



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2009 00404**

(22) Data de depozit: **27.05.2009**

(41) Data publicării cererii:
30.03.2011 BOPI nr. 3/2011

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
MICROTEHNOLOGIE,
STR. EROU IANCU NICOLAE NR.32B,
BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• MOAGĂR-POLADIAN GABRIEL,
ALEEA FUIORULUI NR.6, BL.Y3A, SC.1,
ET.6, AP.27, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B,
RO;
• MOAGĂR-POLADIAN VICTOR,
ALEEA STĂNILĂ NR.6, BL.H10, SC.C, ET.2,
AP.51, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO

(54) **METODĂ PENTRU FELIEREA PLACHETELOR
SEMICONDUCTOARE ȘI DIELECTRICE FOLOSIND
RADIAȚIA LASER**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă pentru felierea unui material, pentru a obține niște plachete semiconductoare și dielectrice. Metoda conform invenției constă în crearea, cu ajutorul unui fascicul (1) laser în impulsuri, focalizat într-un material (4), a unor zone (A, B, ...) cu proprietăți mecanice și/sau structurale diferite, aceste zone (A, B, ...) fiind coplanare, după care materialul (4) este supus unui efort de forfecare, paralel cu planul în care sunt situate zonele (A, B, ...) respective, astfel încât cele două părți ale materialului (4), separate de acel plan, să se desprindă una de alta, după aceasta urmând un tratament al celor două părți rezultate din material (4), în vederea șlefuirii suprafețelor acestora, printr-un procedeu în sine cunoscut, dacă este cazul.

Revendicări: 5
Figuri: 4

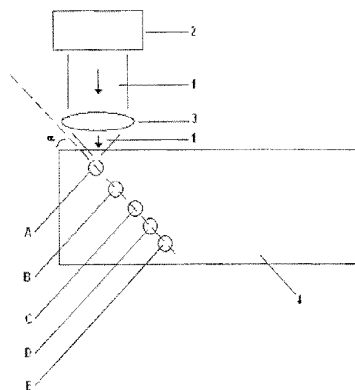


Fig. 1



METODĂ PENTRU FELIEREA PLACHETELOR SEMICONDUCTOARE ȘI DIELECTRICE FOLOSIND RADIAȚIA LASER

Invenția se referă la o metodă pentru felierea plachetelor semiconductoare și dielectrice folosind radiația laser.

Este cunoscută o metodă prin care se poate obține o plachetă subțire dintr-o plachetă mai groasă, metodă care constă în polizarea mecanică / subțierea plăchetei inițiale. Se obține o singură plachetă subțiată.

De asemenea, este cunoscută o metodă de obținere a unei plăchete subțiri dintr-o plachetă mai groasă, metodă care constă în corodarea chimică, umedă sau uscată, a plăchetei inițiale. Se obține o singură plachetă subțiată.

De asemenea, este cunoscută o metodă de feliere a unei plăchete inițiale, metodă care constă în implantarea de ioni de hidrogen sau de heliu în plăcheta inițială și desprinderea părții superioare, dinspre direcția de implantare. Se obțin două plăchete mai subțiri.

Dezavantajele metodei mecanice sunt:

- implică pierdere de material
- presupune un consum de energie relativ ridicat
- poate avea o durată relativ mare, în funcție de forța maximă care poate fi aplicată plăchetei pentru polizare

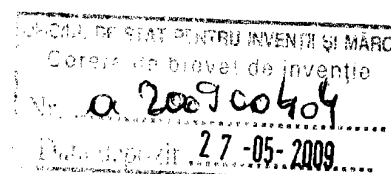
- în urma efortului mecanic la care este supusă plăcheta, apar defecte ale rețelei cristaline

Dezavantajele metodei de corodare chimică sunt:

- implică pierdere de material
- implică consum de substanțe
- în cazul corodării chimice uscate, implică consum de energie relativ ridicat
- poate avea o durată relativ mare, dependentă de viteza de corodare a plăchetei inițiale
- ridică probleme de mediu, substanțele utilizate și, respectiv, rezultate, trebuind să fie neutralizate

Dezavantajele metodei de implantare ionică sunt:

- presupune consum de substanțe gazoase
- implică consum de energie
- nu se poate ajunge la orice adâncime în substrat, limitarea fiind dată de parcursul maxim / adâncimea maximului de concentrație a ionilor în plăchetă



RT

- poate avea o durată mare datorită ciclului de lucru specific implantatorului, care presupune vidare, implantare, și, respectiv, devidare

- integritatea structurală a materialului, pe partea dinspre direcția de implantare, este afectată de bombardamentul cu ioni

Problema pe care o rezolvă invenția constă în aceea că permite felierea plachetei / obținerea a două plachete mai subțiri pornind de la placheta inițială fără pierderi de material, cu un consum redus de energie și, după caz, fără consum de substanțe chimice, timpul de obținere fiind relativ scurt.

