



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 28.10.77 (P. 201792)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 21.05.79

Opis patentowy opublikowano: 31.10.1981

Int. Cl.²
HO1L 21/465

CZYTELNIA

Urzędu Patentowego
Pol. - B. - N. - C. - J. - L. - S.

Twórcy wynalazku: Andrzej Grudzieński, Barbara Łazowy, Jacek Tomaszewski, Elżbieta Nossarzewska-Orłowska, Zbigniew Nowakowski

Uprawniony z patentu: Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych, Warszawa (Polska)

Sposób zaokrąglania krawędzi obrzeży płytek z materiałów półprzewodnikowych i urządzenie do zaokrąglania krawędzi obrzeży płytek z materiałów półprzewodnikowych

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób i urządzenie do zaokrąglania krawędzi obrzeży płytek z materiałów półprzewodnikowych, stosowanych w produkcji przyrządów półprzewodnikowych takich jak tranzystory, układy scalone itp.

W dziedzinie wytwarzania przyrządów półprzewodnikowych dwoma podstawowymi składnikami są płytki półprzewodnikowe i fotomaski. Płytki półprzewodnikowe tworzą podstawę, na którą nakłada się inne składniki niezbędne do wytworzenia przyrządu półprzewodnikowego.

Płytki półprzewodnikowe o średnicy od dwu do pięciu cali otrzymuje się przez cięcie pręta monokryształu materiału półprzewodnikowego w kierunku prostopadłym do osi pręta. Grubości płytek zawierają się w granicach od 160 do 400 mikrometrów. Są one bardzo kruche i podatne na łamanie w toku licznych procesów niezbędnych dla otrzymania przyrządów półprzewodnikowych. Szczególnie płytki podatne są na pęknięcia pod wpływem nacisku oraz na obwodowe wyszczerbienia.

Po obróbce mechaniczno-chemicznej płytki poddawane są jednej z najistotniejszych w procesie produkcyjnym operacji, wzrostu epitaksjalnego. Stwierdzono, że jeżeli obrzeża płytek nie są fazowane, materiał epitaksjalny dąży do nawarstwiania wypukłości na obwodzie płytki, utrudniając tym prowadzenie dalszych procesów produkcyjnych. Obwodowa wypukłość tworzy po pierwsze

2

niezużywalną produkcyjnie powierzchnię, po drugie przeszkadza masce optycznej w umieszczeniu jej w bezpośrednim kontakcie z główną częścią powleczoną płytki, utrudniając tym precyzyjne optyczne ogniskowanie, uważane za niezbędne w produkcji przyrządów półprzewodnikowych.

Znane dotychczas sposoby fazowania i zaokrąglania krawędzi obrzeża płytek półprzewodnikowych, to w przeważającej większości sposoby obróbki mechanicznej, polegające na różnorodnych formach obróbki przez szlifowanie. Dodać należy, że problem mechanicznego fazowania płytek jest utrudniony o tyle, iż obwód płytki w większej co prawda części stanowi okrąg koła lecz ma on również odcinek prostej krawędzi usytuowanej wzdłuż jednego boku wiążącego się z krystaliczną strukturą monokryształu materiału półprzewodnikowego.

Znany z opisu patentowego Stanów Zjednoczonych Ameryki nr 4 031 667 sposób fazowania płytek polega na oszlifowaniu obrzeża przez wprowadzenie go w rowek o kształcie litery V, wykonany na obwodzie tarczy szlifierskiej. Tarcza i obrabiana płytka leżą w jednej płaszczyźnie i wprowadzane są w ruch obrotowy z tym, że tarcza ma przez cały czas obróbki kontakt z płytką oparty na sterowaniu konturem płytki, przez co jest podatna na zmiany tego konturu przy zachowaniu jednakowej siły docisku.

Inny sposób wykonywania fazki jest opisany w

3
polskim opisie patentowym nr 76 212 dotyczącym urządzenia do fazowania cienkich krążków krzemowych. Na osi silnika elektrycznego umieszczona jest elastyczna tarcza z materiałem ściernym, np. w postaci krążka papieru ściernego. Do tarczy dotyka swym obrzeżem płytką krystalu, przymocowana przykładowo za pomocą przyssawki próżniowej, do uchwytu głowicy napędzanej silnikiem. Oś głowicy i oś tarczy tworzą kąt odpowiadający kątowi ugięcia się elastycznej tarczy ścierniej. Krążek krzemowy i elastyczna tarcza są wprowadzane w ruch obrotowy, a ponadto krążek krzemowy jest ustawiony w stosunku do elastycznej tarczy tak, aby ziarna ścierniwa poruszały się wzdłuż promienia krążka od jego krawędzi ku środkowi.

