



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

UIBM

<b>DOMANDA NUMERO</b>	<b>101982900000986</b>
<b>Data Deposito</b>	<b>06/12/1982</b>
<b>Data Pubblicazione</b>	<b>06/06/1984</b>

<b>Priorità</b>	328368
<b>Nazione Priorità</b>	US
<b>Data Deposito Priorità</b>	07-DEC-81

Titolo

PROCEDIMENTO PER LA FORMAZIONE DI CARATTERISTICHE D'ORDINE SUB-MICRON IN  
DISPOSITIVI A SEMICONDUTTORI

# DOCUMENTAZIONE RILEGATA

"PROCEDIMENTO PER LA FORMAZIONE DI CARATTERISTICHE D'ORDINE SUB-MICRON IN DISPOSITIVI A SEMICONDUTTORI"

WESTERN ELECTRIC COMPANY, INCORPORATED,

a New York, N.Y. (U.S.A.)



Inventori designati: Eliezer KINSBRON, William Thomas LYNCH.

Depositata il - 6 DIC. 1982

al No.

\* \* \* \* \*

**24641A/82**

RIASSUNTO

La presente invenzione comporta la definizione di una caratteristica d'ordine sub-micron (93) in una struttura, tipicamente una struttura di transistor a effetto di campo a porta isolata. Questa caratteristica è definita da uno strato d'ossido di parete laterale (71) formato tramite attacco con ioni ossigeno reattivi della struttura formata in corrispondenza del momento in cui uno strato esposto (64) in prossimità della parete laterale contiene atomi di un materiale, ad esempio silicio o alluminio, che si combinano con gli ioni ossigeno per formare lo strato d'ossido della parete laterale. Lo strato d'ossido della parete laterale può essere impiegato come una maschera per formare una caratteristica o particolare (93) oppure può esso stesso costituire tale particolare, ad esempio uno strato protettivo sulle pareti laterali di una porta di polisilicio di un FET.

=o=o=o=o=

DESCRIZIONE

La presente invenzione riguarda procedimenti per fabbricare dispositivi a semiconduttori e, più particolarmente, procedimenti per formare caratteristiche d'ordine sub-micron di dispositivi a transistor a circuiti integrati a semiconduttori.



I transistor a effetto di campo a porta isolata, a corto canale (inferiore a circa 2 micron), pure conosciuti come transistor a effetto di campo a metallo-ossido-semiconduttore (MOSFET) sono desiderabili per un funzionamento ad alta frequenza tipicamente maggiore di 50 MHz. Nella domanda di brevetto italiana n° 21239 A/81 del 16/4/81 sono descritti procedimenti per fabbricare transistor a effetto di campo a porta isolata con separazioni estremamente piccole ( $500 \text{ \AA}$  o meno) fra le estremità delle regioni di porta e quelle delle regioni di sorgente (e di pozzo). I transistor erano perciò caratterizzati da resistenze fra sorgente e canale vantaggiosamente piccole.

I procedimenti insegnati nella summenzionata domanda di brevetto includono la formazione di sottili strati di biossido di silicio sulle pareti laterali di elettrodi di porta di silicio policristallino mediante crescita termica. Lo strato dell'ossido di parete laterale risultante è utile come strato distanziatore per allineare la sorgente rispetto al canale della regione di porta.

Benchè strati piuttosto sottili (dell'ordine di circa  $200 \text{ \AA}$ ) dell'ossido di parete laterale richiesto possano essere formati tramite crescita termica di biossido di silicio sulla porta di silicio policristallino (polisilicio), una limitazione indesiderabile di questa crescita termica deriva dai seguenti fattori : (1) la crescita dell'ossido sul polysilicio non è facilmente controllata o uniforme a causa della struttura policristallina del polysilicio sottostante; (2) nel medesimo momento in cui l'ossido della parete laterale vien fatto crescere, la lunghezza fra sorgente e pozzo dell'elettrodo di porta di polysilicio diminuisce corrispon-



dentemente, per cui il controllo della lunghezza crociale dell'elettrodo di porta, e quindi del canale del transistor sottostante risulta deteriorato; (3) l'ossido fatto crescere simultaneamente sulle regioni di sorgente e di pozzo forza in giù le superfici superiori della sorgente e del pozzo a livelli al di sotto della superficie superiore o di sommità della regione di canale, per quantità eccessivamente elevate (approssimativamente uguali a metà dello spessore dell'ossido cresciuto); e (4) è richiesta una fase di attacco chimico separata per la rimozione dell'ossido cresciuto da posizioni sovrastanti la sorgente e il pozzo.

Sarebbe perciò desiderabile avere a disposizione un procedimento per definire particolari in strutture di dispositivi a semiconduttori, forniti strati di ossido di parete laterale mitiganti uno o più di questi inconvenienti della tecnica nota.

Nell'invenzione come definita nelle rivendicazioni, lo strato di ossido di parete laterale è formata tramite controtrasposizione atomo per atomo o "back-sputtering", per cui gli inconvenienti della tecnica nota, per quanto dovuti alla formazione dello strato d'ossido di parete laterale tramite l'ossidazione termica, sono eliminati. In aggiunta è possibile formare strati di ossido di parete laterale su materiali, come fotoriserve organiche, non suscettibili di ossidazione termica.

Saranno ora descritte alcune forme di realizzazione dell'invenzione, a titolo esemplificativo, facendo riferimento ai disegni acclusi nei quali:

le figure da 1 a 5 illustrano in sezione vari stadi di un procedimento per fabbricare una struttura di transistor a effetto di campo a por-



ta isolata secondo l'invenzione;

la figura 6 illustra in sezione un transistor a effetto di campo a porta isolata diverso fabbricato secondo l'invenzione;

le figure da 7 a 12 illustrano in sezione vari stadi di un altro processo per fabbricare un transistor a effetto di campo a porta isolata, secondo l'invenzione; e

la figura 13 illustra una vista in sezione dall'alto della struttura di transistor rappresentata nella figura 12.

Per scopo di chiarezza nessuna figura è in scala.

Facendo riferimento alla figura 1, un corpo 10 di silicio semiconduttore, tipicamente di conduttività di tipo n, ha una superficie orizzontale piana principale 10.5, tipicamente in un piano cristallografico (100); il corpo avendo una concentrazione di impurità donatrici significativa risultante uniforme nelle prossimità della superficie uguale a circa  $10^{16}$  impurità per  $\text{cm}^3$ . Uno strato di ossido di porta relativamente sottile 11 di biossido di silicio cresciuto termicamente, e uno strato di ossido di campo relativamente spesso 13 sono disposti su porzioni complementari della superficie 10.5 in una configurazione convenzionale per formare una molteplicità di strutture di dispositivi a transistor similari sulla superficie principale 10.5. Uno strato di silicio policristallino (polisilicio) 12 è disposto sulle superfici superiore esposte dello strato di ossido di porta 11 e dello strato di ossido di campo 13. Sulla sommità di una porzione limitata dello strato di polysilicio 12 è disposto uno strato di fotoriserva 14, tipicamente fotoriserva HPR-204 della Hunt, e uno strato di biossido di silicio ausiliare 15.



Entrambi gli strati 14 e 15 possono essere stati preliminarmente modellati ad esempio secondo il processo a tre livelli descritto da J.M. Moran e D. Maydan in un articolo intitolato "High Resolution, Steep Profile, Resist Patterns", pubblicato nel Bell System Technical Journal, Vol. 58, pp. 1027-1036 (1979). In conseguenza di questo processo a tre livelli, che utilizza attacco con ioni ossigeno reattivi per modellare lo strato di fotoriserva 14, strati ad accumulo di parete laterale 16 di biossido di silicio si formano sulle pareti laterali verticali dello strato di fotoriserva modellato 14 durante l'ultima fase di questo attacco con ioni ossigeno reattivi (quando porzioni dello strato 12 di polisilicio vengono esposte e, dopo essere state fisicamente controtrasposte atomo per atomo, reagiscono con gli ioni ossigeno). La larghezza degli strati 14 e 15 in tal modo modellati è tipicamente di circa 1 o 2 micron.

Lo strato ad accumulo d'ossido 16, assieme allo strato d'ossido modellato o configurato 15 sono quindi preferibilmente entrambi completamente rimossi mediante un trattamento a temperatura ambiente con una soluzione di acido fluoridrico tamponato ( $\text{NH}_4\text{F}$  e  $\text{HF}$ , con un rapporto molare di 4 tipicamente 30:1). Successivamente, impiegando lo strato di fotoriserva modellato 14 in qualità di una maschera protettiva, la struttura di figura 1 viene disposta in una camera adatta e sottoposta a attacco chimico anisotropo con cloro gassoso, ad una pressione di tipicamente circa 10 micron di  $\text{Hg}$ , con una densità di energia a radiofrequenza o RF di tipicamente circa 0,1 watt/ $\text{cm}^2$ , e con una frequenza RF di circa 13,56 MHz. Per attacco "anisotropo" si intende che pareti laterali sostanzialmente verticali sono formate nel materiale attaccato in posizioni sottostanti i bordi di qualsiasi



maschera protettiva impiegata durante l'attacco, ossia in corrispondenza di intersezioni di regioni di materiale attaccato e materiale non attaccato.

In tal modo, lo strato di polisilicio 12 viene modellato (figura 2) per fungere da strato di elettrodo di porta di polisilicio avente larghezza pre-determinata, tipicamente fra circa 1 e 2 micron, con pareti laterali sostanzialmente verticali 12.5 dovute alla anisotropia dell'attacco con cloro.

La superficie superiore della struttura risultante rappresentata in figura 2 viene quindi sottoposta (vantaggiosamente nella medesima camera impiegata per la fase di attacco con ioni cloro precedente) a un bombardamento verticale di ioni ossigeno 17 adatto per l'attacco anisotropicamente reattivo con ioni dello strato di ossido di porta 11. In tal modo, uno strato di biossido di silicio di parete laterale 21 (figura 3) viene formato sulle pareti laterali verticali 12.5 dello strato elettrodico di porta 12 (come pure sulle pareti laterali risultanti dello strato di ossido di porta 11). Preferibilmente, al fine di garantire completa rimozione delle porzioni esposte dello strato di biossido di silicio 11 in corrispondenza di regioni sovrastanti le future zone di sorgente e di pozzo, l'attacco con ioni reattivi viene eseguito per un periodo di tempo sufficiente a determinare la rimozione di circa 15 Å di silicio dal corpo 10 in corrispondenza delle porzioni esposte della superficie 10.5 al di sotto delle aree fra l'ossido di campo e l'elettrodo di porta. Durante questo attacco con ioni reattivi dell'ossido di porta, una porzione superiore dello strato di fotoriserva 14 viene pure simultaneamente rimossa.

Impiegando la medesima camera per l'attacco con ioni ossigeno che è stata precedentemente impiegata per l'attacco con ioni cloro, i residui di



cloro sono rimossi automaticamente dalla camera durante l'attacco con ioni ossigeno.

L'attacco con ioni ossigeno reattivi della porzione esposta dello strato di biossido di silicio 11 viene eseguito, ad esempio, in una camera contenente ossigeno puro (parzialmente ionizzato) oppure una miscela gassosa (parzialmente ionizzata) di ossigeno e da circa lo 0,5% all'1,0% in volume di tetrafluoruro di carbonio (CF<sub>4</sub>). Per l'anisotropia dell'attacco, viene impiegata una pressione relativamente bassa dell'ossigeno, ordinariamente nell'intervallo utile da circa 2 a 4 micron di Hg, con una densità di energia RF relativamente più alta, solitamente nell'intervallo utile da circa 0,25 a 0,75 watt/cm<sup>2</sup>, con una radiofrequenza di tipicamente circa 13,56 MHz.

Durante questo attacco con ioni ossigeno reattivi dello strato di ossido 11, si ritiene che gli ioni ossigeno reagiscano con il silicio che è controdepositato atomo per atomo dalla porzione esposta di questo strato di biossido di silicio 11 (successivamente dalla porzione esposta del corpo di silicio 10) per formare un plasma dal quale lo strato di biossido di silicio di parete laterale 21 (figura 3) viene depositato sulla parete laterale 12.5 dello strato di elettrodo di porta 12. D'altro canto può capitare che un trasporto di silicio e ossigeno dallo strato di biossido di silicio 11 per formare lo strato d'ossido di parete laterale 21 possa essere attuato tramite bombardamento con ioni diversi dall'ossigeno.

Nel caso di attacco solo parziale della porzione di strato di ossido 11 sovrastante il corpo 10 fra lo strato di porta di polisilicio 12 e lo strato di ossido di campo 13, lo strato di ossido di parete laterale 21 può avere uno spessore (misurato in corrispondenza del fondo) ridotto,



dell'ordine di circa 50 Å, e, in ogni caso, è solitamente nell'intervallo da circa 50 Å a 500 Å. D'altro canto, nel caso di sovraincisione o sovraattacco di questo strato di ossido 11 e di incisione nel silicio sottostante del corpo 10, lo spessore dello strato di ossido di parete laterale 21 è tipicamente nell'intervallo da circa 500 a 2000 Å.

