre, secondo un aspetto dell'invenzione, la prima sezione della sonda in corrispondenza della porzione ristretta ha una seconda dimensione nella direzione ortogonale alla direzione di affiancamento delle sonde superiore alla prima dimensione.

Secondo un altro aspetto dell'invenzione, la punta di contatto può comprendere una porzione di contatto corrugata.

Inoltre, la porzione ristretta può essere realizzata in un tratto del corpo di sonda contiguo alla porzione terminale.

La porzione ristretta può essere altresì realizzata in un tratto della porzione terminale in corrispondenza del punto di piega.

Secondo un aspetto dell'invenzione, la sonda può

comprendere una porzione ristretta realizzata in un tratto del corpo di sonda contiguo alla porzione terminale ed una ulteriore porzione ristretta realizzata in un tratto della porzione terminale in corrispondenza del punto di piega.

Secondo un altro aspetto dell'invenzione, il valore della prima dimensione della prima sezione in corrispondenza della porzione ristretta può essere scelto in base ad un valore di distanza dei centri delle piazzole di contatto del dispositivo da testare.

Inoltre, secondo un altro aspetto dell'invenzione, il valore della seconda dimensione della prima sezione in corrispondenza della porzione ristretta può essere scelto in base ad un valore di corrente che la sonda deve sopportare.

Secondo un ulteriore aspetto dell'invenzione, i valori della prima e seconda dimensione della prima sezione in corrispondenza della porzione ristretta possono essere scelti per controllare la forza di contatto della sonda su una piazzola di contatto del dispositivo da testare oppure per bilanciare sonde con tratti inclinati di diversa lunghezza oppure per contattare piazzole interne al dispositivo.

Il valore della prima dimensione della prima sezione in corrispondenza della porzione ristretta può variare da 25μm a 200μm ed il valore della prima dimensione della seconda sezione può variare da 50μm a 300μm. In alternativa, il valore della prima dimensione della prima sezione in corrispondenza della porzione ristretta può variare da 20μm a 180μm ed il valore della prima dimensione della seconda sezione può variare da 30μm a 200μm. Inoltre, il valore della seconda

dimensione della prima sezione in corrispondenza della porzione ristretta può variare da 50μm a 400μm.

Secondo un altro aspetto dell'invenzione, la prima sezione in corrispondenza della porzione ristretta può avere una forma scelta tra una figura sostanzialmente a quadrilatero comprendente due contrapposti lati rettilinei e due contrapposti lati curvilinei, un rettangolo, un quadrato, una ellisse.

Il problema tecnico è altresì risolto da una testa di misura comprendente almeno supporto ad anello a cui è solidalmente accoppiato un ulteriore supporto in resina atto ad inglobare una pluralità di sonde di contatto a sbalzo realizzate come sopra descritto.

Secondo un aspetto dell'invenzione, la testa di misura può comprendere almeno un primo livello di sonde di contatto aventi almeno una porzione ristretta realizzata in un tratto della porzione terminale in corrispondenza del punto di piega ed un secondo livello di sonde di contatto prive della porzione ristretta.

Le caratteristiche ed i vantaggi della sonda di contatto e della testa di misura secondo l'invenzione risulteranno dalla descrizione, fatta qui di seguito, di suoi esempi di realizzazione dati a titolo indicativo e non limitativo con riferimento ai disegni allegati.

Breve descrizione dei disegni

In tali disegni:

- la Figura 1A: mostra una vista dall'alto di una testa di misura a sonde a sbalzo secondo l'arte nota;
- la Figura 1B: mostra una vista in sezione frontale della

testa di misura a sonde a sbalzo di Figura 1A;

- la Figura 2A: mostra una vista in sezione di un particolare della testa di misura a sonde a sbalzo di Figura 1A;
- la Figura 2B: mostra una vista in sezione di un particolare di un altro esempio di realizzazione di una testa di misura a sonde a sbalzo secondo l'arte nota;
- la Figura 3A: mostra una vista prospettica di una sonda di contatto a sbalzo secondo l'arte nota;
- la Figura 3B: mostra una vista in sezione trasversale della sonda di contatto a sbalzo di Figura 3A;
- la Figura 4A: mostra una vista prospettica di una sonda di contatto a sbalzo secondo una forma di realizzazione dell'invenzione;
- le Figure 4B e 4C: mostrano viste in sezione trasversale della sonda di contatto a sbalzo di Figura 4A;
- la Figura 5A: mostra una vista prospettica di una testa di misura incorporante sonde di contatto a sbalzo di Figura 4A;
- la Figura 5B: mostra una vista dall'alto di un particolare della testa di misura di Figura 5A, in un confronto tra sonde di contatto a sbalzo note di Figura 3A e sonde di contatto a sbalzo secondo la forma di realizzazione dell'invenzione di Figura 4A;
- la Figura 6: mostra una vista prospettica di una sonda di contatto a sbalzo secondo una variante di realizzazione dell'invenzione;
- la Figura 7: mostra una vista prospettica di una testa di misura incorporante sonde di contatto a sbalzo di Figura 6;
- le Figure 7A e 7B: mostrano in una vista frontale un

particolare di una testa di misura di Figura 7, in un confronto tra sonde di contatto a sbalzo note di Figura 3A e sonde di contatto a sbalzo secondo la variante di realizzazione dell'invenzione di Figura 6, rispettivamente;

- la Figura 8: mostra una vista prospettica di una sonda di contatto a sbalzo secondo una ulteriore variante di realizzazione dell'invenzione; e
- le Figure 9A-9E: mostrano viste in sezione trasversale di sonde di contatto a sbalzo secondo varianti di realizzazione dell'invenzione.

Descrizione dettagliata

Facendo riferimento in particolare alle Figure 3A e 4A, sono schematicamente illustrate una sonda di contatto a sbalzo o sonda *cantilever* realizzata secondo l'arte nota (Figura 3A) ed una sonda di contatto a sbalzo o sonda *cantilever* realizzata secondo una forma di realizzazione dell'invenzione (Figura 4A).

In particolare, la sonda di contatto a sbalzo 10 realizzata secondo l'arte nota ed illustrata in Figura 3A comprende un corpo di sonda 11 ed una porzione terminale 12, raccordata al corpo di sonda 11 e terminante con un tratto inclinato 13 in una configurazione a uncino. Come già indicato in precedenza, la porzione terminale 12 è piegata in corrispondenza di un punto di piega 14 con una opportuna angolazione del tratto inclinato 13 rispetto all'asse del corpo di sonda 11 e termina con una punta di contatto 15, atta a contattare una pluralità di piazzole di contatto 7 di un dispositivo da testare.

Il corpo di sonda 11 è astiforme, ha sezione sostanzialmente costante e di forma circolare con diametro D, come schematicamente indicato in Figura 3B che è una sezione di tale corpo di sonda 11 in corrispondenza di un piano trasversale α indicato in Figura 3A.

Usualmente, per una sonda avente lunghezza complessiva che varia da 3,8cm a 8cm, la lunghezza del corpo di sonda 11 varia da 3,7cm a 7,7cm e la lunghezza della porzione terminale 12 a uncino varia da 1mm a 3mm, la lunghezza del tratto inclinato 13 potendo variare da 0,15mm a 1,5mm. Ulteriormente, il diametro D del corpo di sonda 11 può variare tra 50μm e 300μm mentre la punta di contatto 15, anch'essa sostanzialmente circolare, può avere diametro d che varia da 8μm a 80μm. In tal modo, la porzione terminale 12 a uncino risulta essere rastremata nella forma di un cono troncato.

Una sonda di contatto a sbalzo realizzata secondo l'invenzione ed illustrata in Figura 4A, complessivamente indicata con 20, comprende un corpo di sonda 21 ed una porzione terminale 22, raccordata con il corpo di sonda 21 e terminante con un tratto inclinato 23 in una configurazione a uncino. La porzione terminale 22 è piegata in corrispondenza di un punto di piega 24 con una opportuna angolazione del tratto inclinato 23 a uncino rispetto ad un asse di sviluppo longitudinale del corpo di sonda 21 e termina con una punta di contatto 25, atta a contattare una pluralità di piazzole di contatto 7 di un dispositivo da testare.

Vantaggiosamente secondo l'invenzione, la sonda di contatto a sbalzo 20 comprende almeno una porzione ridotta 26 avente sezione

con almeno una prima dimensione inferiore rispetto ad una corrispondente prima dimensione della sezione del resto della sonda, in particolare nella direzione di affiancamento delle sonde all'interno di una testa di misura, indicata con Dir in Figura 4A. Più in particolare, tale porzione ridotta risulta essere ristretta ai fianchi con formazione di una sezione con dimensione trasversale ridotta disposta di taglio, tali sonde essendo disposte, come sarà meglio spiegato nel seguito, in modo da fuoriuscire da un anello di supporto secondo almeno un livello, inteso come altezza di un punto di fuoriuscita della sonde dall'anello di supporto o meglio dal supporto in resina ad esso associato rispetto ad un dispositivo da testare, in una configurazione affiancata delle sonde stesse. E' possibile considerare che le sonde di un dato livello sono disposte affiancate lungo un piano, che chiameremo piano di sonda, avente una certa distanza da un piano definito dal dispositivo da testare quando la testa di misura comprendente tali sonde è in contatto premente su di esso, ogni livello corrispondendo ad una diversa distanza tra il piano di sonda ed il piano del dispositivo da testare.