Jeszcze inny sposób fazowania płytek krzemowych jest opisany w patencie japońskim nr 50-6303. Płytką mocowaną jest poziomo i wprowadzana w ruch obrotowy, zaś do krawędzi jej obrzeża jest przystawiana walcowa ściernica trzpieniowa wprawiana również w ruch obrotowy. Fazowanie oddzielnie każdej krawędzi odbywa się przez szlifowanie walcową ściernicą trzpieniową wprowadzaną dodatkowo w ruch postępowy po krzywej w stosunku do płaszczyzny płytki. Dzięki temu faza tworzy promieniowe przejście między płaszczyzną a cylindrycznym obrzeżem płytki.

Fazowanie płytek z materiałów półprzewodnikowych przez szlifowanie, jako najbardziej obecnie rozpowszechnione w przemyśle elektronicznym, jest ponadto przedmiotem patentów takich, jak patenty japońskie nr nr 50-4544, 50-4545, 50-4546, 50-4647 czy patent Stanów Zjednoczonych Ameryki nr 3 834 083. Fazowanie przez szlifowanie aczkolwiek obecnie najbardziej rozpowszechnione ma jednak tę niedogodność, że cienkie i kruche płytki poddawane tej obróbce ulegają częstemu wykruszaniu lub wręcz łamię się pod wpływem wprowadzanych tą obróbką naprężeń. Z tych względów oraz z racji dużego stopnia skomplikowania konstrukcji urządzeń szlifujących, czynione są poszukiwania innych sposobów fazowania płytek z materiałów półprzewodnikowych.

Okazało się, że można uniknąć uszkodzeń mechanicznych, jeżeli zaokrąglanie krawędzi obrzeża płytek prowadzić się będzie metodą trawienia chemicznego. Trawienie, jak stwierdzono, jest ponadto korzystne o tyle, że nie wprowadza naprężeń do krystalu co ma pozytywny wpływ na jakość warstwy epitaksjalnej.

Znany jest z artykułu pt. „Silicon Wafer Technology — State of the Art 1976” zamieszczonego w czasopiśmie Solid State Technology, May 1976, str. 37—42, sposób chemicznego ścielenia płytek krzemowych, którego dodatkowym efektem jest równoczesne zaokrąglanie krawędzi ich obrzeża. Sposób polega na zanurzeniu pojedynczych płytek w kąpeli trawiącej, na pewien okres czasu.

Do stosowania sposobu przewidziany jest przyrząd w postaci czterech pionowych prętów z wykonanymi na nich poprzecznymi nacięciami. Pojedyncze płytki krzemowe wprowadza się luźno w nacięcia poprzeczne prętowej klatki, po czym całość zanurza się w kąpeli trawiącej i przetrzy-

4
muje w niej aż do uzyskania żądanej grubości płytki. W czasie trawienia kąpiel jest mieszana przez obracanie prętowej klatki z płytkami. Efektem dodatkowym chemicznego ścielenia luźno zawieszonych płytek jest równoczesne zaokrąglanie krawędzi ich obrzeża, przy czym zaokrąglanie to ma profil zbliżony do wycinka elipsy.

Opisane wyżej sposób i przyrząd do trawienia chemicznego płytek ma niewątpliwie korzystne zastosowanie wszędzie tam, gdzie głównym celem trawienia jest zmniejszenie grubości płytki. Zastosowanie wszakże tego sposobu tylko dla zaokrąglania krawędzi obrzeży byłoby zarówno z technicznego jak i z ekonomicznego punktu widzenia wysoce niewskazane, wymagałoby bowiem stosowania dodatków technologicznych na grubości płytki, dochodzących nawet do 50% grubości ostatecznej.

Celem wynalazku jest więc opracowanie sposobu pozwalającego na zastosowanie korzystnej technologicznie metody trawienia chemicznego tylko do zaokrąglania krawędzi obrzeży płytek z materiałów półprzewodnikowych.