Lo spessore dello strato di ossido di parete laterale 21 aumenta quando il tempo di attacco con ioni reattivi aumenta e il processo di attacco progredisce al di sotto della superficie originale 10.5 del corpo di silicio 10. Lo spessore dell'ossido di parete laterale può in tal modo essere controllato controllando lo spessore dello strato di ossido di porta 11 (più lo spessore del silicio rimosso mediante l'attacco con ioni ossigeno reattivi) e la durata temporale dell'esposizione all'attacco con ioni reattivi. Lo strato di ossido di parete laterale 21 serve come distanziatore per controllare la distanza (di massimo avvicinamento) fra la sorgente e il pozzo (che devono essere formati) dalla regione di porta del transistor a effetto di campo che viene realizzato.

Dopo che questa fase di attacco con ioni ossigeno reattivi è stata eseguita, qualsiasi porzione esposta rimanente dello strato di ossido 11 viene completamente rimosso, ad esempio tramite attacco con plasma con Freon 23 (che è una miscela di circa il 96% in volume di  $\text{CHF}_3$  con  $\text{NH}_3$ ), vantaggiosamente, al fine di evitare attacco isotropo indesiderabile che sarebbe provocato da una qualsiasi miscelazione di  $\text{CHF}_3$  residuo con  $\text{Cl}_2$  in una futura ripetizione del processo che viene descritto, tale attacco con plasma mediante Freon viene eseguito in una camera diversa da quella appena prima impiegata per l'attacco con ioni ossigeno reattivi. Qualsiasi spesso-



re rimanente dello strato di fotoriserva organico 14 viene successivamente rimosso mediante un metodo standard, come ad esempio trattamento con una miscela (circa 5:1 in volume) di acido solforico e acqua ossigenata ad una temperatura di tipicamente circa 85°C.

Facendo ora riferimento alla figura 4, siliciuro di platino viene formato sulla superficie esposta del corpo di silicio 10 e sull'elettrodo di porta 12 per formare contatti elettrodici di siliciuro di platino a barriera Schottky di sorgente e di pozzo 33 e 35 più uno strato di metallizzazione di siliciuro di platino ad elettrodo di porta 34. La porzione del corpo 10 direttamente sottostante l'elettrodo di porta 12 costituisce la regione di canale della prima struttura di transistor. Al fine di formare il siliciuro di platino, viene depositato platino, ad esempio mediante evaporazione, sino ad uno spessore di circa 150 Å, su tutta la struttura che viene formata, tipicamente ad una temperatura di circa 25°C (ossia temperatura ambiente) ed esso viene quindi sinterizzato, tipicamente, tramite riscaldamento in argon e l'1 o il 2% in volume di ossigeno per circa 30 minuti a circa 625°C, per formare siliciuro di platino ovunque silicio si trova al di sotto del platino depositato. Alternativamente può essere impiegata trasposizione atomo per atomo o sputtering del platino sulla struttura riscaldata (tipicamente ad una temperatura da circa 600°C a 650°C) per formare direttamente il siliciuro di platino. Il platino rimanente (ossido sovrastante) viene quindi rimosso tipicamente tramite attacco chimico con acqua regia.

Successivamente, uno strato isolante modellato 41 viene formato sulla struttura 30 che viene realizzata (figura 5). Questo strato isolante

41 è tipicamente biossido di silicio (formato tipicamente da una miscela di silano e ossigeno) o TEOS (tetra-etil-orto silicato depositato ad una temperatura inferiore a circa 500°C) avente uno spessore di tipicamente circa 10.000 Å ed è formato e modellato tramite deposizione di vapori chimici convenzionale seguita da mascheratura selettiva e attacco chimico attraverso finestrelle. Da ultimo, uno strato di metallizzazione modellato 42, 43 e 44 ad esempio di alluminio, viene applicato, tipicamente mediante evaporazione seguita da mascheratura e attacco chimico selettivi - per realizzare contatti metallizzati con gli elettrodi di siliciuro di platino 33, 34 e 35. In tal modo viene formata una struttura 30 di transistor a effetto di campo a porta isolata (figura 5). Vantaggiosamente, per conservare le barriere Schottky, in nessun momento dopo la fase di sinterizzazione del platino la struttura in formazione viene riscaldata al di sopra di una temperatura di circa 500°C. Uno strato intermedio di materiale, come ad esempio polisilicio drogato, può pure essere incluso fra la metallizzazione d'alluminio e il siliciuro di platino.

In tal modo, lo strato di parete laterale 21 serve come maschera di protezione e come elemento distanziatore per controllare la minima distanza della regione di sorgente (e di pozzo) del transistor rispetto al canale del transistor.

Prima del deposito del platino per formare gli elettrodi di siliciuro di platino, una significativa quantità di impurità accettrici può essere eventualmente introdotta nel corpo di silicio 10 in corrispondenza della sua superficie allora esposta, così da formare nel corpo zone di sorgente e di pozzo; in tal modo, invece di avere il siliciuro di platino



formante elettrodi a barriera Schottky, il silicio di platino forma contatti elettrodici di tipo ohmico con le zone di sorgente e di pozzo. Inoltre, quando si impiegano siliciuri metallici, come ad esempio silicio di cobalto, che possono sopportare le alte temperature (circa 900°C) richieste per l'attivazione delle impurità, impurità possono essere alternativamente impiantate attraverso questi elettrodi 33 e 35 di silicio metallico, oppure possono essere introdotte mediante deposizione simultaneamente con la deposizione del metallo e quindi diffuse mediante ricottura adatta.

Invece di formare elettrodi di silicio di platino 33, 34 e 35 (figura 5), zone di impurità autoallineate 57 e 58 per la sorgente e il pozzo possono essere formate (figura 6) ad esempio tramite impianto di ioni di impurità. Durante l'impianto degli ioni, l'elettrodo di porta di silicio policristallino 12, assieme allo strato d'ossido di parete laterale 21, viene impiegato come una maschera autoallineata, che fornisce una deviazione per le regioni impiantate nel corpo di silicio 10 dall'elettrodo di porta 12. In questo caso, inoltre, un corpo di silicio di conduttività di tipo p,50, (figura 6) può essere impiegato assieme a conduttività di tipo n<sup>+</sup> (ossia fortemente di tipo n) nelle zone 57 e 58, per formare un transistor a canale N. Inoltre, in questo caso, l'attacco con ioni ossigeno reattivi dello strato di biossido di silicio 11 può essere terminato un qualche tempo prima di attaccare completamente la superficie 50,5 del corpo di silicio 50, e impianto ionico può quindi essere eseguito attraverso lo spessore esposto rimanente di questo strato di ossido 11 disposto fra lo strato di polisilicio 12 e lo strato di ossido di campo 13, per cui giunzioni PN meno profonde delle zone di tipo n 57 e 58 sono formate con la regione di tipo p del



corpo 10. Uno strato 51 di TEOS modellato, una metallizzazione di sorgente 52, una metallizzazione di porta 53 ed una metallizzazione di pozzo 54 completano una struttura 40 di dispositivo a transistor. Le impurità per le zone 57 e 58 per la struttura a transistor 40 possono essere introdotte prima o dopo la rimozione dello strato di ossido di porta originale ancora rimanente in regioni sovrastanti la porzione della superficie 10.5 disposta fra lo strato di polisilicio 12 e lo strato di ossido di campo 13. Le metallizzazioni 52, 53 e 54 sono tipicamente formate depositando dapprima silicio policristallino drogato e depositando quindi alluminio.

Nel dispositivo 40 rappresentato nella figura 6, lo spessore del lo strato d'ossido di parete laterale 21 è vantaggiosamente di almeno 200 Å, preferibilmente circa 500 Å, per far sì che dopo attivazione delle impurità mediante ricottura (e conseguente diffusione delle zone di sorgente e di pozzo 57 e 58), i rispettivi bordi sovrastanti dell'elettrodo di porta 12 possono essere disposti in registrazione sostanziale con i bordi rispettivi di queste zone di sorgente di pozzo al fine di minimizzare la capacità parassita di sovrapposizione. Tipicamente, l'attivazione delle impurità viene eseguita tramite ricottura a circa 900°C per circa 30 minuti. Nuovamente, secondo l'invenzione, questa spaziatura può essere controllata in modo alquanto preciso anche se le dimensioni sono di ordine sub-micronico.

Si deve tener presente che, benchè le metallizzazioni di porta 43 e 53 siano rappresentate (simbolicamente) con un foro di contatto disposto direttamente sullo strato di ossido di porta 11, ordinariamente il foro di contatto è disposto sullo spesso ossido di campo, ossia distanziato dalla regione di porta in una direzione perpendicolare al piano del disegno.



In un esempio tipico, lo strato di ossido di porta 11 ha uno spessore di circa 250 Å, lo strato di silicio policristallino 12 ha uno spessore di circa 3500 Å, lo strato organico 14 è costituito tipicamente da fotoriserva di Hunt dello spessore di circa 1,8 micron, e lo strato di biossido di silicio 15 ha uno spessore di circa 1200 Å.

Ordinariamente, cottura ad alta temperatura dello strato di fotoriserva organico 14 (da 200 a 300°C per circa da 30 a 180 minuti) è opportuna per fare indurire la fotoriserva in modo tale che essa abbia a resistere a ulteriore trattamento, come ad esempio attacco chimico con plasma per definire lo strato elettrodico di porta di polisilicio 12.

In un altro esempio, una struttura 70 (figura 7) include un corpo di semiconduttore di silicio di tipo p, 60, avente una superficie orizzontale piana maggiore 60.5 tipicamente orientata parallelamente al piano (100) su cui è stato fatto crescere uno strato di ossido di porta 61 ed uno strato di ossido di campo 62. Su questo strato di ossido di porta 61 è disposto uno strato di silicio policristallino 63. Al di sopra di questo strato di silicio policristallino 63 è disposto uno strato di alluminio 64, depositato tipicamente mediante evaporazione sino ad uno spessore di circa 1 micron. Inoltre al di sopra dello strato di alluminio 64 è disposto uno strato di fotoriserva organico 65. In aggiunta, al di sopra dello strato di fotoriserva 65 vi è uno strato di biossido di silicio modellato 66 ed uno strato di fotoriserva modellato 67 per completare la struttura 70 rappresentata nella figura 7. La struttura 70 è così simile a quella rappresentata in figura 1 in corrispondenza di uno stadio precedente del trattamento di quest'ultima, esclusione fatta per l'aggiunta dello strato di alluminio 64. Lo stra-



to di biossido di silicio modellato 66 può essere stato modellato, ad esempio, tramite attacco con plasma oppure tramite attacco con ioni reattivi con gas  $\text{CHF}_3$  o Freon 23.

La superficie superiore della struttura 70 è quindi sottoposta ad un attacco chimico anisotropo con ioni reattivi tramite ioni ossigeno 68 (figura 7). Questo attacco con ossigeno può essere eseguito nella stessa camera precedentemente impiegata per attaccare lo strato di ossido 66. Per questo scopo, ad esempio, l'ossigeno puro (parzialmente ionizzato) oppure una miscela gassosa (parzialmente ionizzata) di ossigeno e di circa da 0,5 all'1,0% in volume di tetrafluoruro di carbonio ( $\text{CF}_4$ ) viene impiegata ad una pressione relativamente bassa in un intervallo utile da circa 2 a 4 micron di Hg tipicamente circa 3,5 micron di Hg, assieme a potenza o energia a radiofrequenza in un intervallo utile da circa 0,25 a 0,75 watt/cm<sup>2</sup>, tipicamente circa 0,5 watt/cm<sup>2</sup>, ad una frequenza tipica di circa 13,56 MHz.

In conseguenza del proseguimento dell'attacco chimico con ioni reattivi dopo attacco attraverso la fotoriserva, strati ad accumulo di ossido d'alluminio 71 si formano su pareti laterali verticali risultanti 65.5 (figura 8) dell'apertura così formata nello strato di fotoriserva 65. Lo spessore degli strati ad accumulo 71 (misurato in corrispondenza del fondo di essi) è proporzionale allo spessore dell'alluminio rimosso tramite questo attacco chimico dallo strato di alluminio 64 come determinato dalla durata temporale dell'attacco chimico con ioni reattivi. Tipicamente circa 200 Å di alluminio sono rimossi in corrispondenza del fondo dell'apertura risultante nello strato di fotoriserva 65 tramite sovraincisione con ioni ossigeno 68. Successivamente la struttura in corso di fabbricazione (figura 8)



viene sottoposta ad un attacco chimico con ioni reattivi come ad esempio con Freon 23 (miscela del 96% in volume di  $\text{CHF}_3$  e  $\text{NH}_3$ ) allo scopo di rimuovere lo strato di biossido di silicio modellato 66.