Nella forma di realizzazione di Figura 4A, la sonda di contatto a sbalzo 20 ha una porzione ristretta 26, in particolare realizzata in un tratto del corpo di sonda 21 contiguo alla porzione terminale 22, avente una prima sezione A1 illustrata in Figura 4B, presa in corrispondenza di un primo piano trasversale β di Figura 4A con una prima dimensione B, in particolare una dimensione massima nella direzione di affiancamento delle sonde Dir, ed una seconda dimensione H, in particolare una dimensione massima nella direzione ortogonale alla

direzione di affiancamento delle sonde Dir. In sostanza, la prima dimensione B risulta essere lo spessore della porzione ristretta 26 della sonda di contatto a sbalzo 20 e la seconda dimensione H risulta essere la sua altezza. In una forma preferita di realizzazione, la seconda dimensione H è superiore alla prima dimensione B.

La sonda di contatto a sbalzo 20 ha altresì una seconda sezione A2 illustrata in Figura 4C, presa in corrispondenza di un secondo piano trasversale γ di Figura 4A e quindi in corrispondenza del tratto di corpo di sonda 21 dove non è presente la porzione ristretta 26, la sezione A2 essendo circolare di diametro B', nell'esempio di figura uguale alla sezione A della sonda di contatto a sbalzo 10 di Figura 3A.

E' possibile realizzare la porzione ristretta 26 mediante opportuna lavorazione della sonda di contatto a sbalzo 20, ad esempio mediante asportazione di materiale in maniera simmetrica rispetto all'asse di sviluppo longitudinale della sonda di contatto a sbalzo 20, da un tratto del corpo di sonda 21, realizzando una sorta di smanco simmetrico in tale tratto.

Vantaggiosamente secondo l'invenzione, la prima dimensione B della prima sezione A1, presa in corrispondenza della porzione ristretta 26, è inferiore alla prima dimensione B' della seconda sezione A2, presa in corrispondenza del tratto di corpo di sonda 21 dove non è presente la porzione ristretta 26, secondo la stessa direzione di affiancamento delle sonde Dir, in maniera trasversale rispetto al corpo di sonda 21. In una forma preferita di realizzazione, la seconda sezione A2 è circolare ed ha diametro uguale a B' e la seconda dimensione H

della prima sezione A1 è uguale a tale diametro B'.

In una forma ulteriormente preferita di realizzazione, la prima dimensione B della prima sezione A1 della porzione ristretta 26 è pari ad anche il 20% della prima dimensione B' della seconda sezione A2 secondo la stessa direzione di affiancamento delle sonde Dir. In generale, il rapporto tra la prima dimensione B della prima sezione A1 e la prima dimensione B' della seconda dimensione viene scelto nell'intervallo 0.30-0.95.

La porzione terminale 22 a uncino di ogni sonda di contatto a sbalzo 20 termina con una punta di contatto 25, tale punta essendo atta ad andare in appoggio e a contattare una pluralità di piazzole di contatto di un dispositivo da testare.

E' opportuno sottolineare che la presenza della porzione ristretta 26 nel corpo di sonda 21 modifica le proprietà elastiche della sonda di contatto a sbalzo 20 nel suo complesso, ed in particolare del corpo di sonda 21, e consente di diminuire il numero di livello su cui le sonde devono essere disposte.

Per una sonda avente lunghezza complessiva che varia da 3,8cm a 8cm, la lunghezza del corpo di sonda 21 varia da 3,7cm a 7,7cm e la lunghezza della porzione terminale 22 a uncino varia da 1mm a 3mm e la lunghezza del tratto inclinato 23 può variare da 0,15mm a 1,5mm. Ulteriormente, la prima dimensione B' o diametro del corpo di sonda 21 nel caso di sonde circolari può variare tra 50μm e 300μm mentre la punta di contatto 25, anch'essa sostanzialmente circolare, può avere diametro d che varia da 8μm a 80μm.

In un esempio di realizzazione, il valore della prima dimensione B della porzione ristretta 26 varia da 25μm a 200μm ed il valore della seconda dimensione H della porzione ristretta 26 varia da 50μm a 400μm, mentre la prima dimensione B' del tratto di corpo di sonda 21 che non comprende la porzione ristretta 26 può variare da 50μm a 300μm.

Vantaggiosamente secondo l'invenzione, la punta di contatto 25 può altresì presentare una porzione di contatto opportunamente corrugata atta ad attestarsi su uno strato o pellicola di copertura (ossido o in generale sporcizia) che sovrasta la piazzola di contatto del dispositivo da testare.

In tal modo, vantaggiosamente secondo l'invenzione, la punta di contatto 25 si "impunta" in corrispondenza della zona di impatto sulla piazzola di contatto, limitando lo *scrub* effettuato dalla punta stessa, con la sonda 20 in contatto premente contro la piazzola di contatto, la stessa avendo effettuato uno spostamento verticale o *overtravel* OT.

La porzione terminale 22 a uncino della sonda di contatto a sbalzo 20 secondo l'invenzione subisce quindi una deformazione in occasione di tale contatto premente contro la piazzola di contatto, il suo movimento orizzontale o *scrub* sulla piazzola stessa essendo limitato dall'impuntamento della porzione di contatto corrugata sullo strato di copertura delle piazzole di contatto.

Si sottolinea altresì che tale azione di impuntamento è facilitata dalla presenza della porzione ristretta 26 nel corpo di sonda

21, che migliora le prestazioni della sonda in termini di flessibilità. Utilizzando sonde di contatto a sbalzo 20 realizzare secondo l'invenzione si ottengono quindi *scrub mark* minori rispetto alle sonde realizzate secondo la tecnica nota.

Una testa di misura secondo una forma di realizzazione dell'invenzione è illustrata schematicamente e parzialmente in Figura 5A, complessivamente indicata con 30. In particolare, la testa di misura 30 comprende un supporto ad anello 27 di alluminio, ceramica o altro materiale idoneo a cui è solidalmente accoppiato un ulteriore supporto in resina 28 atto ad inglobare una pluralità di sonde di contatto a sbalzo 20, in maniera che siano sostanzialmente allineate su un unico livello, inteso come livello o altezza di uscita delle sonde di contatto a sbalzo 20 dal'ulteriore supporto in resina 28 rispetto ad un piano ideale costituito dal dispositivo da testare quando la testa di misura 30 è in contatto premente su di esso.

Nella forma di realizzazione illustrata in Figura 5A, le sonde di contatto a sbalzo 20 sono inglobate nell'ulteriore supporto in resina 28 in corrispondenza delle loro porzioni ristrette 26, realizzate, come nell'esempio illustrato in Figura 4A, in corrispondenza del corpo di sonda 21.

E' quindi evidente che nella testa di misura 30 le sonde di contatto a sbalzo 20 possono essere maggiormente avvicinate nell'ulteriore supporto in resina 28, rispetto a sonde di contatto a sbalzo 10 realizzate secondo la tecnica nota, grazie alle dimensioni ridotte proprio nella direzione di affiancamento delle sonde Dir, in particolare

alla prima dimensione B della prima sezione A1 in corrispondenza della porzione ristretta 26.

E' in tal modo possibile realizzare una testa di misura 30 in grado di testare dispositivi aventi *pitch* ridotti rispetto a quelli che possono essere testati da una testa di misura tradizionale della tecnica nota.

Per comprendere appieno le vantaggiose caratteristiche della testa di misura 30 comprendente le sonde di contatto a sbalzo 20 secondo l'invenzione è possibile fare riferimento alla Figura 5B, dove sono illustrate, nella porzione di sinistra, una coppia di sonde di contatto a sbalzo 10, realizzate secondo la tecnica nota, affiancate e contigue tra loro secondo la direzione Dir, con sezione sostanzialmente circolare, mentre nella porzione di destra è mostrata una coppia di sonde di contatto a sbalzo 20, realizzate secondo l'invenzione, analogamente affiancate e contigue tra loro, in corrispondenza delle loro porzioni ristrette 26.

E' immediatamente evidente che la distanza P1 tra le punte di contatto 15 delle sonde di contatto a sbalzo 10 realizzate secondo la tecnica nota è maggiore della distanza P2 tra le punte di contatto 25 delle sonde di contatto a sbalzo 20 realizzate secondo l'invenzione, a parità di distanza di sicurezza S tra le sonde stesse. In tal modo, le sonde di contatto a sbalzo 20 sono in grado di contattare piazzole con centri aventi distanza ovvero *pitch* minore rispetto alle sonde di contatto a sbalzo 10 di tipo noto (P2<P1).

E' altresì possibile verificare che la testa di misura 30 secondo

l'invenzione consente di testare dispositivi con piazzole di contatto di dimensioni estremamente ridotte.

E' infatti opportuno notare che la riduzione della prima dimensione B della prima sezione A1 della porzione ristretta 26 del corpo di sonda 21 consente di migliorare il comportamento elastico della sonda di contatto a sbalzo 20 secondo l'invenzione, nel suo meccanismo di deformazione durante il *testing*, ossia in occasione del contatto premente della punta di contatto 25 della sonda di contatto a sbalzo 20 con una piazzola di contatto del dispositivo da testare.