Zostało to rozwiązane, według wynalazku w ten sposób, że płytki o jednakowej średnicy układa się jedna na drugiej w stos, następnie stos ten unieruchamia się wywierając z obu stron stosu nacisk, którego siła jest rozłożona równomiernie na obwodzie jednakowego z obu stron stosu koła o średnicy mniejszej od średnicy płytek lecz koncentrycznego z płytkami. Następnie tak unieruchomiony stos płytek wkłada się do naczynia wypełnionego roztworem trawiącym i prowadzi proces trawienia w ten sposób, że wprowadza się w ruch obrotowy naczynie z roztworem trawiącym, utrzymując stos płytek w pozycji nieruchomej względem naczynia.

Urządzenie według wynalazku składa się z pary wymiennych krążków dociskowych zaopatrzonych jednostronnie w pierścieniowe występy o średnicy zawsze mniejszej od średnicy zewnętrznej krążka, z których krążek dolny ma na przeciwnej w stosunku do pierścieniowego występu stronie wykonany ponadto centrycznie czop, oraz z jarzma, w którego płycie dolnej jest wykonane centrycznie gniazdo o wymiarach czopa krążka dociskowego dolnego, zaś w płycie górnej jarzma centrycznie jest osadzona przelotowo śruba dociskowa. Pary wymiennych krążków dociskowych mają pierścieniowe występy wykonane w odległościach różnych od obrzeża krążka, ale zawsze w odległościach jednakowych dla danej pary krążków.

Rozwiązanie według wynalazku pozwala na wytworzenie w jednym procesie trawienia obu stronnych faz wokół obrzeża płytki z jednoczesnym zaokrągleniem krawędzi obrzeża, przy czym uzyskiwany kąt i szerokość fazy są produkcyjnie powtarzalne i regulowane według potrzeby.

Głównym czynnikiem umożliwiającym w ogóle wykonanie faz i regulującym ich wymiary jest według wynalazku obwodowy nacisk wywierany z obu stron na stos płytek. Nacisk ten jest wywierany w pewnej odległości od krawędzi obrzeża płytek i powoduje poprzez niewielkie ich odkształcenie wytworzenie się obwodowych mikroszczelin pomiędzy poszczególnymi płytkami, w któ-

rych to mikroszczelinach przepływa w wymuszonym obiegu roztwór trawiący.

Sposób według wynalazku nie wymaga stosowania nadatków technologicznych ani na grubości ani też na średnicy płytki. Wykonane zaokrąglenia obrzeży nie wprowadzają żadnych naprężeń do materiału półprzewodnikowego.

Wynalazek zostanie bliżej objaśniony z wykorzystaniem rysunku, na którym fig. 1 przedstawia w przekroju podłużnym przykładowe urządzenie według wynalazku przygotowany do realizacji sposobu, fig. 2 przedstawia w znacznym powiększeniu szczegół „A” z fig. 1, zaś fig. 3 przedstawia także w znacznym powiększeniu fragment płytki z profilem jej obrzeża wykonanym według wynalazku.

Urządzenie według wynalazku składa się z pary wymiennych krążków dociskowych stanowiących okładziny stosu płytek z materiału półprzewodnikowego oraz z jarzma, w którym stos płytek wraz z krążkami dociskowymi jest mocowany.

Każda para wymiennych krążków dociskowych składa się z krążka górnego 1 i krążka dolnego 2. Oba krążki 1 i 2 mają na jednej stronie wykonane pierścieniowe występy 3 o jednakowej średnicy, zawsze mniejszej od średnicy zewnętrznej krążka 1, 2, a także zawsze mniejszej od średnicy płytek aktualnie poddawanych obróbce. Krążek dociskowy dolny 2 ma na przeciwnej w stosunku do pierścieniowego występu 3 stronie wykonany centrycznie czop 4. Jarzma urządzenia składa się z płyty dolnej 5, płyty górnej 6 oraz z dwóch śrub 7 ustalających zmiennie maksymalne rozwarście płyt 5 i 6. W płycie dolnej 5, od jej wewnętrznej strony jest wykonane centrycznie gniazdo 8, dla osadzenia w nim czopa 4 krążka dolnego 2. W płycie górnej 6 jarzma, także centrycznie jest osadzona przelotowo śruba dociskowa 9. Wszystkie elementy urządzenia są wykonane z materiału odpornego na działanie użytego do obróbki płytek roztworu trawiącego.