Successivamente l'attacco con ioni ossigeno 81 (figura 9) viene ripreso e fatto continuare finchè lo strato organico 81 non è stato completamente rimosso. In tal modo lo strato di alluminio 64 viene esposto nelle aree fra gli strati ad accumulo di ossido di alluminio contigui 71 e tipicamente è sovrainciso di circa 500 Å (in aggiunta alla precedente sovraincisione di 200 Å mediante l'attacco chimico con ioni reattivi a bassa pressione precedente tramite gli ioni ossigeno 68). Questo attacco dello strato organico e dell'alluminio precedentemente esposto con ossigeno farà pure aumentare lo spessore degli strati ad accumulo 71, tipicamente di un fattore di circa 3 oppure 4.

Successivamente, impiegando questi strati ad accumulo 71 come una maschera protettiva contro l'attacco, attacco con ioni anisotropo della porzione esposta dello strato di alluminio 64, seguito da attacco anisotropo dello strato policristallino 63, porta la struttura che viene fabbricata nel la condizione illustrata in figura 10, in cui lo strato di alluminio 64 è divenuto uno strato di alluminio modellato 94 e lo strato di silicio policristallino 63 è divenuto uno strato di silicio policristallino modellato 93, entrambi questi strati di silicio policristallino modellati avendo una larghezza  $W$  determinata dallo spessore degli strati ad accumulo 71.

Ad esempio, l'attacco con ioni anisotropo dello strato di alluminio 64 per formare lo strato modellato 94 può essere eseguito impiegando una miscela di circa il 75% in volume di tricloruro di boro ( $\text{BCl}_3$ ) e il 25%



di cloro ( $Cl_2$ ) ad una pressione di tipicamente circa 20 micron di Hg, con una densità di energia a radiofrequenza di tipicamente circa 0,1 watt/cm<sup>2</sup>, ad una frequenza di circa 13,56 MHz; e l'attacco chimico anisotropo dello strato di silicio policristallino 63 per formare lo strato modellato 93 può essere eseguito impiegando una miscela simile di  $BCl_3$  e  $Cl_2$  ad una pressione di tipicamente circa 10 micron di Hg, una densità di energia a radiofrequenza di tipicamente 0,06 watt/cm<sup>2</sup> alla frequenza di circa 13,56 MHz. La larghezza comune  $w$  degli strati modellati 93 e 94 è tipicamente nell'intervallo da circa 1500 a 4000 Å.

Lo strato di alluminio modellato 94 viene quindi attaccato chimicamente isotropicamente per rimuoverlo completamente e rimuovere quindi pure gli strati di accumulo sovrastanti 71. Per questo scopo può essere tipicamente impiegato attacco con soluzione, ad esempio con una soluzione acquosa di 16 parti in volume di acido fosforico all'85%, una parte di acido nitrico con titolo del 70%, una parte di acido acetico, a circa 45°C per circa 2 minuti. In tal modo lo strato d'alluminio 94 assieme agli accumuli di ossido di alluminio 71 vengono staccati e rimossi dalla struttura in fase di costruzione (figura 11). Vantaggiosamente, un'altra fase di attacco con ioni reattivi con ossigeno viene eseguita per formare strati ad accumulo di parete laterale 111 (figura 12) di biossido di silicio sulle pareti laterali verticali delle porzioni rimanenti dello strato di polisilicio 93. Impianto ionico e attivazione di esso tramite ricottura per formare zone 101, 102 e 103 viene attuato per definire regioni di sorgente, pozzo e ausiliari, tutte aventi sezioni trasversali come è illustrato in figura 12 e contorni in vista dall'alto come è indicato in figura 13. Gli strati di parete la-



terale 111 servono così come strati distanziatori per controllare la posizione di massimo avvicinamento delle regioni di sorgente e di pozzo alla regione di porta sottostante l'elettrodo di porta 93. In aggiunta, un pad di metallizzazione di porta 104 può essere aggiunto per l'accesso all'elettrodo di porta esterno ad una struttura di transistor 110 (figure 12 e 13).

Come è ulteriormente illustrato nella figura 12, il transistor 110 è metallizzato depositando dapprima uno strato isolante, come ad esempio di TEOS (tetra-etil-orto-silicato), modellandolo per formare uno strato isolante configurato o modellato 112 e applicando uno strato metallizzato configurato per formare un elettrodo di sorgente 113, un elettrodo di pozzo 114 e un altro elettrodo di sorgente (ausiliare) 115. L'elettrodo di sorgente 113 contatta la zona di sorgente 101 attraverso un'apertura 116 nello strato isolante modellato 112, e l'elettrodo di pozzo 114 contatta la zona di pozzo 102 attraverso un'apertura separata 117. La metallizzazione per questi elettrodi 113, 114 e 115 è tipicamente di polisilicio drogato n sovrastato d'alluminio.

Benchè l'invenzione sia stata descritta dettagliatamente nei termini di forme di realizzazione specifiche, possono essere apportate varie modifiche senza allontanarsi dall'ambito protettivo dell'invenzione. Ad esempio, invece d'alluminio, lo strato 64 può essere di un materiale come tantalio o biossido di silicio - assieme a attacco anisotropo adatto di esso con  $CCl_3F$  o  $CHF_3$ , rispettivamente - per formare lo strato modellato 94. Lo strato di fotoriserva organica può pure essere di poliimmide chiamata PIQ fabbricata dalla Hitachi-Ltd., Tokyo, Giappone oppure di una poliimmide chiamata Pyralin fabbricata dalla E.I. DuPont DeNemours and Co., Wilmington,



Delaware, oppure una classe di fotoriserve del tipo novolac chiamata HPR fabbricata da Philip A. Hunt Chemical Corp. Palisades Park, New Jersey o prodotti standard come ad esempio KPR, KMER, AZ 1350 e fotoriserve Polychrome. Inoltre, il trattamento con acido fluoridrico tamponato (per rimuovere lo strato ad accumulo di ossido 16 assieme allo strato di ossido modellato 15 prima della modellatura dello strato di polisilicio 12 può essere tralasciato in modo tale che lo strato ad accumulo d'ossido 16 (come pure lo strato di ossido modellato 15) di figura 1 rimane in posizione durante l'attacco successivo per modellare lo strato di polisilicio 12 ed è successivamente rimosso tramite attacco chimico con soluzione, alternativa particolarmente utile in casi in cui l'attacco successivo dello strato di polisilicio non deve essere anisotropo. Inoltre, nel dispositivo delle figure 12 e 13 la regione di sorgente ausiliare 103 e l'elettrodo 115 possono essere omessi.

#### RIVENDICAZIONI

1 - Procedimento per formare un particolare o caratteristica (21, 93) in un dispositivo a semiconduttori includente il formare uno strato di ossido di parete laterale (21,71) su una parete laterale sostanzialmente verticale (12.5, 65.5) di un primo strato (12,65) disposto su un secondo strato (11,64), lo strato di ossido di parete laterale (21,71) definendo il particolare (21,93), caratterizzato dal fatto che lo strato di ossido di parete laterale (21,71) è formato tramite attacco con ioni reattivi del secondo strato (11,64) in modo da formare lo strato di ossido di parete laterale (21,71) tramite controtrasposizione atomo per atomo (back-sputtering).

2 - Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che l'attacco con ioni reattivi viene attuato impiegando ioni ossigeno



(17, 81).

3 - Procedimento secondo la rivendicazione 1 oppure la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che il secondo strato (11) è di biossido di silicio.

4 - Procedimento secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che il primo strato (12) è di silicio policristallino.

5 - Procedimento secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che l'ossido di parete laterale (21) costituisce uno strato isolante protettivo per le pareti laterali della porta di silicio policristallino (12) di un transistor a effetto di campo.

6 - Procedimento secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che il secondo strato (64) è di metallo.

7 - Procedimento secondo la rivendicazione 6, caratterizzato dal fatto che il metallo è alluminio.

8 - Procedimento secondo la rivendicazione 6 oppure la rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto che il primo strato (65) di una fotoriserva organica.

9 - Procedimento secondo la rivendicazione 8, caratterizzato dal fatto che il secondo strato (64) è formato su un terzo strato (63) e che, dopo la formazione dello strato di ossido di parete laterale (71), il primo strato (65) viene rimosso lasciando lo strato di ossido di parete laterale (71) che è impiegato come maschera per formare il particolare (93) dal terzo strato (63).

10 - Procedimento secondo la rivendicazione 9, caratterizzato dal fatto che il particolare (93) è la porta di un transistor a effetto di campo.



Ufficio Ufficio Ufficio Ufficio  
Ufficio Ufficio Ufficio Ufficio  
Ufficio Ufficio Ufficio Ufficio  
Ufficio Ufficio Ufficio Ufficio

Ufficio Ufficio Ufficio Ufficio

## UTILITA' REGOLARE

Formulario PTO-436  
(Rev. 8/78)

SERIE NUMERO (Serie del 1979)	DATA DEL BREVETTO			BREVETTO NUMERO	
SERIE NUMERO	DATA DI DEP.	CLASSE	SOTTOCLASSE	GRUPPO N.	ESAMINATORE
06/328.368	07/12/81	029		254	

## Richiedenti:

ELIEZER KINSBRON, HIGHLAND PARK, NJ; WILLIAM T. LYNCH; SUMMIT, NJ.

++ DATI DI CONTINUAZIONE ++++++  
VERIFICATI++DOMANDE ESTERE/PCT ++++++  
VERIFICATE

Priorità estera rivendicata <input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	COME DEPOSITATA	STATO O PAESE	FOGLI DI DISEGNO
Rientra nelle condizioni specificate nel punto 35 USC 119		NJ	4
Verificate e riconosciute <input checked="" type="checkbox"/> iniziali dell'Esaminatore	→		
RIVENDICAZIONI TOTALI 17	RIVENDICAZIONI INDIPENDENTI 3	TASSA DI DEPOSITO RICEVUTA \$ 111	CASO DEL MANDATARIO CASO 4-9

## Indirizzo:

S. E. HOLLANDER  
BELL TELEPHONE LABS., INC.  
600 MOUNTAIN AVE.  
MURRAY HILL, NJ 07974

## Titolo:

"FORMAZIONE DI STRATI DI OSSIDO DI PARETI LATERALI TRAMITE ATTACCO CON IONI D'OSSIGENO REATTIVI PER DEFINIRE CARATTERISTICHE D'ORDINE SUB-MICRON"

Col presente si certifica che l'allegato è una copia fedele dagli archivi dell'Ufficio Brevetti e Marchi degli Stati Uniti della domanda come originariamente depositata la quale è qui sopra identificata.

Per autorizzazione del  
DIRETTORE DELL'UFFICIO BREVETTI E MARCHI  
F.to C. W. Smith  
Ufficiale Rogante

Data 10 Settembre 1982.

FORMAZIONE DI STRATI D' OSSIDO DI PARETI LATERALI  
TRAMITE ATTACCO CON IONI D' OSSIGENO REATTIVI PER DEFINIRE  
CARATTERISTICHE SUB-MICRON.

"PROCEDIMENTO PER LA FORMAZIONE DI CARATTERISTICHE D' ORDINE SUB-MICRON IN  
DISPOSITIVI A SEMICONDUTTORI"

WESTERN ELECTRIC COMPANY, INCORPORATED,  
a New York, N.Y. (U.S.A.)

Inventori designati: Eliezer KINSBRON, William Thomas LYNCH.

Depositata il \_\_\_\_\_ al No. \_\_\_\_\_

\*\*\*\*\*  
RIASSUNTO

La presente invenzione comporta la definizione di una caratteristica d'ordine sub-micron (93) in una struttura, tipicamente una struttura di transistor a effetto di campo a porta isolata. Questa caratteristica è definita da uno strato d'ossido di parete laterale (71) formato tramite attacco con ioni ossigeno reattivi della struttura formata in corrispondenza del momento in cui uno strato esposto (64) in prossimità della parete laterale contiene atomi di un materiale, ad esempio silicio o alluminio, che si combinano con gli ioni ossigeno per formare lo strato d'ossido della parete laterale. Lo strato d'ossido della parete laterale può essere impiegato come una maschera per formare una caratteristica o particolare (93) oppure può esso stesso costituire tale particolare, ad esempio uno strato protettivo sulle pareti laterali di una porta di polisilicio di un FET.

Campo dell'infusione

=====

DESCRIZIONE

La presente invenzione riguarda procedimenti per fabbricare dispositivi a semiconduttori e, più particolarmente, procedimenti per formare caratteristiche d'ordine sub-micron di dispositivi a transistor a circuiti integrati a semiconduttori.