Ancora, vantaggiosamente secondo l'invenzione, grazie alla sua porzione di contatto corrugata, la punta di contatto 25 della sonda di contatto a sbalzo 20 elimina comunque la pellicola di copertura dalla piazzola di contatto su cui si impunta, garantendo il corretto contatto elettrico della sonda 20 e quindi il corretto funzionamento della testa di misura 30 che la comprende. La presenza della porzione corrugata della punta di contatto 25 consente inoltre di ridurre il movimento di strisciamento della punta di contatto 25 sulla piazzola di contatto e quindi, come già detto, la lunghezza degli *scrub mark*.

Riassumendo, è evidente che a parità di dimensioni del corpo di sonda 21 delle sonde utilizzate, la testa di misura secondo l'invenzione permette di testare dispositivi con *pitch* ridotti e piazzole di piccole dimensioni con qualità ed affidabilità elevate. Vengono in tal modo soddisfatte le nuove esigenze della tecnologia che richiede dimensioni sempre più ridotte di piazzole di contatto (*pad*) e di *pitch* .

Dal momento che, grazie alla riduzione degli *scrub mark*, è

possibile ridurre la dimensione delle piazzole di contatto o *pad*, la testa di misura 30 consente inoltre di ottenere un grosso risparmio di area: a pari superficie di silicio, potendosi quindi realizzare un maggior numero di dispositivi per fetta di silicio.

Infine, grazie alla conformazione delle sonde di contatto a sbalzo 20, è possibile realizzare una testa di misura 30 con un numero inferiore di livelli rispetto a quelli utilizzati nell'arte nota per il *testing* di uno stesso dispositivo, ciascun livello di sonde di contatto a sbalzo 20 potendo contattare un maggior numero di piazzole di contatto grazie alla ridotta distanza delle rispettive punte di contatto 25.

Secondo una variante di realizzazione, una sonda di contatto a sbalzo 20' comprende una porzione ristretta 26' in corrispondenza della sua porzione terminale 22, come schematicamente indicato in Figura 6. In particolare, la porzione ristretta 26' è realizzata in corrispondenza del punto di piega 24 della porzione terminale 22, in maniera sostanzialmente simmetrica rispetto a tale punto di piega 24.

Come visto in precedenza, è possibile realizzare la porzione ristretta 26' mediante opportuna lavorazione della sonda di contatto a sbalzo 20, ad esempio mediante asportazione di materiale in maniera simmetrica rispetto all'asse di sviluppo longitudinale della sonda di contatto a sbalzo 20', da un tratto della porzione terminale 22, ad esempio simmetrico attorno al punto di piega 24, realizzando una sorta di smanco simmetrico in tale tratto.

In maniera analoga alla forma di realizzazione della Figura 5A, la porzione ristretta 26' ha una prima sezione analoga alla sezione A1

illustrata in Figura 4B, presa in corrispondenza del punto di piega 24 con una prima dimensione B, in particolare una dimensione massima nella direzione di affiancamento delle sonde Dir, ed una seconda dimensione H, in particolare una dimensione massima nella direzione ortogonale alla direzione di affiancamento delle sonde Dir.

La sonda di contatto a sbalzo 20' ha altresì una seconda sezione A2 come quella illustrata in Figura 4C, presa in corrispondenza del porzione terminale 22 dove non è presente la porzione ristretta 26', avente una prima dimensione B' nella direzione di affiancamento delle sonde Dir maggiore della prima dimensione della prima sezione A1 presa in corrispondenza della porzione ristretta 26'; in particolare, la sezione A2 può essere circolare di diametro pari alla prima dimensione B'.

Vantaggiosamente secondo l'invenzione, la prima dimensione B della prima sezione A1, presa in corrispondenza della porzione ristretta 26', è inferiore alla prima dimensione B' della seconda sezione A2, presa in corrispondenza del tratto di porzione terminale 22 dove non è presente la porzione ristretta 26', secondo la stessa direzione di affiancamento delle sonde Dir, in maniera trasversale rispetto al corpo di sonda 21. In una forma preferita di realizzazione, la seconda sezione A2 è circolare ed ha diametro uguale a B' e la seconda dimensione H della prima sezione A1 è uguale a tale diametro B'.

Analogamente alla precedente forma di realizzazione, la prima dimensione B della prima sezione A1 della porzione ristretta 26' è pari ad anche il 20% della prima dimensione B' della seconda sezione A2

secondo la stessa direzione di affiancamento delle sonde Dir. In generale, il rapporto tra la prima dimensione B e la seconda dimensione H viene scelto nell'intervallo 0.30-0.95.

La porzione terminale 22 a uncino di ogni sonda di contatto a sbalzo 20, in particolare il suo tratto inclinato 23, termina con una punta di contatto 25 di diametro sostanzialmente uguale a quello delle sonde note, tale punta essendo atta ad andare in appoggio e a contattare una pluralità di piazzole di contatto del dispositivo da testare.

Anche secondo questa variante di realizzazione, la presenza della porzione ristretta 26' nella porzione terminale 22 migliora le proprietà elastiche di tale porzione terminale 22 e della sonda di contatto a sbalzo 20 nel suo complesso e consente di diminuire anche la lunghezza dei tratti inclinati 23.

Per la sonda secondo tale variante, in particolare la sua lunghezza e la lunghezza delle sue singole parti presumiamo valori dimensionali pari a quelli della sonda precedentemente descritta ed illustrata in Figura 4A.

In un esempio di realizzazione, il valore della prima dimensione B della porzione ristretta 26' varia da 20μm a 180μm ed il valore della seconda dimensione H della porzione ristretta 26' varia da 50μm a 400μm, mentre la prima dimensione B' del tratto di porzione terminale 22 che non comprende la porzione ristretta 26' può variare varia da 30μm a 200μm.

La punta di contatto 25 può altresì presentare una porzione di

contatto opportunamente corrugata atta ad attestarsi su uno strato o pellicola di copertura (ossido o in generale sporcizia) che sovrasta la piazzola di contatto del dispositivo da testare, così che la punta di contatto 25 sia in grado di "impuntarsi" in corrispondenza della zona di impatto sulla piazzola di contatto, limitando lo *scrub* effettuato ed ottenendo come in precedenza *scrub mark* minori.

Anche in tal caso, l'azione di impuntamento è facilitata dalla presenza della porzione ristretta 26' nella porzione terminale 22 a uncino, che presenta un migliorato comportamento elastico durante il *testing*.

Tale variante di realizzazione risulta particolarmente vantaggiosa nel caso di una disposizione delle sonde di contatto a sbalzo su più livelli, come schematicamente illustrato nelle Figure 7, 7A e 7B.

In particolare, la Figura 7 illustra schematicamente una testa di misura 30' comprendente sonde di contatto a sbalzo disposte su almeno due livelli, l1 ed l2.

Come visto in precedenza, la testa di misura 30' comprende un supporto ad anello 27 di alluminio, ceramica o altro materiale idoneo a cui è solidalmente accoppiato un ulteriore supporto in resina 28 atto ad inglobare una prima pluralità di sonde di contatto a sbalzo 20 allineate su un primo livello l1, nonché almeno una seconda pluralità di sonde di contatto a sbalzo allineate su un secondo livello l2, in particolare su un livello superiore, ossia a distanza maggiore rispetto al dispositivo da testare.

Si sottolinea come, vantaggiosamente secondo l'invenzione, le sonde di contatto a sbalzo del secondo livello l2 possono essere realizzate utilizzando sonde di contatto a sbalzo senza porzioni ristrette, come quelle indicate con 10 in Figura 3A. In particolare, le porzioni terminali 12 delle sonda di contatto a sbalzo 10 del secondo livello sono in grado di essere alloggiate senza rischio di contatto tra le porzioni terminali 22 delle sonde di contatto a sbalzo 20' del primo livello 11 grazie alla presenza delle porzioni ristrette 26' realizzate in corrispondenza dei punti di piega 24 delle sonde di contatto a sbalzo 20' del primo livello appunto, con una sostanziale riduzione delle distanze delle rispettive punte di contatto 25.

Più in particolare, grazie al confronto effettuato nelle Figure 7A e 7B, è possibile verificare che la configurazione a due livelli della testa di misura 30' comprendente un primo livello 11 di sonde di contatto a sbalzo 20' secondo la variante di realizzazione di Figura 6 e un secondo livello l2 di sonde di contatto a sbalzo 10 di tipo noto (illustrata in Figura 7B) è in grado di avvicinare le rispettive punte di contatto 25 rispetto ad una testa di misura comprendente solo sonde di contatto a sbalzo 10 di tipo noto (illustrata in Figura 7A), con una riduzione della distanza complessiva tra le punte di contatto delle sonde del primo livello 11 pari ad R.

E' quindi evidente che anche la testa di misura 30' comprendente almeno un primo livello 11 di sonde di contatto a sbalzo 20' realizzate secondo la variante di realizzazione di Figura 6 è in grado di testare dispositivi aventi *pitch* inferiori rispetto ad una tradizionale

testa di misura comprendente solamente sonde di contatto a sbalzo 10 di Figura 3A.