W celu zaokrąglania krawędzi obrzeża, płytki 10 o jednakowej średnicy układa się w stos o wysokości takiej, aby wraz z krążkami dociskowymi 1 i 2 mógł być on luźno wprowadzony między płyty 5 i 6 jarzma. Następnie, w zależności od żądanych wielkości faz, dobiera się krążki dociskowe 1 i 2 w których pierścieniowe występy 3 są w odpowiedniej odległości od obrzeża płytek 10. Z krążków 1 i 2 tworzy się okładziny stosu płytek 10 i całość wprowadza się między płyty 5 i 6 jarzma. Czop 4 krążka dolnego 2 osadza się w gnieździe 8 płyty dolnej 5, po czym stos ścisza się przez dokręcenie śruby dociskowej 9 momentem stosownym dla wielkości stosu i grubości obrabianych płytek 10. Pierścieniowe występy 3 wywierają na płytce 10 obustronny nacisk, którego siła jest rozłożona na obwodzie koła o średnicy mniejszej od średnicy płytek 10, wskutek czego płytki 10 w stosie ulegają niewielkiemu obwodowemu odkształceniu. Odkształcenie to jest wystarczające do powstania między płytkami obwodowych mikroszczelin o odpowiedniej głębokości.

Tak przygotowany stos płytek 10 wkłada się do naczynia 11 wypełnionego roztworem trawiącym,

przykładowo dla krzemu będzie to mieszanina kwasów $\text{HF}-\text{HNO}_3-\text{CH}_3\text{COOH}$. Urządzenie z płytkami mocuje się do zewnętrznego, nieruchomego wieszaka, zaś naczynie 11 z roztworem wprowadza się w ruch obrotowy. Roztwór trawiący opływając wokół stosu płytek 10 przepływa również mikroszczelinami, trawiąc na każdej płytce obustronną fazę i zaokrąglając równocześnie ostre krawędzie obrzeży.

Pokazany na fig. 3 profil obrzeża płytki obrobionej według wynalazku jest wynikiem działania dwóch czynników regulacyjnych. Jednym z nich jest obwodowy nacisk rozłożony na kole o średnicy zawsze mniejszej od średnicy płytki. Zmieniając odległość między obrzeżem a miejscem przyłożenia siły, zmienia się głębokość mikroszczelin i przez to szerokość faz oznaczonych wielkością b. Drugim czynnikiem regulującym jest intensywność trawienia, wpływająca na uzyskany kąt fazy oznaczony wielkością a. Intensywność trawienia można zmieniać składem roztworu trawiącego, czasem trawienia, prędkością przepływu oraz temperaturą roztworu. W procesie produkcyjnym dogodnie jest ustalić jeden z czynników, zwykle wymiar b.

Przykładowo, według wynalazku obrabiano pakiety po 20 sztuk płytek monokrzystalu krzemu. Płytki miały grubość 300 mikrometrów, średnicę 2" i orientację (111). Ustalono stały wymiar fazy $b = 0,5$ do 0,7 milimetra. Do trawienia użyto mieszaniny kwasów o składzie $\text{HF}-\text{HNO}_3-\text{CH}_3\text{COOH}$ w proporcji 1 : 5 : 4, z dodatkiem J_2 . W 600 ml roztworu obrobiono pięć partii płytek, wydłużając czas trawienia w miarę zużywania się roztworu. Uzyskane wielkości a przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela

Nr kolejnego trawienia w jednej porcji mieszanki	Czas trawienia (s)	
	dla $a = 100-120 \mu\text{m}$	dla $a = 70-80 \mu\text{m}$
1	60	50
2	60	50
3	70	60
4	70	60
5	80	70

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób zaokrąglania krawędzi obrzeży płytek z materiałów półprzewodnikowych metodą trawienia chemicznego, polegający na zanurzeniu płytek w roztworze trawiącym i przetrzymywaniu w nim przez pewien okres czasu, **znamienny tym**, że płytki o jednakowej średnicy układa się jedna na drugiej w stos, następnie stos ten unieruchamia się wywierając z obu stron stosu nacisk, którego siła jest rozłożona równomiernie na obwodzie jednakowego z obu stron stosu koła o średnicy mniejszej od średnicy płytek lecz koncentrycznego z płytkami, po czym tak unieruchomiony stos płytek wkłada się do naczynia wypełnionego roztworem trawiącym i wprowadza się

7

w ruch obrotowy naczynie z roztworem trawiącym utrzymując równocześnie stos płytek w pozycji nieruchomej względem naczynia.

