

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUBOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

52909

Patent dodatkowy
do patentu _____

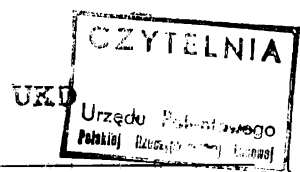
Zgłoszono: 22.IX.1964 (P 105 803)

Pierwszeństwo: 25.IX.1963 Holandia

Opublikowano: 20.III.1967

Kl. 21 g, 11/02

MKP H 011 7/00



Właściciel patentu: N.V.Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven
(Holandia)

Sposób nanoszenia warstw powierzchniowych obok siebie na podłożu najkorzystniej przy wytwarzaniu przyrządów półprzewodnikowych

1

Wynalazek dotyczy sposobu nanoszenia obok siebie na podłożu przynajmniej dwóch warstw powierzchniowych, w szczególności warstw przewodzących elektrycznie, oddzielonych od siebie szczeliną, najkorzystniej przy wytwarzaniu przyrządów półprzewodnikowych co najmniej z dwiema elektrodami.

Wynalazek dotyczy również podłoża co najmniej z dwiema warstwami powierzchniowymi oddzielonymi od siebie szczeliną i wytworzonymi sposobem według wynalazku, oraz przyrządów półprzewodnikowych z co najmniej dwiema warstwami, stanowiącymi elektrody oddzielonymi od siebie szczeliną, które to przyrządy wytworzone są sposobem według wynalazku.

Nanoszenie na jednym podłożu takich warstw powierzchniowych oddzielonych szczeliną, stosowane jest w wielu gałęziach techniki, np. przy wytwarzaniu elektronicznych elementów obwodów elektrycznych, w szczególności przy ich miniaturyzacji lub gdy przez odpowiedni układ elektrod mają stanowić układ scalony, utworzony na wspólnym podłożu.

Sposób ten ma specjalne znaczenie w technice półprzewodników, gdzie mikrominiaturyzacja jest ważnym elementem a wymiary szczeliny są często decydujące dla działania całego przyrządu półprzewodnikowego. Przy fotokomórkach szerokość pomiędzy obiema warstwami elektrodowymi decyduje o czułości a przy tranzystorach z efek-

2

tem pola szerokość szczeliny między warstwą stanowiącą elektrodę doprowadzającą i warstwą stanowiącą elektrodę odprowadzającą decyduje o wzmocnieniu i zakresie częstotliwości. Szerokość szczeliny żądana przy takich zastosowaniach jest często mniejsza niż 100 μm lub nawet mniejsza od 10 μm . Tak niewielkie szerokości szczeliny wymagane są często dla elektrycznego odizolowania od siebie dwóch warstw stanowiących elektrody.

Tego rodzaju warstwy powierzchniowe, które często muszą mieć skomplikowany kształt uwarunkowany żądanym kształtem elektrody, nanosi się na podłożu przez naparowanie lub przy użyciu techniki fotograficznej albo galwanicznej, przy czym dla uzyskania żądanej szerokości szczeliny między elektrodami stosuje się przesłony (maskownice). Stosowanie takich technik wytwarzania jest szczególnie skomplikowane przy małych szerokościach szczeliny, gdyż dla uzyskania wysokiej dokładności odstęp między maskownicą a podłożem, musi być mniejszy od szerokości szczeliny.

Poza tym, przy jeszcze mniejszych wymiarach szczeliny może zaistnieć rozprzestrzenienie się materiału elektrody pod maskownicą wzdłuż powierzchni podłoża, nawet jeśli maskownica jest dokładnie ustawiona. Tak np. przy naparowaniu, atomy materiału elektrody mają przy osiągnięciu podłoża określoną prędkość, z którą mogą się

rozprzestrzeniać wzdłuż powierzchni podłoża, również pod maskownicą. Z tych powodów na przykład przy masowym wytwarzaniu fotooporników bardzo trudno jest uzyskać odstęp między elektrodami mniejszy od 100 μm . Trudności te wzrastają wraz ze zmniejszaniem się żądanej szerokości szczeliny.

Wynalazek stawia sobie za zadanie stworzenia zupełnie nowego sposobu, umieszczania na podłożu dwóch lub więcej warstw powierzchniowych oddzielonych szczeliną, przy czym sposób ten nadaje się szczególnie do wytworzenia bardzo małych szczelin o szerokości mikronów lub nawet jednego mikrona.

Przy nanoszeniu co najmniej dwóch warstw powierzchniowych obok siebie na wspólnym podłożu, w szczególności warstw przewodzących elektrycznie i oddzielonych od siebie szczeliną, według wynalazku umieszcza się te warstwy powierzchniowe, które przynajmniej w otoczeniu tworzonej szczeliny składają się z różnych materiałów, na dwóch graniczących ze sobą lub częściowo się pokrywających obszarach podłoża, przy czym szczelina pomiędzy obiema warstwami tworzy się przez to, że materiał przynajmniej pierwszej warstwy na jednym z obszarów, w pobliżu brzegu graniczącego z drugim obszarem, przechodzi do graniczącej części podłoża i/lub drugiej warstwy powierzchniowej.