## Base dell'invenzione

2

I transistor a effetto di campo a porta isolata, a corto canale (inferiore a circa 2 micron), pure conosciuti come transistor a effetto di campo a metallo-ossido-semiconduttore (MOSFET) sono desiderabili per un funzionamento ad alta frequenza tipicamente maggiore di 50 MHz. ~~Nello stesso~~ POSTICAY  
~~mondo di brevetti italiani n° 21239 A/84 del 16/4/84 sono descritti procedimenti per fabbricare transistor a effetto di campo a porta isolata con separazioni estremamente piccole (500 Å o meno) fra le estremità delle regioni di porta e quelle delle regioni di sorgente (e di pozzo). I transistor erano perciò caratterizzati da resistenze fra sorgente e canale vantaggiosamente piccole.~~

*o nome Levistein e le spieletti ed altri*

I procedimenti insegnati nella ~~summenzionata~~ domanda di brevetto includono la formazione di sottili strati di biossido di silicio sulle pareti laterali di elettrodi di porta di silicio policristallino mediante crescita termica. Lo strato dell'ossido di parete laterale risultante è utile come strato distanziatore per allineare la sorgente rispetto al canale della regione di porta.

Benchè strati piuttosto sottili (dell'ordine di circa 200 Å) del l'ossido di parete laterale richiesto possano essere formati tramite crescita termica di biossido di silicio sulla porta di silicio policristallino (polisilicio), una limitazione indesiderabile di questa crescita termica deriva dai seguenti fattori : (1) la crescita dell'ossido sul polysilicio non è facilmente controllata o uniforme a causa della struttura policristallina del polysilicio sottostante; (2) nel medesimo momento in cui l'ossido della parete laterale vien fatto crescere, la lunghezza fra sorgente e pozzo dell'elettrodo di porta di polysilicio diminuisce corrispon-

dentemente, per cui il controllo della lunghezza crociale dell'elettrodo di porta, e quindi del canale del transistor sottostante risulta deteriorato; (3) l'ossido fatto crescere simultaneamente sulle regioni di sorgente e di poz zo forza in giù le superfici superiori della sorgente e del pozzo a livelli al di sotto della superficie superiore o di sommità della regione di canale, per quantità eccessivamente elevate (approssimativamente uguali a metà dello spessore dell'ossido cresciuto); e (4) è richiesta una fase di attacco chimico separata per la rimozione dell'ossido cresciuto da posizioni sovrastanti la sorgente e il pozzo.

Sarebbe perciò desiderabile avere a disposizione un procedimento *transistori* per definire particolari in strutture di dispositivi a semiconduttori, formanti strati di ossido di parete laterale mitiganti uno o più di questi inconvenienti della tecnica nota.

## POSTILLA<sup>2</sup>

Nell'invenzione come definita nelle rivendicazioni, lo strato di ossido di parete laterale è formata tramite controtrasposizione atomo per atomo o "back-sputtering", per cui gli inconvenienti della tecnica nota, per quanto dovuti alla formazione dello strato d'ossido di parete laterale tramite l'ossidazione termica, sono eliminati. In aggiunta è possibile formare strati di ossido di parete laterale su materiali, come fotoriserve organiche, non suscettibili di ossidazione termica.

Saranno ora descritte alcune forme di realizzazione dell'invenzione, a titolo esemplificativo, facendo riferimento ai disegni acclusi nei quali:

le figure da 1 a 5 illustrano in sezione vari stadi di un procedimento per fabbricare una struttura di transistor a effetto di campo a por-

ta isolata secondo l'invenzione;

la figura 6 illustra in sezione un transistor a effetto di campo a porta isolata diverso fabbricato secondo l'invenzione;

le figure da 7 a 12 illustrano in sezione vari stadi di un altro processo per fabbricare un transistor a effetto di campo a porta isolata, secondo l'invenzione; e

la figura 13 illustra una vista in sezione dall'alto della struttura di transistor rappresentata nella figura 12.

Per scopo di chiarezza nessuna figura è in scala.

### Descrizione dettagliata

Facendo riferimento alla figura 1, un corpo 10 di silicio semiconduttore, tipicamente di condutività di tipo n, ha una superficie orizzontale piana principale 10.5, tipicamente in un piano cristallografico (100); il corpo avendo una concentrazione di impurità donatrici significativa risultante uniforme nelle prossimità della superficie uguale a circa  $1 \times 10^{16}$  impurità per  $\text{cm}^3$ . Uno strato di ossido di porta relativamente sottile 11 di biossido di silicio cresciuto termicamente, e uno strato di ossido di campo relativamente spesso 13 sono disposti su porzioni complementari della superficie 10.5 in una configurazione convenzionale per formare una molteplicità di strutture di dispositivi a transistor similari sulla superficie principale 10.5. Uno strato di silicio policristallino (polisilicio) 12 è disposto sulle superfici superiore esposte dello strato di ossido di porta 11 e dello strato di ossido di campo 13. Sulla sommità di una porzione limitata dello strato di polysilicio 12 è disposto uno strato di fotoriserva 14, tipicamente fotoriserva HPR-204 della Hunt, e uno strato di biossido di silicio ausiliare 15.

Entrambi gli strati 14 e 15 possono essere stati preliminarmente modellati ad esempio secondo il processo a tre livelli descritto da J.M. Moran e D. Maydan in un articolo intitolato "High Resolution, Steep Profile, Resist Patterns", pubblicato nel Bell System Technical Journal, Vol. 58, pp. 1027-1036 (1979). In conseguenza di questo processo a tre livelli, che utilizza attacco con ioni ossigeno reattivi per modellare lo strato di fotoriserva 14, strati ad accumulo di parete laterale 16 di biossido di silicio si formano sulle pareti laterali verticali dello strato di fotoriserva modellato 14 durante l'ultima fase di questo attacco con ioni ossigeno reattivi (quando porzioni dello strato 12 di polisilicio vengono esposte e, dopo essere state fisicamente controtrasposte atomo per atomo, reagiscono con gli ioni ossigeno). La larghezza degli strati 14 e 15 in tal modo modellati è tipicamente di circa 1 o 2 micron.

### POSTILLA 3

Lo strato ad accumulo d'ossido 16, assieme allo strato d'ossido modellato o configurato 15 sono quindi preferibilmente entrambi completamente rimossi mediante un trattamento a temperatura ambiente con una soluzione di acido fluoridrico tamponato ( $\text{NH}_4\text{F}$  e  $\text{HF}$ , con un rapporto molare di 4 tipicamente 30:1). Successivamente, impiegando lo strato di fotoriserva modellato 14 in qualità di una maschera protettiva, la struttura di figura 1 viene disposta in una camera adatta e sottoposta a attacco chimico anisotropo con cloro gassoso, ad una pressione di tipicamente circa 10 micron di  $\text{Hg}$ , con una densità di energia a radiofrequenza o RF di tipicamente circa 0,1 watt/ $\text{cm}^2$ , e con una frequenza RF di circa 13,56 MHz. Per attacco "anisotropo" si intende che pareti laterali sostanzialmente verticali sono formate nel materiale attaccato in posizioni sottostanti i bordi di qualsiasi

maschera protettiva impiegata durante l'attacco, ossia in corrispondenza di intersezioni di regioni di materiale attaccato e materiale non attaccato.

In tal modo, lo strato di polisilicio 12 viene modellato (figura 2) per funzionare da strato di elettrodo di porta di polisilicio avente larghezza predeterminata, tipicamente fra circa 1 e 2 micron, con pareti laterali sostanzialmente verticali 12.5 dovute alla anisotropia dell'attacco con cloro.

La superficie superiore della struttura risultante rappresentata in figura 2 viene quindi sottoposta (vantaggiosamente nella medesima camera impiegata per la fase di attacco con ioni cloro precedente) a un bombardamento verticale di ioni ossigeno 17 adatto per l'attacco anisotropicamente reattivo con ioni dello strato di ossido di porta 11. In tal modo, uno strato di biossido di silicio di parete laterale 21 (figura 3) viene formato sulle pareti laterali verticali 12.5 dello strato elettrodico di porta 12 (come pure sulle pareti laterali risultanti dello strato di ossido di porta 11). Preferibilmente, al fine di garantire completa rimozione delle porzioni esposte dello strato di biossido di silicio 11 in corrispondenza di regioni sovrastanti le future zone di sorgente e di pozzo, l'attacco con ioni reattivi viene eseguito per un periodo di tempo sufficiente a determinare la rimozione di circa 15  $\text{\AA}$  di silicio dal corpo 10 in corrispondenza delle porzioni esposte della superficie 10.5 al di sotto delle aree fra l'ossido di campo e l'elettrodo di porta. Durante questo attacco con ioni reattivi dell'ossido di porta, una porzione superiore dello strato di fotoriserva 14 viene pure simultaneamente rimossa.

Impiegando la medesima camera per l'attacco con ioni ossigeno che è stata precedentemente impiegata per l'attacco con ioni cloro, i residui di

cloro sono rimossi automaticamente dalla camera durante l'attacco con ioni ossigeno.

L'attacco con ioni ossigeno reattivi della porzione esposta dello strato di biossido di silicio 11 viene eseguito, ad esempio, in una camera contenente ossigeno puro (parzialmente ionizzato) oppure una miscela gassosa (parzialmente ionizzata) di ossigeno e da circa lo 0,5% all'1,0% in volume di tetrafluoruro di carbonio ( $CF_4$ ). Per l'anisotropia dell'attacco, viene impiegata una pressione relativamente bassa dell'ossigeno, ordinariamente nell'intervallo utile da circa 2 a 4 micron di Hg, con una densità di energia RF relativamente più alta, solitamente nell'intervallo utile da circa 0,25 a 0,75 watt/cm<sup>2</sup>, con una radiofrequenza di tipicamente circa 13,56 MHz.

Durante questo attacco con ioni ossigeno reattivi dello strato di ossido 11, si ritiene che gli ioni ossigeno reagiscano con il silicio che è controdepositato atomo per atomo dalla porzione esposta di questo strato di biossido di silicio 11 (successivamente dalla porzione esposta del corpo di silicio 10) per formare un plasma dal quale lo strato di biossido di silicio di parete laterale 21 (figura 3) viene depositato sulla parete laterale 12.5 dello strato di elettrodo di porta 12. D'altro canto può capitare che un trasporto di silicio e ossigeno dallo strato di biossido di silicio 11 per formare lo strato d'ossido di parete laterale 21 possa essere attuato tramite bombardamento con ioni diversi dall'ossigeno.

Nel caso di attacco solo parziale della porzione di strato di ossido 11 sovrastante il corpo 10 fra lo strato di porta di polisilicio 12 e lo strato di ossido di campo 13, lo strato di ossido di parete laterale 21 può avere uno spessore (misurato in corrispondenza del fondo) ridotto,

dell'ordine di circa 50  $\text{\AA}$ , e, in ogni caso, è solitamente nell'intervallo da circa 50  $\text{\AA}$  a 500  $\text{\AA}$ . D'altro canto, nel caso di sovraincisione o sovraattacco di questo strato di ossido 11 e di incisione nel silicio sottostante del corpo 10, lo spessore dello strato di ossido di parete laterale 21 è tipicamente nell'intervallo da circa 500 a 2000  $\text{\AA}$ .

Lo spessore dello strato di ossido di parete laterale 21 aumenta quando il tempo di attacco con ioni reattivi aumenta e il processo di attacco progredisce al di sotto della superficie originale 10.5 del corpo di silicio 10. Lo spessore dell'ossido di parete laterale può in tal modo essere controllato controllando lo spessore dello strato di ossido di porta 11 (più lo spessore del silicio rimosso mediante l'attacco con ioni ossigeno reattivi) e la durata temporale dell'esposizione all'attacco con ioni reattivi. Lo strato di ossido di parete laterale 21 serve come distanziatore per controllare la distanza (di massimo avvicinamento) fra la sorgente e il pozzo (che devono essere formati) dalla regione di porta del transistor a effetto di campo che viene realizzato.

Dopo che questa fase di attacco con ioni ossigeno reattivi è stata eseguita, qualsiasi porzione esposta rimanente dello strato di ossido 11 viene completamente rimossa, ad esempio tramite attacco con plasma con Freon 23 (che è una miscela di circa il 96% in volume di  $\text{CHF}_3$  con  $\text{NH}_3$ ), vantaggiosamente, al fine di evitare attacco isotropo indesiderabile che sarebbe provocato da una qualsiasi miscelazione di  $\text{CHF}_3$  residuo con  $\text{Cl}_2$  in una futura ripetizione del processo che viene descritto, tale attacco con plasma mediante Freon viene eseguito in una camera diversa da quella appena prima impiegata per l'attacco con ioni ossigeno reattivi. Qualsiasi spesso-

re rimanente dello strato di fotoriserva organico 14 viene successivamente rimosso mediante un metodo standard, come ad esempio trattamento con una miscela (circa 5:1 in volume) di acido solforico e acqua ossigenata ad una temperatura di tipicamente circa 85°C.