Vantaggiosamente secondo una ulteriore variante di realizzazione illustrata schematicamente in Figura 8, una sonda di contatto a sbalzo 20" può comprendere una prima porzione ristretta 26 realizzata in un tratto del suo corpo di sonda 21 contigua alla porzione terminale 22 ed una seconda porzione ristretta 26' realizzata in corrispondenza della sua porzione terminale 22, in particolare, in corrispondenza del punto di piega 24 della porzione terminale 22, in maniera sostanzialmente simmetrica rispetto a tale punto di piega 24.

Per la sonda secondo tale ulteriore variante, in particolare la sua lunghezza e la lunghezza delle sue singole parti e le dimensioni delle diverse sezioni presumiamo valori dimensionali pari a quelli delle sonde precedentemente descritte ed illustrate nelle Figure 4A e 6.

Una testa di misura comprendente sonde di contatto a sbalzo 20" secondo l'ulteriore variante di Figura 8 permette evidentemente di ridurre ancora di più la distanza delle rispettive punte di contatto 25, per il *testing* di dispositivi aventi *pitch* estremamente piccoli.

Anche in tal caso, la punta di contatto 25 delle sonde di contatto a sbalzo 20" può presentare una porzione di contatto opportunamente corrugata atta ad attestarsi su uno strato o pellicola di copertura (ossido o in generale sporcizia) che sovrasta la piazzola di contatto del dispositivo da testare, così da permettere il *testing* di dispositivi aventi anche piazzole di contatto di dimensioni estremamente ridotte.

Possibili sezioni della porzione ristretta delle sonde di contatto secondo la presente invenzione sono illustrate a titolo di esempio chiaramente non esaustivo nelle Figure da 9A a 9F.

Come evidente da tali figure, le sezioni delle porzioni ristrette delle sonde di contatto a sbalzo secondo la presente invenzione possono essere sostanzialmente rettangolari, con base e altezza variabili, o anche sostanzialmente ellittiche, con base maggiore e minore variabili.

La scelta delle sezioni delle porzioni ristrette può essere effettuata in base a diversi criteri:

- partendo da un determinato *pitch* richiesto dal dispositivo da testare, è possibile stabilire un valore per la prima dimensione B, sufficiente a garantire il mancato contatto tra le sonde adiacenti e contigue;
- in base alla capacità di corrente richiesta da un determinato *testing*, è possibile stabilire un valore per la seconda dimensione H, in base anche al valore già stabilito per la prima dimensione B.

In particolare, come illustrato in Figura 9A, una sonda di contatto a sbalzo, ad esempio una sonda 20 come illustrata in Figura 4A, può avere una prima dimensione B1 della sua prima sezione A1 in corrispondenza della sua porzione ristretta 26 sufficiente a contattare un dispositivo avente un primo *pitch* P1.

Nel caso di *testing* di un dispositivo avente un secondo *pitch* P2 inferiore al primo *pitch* P1, è possibile utilizzare una sonda di contatto a sbalzo 20 avente una porzione ristretta 26 con una prima

dimensione B2 della sua sezione A1 ulteriormente ridotta, come illustrato in Figura 9B, essendo B1>B2 e H1=H2.

Ulteriormente, nel caso in cui, essendo la prima dimensione B3 della sezione della sonda di contatto a sbalzo 20 in corrispondenza della sua porzione ristretta 26 di valore sufficiente a garantire il corretto *pitch* richiesto dal dispositivo da testare, potrebbe essere necessario effettuare un test con una più elevata richiesta di corrente. In tal caso, sarà possibile ottenere una sonda di contatto a sbalzo 20 avente una maggiore capacità di corrente aumentandone la seconda dimensione H3, come illustrato in Figura 9C, essendo B3=B2 e H3>H2.

Le sezioni illustrate nelle Figure 9A-9C hanno due contrapposti lati rettilinei e due contrapposti lati curvilinei. E' altresì possibile utilizzare sonde di contatto a sbalzo 20 con porzioni ristrette 26 aventi sezione rettangolare, come illustrato in Figura 9D oppure ellittica, come illustrato nella Figura 9E, essendo B4=B5 e H4=H5. Inoltre, la porzione ristretta 26 potrebbe anche avere sezione quadrata, con lato di valore inferiore ad un diametro della parte di corpo di sonda 21, rispettivamente di porzione terminale 22 non comprendente la porzione ristretta 26, rispettivamente 26'.

Analoghe considerazioni valgono ovviamente per le sonde 20' e 20" delle Figure 6 e 8, rispettivamente e per le rispettive porzioni ristrette 26, 26'.

Altre e diverse forme per le porzioni ristrette 26 delle sonda di contatto a sbalzo 20 possono inoltre essere considerate.

Si sottolinea altresì che i valore delle dimensioni B ed H della

porzione ristretta 26 delle sonde di contatto a sbalzo 20 possono essere modificate anche per controllare la forza di contatto oppure per incrementarne il bilanciamento nel caso sia necessario utilizzare sonde con uncini di diversa lunghezza oppure ancora nel caso sia necessario contattare piazzole interne al dispositivo, come nelle ultime generazioni di dispositivo integrati che comprendono piazzole di contatto o *pad* non solo sulla periferia ma anche all'interno del dispositivo stesso.

In conclusione, la testa di misura comprendente sonde di contatto a sbalzo secondo le varianti di realizzazione illustrate consente di:

- ridurre il numero di livelli lungo cui disporre le sonde, con conseguente bilanciamento delle forze e migliore uniformità del meccanismo di *scrub* sulle piazzole di contatto;
- aumentare la lunghezza degli uncini delle sonde di contatto disposte su un numero ridotto di livelli, aumentando così la vita utile della testa di misura, legata al consumo degli uncini appunto;
- aumentare il diametro delle sonde senza correre il rischio di collisione fra le stesse, migliorando quindi la contatto capacità di portare corrente delle sonde;
- ridurre la lunghezza degli *scrub mark* a parità di *overtravel*;
- ridurre il valore di *pitch* utilizzabile;
- ridurre la dimensione delle piazzole di contatto contattabili;
- aumentare lo spazio tra le sonde e quindi rendere la testa

di misura nel suo complesso di più facile fabbricazione e più affidabile.

Più in particolare, la presenza della porzione ristretta 26 consente di conseguire diversi ed importanti vantaggi tra i quali:

- miglioramento del bilanciamento forze che può essere regolato variando la prima dimensione della porzione ristretta 26, 26', in particolare la profondità dello smusso realizzato sul corpo di sonda 21, al variare della lunghezza del tratto inclinato 23 a uncino che caratterizza i vari livelli su cui sono disposte le sonde;
- migliore bilanciamento di forze nel caso in cui il dispositivo da testare presenti diverse piazzole o *pad* interni.
- miglioramento nell'uniformità dello *scrub* ottenuto sulle piazzole con controllo della relativa lunghezza di *scrub* fino quasi ad annullamento dello stesso (nel caso in cui lo *scrub mark* realizzato sia di poco superiore alle dimensioni della punta di contatto della sonda, l'eliminazione dello strato di sporcizia presente sulla piazzola e quindi il corretto collegamento elettrico essendo ottenuto grazie all'impuntamento della punta di contatto sulla piazzola stessa);
- possibilità di aumentare la capacità di tenuta in corrente delle sonde grazie ad un opportuno aumento della seconda direzione H del corpo di sonda 21 in direzione trasversale rispetto alla direzione di affiancamento delle sonde Dir.

Ovviamente alla sonda di contatto ed alla testa di misura sopra descritte un tecnico del ramo, allo scopo di soddisfare esigenze contingenti e specifiche, potrà apportare numerose modifiche e varianti, tutte comprese nell'ambito di protezione dell'invenzione quale definito

dalle seguenti rivendicazioni.

Ing. Barbara FERRARI
N. Iscr. ALBO 822 B

Ing. Barbara Ferrari
(Iscr. Albo n°822 B)

RIVENDICAZIONI

1. Sonda di contatto (20, 20', 20") a sbalzo comprendente almeno un corpo di sonda (21) e una porzione terminale a uncino (22), raccordata con detto corpo di sonda (21) e terminante con un tratto inclinato (23) in una configurazione a uncino, detta porzione terminale (22) essendo piegata in corrispondenza di un punto di piega (24) con una opportuna angolazione di detto tratto inclinato (23) a uncino rispetto ad un asse di sviluppo longitudinale di detta sonda (20, 20', 20") e terminando con una punta di contatto (25) atta ad assicurare il contatto meccanico ed elettrico con una piazzola di contatto di un dispositivo da testare, caratterizzata dal fatto di comprendere almeno una porzione ridotta (26, 26') avente una prima sezione (A1) con almeno una prima dimensione (B) inferiore rispetto ad una corrispondente prima dimensione (B') di una seconda sezione (A2) di detta sonda in un tratto non comprendente detta porzione ristretta (26, 26'), in una direzione di affiancamento delle sonde (Dir) all'interno di una testa di misura, detta porzione ridotta (26, 26') essendo sostanzialmente ristretta ai fianchi con formazione di una sezione con dimensione trasversale ridotta disposta di taglio.

2. Sonda di contatto (20, 20', 20") a sbalzo secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che il rapporto tra detta prima dimensione (B) di detta prima sezione (1) in corrispondenza di detta porzione ristretta (26, 26') e detta prima dimensione (B') di detta seconda sezione (A2) è scelto nell'intervallo 0.30-0.95.