2. Urządzenie do zaokrąglania krawędzi obrzeży płytek z materiałów półprzewodnikowych, **znamienny tym**, że składa się z pary wymiennych krążków dociskowych (1, 2) zaopatrzonych jednostronnie w pierścieniowe występy (3) o średnicy zawsze mniejszej od średnicy zewnętrznej krążka, z których krążek dolny (2) ma na przeciwnej w stosunku do pierścieniowego występu (3) stronie wykonany ponadto centralnie czop (4), oraz z

8

jarzma, w którego płycie dolnej (5) jest wykonane centralnie gniazdo (8) o wymiarach czopa (4) krążka dociskowego dolnego (2), zaś w płycie górnej (6) jarzma centralnie jest osadzona przelotowo śruba dociskowa (9).

3. Urządzenie według zastrz. 2, **znamienny tym**, że pary wymiennych krążków dociskowych (1, 2) mają pierścieniowe występy (3) wykonane w odległościach różnych od obrzeża krążka, ale zawsze w odległościach jednakowych dla danej pary krążków (1, 2).

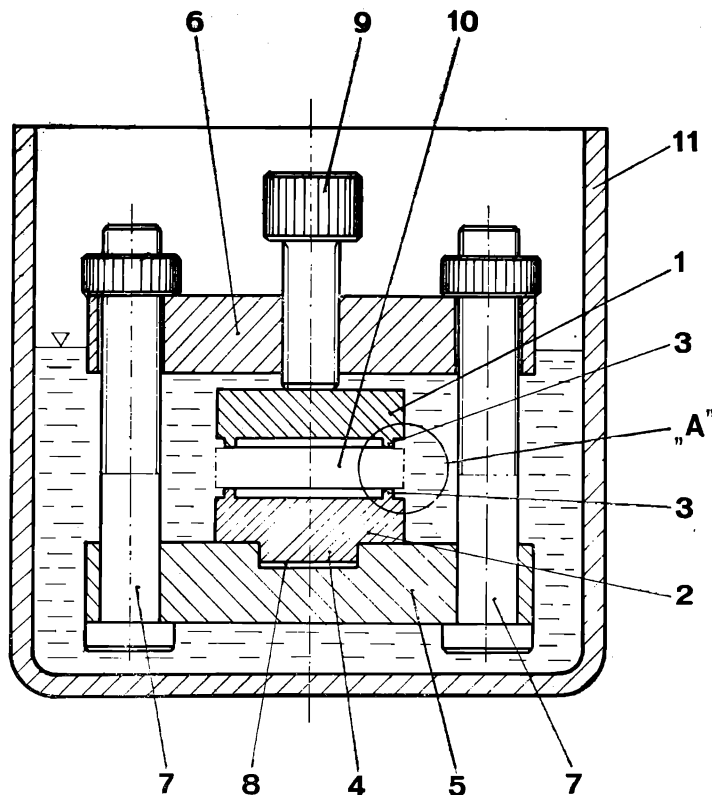


FIG. 1

Szczegół „A”

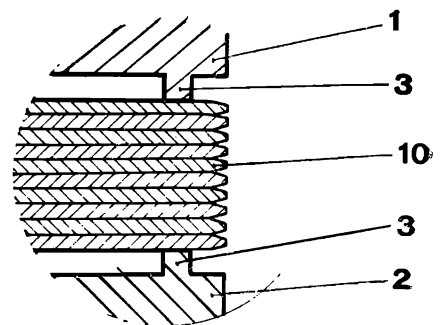


FIG. 2

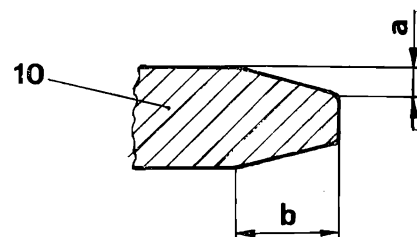


FIG. 3