Facendo ora riferimento alla figura 4, siliciuro di platino viene formato sulla superficie esposta del corpo di silicio 10 e sull'elettrodo di porta 12 per formare contatti elettrodici di siliciuro di platino a barriera Schottky di sorgente e di pozzo 33 e 35 più uno strato di metallizzazione di siliciuro di platino ad elettrodo di porta 34. La porzione del corpo 10 direttamente sottostante l'elettrodo di porta 12 costituisce la regione di canale della prima struttura di transistor. Al fine di formare il siliciuro di platino, viene depositato platino, ad esempio mediante evaporazione, sino ad uno spessore di circa 150 Å, su tutta la struttura che viene formata, tipicamente ad una temperatura di circa 25°C (~~ossia temperatura ambiente~~) ed esso viene quindi sinterizzato, tipicamente, tramite riscaldamento in argon e l'1 o il 2% in volume di ossigeno per circa 30 minuti a circa 625°C, per formare siliciuro di platino ovunque silicio si trova al di sotto del platino depositato. Alternativamente può essere impiegata trasposizione atomo per atomo o sputtering del platino sulla struttura riscaldata (tipicamente ad una temperatura da circa 600°C a 650°C) per formare direttamente il siliciuro di platino. Il platino rimanente (ossido sovrastante) viene quindi rimosso tipicamente tramite attacco chimico con acqua regia.

Successivamente, uno strato isolante modellato 41 viene formato sulla struttura 30 che viene realizzata (figura 5). Questo strato isolante

41 è tipicamente biossido di silicio (formato tipicamente da una miscela di silano e ossigeno) o TEOS (tetra-etyl-orto silicato depositato ad una temperatura inferiore a circa 500°C) avente uno spessore di tipicamente circa 10.000 Å ed è formato e modellato tramite deposizione di vapori chimici convenzionale seguita da mascheratura selettiva e attacco chimico attraverso finestrelle. Da ultimo, uno strato di metallizzazione modellato 42, 43 e 44 ad esempio di alluminio, viene applicato, tipicamente mediante evaporazione seguita da mascheratura e attacco chimico selettivi - per realizzare contatti metallizzati con gli elettrodi di siliciuro di platino 33, 34 e 35. In tal modo viene formata una struttura 30 di transistor a effetto di campo a porta isolata (figura 5). Vantaggiosamente, per conservare le barriere Schottky, in nessun momento dopo la fase di sinterizzazione del platino la struttura in formazione viene riscaldata al di sopra di una temperatura di circa 500°C. Uno strato intermedio di materiale, come ad esempio polisilicio drogato, può pure essere incluso fra la metallizzazione d'alluminio e il siliciuro di platino.

#### *Secondo la presente invenzione*

In tal modo, lo strato di parete laterale 21 serve come maschera di protezione e come elemento distanziatore per controllare la minima distanza della regione di sorgente (e di pozzo) del transistor rispetto al canale del transistor.

Prima del deposito del platino per formare gli elettrodi di siliciuro di platino, una significativa quantità di impurità accettrici può essere eventualmente introdotta nel corpo di silicio 10 in corrispondenza della sua superficie allora esposta, così da formare nel corpo zone di sorgente e di pozzo; in tal modo, invece di avere il siliciuro di platino

formante elettrodi a barriera Schottky, il siliciuro di platino forma contatti elettrodici di tipo ohmico con le zone di sorgente e di pozzo. Inoltre, quando si impiegano siliciuri metallici, come ad esempio siliciuro di cobalto, che possono sopportare le alte temperature (circa 900°C) richieste per l'attivazione delle impurità, impurità possono essere alternativamente impiantate attraverso questi elettrodi 33 e 35 di siliciuro metallico, oppure possono essere introdotte mediante deposizione simultaneamente con la deposizione del metallo e quindi diffuse mediante ricottura adatta.

Invece di formare elettrodi di siliciuro di platino 33, 34 e 35 (figura 5), zone di impurità autoallineate 57 e 58 per la sorgente e il pozzo possono essere formate (figura 6) ad esempio tramite impianto di ioni di impurità. Durante l'impianto degli ioni, l'elettrodo di porta di silicio policristallino 12, assieme allo strato d'ossido di parete laterale 21, viene impiegato come una maschera autoallineata, che fornisce una deviazione per le regioni impiantate nel corpo di silicio 10 dall'elettrodo di porta 12. In questo caso, inoltre, un corpo di silicio di conduttività di tipo p,50, (figura 6) può essere impiegato assieme a conduttività di tipo n<sup>+</sup> (ossia fortemente di tipo n) nelle zone 57 e 58, per formare un transistor a canale N. Inoltre, in questo caso, l'attacco con ioni ossigeno reattivi dello strato di biossido di silicio 11 può essere terminato un qualche tempo prima di attaccare completamente la superficie 50,5 del corpo di silicio 50, e impianto ionico può quindi essere eseguito attraverso lo spessore esposto rimanente di questo strato di ossido 11 disposto fra lo strato di polisilicio 12 e lo strato di ossido di campo 13, per cui giunzioni PN meno profonde delle zone di tipo n 57 e 58 sono formate con la regione di tipo p del

corpo 10. Uno strato 51 di TEOS modellato, una metallizzazione di sorgente 52, una metallizzazione di porta 53 ed una metallizzazione di pozzo 54 completano una struttura 40 di dispositivo a transistor. Le impurità per le zone 57 e 58 per la struttura a transistor 40 possono essere introdotte prima o dopo la rimozione dello strato di ossido di porta originale ancora rimanente in regioni sovrastanti la porzione della superficie 10.5 disposta fra lo strato di polisilicio 12 e lo strato di ossido di campo 13. Le metallizzazioni 52, 53 e 54 sono tipicamente formate depositando dapprima silicio policristallino drogato e depositando quindi alluminio.

Nel dispositivo 40 rappresentato nella figura 6, lo spessore del lo strato d'ossido di parete laterale 21 è vantaggiosamente di almeno 200  $\text{\AA}$ , preferibilmente circa 500  $\text{\AA}$ , per far sì che dopo attivazione delle impurità mediante ricottura (e conseguente diffusione delle zone di sorgente e di pozzo 57 e 58), i rispettivi bordi sovrastanti dell'elettrodo di porta 12 possono essere disposti in registrazione sostanziale con i bordi rispettivi di queste zone di sorgente di pozzo al fine di minimizzare la capacità parassita di sovrapposizione. Tipicamente, l'attivazione delle impurità viene eseguita tramite ricottura a circa 900°C per circa 30 minuti. Nuovamente, secondo l'invenzione, questa spaziatura può essere controllata in modo alquanto preciso anche se le dimensioni sono di ordine sub-micronico.

Si deve tener presente che, benchè le metallizzazioni di porta 43 e 53 siano rappresentate (simbolicamente) con un foro di contatto disposto direttamente sullo strato di ossido di porta 11, ordinariamente il foro di contatto è disposto sullo spesso ossido di campo, ossia distanziato dalla regione di porta in una direzione perpendicolare al piano del disegno.

13

A titolo di ~~esempio tipico~~ ed esclusivamente a scopo di illustrazione, in un esempio tipico lo strato di ossido di porta 11 ha uno spessore di circa 250 Å, lo strato di silicio policristallino 12 ha uno spessore di circa 3500 Å, lo strato organico 14 è costituito tipicamente da fotoriserva di Hunt dello spessore di circa 1,8 micron, e lo strato di biossido di silicio 15 ha uno spessore di circa 1200 Å.

Ordinariamente, cottura ad alta temperatura dello strato di fotoriserva organico 14 (da 200 a 300°C per circa da 30 a 180 minuti) è opportuna per fare indurire la fotoriserva in modo tale che essa abbia a resistere a ulteriore trattamento, come ad esempio attacco chimico con plasma per definire lo strato elettrodico di porta di polisilicio 12.

In un altro esempio, una struttura 70 (figura 7) include un corpo di semiconduttore di silicio di tipo p, 60, avente una superficie orizzontale piana maggiore 60.5 tipicamente orientata parallelamente al piano (100) su cui è stato fatto crescere uno strato di ossido di porta 61 ed uno strato di ossido di campo 62. Su questo strato di ossido di porta 61 è disposto uno strato di silicio policristallino 63. Al di sopra di questo strato di silicio policristallino 63 è disposto uno strato di alluminio 64, depositato tipicamente mediante evaporazione sino ad uno spessore di circa 1 micron. Inoltre al di sopra dello strato di alluminio 64 è disposto uno strato di fotoriserva organico 65. In aggiunta, al di sopra dello strato di fotoriserva 65 vi è uno strato di biossido di silicio modellato 66 ed uno strato di fotoriserva modellato 67 per completare la struttura 70 rappresentata nella figura 7. La struttura 70 è così simile a quella rappresentata in figura 1 in corrispondenza di uno stadio precedente del trattamento di quest'ultima, esclusione fatta per l'aggiunta dello strato di alluminio 64. Lo stra-

to di biossido di silicio modellato 66 può essere stato modellato, ad esempio, tramite attacco con plasma oppure tramite attacco con ioni reattivi con gas  $\text{CHF}_3$  o Freon 23.

La superficie superiore della struttura 70 è quindi sottoposta ad un attacco chimico anisotropo con ioni reattivi tramite ioni ossigeno 68 (figura 7). Questo attacco con ossigeno può essere eseguito nella stessa camera precedentemente impiegata per attaccare lo strato di ossido 66. Per questo scopo, ad esempio, l'ossigeno puro (parzialmente ionizzato) oppure una miscela gassosa (parzialmente ionizzata) di ossigeno e di circa da 0,5 all'1,0% in volume di tetrafluoruro di carbonio ( $\text{CF}_4$ ) viene impiegata ad una pressione relativamente bassa in un intervallo utile da circa 2 a 4 micron di Hg tipicamente circa 3,5 micron di Hg, assieme a potenza o energia a radiofrequenza in un intervallo utile da circa 0,25 a 0,75 watt/ $\text{cm}^2$ , tipicamente circa 0,5 watt/ $\text{cm}^2$ , ad una frequenza tipica di circa 13,56 MHz.

In conseguenza del proseguimento dell'attacco chimico con ioni reattivi dopo attacco attraverso la fotoriserva, strati ad accumulo di ossido d'alluminio 71 si formano su pareti laterali verticali risultanti 65.5 (figura 8) dell'apertura così formata nello strato di fotoriserva 65. Lo spessore degli strati ad accumulo 71 (misurato in corrispondenza del fondo di essi) è proporzionale allo spessore dell'alluminio rimosso tramite questo attacco chimico dallo strato di alluminio 64 come determinato dalla durata temporale dell'attacco chimico con ioni reattivi. Tipicamente circa 200 Å di alluminio sono rimossi in corrispondenza del fondo dell'apertura risultante nello strato di fotoriserva 65 tramite sovraincisione con ioni ossigeno 68. Successivamente la struttura in corso di fabbricazione (figura 8)

POSTILLA 4

viene sottoposta ad un attacco chimico con ioni reattivi come ad esempio con Freon 23 (miscela del 96% in volume di  $\text{CHF}_3$  e  $\text{NH}_3$ ) allo scopo di rimuovere lo strato di biossido di silicio modellato 66.

Successivamente l'attacco con ioni ossigeno 81 (figura 9) viene ripreso e fatto continuare finchè lo strato organico 81 non è stato completamente rimosso. In tal modo lo strato di alluminio 64 viene esposto nelle aree fra gli strati ad accumulo di ossido di alluminio contigui 71 e tipicamente è sovrainciso di circa 500 Å (in aggiunta alla precedente sovraincisione di 200 Å mediante l'attacco chimico con ioni reattivi a bassa pressione precedente tramite gli ioni ossigeno 68). Questo attacco dello strato organico e dell'alluminio precedentemente esposto con ossigeno farà pure aumentare lo spessore degli strati ad accumulo 71, tipicamente di un fattore di circa 3 oppure 4.

Successivamente, impiegando questi strati ad accumulo 71 come una maschera protettiva contro l'attacco, attacco con ioni anisotropo della porzione esposta dello strato di alluminio 64, seguito da attacco anisotropo dello strato policristallino 63, porta la struttura che viene fabbricata nella condizione illustrata in figura 10, in cui lo strato di alluminio 64 è divenuto uno strato di alluminio modellato 94 e lo strato di silicio policristallino 63 è divenuto uno strato di silicio policristallino modellato 93, entrambi questi strati di silicio policristallino modellati avendo una larghezza  $W$  determinata dallo spessore degli strati ad accumulo 71.

Ad esempio, l'attacco con ioni anisotropo dello strato di alluminio 64 per formare lo strato modellato 94 può essere eseguito impiegando una miscela di circa il 75% in volume di tricloruro di boro ( $\text{BCl}_3$ ) e il 25%

di cloro ( $Cl_2$ ) ad una pressione di tipicamente circa 20 micron di Hg, con una densità di energia a radiofrequenza di tipicamente circa 0,1 watt/cm<sup>2</sup>, ad una frequenza di circa 13,56 MHz; e l'attacco chimico anisotropo dello strato di silicio policristallino 63 per formare lo strato modellato 93 può essere eseguito impiegando una miscela simile di  $BCl_3$  e  $Cl_2$  ad una pressione di tipicamente circa 10 micron di Hg, una densità di energia a radiofrequenza di tipicamente 0,06 watt/cm<sup>2</sup> alla frequenza di circa 13,56 MHz. La larghezza comune w degli strati modellati 93 e 94 è tipicamente nell'intervallo da circa 1500 a 4000 Å.