3. Sonda di contatto (20, 20', 20") a sbalzo secondo una

qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che detta porzione ristretta (26) è simmetrica rispetto a detto asse di sviluppo longitudinale di detta sonda (20, 20', 20").

4. Sonda di contatto (20, 20', 20") a sbalzo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che detta prima sezione (A1) di detta sonda in corrispondenza di detta porzione ristretta (26, 26') ha una seconda dimensione (H) nella direzione ortogonale a detta direzione di affiancamento delle sonde (Dir) superiore a detta prima dimensione (B).

5. Sonda di contatto (20, 20', 20") a sbalzo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che detta punta di contatto (25) comprende una porzione di contatto corrugata.

6. Sonda di contatto (20, 20") a sbalzo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che detta porzione ristretta (26) è realizzata in un tratto di detto corpo di sonda (21) contiguo a detta porzione terminale (22).

7. Sonda di contatto (20') a sbalzo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 5, caratterizzata dal fatto che detta porzione ristretta (26') è realizzata in un tratto di detta porzione terminale (22) in corrispondenza di detto punto di piega (24).

8. Sonda di contatto (20") a sbalzo secondo la rivendicazione 6, caratterizzata dal fatto di comprendere detta porzione ristretta (26) realizzata in un tratto di detto corpo di sonda (21) contiguo a detta porzione terminale (22) ed una ulteriore porzione ristretta (26')

realizzata in un tratto di detta porzione terminale (22) in corrispondenza di detto punto di piega (24).

9. Sonda di contatto (20, 20', 20") a sbalzo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che il valore di detta prima dimensione (B) di detta prima sezione (A1) in corrispondenza di detta porzione ristretta (26, 26') viene scelto in base ad un valore di distanza dei centri delle piazzole di contatto di detto dispositivo da testare.

10. Sonda di contatto (20, 20', 20") a sbalzo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che il valore di detta seconda dimensione (H) di detta prima sezione (A1) in corrispondenza di detta porzione ristretta (26, 26') viene scelto in base ad un valore di corrente che detta sonda deve sopportare.

11. Sonda di contatto (20, 20', 20") a sbalzo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che i valori di dette prima e seconda dimensione (B, H) di detta prima sezione (A1) in corrispondenza di detta porzione ristretta (26, 26') sono scelti per controllare la forza di contatto di detta sonda (20, 20', 20") su una piazzola di contatto di detto dispositivo da testare oppure per bilanciare sonde con tratti inclinati (23) di diversa lunghezza oppure per contattare piazzole interne a detto dispositivo.

12. Sonda di contatto (20, 20', 20") a sbalzo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che detta prima sezione (A1) in corrispondenza di detta porzione ristretta (26, 26') ha una forma scelta tra una figura sostanzialmente a

quadrilatero comprendente due contrapposti lati rettilinei e due contrapposti lati curvilinei, un rettangolo, un quadrato, una ellisse.

13. Testa di misura (30) comprendente almeno supporto ad anello (27) a cui è solidalmente accoppiato un ulteriore supporto in resina (28) atto ad inglobare una pluralità di sonde di contatto a sbalzo (20, 20', 20") realizzate secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti.

14. Testa di misura (30) secondo la rivendicazione 13, caratterizzata dal fatto di comprendere almeno un primo livello (l1) di sonde di contatto (20', 20") aventi almeno una porzione ristretta (26') realizzata in un tratto di detta porzione terminale (22) in corrispondenza di detto punto di piega (24) ed un secondo livello (l2) di sonde di contatto prive di detta porzione ristretta.