Soluția propusă, conform invenției, elimină dezavantajele de mai sus prin aceea că folosește radiația laser focalizată pentru a crea în plachetă, la adâncimea dorită, zone cu rezistență mecanică mai mică decât materialul inițial monocristalin astfel încât la un efort de forfecare paralel cu suprafața plachetei, cele două părți să se desprindă relativ ușor una de cealaltă.

Avantajele metodei de feliere a plachetelor semiconductoare și dielectrice folosind radiația laser sunt:

- nu implică risipă de material
- are un consum redus de energie
- implică un consum minim de substanțe chimice, în anumite situații acest lucru nefiind necesar
- este o metodă rapidă
- poate genera două plachete, pornind de la placheta inițială, care pot avea orice raport de grosimi

- nu ridică probleme de mediu

- integritatea structurală a plachetei de bază nu este afectată decât local, în zonele de focalizare

Dăm în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură cu figurile 1..4, care reprezintă:

- figura 1: Schema generală a realizării zonelor cu proprietăți mecanice și / sau structurale diferite
- figura 2: Exemplu de dispunere al unor zone realizate prin iradiere laser având formă sferică sau apropiată de cea sferică

- figura 3: Exemplu de dispunere al unor zone realizate prin iradiere laser având forma unor cilindri drepecți dispuși sub formă de carioaj

- figura 4: Exemplu în care zona realizată prin iradiere laser este paralelă cu suprafața plachetei inițiale și are o arie egală cu aceasta

Metoda pentru felierea plachetelor dielectrice și semiconductoare folosind radiația laser constă în crearea, în interiorul materialului, a unor zone cu proprietăți structurale și / sau mecanice diferite de cele ale materialului inițial și impunerea ulterioară a materialului la un efort de forfecare. Aceste zone sunt

27-05-2009

create cu ajutorul unui fascicol laser, fascicol cu o lungime de undă la care materialul este transparent sau parțial transparent mai ales la puteri mici ale respectivului fascicol. Dintre proprietățile mecanice modificate menționăm modulul Young și, mai ales, efortul maxim la forfecare.

Zonele respective sunt create la o anumită adâncime în material, adâncime care este cu câțiva microni mai mare decât grosimea care se dorește a fi obținută în urma felierii.

Astfel, fascicolul 1 produs de sursa 2 este focalizat cu ajutorul opticii 3 de focalizare în interiorul materialului 4 care se dorește a fi feliat. Optica 3 de focalizare poate fi format dintr-una sau mai multe lentile, respectiv poate conține una sau mai multe oglinzi, după caz. Fascicolul 1 este în impulsuri și are o energie suficientă pentru ca în zona A, B, ..., de focar să producă schimbări structurale și / sau mecanice ale materialului 4. În funcție de lungimea de undă și de caracteristicile fascicolului 1, cum ar fi energia pe impuls, durata impulsului, frecvența de repetiție a impulsurilor, dar și funcție de natura materialului 4, aceste schimbări structurale pot fi cel puțin una dintre cele enumerate în continuare, și anume recristalizare, schimbarea fazei cristaline, amorfizare, dezordonare a rețelei cristaline. Schimbarea mecanică poate fi cea datorată schimbării valorii modulului Young, a valorii efortului maxim de forfecare sau inducerea de stres mecanic în zona A, B, ..., de focar.

După ce configurația de zone A, B, ..., iradiată a fost realizată, materialul 4 este supus unui efort de forfecare, planul de forfecare fiind planul în care se află zonele A, B, ..., iar forțele care produc forfecarea fiind paralele cu planul respectiv.

Datorită proprietăților mecanice diferite ale regiunilor A, B, ..., față de restul materialului 4 și / sau datorită stresului mecanic existent în aceste regiuni, forfecarea va produce desprinderea celor două părți ale materialului 4 situate deasupra, respectiv dedesubt, față de planul de forfecare care conține regiunile respective.