Lo strato di alluminio modellato 94 viene quindi attaccato chimicamente isotropicamente per rimuoverlo completamente e rimuovere quindi pure gli strati di accumulo sovrastanti 71. Per questo scopo può essere tipicamente impiegato attacco con soluzione, ad esempio con una soluzione acquosa di 16 parti in volume di acido fosforico all'85%, una parte di acido nitrico con titolo del 70%, una parte di acido acetico, a circa 45°C per circa 2 minuti. In tal modo lo strato d'alluminio 94 assieme agli accumuli di ossido di alluminio 71 vengono staccati e rimossi dalla struttura in fase di costruzione (figura 11). Vantaggiosamente, un'altra fase di attacco con ioni reattivi con ossigeno viene eseguita per formare strati ad accumulo di parete laterale 111 (~~figura 12~~) di biossido di silicio sulle pareti laterali verticali delle porzioni rimanenti dello strato di polisilicio 93. Impianto ionico e attivazione di esso tramite ricottura per formare zone 101, 102 e 103 viene attuato per definire regioni di sorgente, pozzo e ausiliari, tutte aventi sezioni trasversali come è illustrato in figura 12 e contorni in vista dall'alto come è indicato in figura 13. Gli strati di parete la-

*La regione di sorgente 103 ausiliare è opzionale.*

terale 111 servono così come strati distanziatori per controllare la posizione di massimo avvicinamento delle regioni di sorgente e di pozzo alla regione di porta sottostante l'elettrodo di porta 93. In aggiunta, un pad di metallizzazione di porta 104 può essere aggiunto per l'accesso all'elettrodo di porta esterno ad una struttura di transistor 110 (figure 12 e 13).

Come è ulteriormente illustrato nella figura 12, il transistor 110 è metallizzato depositando dapprima uno strato isolante, come ad esempio di TEOS (tetra-etil-orto-silicato), modellandolo per formare uno strato isolante configurato o modellato 112 e applicando uno strato metallizzato configurato per formare un elettrodo di sorgente 113, un elettrodo di pozzo 114 (*se desiderato*) e un altro elettrodo di sorgente (ausiliare) 115. L'elettrodo di sorgente 113 contatta la zona di sorgente 101 attraverso un'apertura 116 nello strato isolante modellato 112, e l'elettrodo di pozzo 114 contatta la zona di pozzo 102 attraverso un'apertura separata 117. La metallizzazione per questi elettrodi 113, 114 e 115 è tipicamente di polisilicio drogato n sovrastato d'alluminio.

Benchè l'invenzione sia stata descritta dettagliatamente nei termini di forme di realizzazione specifiche, possono essere apportate varie modifiche senza allontanarsi dall'ambito protettivo dell'invenzione. Ad esempio, invece d'alluminio, lo strato 64 può essere di un materiale come tantalio o biossido di silicio - assieme a attacco anisotropo adatto di esso con  $CCl_3F$  o  $CHF_3$ , rispettivamente - per formare lo strato modellato 94. Lo strato di fotoriserva organica può pure essere di poliimmide chiamata PIQ fabbricata dalla Hitachi-Ltd., Tokyo, Giappone oppure di una poliimmide chiamata Pyralin fabbricata dalla E.I. DuPont DeNemours and Co., Wilmington,

Delaware, oppure una classe di fotoriserve del tipo novolac chiamata HPR fabbricata da Philip A. Hunt Chemical Corp. Palisades Park, New Jersey o prodotti standard come ad esempio KPR, KMER, AZ 1350 e fotoriserve Polychrome. Inoltre, il trattamento con acido fluoridrico tamponato (per rimuovere lo strato ad accumulo di ossido 16 assieme allo strato di ossido modellato 15 prima della modellatura dello strato di polisilicio 12 può essere tralasciato in modo tale che lo strato ad accumulo d'ossido 16 (come pure lo strato di ossido modellato 15) di figura 1 rimane in posizione durante l'attacco successivo per modellare lo strato di polisilicio 12 ed è successivamente rimosso tramite attacco chimico con soluzione, alternativa particolarmente utile in casi in cui l'attacco successivo dello strato di polisilicio non deve essere anisotropo. Inoltre, nel dispositivo delle figure 12 e 13 la regione di sorgente ausiliare 103 e l'elettrodo 115 possono essere omessi.

#### RIVENDICAZIONI

1 - Procedimento per formare un particolare o caratteristica (21, 93) in un dispositivo a semiconduttori includente il formare uno strato di ossido di parete laterale (21,71) su una parete laterale sostanzialmente verticale (12.5, 65.5) di un primo strato (12,65) disposto su un secondo strato (11,64), lo strato di ossido di parete laterale (21,71) definendo il particolare (21,93), caratterizzato dal fatto che lo strato di ossido di parete laterale (21,71) è formato tramite attacco con ioni reattivi del secondo strato (11,64) in modo da formare lo strato di ossido di parete laterale (21, 71) tramite controtrasposizione atomo per atomo (back-sputtering).

2 - Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che l'attacco con ioni reattivi viene attuato impiegando ioni ossigeno

Ciò che si rivendica è:

1. Un procedimento per la fabbricazione di una struttura di semiconduttore comprendente le fasi di formazione, al di sopra di una superficie orizzontale (ad esempio 10,5 oppure 60,5) in una struttura, uno strato (ad esempio 12 oppure 65) avente una parete laterale verticale in corrispondenza del fondo di cui è disposto una superficie esposta di un primo materiale, detto primo materiale contenendo atomi di una prima specie, e formando sulla parete laterale verticale uno strato a maschera (ad esempio 21 oppure 71) di predeterminata dimensione di spessore orizzontale d'ordine sub-micron, ed usando lo strato a maschera per definire una caratteristica della struttura, caratterizzato dal fatto che lo strato a maschera è formato mediante bombardamento di detta porzione di superficie orizzontale con ossigeno per un predeterminato tempo per reagire con detto primo materiale, in cui lo strato a maschera, comprendendo un composto chimico di ossigeno e detti atomi, è depositato sulla parete laterale verticale nello spessore d'ordine sub-micron predeterminato.

2. Il procedimento della rivendicazione 1, inoltre caratterizzato dal fatto che il primo materiale è essenzialmente un metallo.

3. Il procedimento della rivendicazione 2 in cui detto metallo è essenzialmente alluminio.

4. Il procedimento della rivendicazione 1 inoltre caratterizzato in quanto detto primo materiale è essenzialmente di ossido di silicio.

5. Un procedimento per formare una caratteristica d'ordine sub-micron (21 oppure 93) mediante formazione di uno strato di ossido di parete laterale (ad esempio 21 oppure 71) su una parete laterale verticale (ad esempio 12,5 oppure 65,5) di un primo strato (12 oppure 65) di un primo materiale disposto su una porzione limitata di un secondo strato (ad esempio 11 oppure 64) di un secondo materiale, differente dal primo, detto secondo strato disposto sopra una superficie maggiore orizzontale di un corpo

semiconduttore (ad esempio 10 oppure 60), caratterizzato dalla fase di attacco con ioni reattivi detto secondo strato per formare mediante retrotrasposizione atomo per atomo di detto secondo materiale uno strato di ossido di parete laterale (ad esempio 21 oppure 71) sulla parete laterale verticale del primo strato allo scopo di definire detta caratteristica.○

6. Il procedimento della rivendicazione 5 in cui l'attacco con ioni reattivi è compiuto mediante bombardamento con ossigeno, detto primo strato è essenzialmente uno strato di silicio policristallino (12), detto corpo (10) è essenzialmente silicio, e detto secondo strato (11) è essenzialmente diossido di silicio.

7. Il procedimento della rivendicazione 5 in cui l'attacco con ioni reattivi è compiuto mediante bombardamento con ossigeno, il corpo (60) è essenzialmente silicio, il primo strato è essenzialmente foto riserva organica, e detto secondo strato (64) è essenzialmente uno strato di metallo.

8. Il procedimento della rivendicazione 7 in cui detto secondo strato (64) è separato da detta superficie maggiore del corpo da uno strato comprendente uno strato di silicio policristallino (63).

9. Il procedimento della rivendicazione 8 in cui detto strato di silicio policristallino (63) è separato da detta superficie maggiore del corpo da uno strato di diossido di silicio (61).

10. Il procedimento della rivendicazione 9 in cui lo strato di metallo è essenzialmente alluminio.

11. Il procedimento della rivendicazione 7 in cui lo strato di metallo è essenzialmente alluminio.

12. Il procedimento della rivendicazione 9, 10, oppure 11 inoltre caratterizzato dalla fase di rimozione di detto primo strato dove almeno una porzione di detto strato di ossido di parete laterale rimane al di sopra di detta superficie maggiore del corpo.

13. Il procedimento della rivendicazione 12 inoltre caratterizzato dalla fase di attaccare anisotropicamente○

selettivamente detto strato di metallo o detto strato policristallino usando lo strato d'ossido di parete laterale come una maschera protettiva, seguita dalla fase di attacco per rimuovere completamente detto strato di metallo per mezzo di cui detto strato di ossido di parete laterale è anche rimosso e porzioni di detto strato di silicio policristallino rimane solo a quelle sue regioni essenzialmente sottostanti detto strato di ossido di parete laterale prima della sua rimozione.

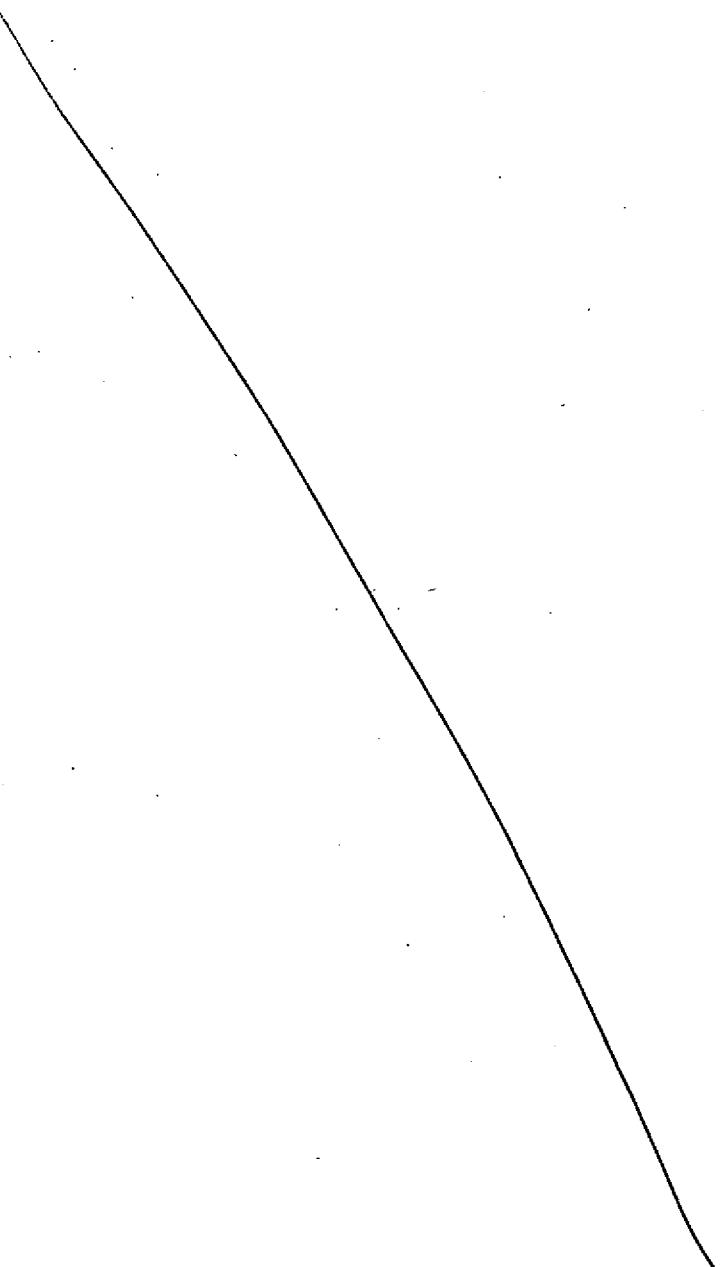
14. Il procedimento per fabbricare un transistor ad effetto di campo a porta isolata (ad esempio 30 oppure 40) in cui uno strato di ossido di porta (ad esempio 11) è cresciuto su una superficie orizzontale maggiore di un corpo di silicio (ad esempio 10) e un elettrodo di porta di silicio policristallino (ad esempio 12) avente una parete laterale verticale (ad esempio 12,5) è formato su una porzione limitata della superficie dello strato di ossido di porta caratterizzato dalla fase di formazione di uno strato isolante (ad esempio 21) su detta parete laterale sottomettendo una porzione esposta dell'ossido di porta, complementariamente a detta porzione limitata, a attacco con ioni reattivi con ossigeno per esporre la superficie maggiore del corpo sottostante detta porzione complementaria.