Ing. Barbara FERRARI
N. Iscr. ALBO 822 B

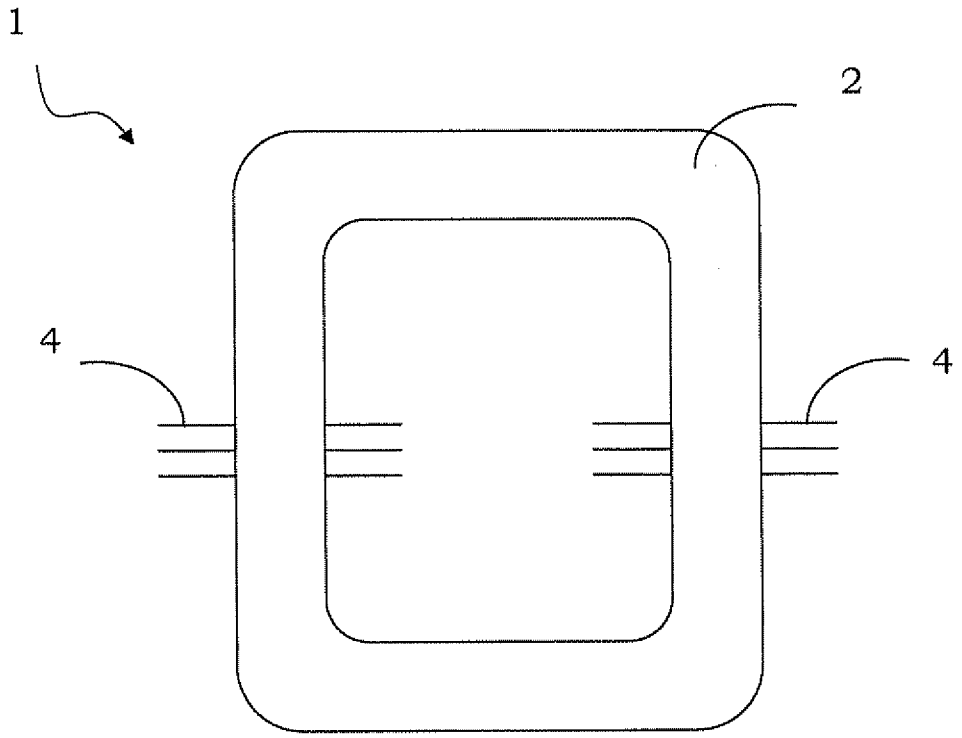

FIG. 1A
ARTE NOTA

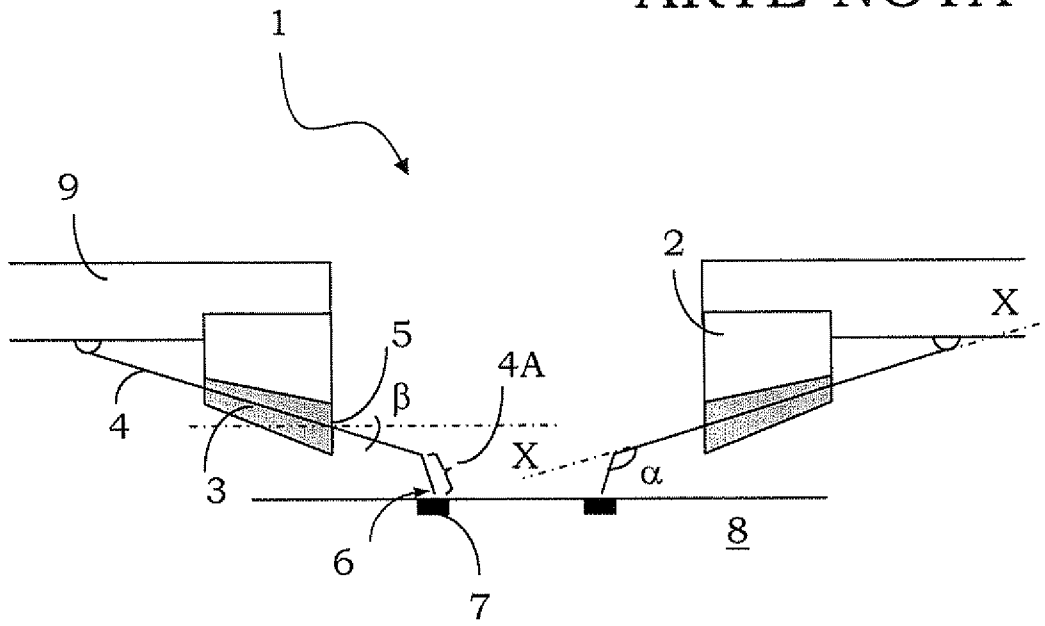

FIG. 1B
ARTE NOTA

Ing. Barbara FERRARI
N. iscr. ALBO 822 B

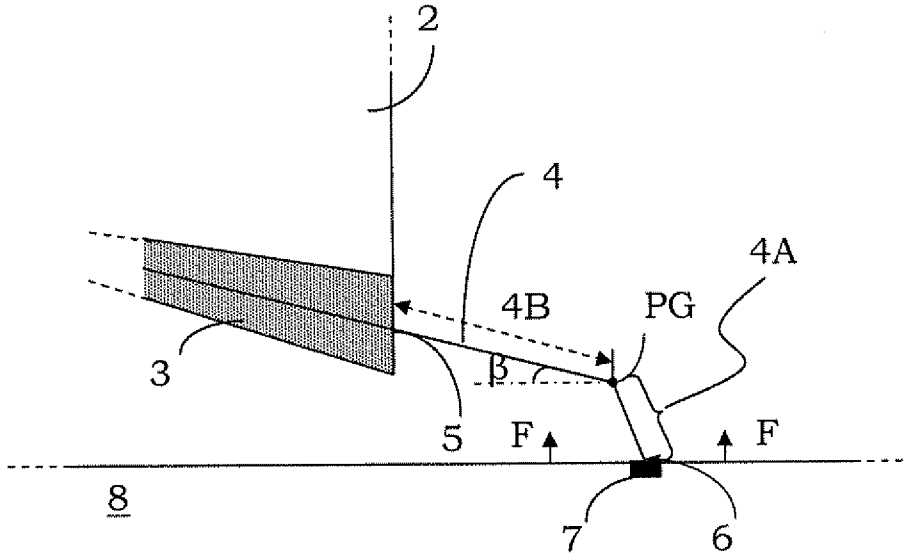

FIG. 2A
ARTE NOTA

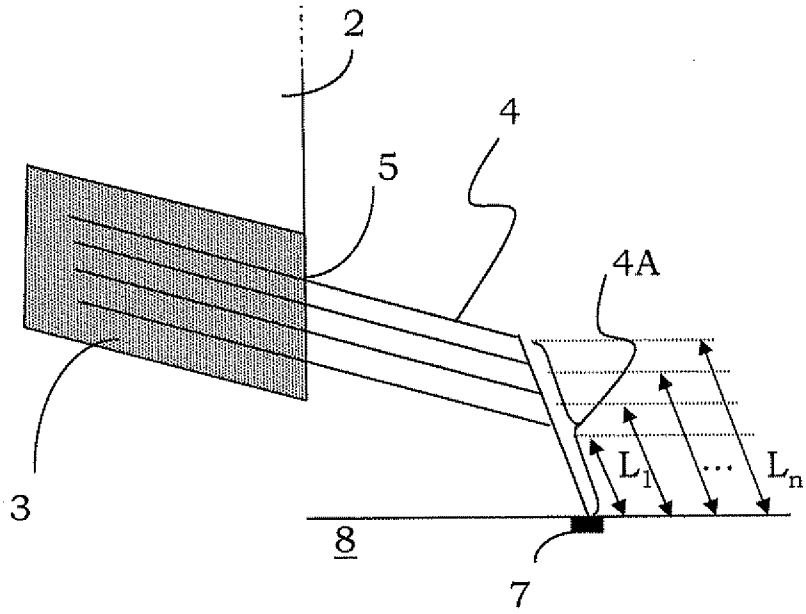

FIG. 2B
ARTE NOTA

Ing. Barbara FERRARI
N. iscr. Al BO 322 B

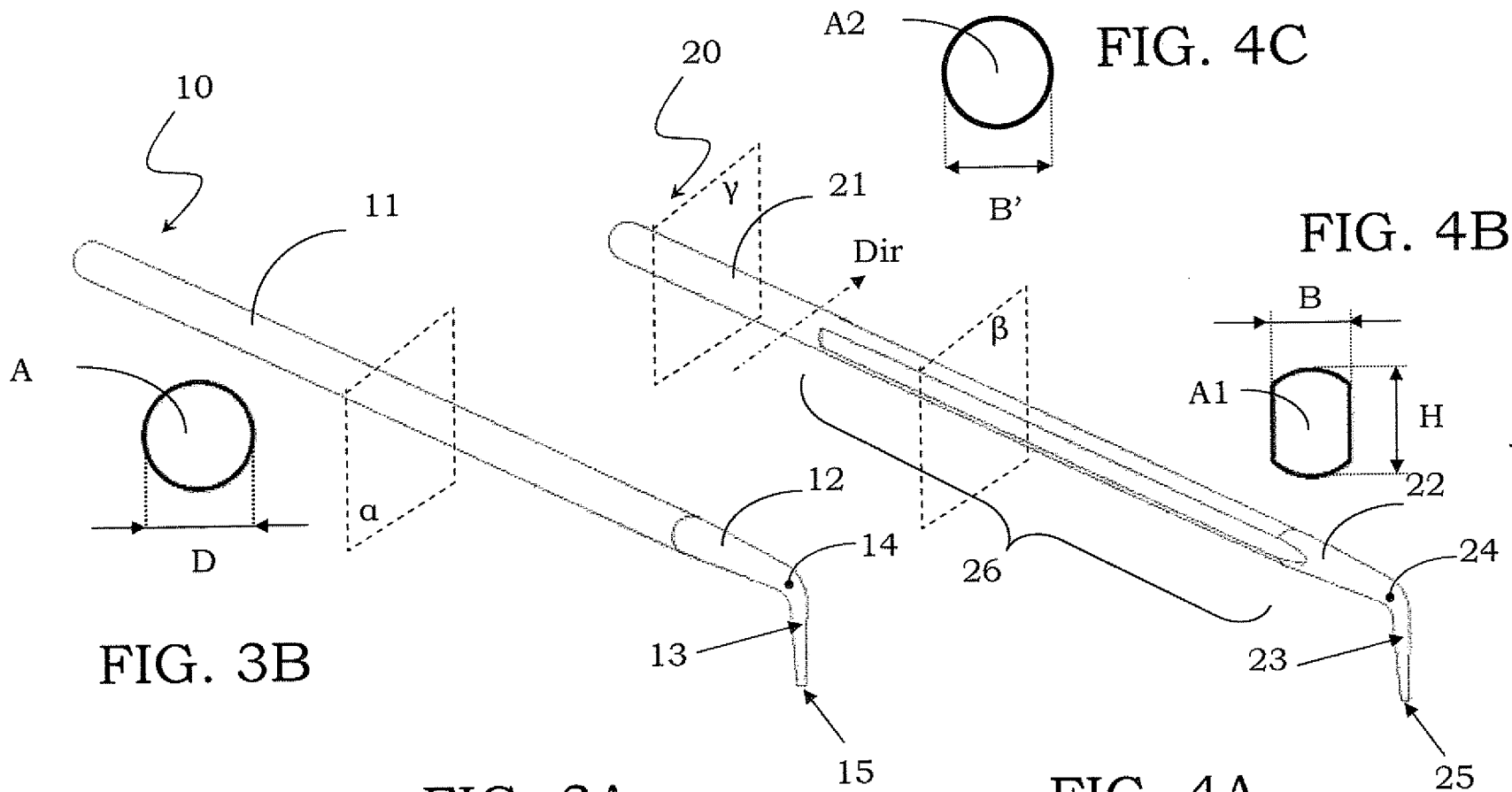

FIG. 3B