În acest fel se obțin două plachete mai subțiri din placheta inițială.

Deoarece este posibil ca în urma desprinderii suprafețele rezultate ale celor două părți să fie rugoase, cele două părți vor fi supuse unui tratament de planarizare în sine cunoscut. Dintre metodele care pot fi folosite menționăm, după caz, șlefuirea mecanică, corodarea chimică, corodarea în plasmă, planarizarea electrochimică, oxidarea termică urmată de corodarea oxidului, iluminare cu microunde sau infraroșii în vederea încălzirii și centrifugare la cald, tratament termic, iradiere laser, sau combinații ale acestora.

Avantajul metodei propuse constă în faptul că modificările structurale și / sau mecanice sunt realizate local, numai în regiunile A, B, ..., de focalizare, integritatea structurală a restului materialului nefiind afectată.

Zonele A, B, ..., pot fi sub forma unor spoturi sferoidale sau elipsoidale situate la distanțe cuprinse între o zecime din raza sferei și până la de 100 ori raza sferei, sub formă de linii paralele sau a unui caroiaj de linii la care distanța dintre linii este cuprinsă între o zecime din lățimea liniei și până la 100 ori lățimea liniei, sau orice alte forme geometrice simple sau combinate. Prin formă geometrică combinată înțelegem, de exemplu, mai mulți tori concentrici după axa de simetrie a cercului mare. De asemenea, poate exista o singură zonă A care este paralelă cu suprafața plachetei și are o suprafață egală cu suprafața plachetei.

În toate aceste cazuri, planul în care se situează aceste zone poate fi paralel cu suprafața inițială a plachetei supuse felierii sau poate fi înclinat cu un unghi α cuprins între 0° și 90° . În cazul unui unghi de înclinare nenul, se obțin plachete cu o față înclinată la acel unghi în raport cu suprafața inițială a plachetei supuse felierii.

Fascicolul 1 are o lungime de undă la care materialul 4 este transparent sau parțial transparent. Durata impulsului fascicolului 1 este cuprinsă între 10 fsec și 10 μ sec, frecvența de repetiție a impulsurilor este cuprinsă între 1 Hz și 100 MHz, energia pe impuls fiind cuprinsă între 1 pJ și 1 J.

Pentru a realiza configurația dorită de zone A, B, ..., de focalizare poate fi folosit un sistem optic cu lentile f-theta care face ca fascicolul 1 să baleieze materialul 4 sau, în altă situație, poate fi folosită o măsura de translație X-Y care mișcă materialul 4, fascicolul 1 fiind fix.

Schimbările structurale și / sau mecanice în zonele A, B, ... au loc fie ca urmare a absorbției unifotonice fie ca urmare a absorbției multifotonice. Aceste absorbții pot încălzi materialul până la o temperatură la care are loc o tranziție de fază sau, respectiv, pot rupe legăturile interatomice / intermoleculare din materialul 4.

Dăm în continuare un exemplu de realizare a invenției.

Astfel, materialul 4 este o plachetă de Siliciu cu o grosime de 500 μ m. Pentru feliere este folosită radiație laser cu o lungime de undă de 1,3 μ m, cu o durată a impulsului de 10 μ sec, o frecvență de repetiție de 10 Hz și o energie pe impuls de 100 μ J. Fascicolul 1 este focalizat la o adâncime de 100 μ m în Siliciu, dimensiunea spotului în focar fiind de 5 μ m.

Zonele A, B, ..., sunt de forma unor sfere dispuse în nodurile unei rețele pătrate, distanța dintre sfere fiind de 25 μ m.

Placheta de Siliciu este supusă forfecării, după care urmează tratamentul de planarizare. Acesta constă în oxidarea termică a suprafeței de desprindere, la o grosime de oxid de 1 μ m, urmată de corodarea oxidului format în soluție de HF cu compoziție în sine cunoscută. După corodare, plachetele

sunt spălate în soluție standard cu compoziție în sine cunoscută și supuse unui proces de planarizare electrochimică standard.

Un alt exemplu este cel al unei plachete de sticlă, având aceleași dimensiuni ca placheta de Siliciu din exemplul anterior. Lungimea de undă a fascicolului 1 este de 350 nm, restul parametrilor fiind ca în exemplul anterior.