15. Il procedimento della rivendicazione 14 caratterizzato inoltre dalla fase di usare detto strato isolante su detta parete laterale come una maschera protettiva.

16. Il procedimento della rivendicazione 15 in cui detta maschera protettiva impedisce una reazione chimica del silicio policristallino dell'elettrodo di porta in detta parete laterale di esso con un metallo il quale è depositato su detto strato protettivo e su una vicinanza di esso per formare un siliciuro di detto metallo in corrispondenza di detta porzione esposta della superficie maggiore del corpo.

17. Il procedimento della rivendicazione 14, 15 oppure 16 inoltre caratterizzato dalla fase di impianto di ioni di impurità nella porzione esposta della superficie del corpo per formare

regioni impiantate di esso, a causa di cui detto strato isolante su detta parete laterale agisce come una maschera protettiva contro detto impiantamento allo scopo di fornire una deviazione per le regioni impiantate.



NELL'UFFICIO BREVETTI E MARCHI  
DEGLI STATI UNITI  
Dichiarazione e Lettera d'incarico

Quale inventore sotto nominato, io col presente dichiaro che:  
la mia residenza, l'indirizzo postale e cittadinanza sono  
indicate sotto accanto al mio nome;

io credo veramente di essere l'originale, primo ed unico in-  
ventore (se solo un nome viene elencato sotto) o un congiunto in-  
ventore (se più inventori sono elencati sotto) dell'invenzione in-  
titolata:

"Formazione di strati di ossido di pareti laterali tramite  
attacco con ioni d'ossigeno reattivi per definire caratteristiche  
d'ordine sub-micron"  
descritta e rivendicata nella descrizione allegata;

Che io non conosco e non credo che la stessa sia mai stata  
conosciuta od usata negli Stati Uniti d'America prima della mia o  
nostra invenzione, o brevettata o descritta in qualsiasi pubblica-  
zione stampata in nessun paese prima della mia o nostra invenzione  
o più di un anno prima di questa domanda, che la stessa non è stata  
in vendita o in uso pubblico negli Stati Uniti d'America più di un  
anno prima di questa domanda, che l'invenzione non è stata brevettata  
o fatta scopo di un certificato d'inventore rilasciato prima della  
data di questa domanda in nessun paese estero agli Stati Uniti d'A-  
merica in base ad una domanda depositata da me o dai miei rappresen-  
tanti legali o cessionari più di dodici mesi prima di questa doman-  
da, che io riconosco mio dovere di descrivere l'informazione di  
cui sono in possesso che è materiale d'esame di questa domanda e che  
nessuna domanda per brevetto o certificato d'inventore in base a  
questa invenzione è stata depositata da me o dai miei rappresentanti  
legali o cessionari prima di questa domanda in nessun paese estero  
agli Stati Uniti d'America.

Io col presente dichiaro che tutte le affermazioni fatte qui  
di mia propria conoscenza sono vere e che tutte le affermazioni fat-  
te sù informazione e fiducia sono credute essere autentiche, ed inol-  
tre che queste affermazioni furono fatte sapendo che tutte le affer-  
mazioni false volontarie e simili così fatte sono punibili median-  
te multa od imprigionamento, od entrambi, in base alla Sezione 1001  
del Titolo 18 del Codice degli Stati Uniti e che tali affermazioni  
false volontarie possono pregiudicare la validità della domanda o  
di qualsiasi brevetto rilasciato in base ad essa.

Io col presente nomino S. E. Hollander (Reg. No. 17924) e  
Arthur J. Torsiglieri (Reg. No. 16941)

separatamente miei mandatari con pieno potere di sostituzione e re-  
voca, di proseguire questa domanda, di fare correzioni e modifiche  
in essa, di ricevere il brevetto e trattare tutti gli affari nell'U-

ficio Brevetti e Marchi connessi con essa.

Viene rispettosamente richiesto che tutte le comunicazioni scritte da parte dell'Ufficio Brevetti e Marchi relative a questa domanda siano indirizzate a S.E. Hollander, Bell Telephone Laboratories, Incorporated, 600 Mountain Avenue, Murray Hill, New Jersey 07974.

Nome completo dell'unico o

primo congiunto inventore Eliezer (Nessun Secondo Nome) Kinsbron

Firma dell'Inventore: F.to Eliezer Kinsbron

Data: 4/12/81

Residenza: Highland Park, Contea di Middlesex, New Jersey

Cittadinanza Israeliana

Indirizzo postale 233 South 4th Avenue, Highland Park, New Jersey 08901

Nome completo del

secondo congiunto inventore William Thomas Lynch

Firma dell'Inventore: F.to William Thomas

Data: 4/12/81

Residenza Summit, Contea di Union, New Jersey

Cittadinanza Stati Uniti d'America

Indirizzo postale 72 Passaic Avenue

Summit, New Jersey 07901

~~Nome completo del terzo~~

~~congiunto inventore~~

Firma dell'Inventore: F.to

Data:

Residenza

Cittadinanza

Indirizzo postale

Caso 4-9

PROCURA PER ASSOCIATO

Preghiamo di riconoscere David I. Caplan  
(Reg.N. 24465 ) della Bell Telephone Laboratories, Incorporated,  
Murray Hill, New Jersey quale mio mandatario associato nella  
suddetta domanda, con pieno potere di proseguire questa domanda, di  
fare modifiche e correzioni in essa, e di trattare tutti gli affari  
nell'Ufficio Brevetti connessi con essa.

Le chiamate telefoniche devono essere fatte al mio mandatario as-  
sociato facendo il prefisso 201, 582-4937.

Tutte le comunicazioni scritte tuttavia, devono essere indirizzate  
a S. E. Hollader come richiesto.

F.to Arthur J. Torsiglieri

Arthur J. Torsiglieri, Mandatario per il Richiedente

Per conformità della traduzione.

Il Mandatario:

(Dr. Ing. G. Modiano)

POSTILLA 1

A pagina 2 riga 4 inseriscasi quanto segue:

Nelle domande di brevetto copendente intitolate "Procedimento per produrre dispositivi a transistor a canale corto" No. di Serie 141.121 depositato da H.J. Levinstein il 17 Aprile 1980, e "transistor ad effetto di campo a canale corto", No. di Serie 140.120 depositato da M.P. Lepselter ed altri anche il 17 Aprile 1980.

POSTILLA 2

A pagina 3 riga 14 inseriscasi quanto segue:

Questa invenzione è per un procedimento di definizione di una caratteristica d'ordine sub-micron in una struttura caratterizzato dalla fase di attacco con ioni reattivi di detta struttura con ioni ossigeno per formare uno strato orizzontale disposto su una porzione limitata di una superficie maggiore della struttura.

Lo strato di ossido è formato mediante reazione di ioni ossigeno con materiale che è stato ~~contro~~ trasposto atomo per atomo dalla superficie maggiore durante l'attacco con ioni reattivi nella vicinanza della parete laterale.

Per esempio, il materiale che deve essere ~~contro~~ trasposto atomo per atomo dalla superficie maggiore può contenere atomi di silicio o alluminio a causa del quale lo strato di ossido è, rispettivamente, uno strato di silicio oppure ossido di alluminio.

In una forma di realizzazione specifica dell'invenzione per fabbricare un transistor a effetto di campo a porta isolata (figure 1-5), un sottile strato (circa da 50 a 500 Å) per esempio 0,005 a 0,05 micron) di ossido di parete laterale è formato su una parete laterale verticale di un elettrodo di porta di silicio (polisilicio) policristallino di una struttura di transistor a effetto di campo a porta isolata

mediante attacco di ioni ossigeno reattivi di porzioni esposte di una superficie maggiore degli strati semiconduttori sottostanti di diossido di silicio e silicio.

Dopo che il diossido di silicio esposto è stato già attacato e il silicio sottostante è stato esposto, un metallo il quale può reagire con silicio esposto per formare siliciuro di metallo è quindi depositato per formare elettrodi di siliciuro di metallo per barriera schottky di sorgente e pozzo del transistor, ciascun elettrodo avendo una separazione estremamente piccola (circa da 50 a 500 Å) dalla regione di porta nel semiconduttore sottostante l'elettrodo di porta polisilicio. Un siliciuro di metallo può essere simultaneamente formato sulla superficie allora esposta della porta di polisilicio. Come alternativa agli elettrodi di siliciuro di metallo, zone di impurità possono essere formate come sorgente e pozzo mediante impianto di ioni (Fig. 6).

In un'altra forma di realizzazione specifica dell'invenzione (figure 7-13), per fabbricare un transistor a effetto di campo a porta isolata, un soffile strato (tipicamente spessore da circa 1000 a 1500 Å) di ossido è formato sulla parete laterale verticale di uno strato di fotoriserva modellato disposto su uno strato di metallo, mediante mezzi di attacco di ioni ossigeno reattivi delle porzioni esposte dello strato di metallo disposto tra le pareti laterali dello strato di fotoriserva. Tipicamente lo strato di metallo è alluminio, così che lo strato di ossido risultante è ossido di alluminio, tipicamente nell'intervallo di circa da 1.000 a 1.500 Å in spessore, lo strato di alluminio è, a sua volta, disposto sopra uno strato di silicio policristallino. Dopo rimozione dello strato di fotoriserva, il rimanente strato di ossido di alluminio può essere usato come una maschera di attacco, tipicamente 3000 Å (0,3 micron) in estensione laterale, per formare una porta di silicio policristallino della stessa estensione laterale come quella della maschera di attacco come definito dallo spessore dello strato di ossido sotto

tile.

#### BREVE DESCIZIONE DEL DISEGNO

Questa invenzione può essere meglio intesa dalla dettagliata descrizione seguente quando letta in connessione con i disegni in cui:

#### POSTILLA 3

A pagina 5 riga 14 inseriscasi quanto segue:

La formazione di tali strati ad accumulo di ossido di parete laterale fu precedentemente descritto nella domanda di brevetto No. di Serie 246.690 depositato negli Stati Uniti il 28 Marzo 1981 da E. Finsbron ed altri intitolata "IMPROVED METHOD FOR PATTERING FILMS USING REACTIVE ION ETCHING THEREOF", in cui lo strato di accumulo fu considerato indesiderabile.

#### POSTILLA 4

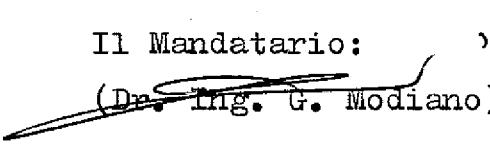
A pagina 14 riga 18 inseriscasi quanto segue:

La formazione di tali strati di accumulo di ossido di alluminio fu descritto nella sopra citata domanda di brevetto No. di Serie 246.690 depositata negli Stati Uniti il 23 Marzo 1981 da E. Kinsbron ed altri intitolato "IMPROVED METHOD FOR PATTERNING FILMS USING REACTIVE ION ETCHING THEREOF", in cui l'ossido di alluminio accumulato fu considerato indesiderabile.