FIG. 3A

FIG. 4C

FIG. 4B

FIG. 4A

Ing. Barbara FERRARI
N. Iscr. Al. BO 622 B

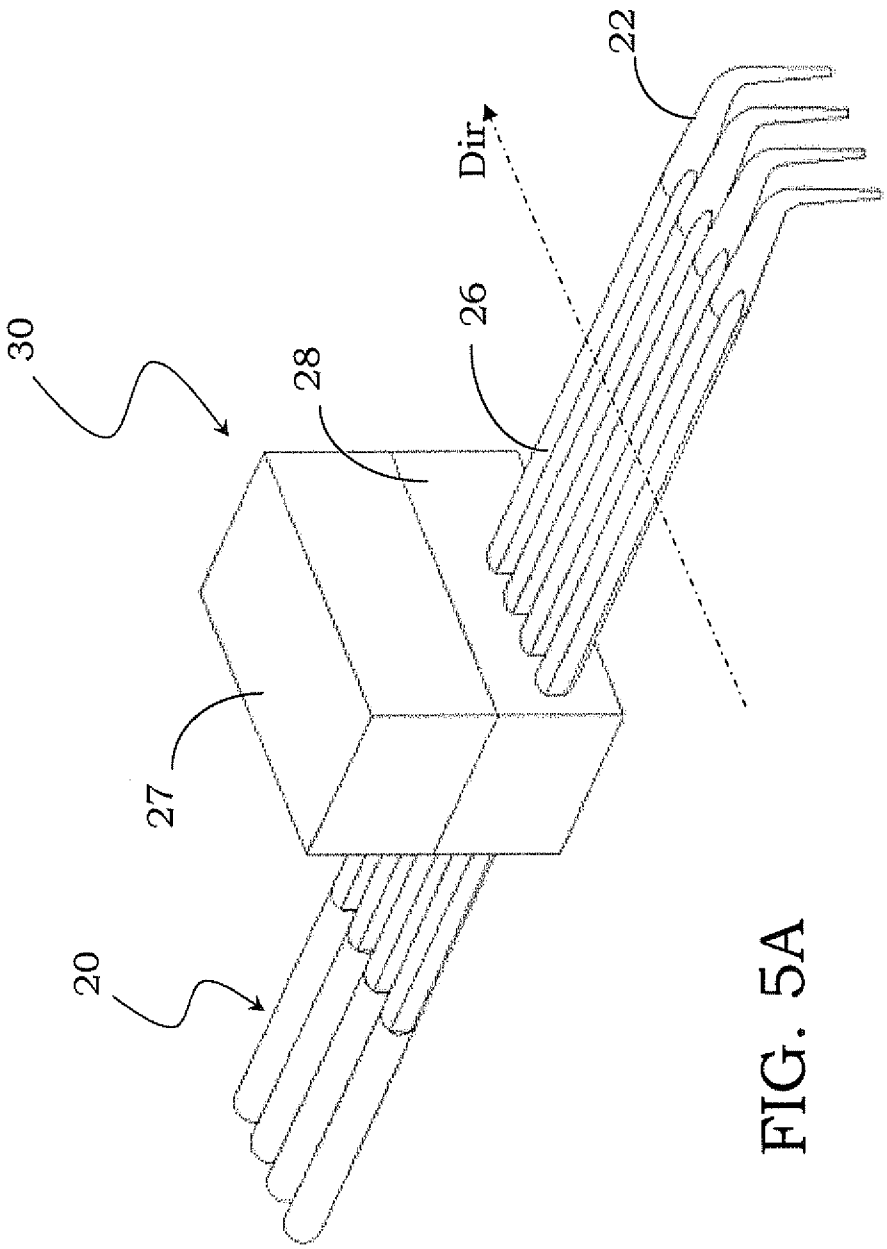

FIG. 5A

Ing. Barbara FERRARI
N. Iscr. Al BO 822 B

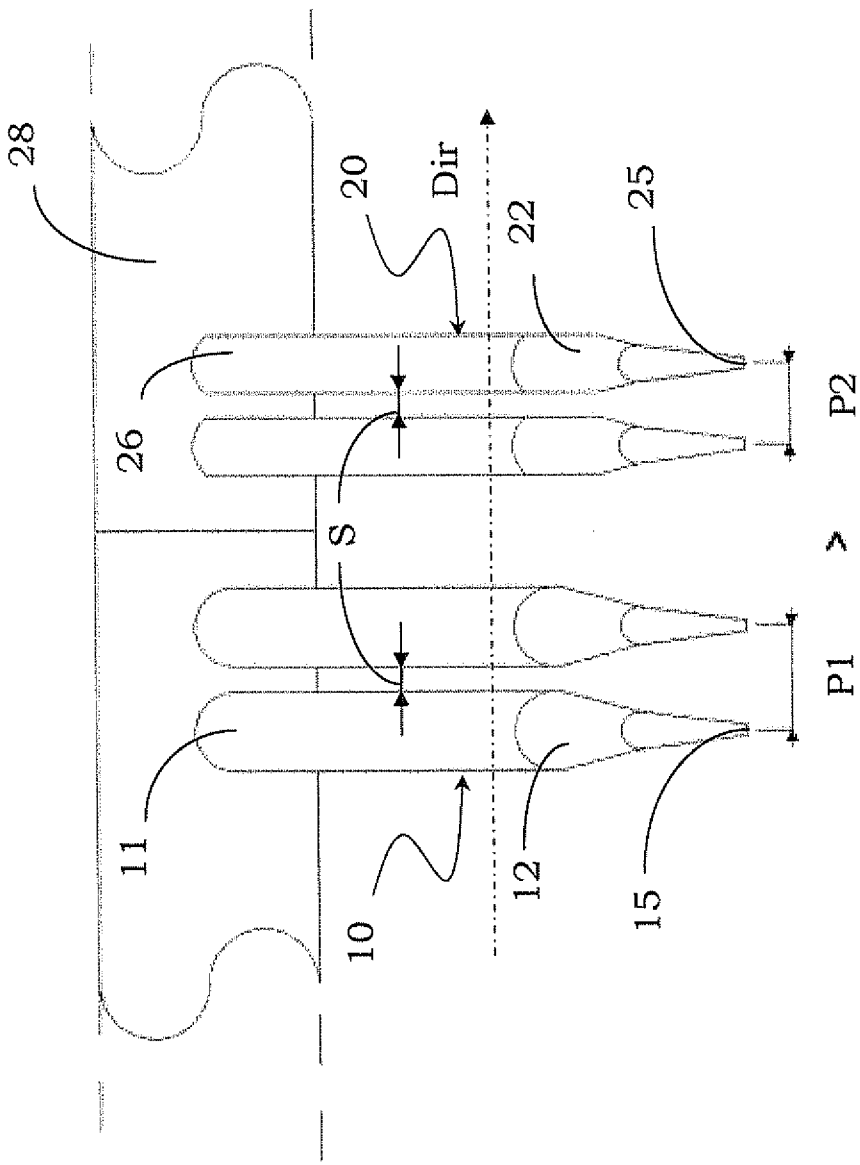

FIG. 5B

Ing. Barbara FERRARI
N. iscr. ALBO 822 B

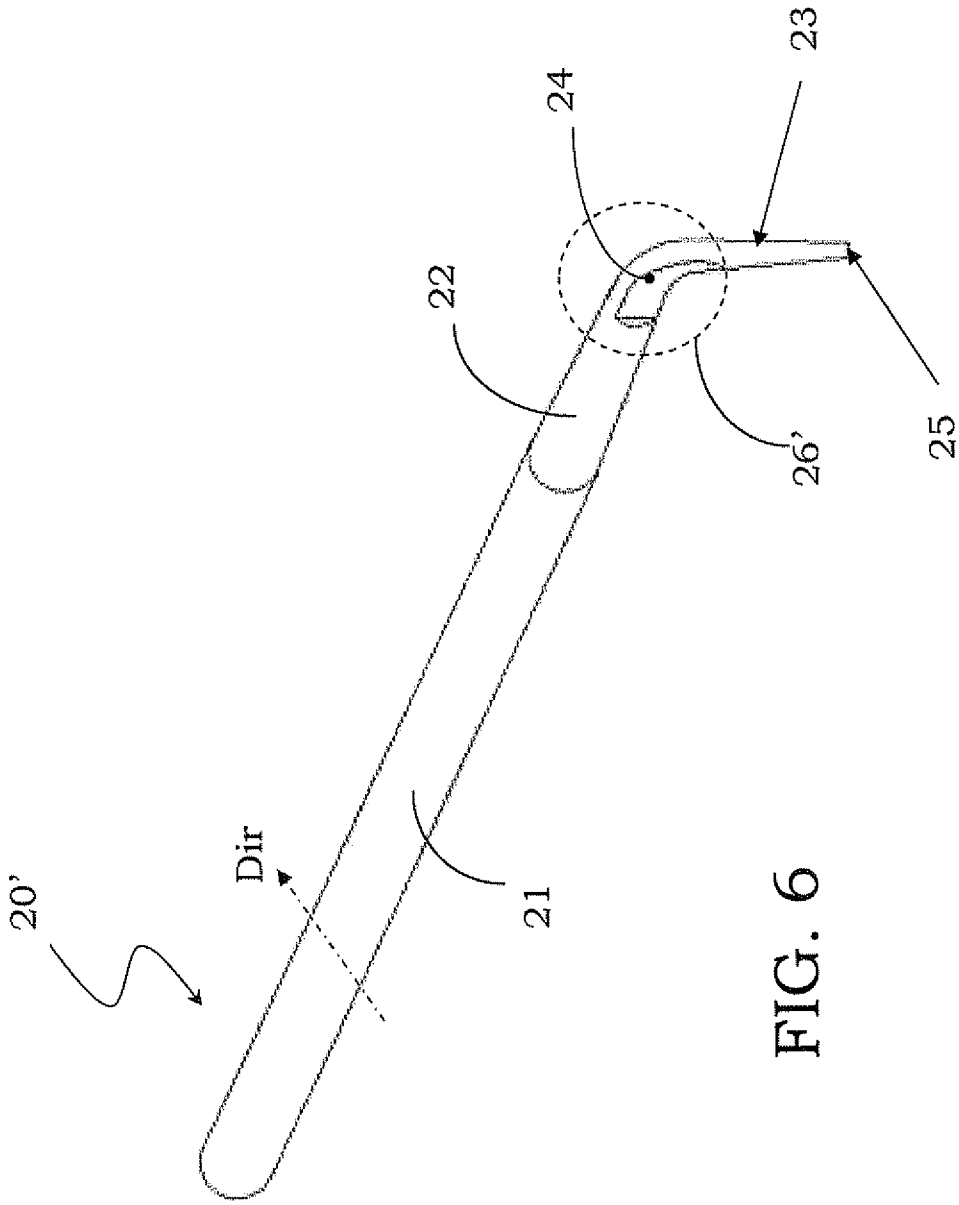

FIG. 6

Ing. Barbara FERRARI
N. iscr. ALBO 822 B

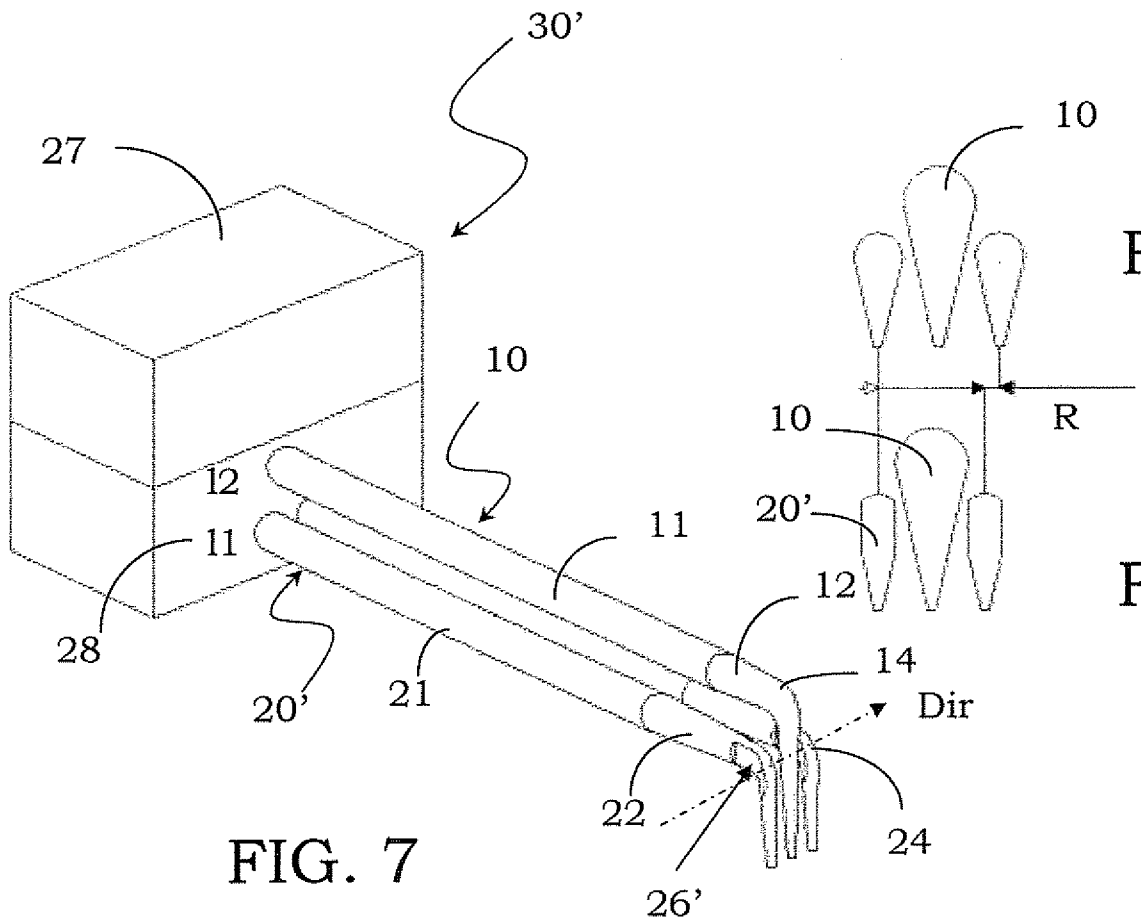

FIG. 7

FIG. 7A

FIG. 7B