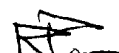
După forfecare, placheta de sticlă este încălzită până la temperatura de înmuiere și centrifugată la o turație de 10.000 rotații / minut timp de 15 minute. După răcire, placheta este iarăși centrifugată la 10.000 rotații / minut timp de 15 minute, în condițiile în care în centrul ei se picură permanent soluție de HF cu compoziție în sine cunoscută.

Revendicări

1. Metodă pentru felierea plachetelor semiconductoare și dielectrice folosind radiația laser conform invenției, caracterizată prin aceea că constă în crearea, cu ajutorul unui fascicol (1) focalizat în materialul (4), a unor zone cu proprietăți mecanice și / sau structurale diferite, aceste zone fiind coplanare, după care materialul (4) este supus unui efort de forfecare paralel cu planul în care sunt situate zonele respective astfel încât cele două părți ale materialului (4) separate de acel plan să se desprindă una de alta, după aceasta urmând un tratament post-desprindere al celor două părți rezultate din materialul (4) în vederea șlefuirii suprafețelor acestora dacă este cazul.

2. Metodă pentru felierea plachetelor semiconductoare și dielectrice folosind radiația laser conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că zonele cu proprietăți mecanice și / sau structurale diferite sunt realizate cu ajutorul unui fascicol (1) laser care este focalizat cu ajutorul unui sistem (3) de focalizare în sine cunoscut, fascicolul (1) având o lungime de undă situată în domeniul de transparență sau transparență parțială a materialului (4), fascicolul (1) fiind în impulsuri, durata unui impuls fiind cuprinsă între 10 fsec și 10 μ sec, frecvența de repetiție a impulsurilor fiind cuprinsă între 1 Hz și 100 MHz, energia pe impuls fiind cuprinsă între 1 pJ și 1 J, mecanismele prin care fascicolul (1) creează zonele respective putând fi recrystalizarea, schimbarea de fază cristalină, amorfizarea, inducerea de tensiuni mecanice locale, dezordonarea parțială a rețelei, crearea de defecte ale rețelei cristaline sau o combinație a cel puțin două dintre acestea, aceste mecanisme fiind de tip absorbție unifotonică sau absorbție multifotonică, după caz.

3. Metodă pentru felierea plachetelor semiconductoare și dielectrice folosind radiația laser conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că zonele cu proprietăți mecanice și / sau structurale diferite create de către fascicolul (1) focalizat în materialul (4) sunt dispuse în același plan, fiecare zonă putând avea o formă sferică sau apropiată de cea sferică, distanța între aceste zone fiind cuprinsă între o zecime din raza sferei și până la de o sută de ori raza sferei, în altă situație aceste zone pot fi sub forma unor linii drepte paralele sau care formează un caroiaj de linii perpendiculare, distanța dintre linii fiind cuprinsă între o zecime din lățimea liniei și de o sută de ori lățimea acesteia, poate fi sub orice altă formă geometrică simplă sau combinată, în altă situație poate fi formată dintr-o singură suprafață care este paralelă cu suprafața plachetei, în toate cazurile planul în care aceste zone se situează putând fi paralel cu suprafața plachetei sau înclinat cu un anumit unghi față de aceasta, unghiul respectiv fiind cuprins între 0° și 90° , în cazul unui unghi nenul obținându-se plachete care au o față înclinată cu unghiul respectiv în raport cu suprafața inițială a plachetei supuse felierii.



4. Metodă pentru felierea plachetelor semiconductoare și dielectrice folosind radiația laser conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că zonele cu proprietăți mecanice și / sau structurale diferite sunt realizate fie prin baleierea fascicolului (1) pe suprafața plachetei folosind, de exemplu, un sistem optic în sine cunoscut care cuprinde o lentilă f-theta, fie prin mișcarea pe direcția X – Y a materialului (4) prin fața fascicolului (1) fix, fie utilizând un număr de fascicole (1) egal cu numărul de zone ce trebuie realizate, sau o combinație a acestor procedee.

5. Metodă pentru felierea plachetelor semiconductoare și dielectrice folosind radiația laser conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că procesele post-desprindere pot fi oricare dintre procesele în sine cunoscute cum ar fi, după caz, șlefuirea mecanică, corodarea chimică, corodarea în plasmă, planarizarea electrochimică, oxidarea termică urmată de corodarea oxidului, iluminare cu microunde sau infraroșii în vederea încălzirii și centrifugare la cald, tratament termic, iradiere laser, sau combinații ale acestora.