=====  
APPROVASI POSTILLE - Dr. Ing. G. Modiano

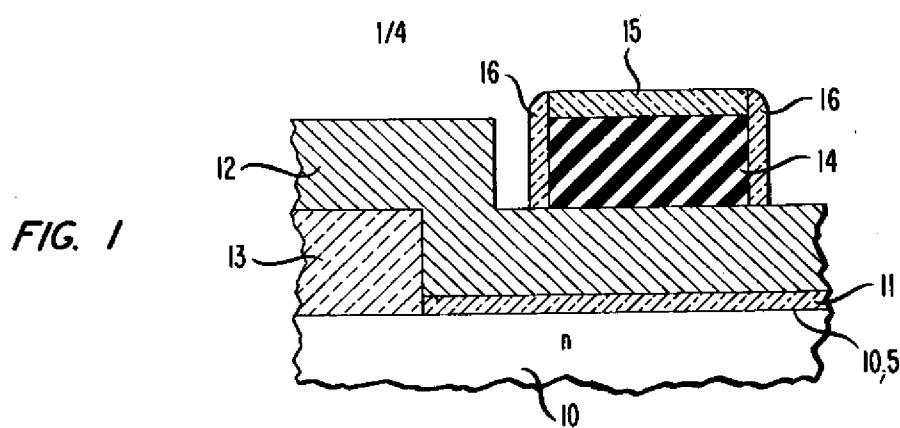
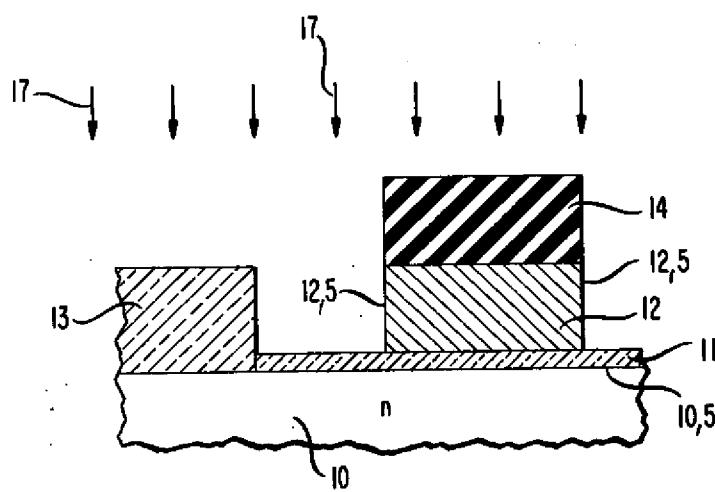
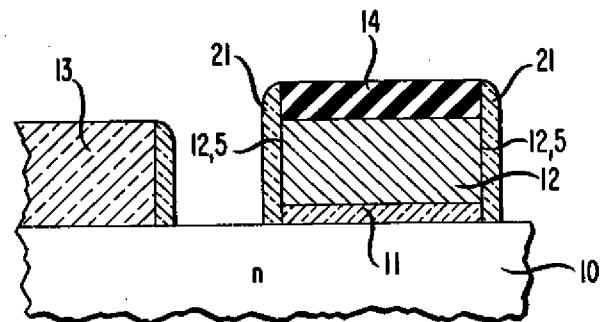
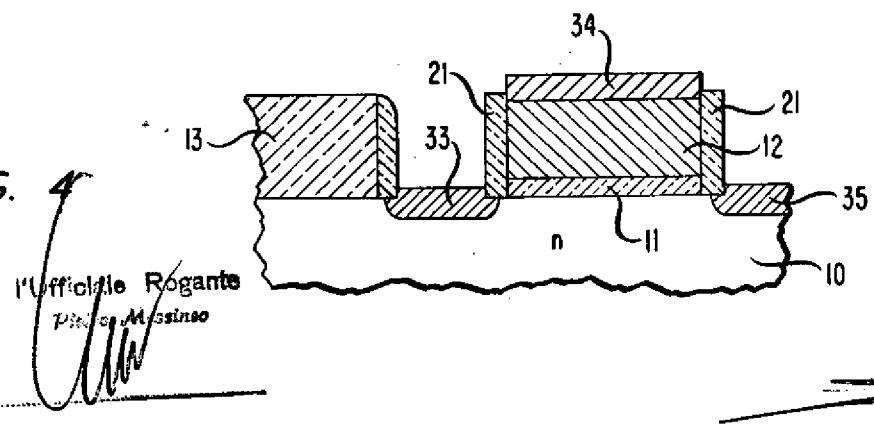
---

Per conformità della traduzione.

Il Mandatario: 

(Dr. Ing. G. Modiano)

24641A/82

*FIG. 2**FIG. 3**FIG. 4*

24641A/82

2/4

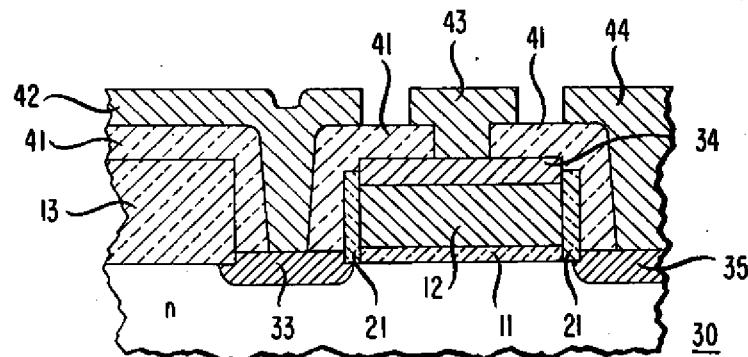


FIG. 5

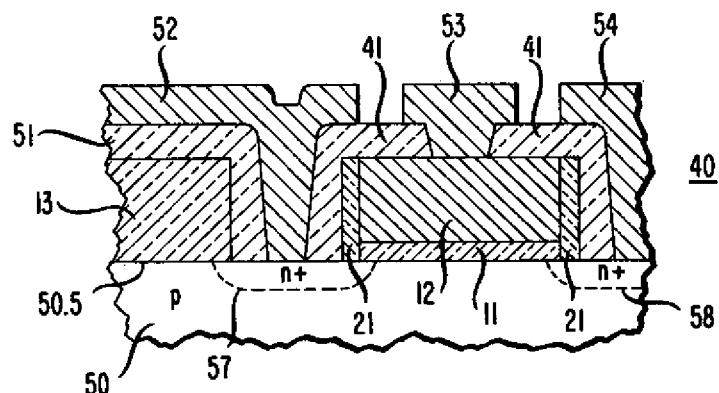


FIG. 6

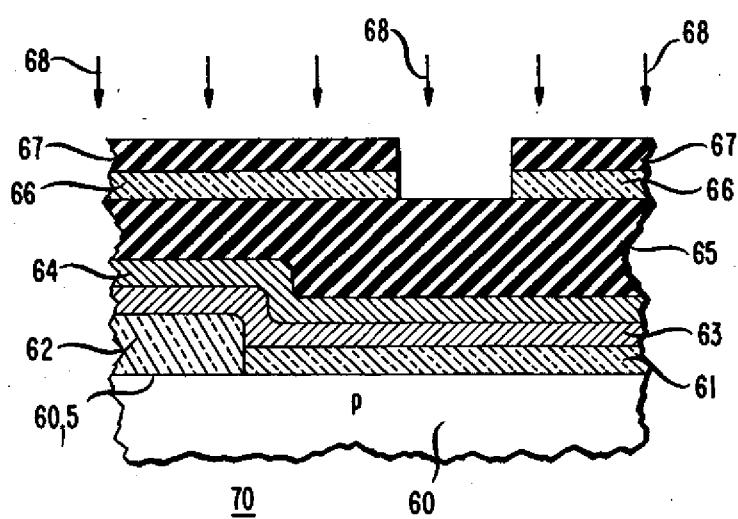


FIG. 7

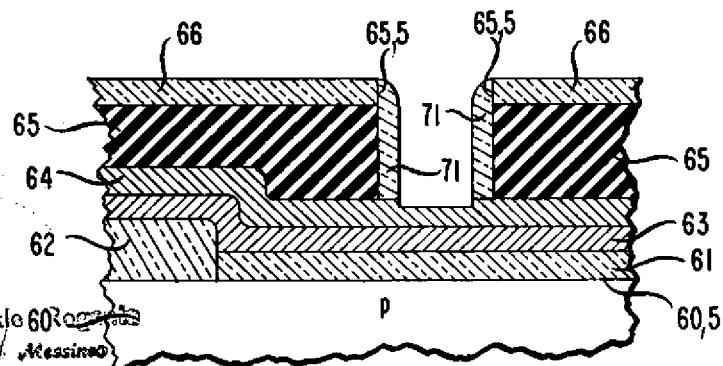


FIG. 8

24641A/82

3/4

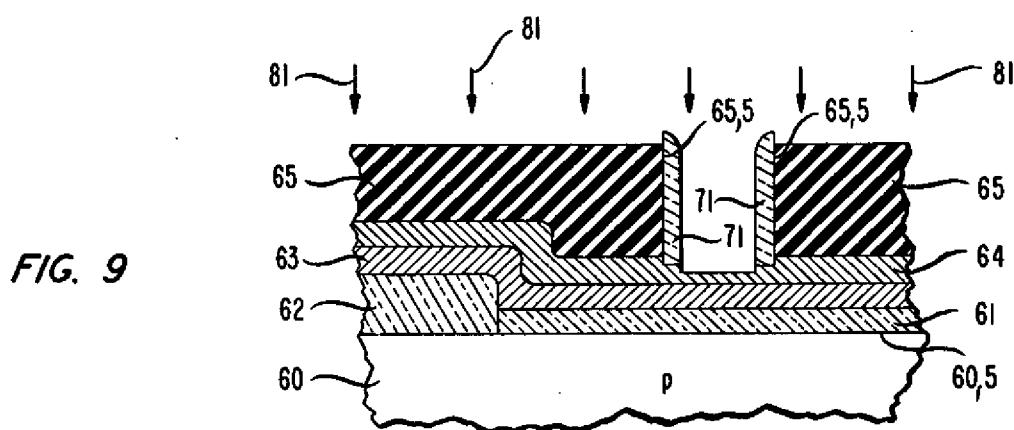


FIG. 9

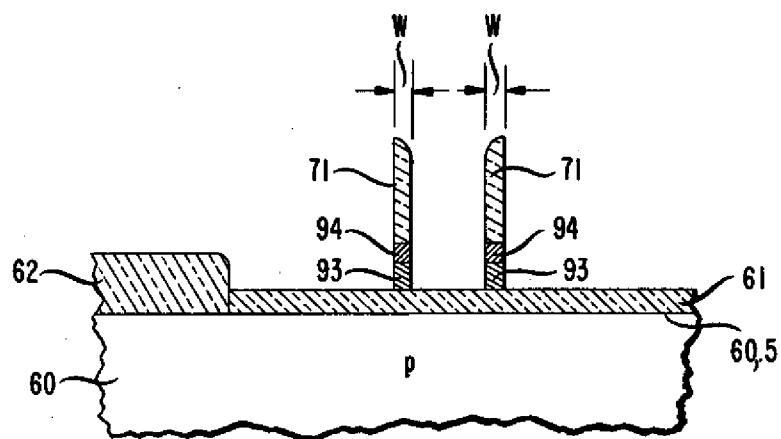


FIG. 10

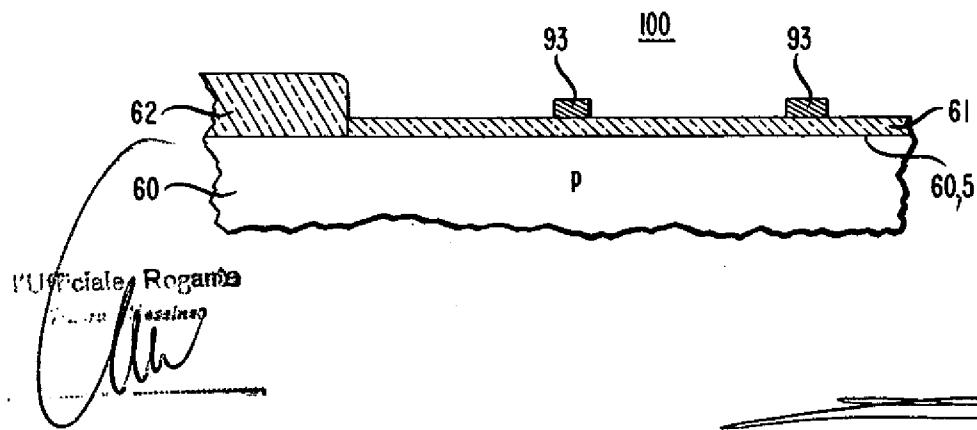
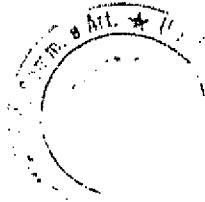


FIG. II



L'Uffiale Rogato  
per la Messina

4/4

24641A/82

FIG. 12

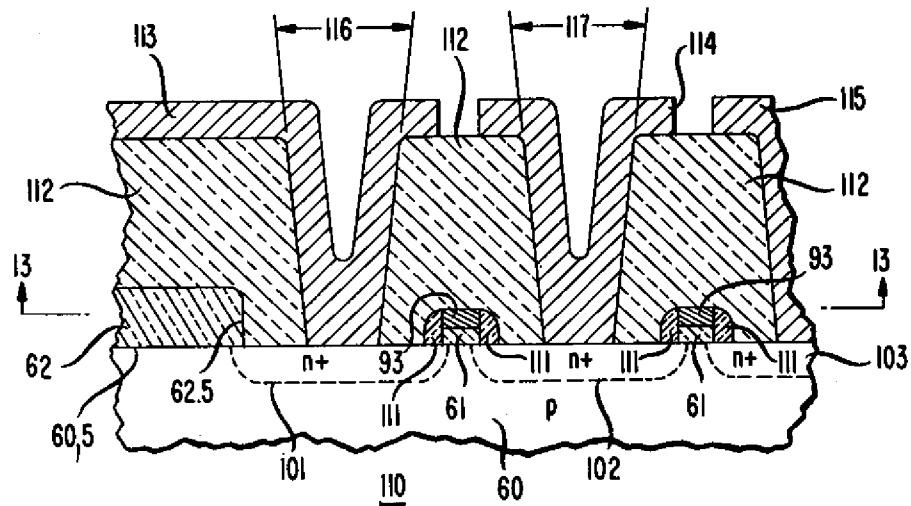


FIG. 13