Ing. Barbara FERRARI
N. Iscr. ALBO 322 B.

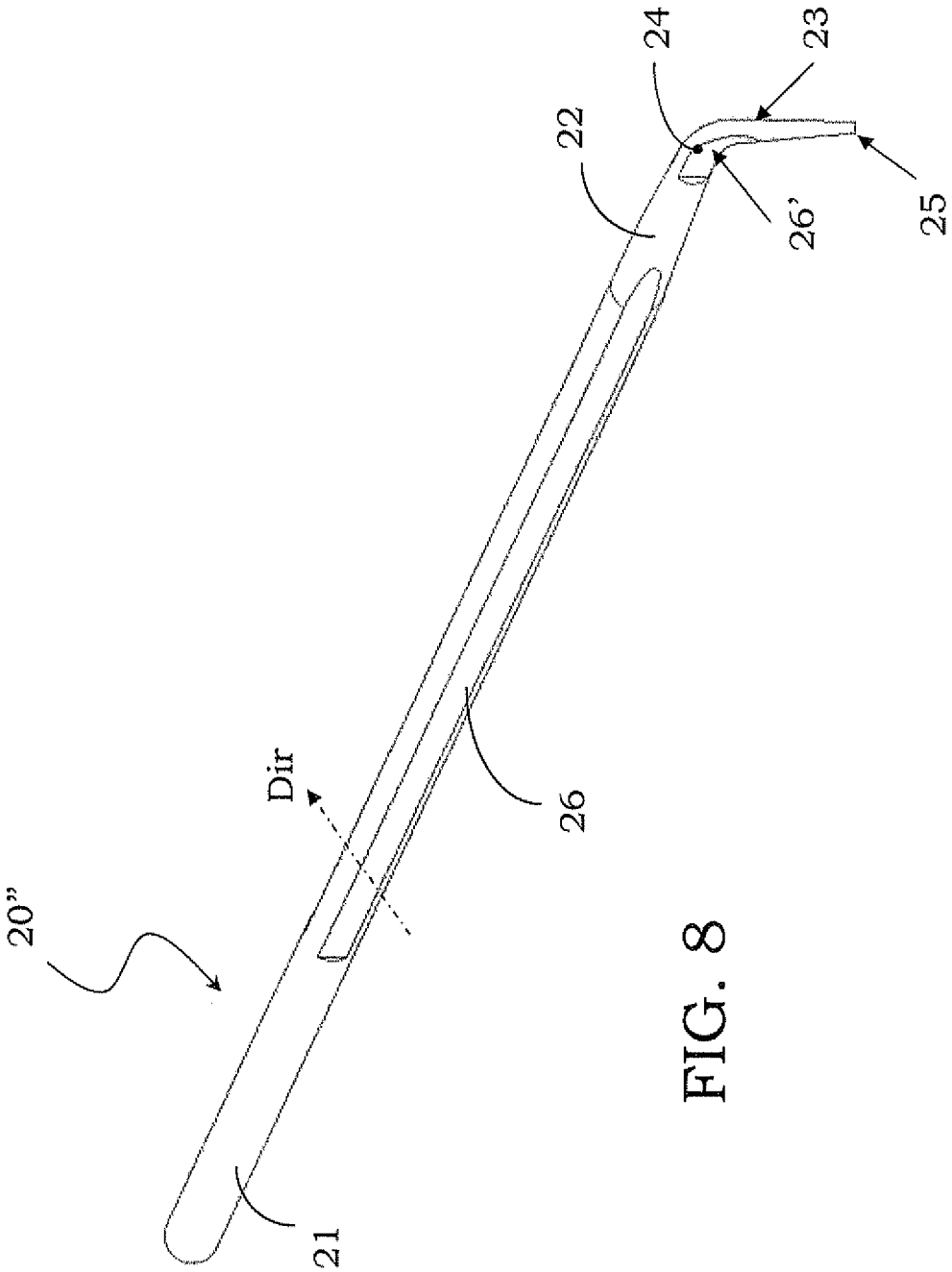

FIG. 8

Ing. Barbara FERRARI
N. iscr. ALBO 622 B

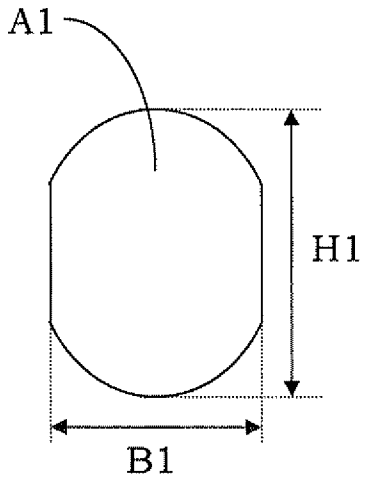

FIG. 9A

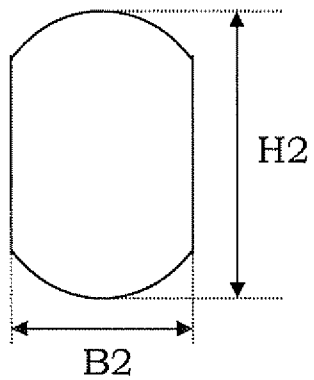

FIG. 9B

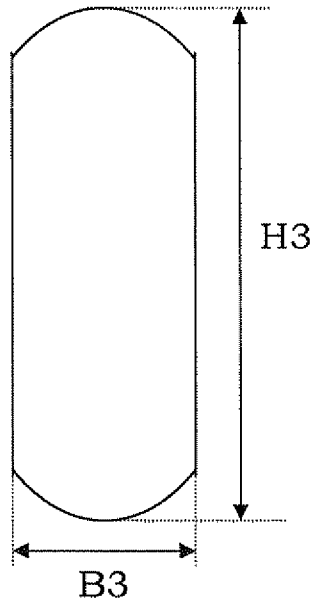

FIG. 9C

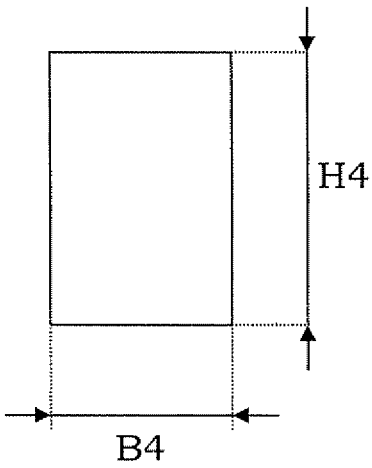

FIG. 9D

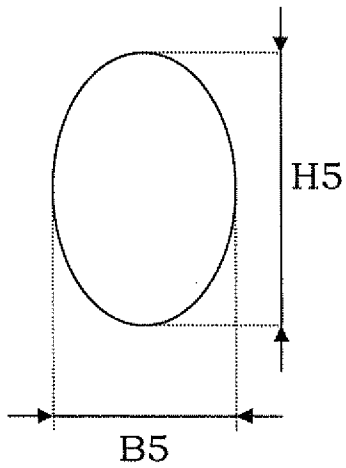

FIG. 9E

Ing. Barbara FERRARI
N. Iscr. ABBO 322 B