Desene

Figura 1

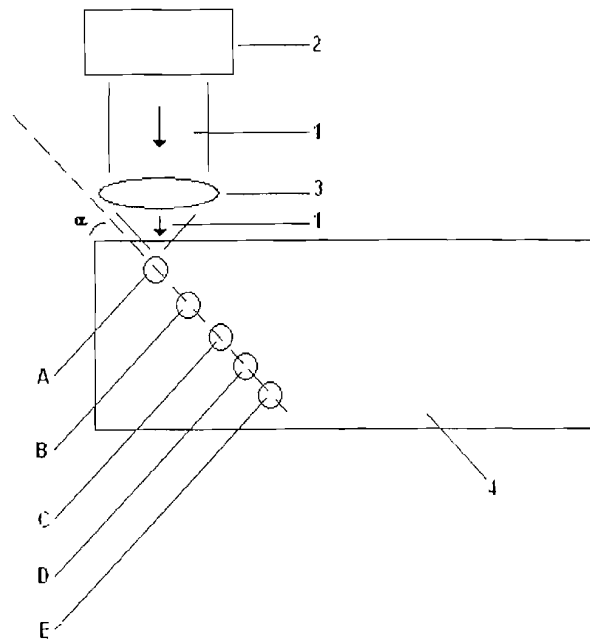


Figura 2

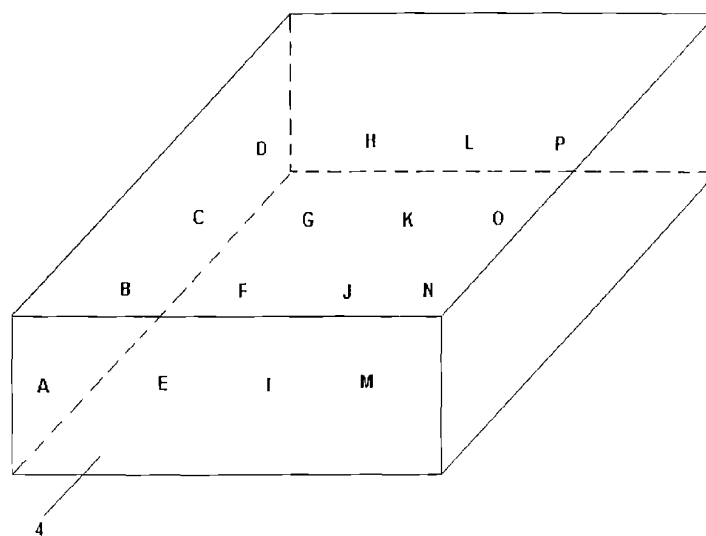


Figura 3

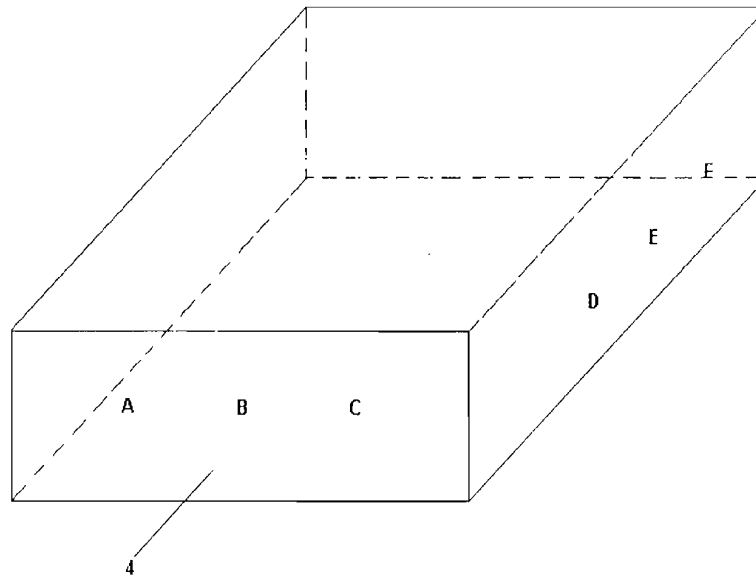


Figura 4