Według wynalazku, przy odpowiednim doborze materiału podłoża i warstw powierzchniowych, przy jednoczesnym ogrzewaniu lub przepuszczaniu prądu uzyskuje się to, że materiał pierwszej z warstw przez działanie pochłaniające drugiej warstwy lub wspólne działanie pochłaniające podłoża i drugiej warstwy, zostaje w znacznym stopniu usunięty miejscowo z powierzchni przy krawędzi tej drugiej warstwy, na przestrzeni, która stanowi szerokość szczeliny, przy czym wskutek tego obie warstwy powierzchniowe są od siebie elektrycznie odizolowane.

Okazało się, że wiele materiałów stosowanych na elektrody oraz wiele materiałów używanych jako podłoże można, przy odpowiednim ich doborze, użyć do utworzenia szczeliny w podany sposób. Przy sposobie według wynalazku nie ma potrzeby umieszczania obu warstw dokładnie w żądanej od siebie odległości, jak tego wymagają znane sposoby. Wystarcza, gdy warstwy są tak umieszczone, że prawie ze sobą graniczą lub się częściowo pokrywają, przy czym tworzenie się szczeliny następuje samorzutnie podczas nanoszenia warstw lub po procesie kontrolowanym dokładnie czasem trwania ogrzewania lub przepuszczania prądu przy jednoczesnym zastosowaniu działania pochłaniającego.

Fakt, że atomy warstw powierzchniowych mogą dyfundować wzdłuż powierzchni podłoża, jest przy sposobie według wynalazku korzystny, gdyż wspólnie z działaniem pochłaniającym przyczynia się do ustalenia szerokości szczeliny, natomiast w znanych sposobach ta dyfuzja wzdłuż powierzchni przeszkadzała w tworzeniu szczelin o małej szerokości.

Przy jednej z odmian sposobu według wynalazku szczelina tworzy się przez przejście materia-

łu z pierwszej warstwy do drugiej warstwy, przy czym materiały obu warstw powierzchniowych, przynajmniej w otoczeniu tworzonej szczeliny, są tak dobrane, że ta druga warstwa powierzchniowa posiada zdolność pochłaniania materiału pierwszej warstwy. Materiał użytego podłoża jest w tym przypadku bez większego znaczenia i musi być tylko tak dobrany, aby obie warstwy mogły się do niego przyczepić, oraz aby podczas ogrzewania możliwa była dyfuzja powierzchniowa atomów warstw powierzchniowych w celu utworzenia szczeliny.

Pod nazwą „zdolność pochłaniania” oraz „działanie pochłaniające”, rozumie się tu zdolność pochłaniania i zatrzymywania atomów jakiegoś materiału, które przez dyfuzję lub w inny sposób dotarły do danej warstwy. Nazwy „warstwa pierwsza” i „warstwa druga” określają kolejność położenia tych warstw na podłożu, patrząc od strony przeciwnej do podłoża.

Zdolność pochłaniania warstwy powierzchniowej może polegać na fizycznym lub fizyko-chemicznym albo czysto chemicznym wiązaniu atomów jednego materiału w drugiej warstwie powierzchniowej, na przykład na drodze fizycznej absorpcji, lub na tworzeniu stopów albo też związków chemicznych. Zdolność pochłaniania może posiadać sam materiał warstwy powierzchniowej lub też warstwa powierzchniowa może ją uzyskać przez reakcję z materiałem podłoża lub z materiałem drugiej warstwy, wskutek czego powstają np. związki o działaniu pochłaniającym.

Przy innej odmianie sposobu według wynalazku szczelina tworzy się przez przejście do podłoża materiału pierwszej warstwy, przy czym ta druga warstwa przynajmniej częściowo składa się z tworzywa, które ułatwia przejście materiału pierwszej warstwy do podłoża. Przy krawędzi drugiej warstwy powierzchniowej oraz w niewielkiej od niej odległości (wskutek rozprzestrzenienia się tego tworzywa) tworzy się szczelina.

W ten sposób okazało się np. możliwe uzyskanie szczeliny na podłożu z naparowanego siarczku kadmu, przy czym do drugiej warstwy powierzchniowej dodaje się substancję ułatwiającą rekrytalizację warstwy podłoża, a podczas procesu rekrytalizacji następuje przechodzenie materiału pierwszej warstwy do rekrytalizującego podłoża właśnie przy krawędzi tej drugiej warstwy. Przy zastosowaniu warstwy podłoża z siarczku kadmu lub siarczku cynku okazało się, że wspomniane wyżej własności posiada np. srebro i miedź w temperaturze ponad 500°C względnie 600°C, a także pewne związki organiczne jak oleje silikonowe lub żywice ftalowe w temperaturze 300°C we współdziałaniu z miedzią lub srebrem.

W pewnych przypadkach, na przykład w przypadku użycia miedzi i indu na podłożu z siarczku kadmu, już przy niższej temperaturze np. przy 20°C, po naparowaniu miedzi a następnie indu, może nastąpić tworzenie się szczeliny na krawędzi miedzi w czasie naparowywania indu, gdyż ind ma dużą prędkość dyfuzji wzdłuż powierzchni już przy tej temperaturze. Najkorzystniejszą szczeliną tworzy się pod wpływem ogrzewania dopiero po

naniesieniu na podłoże warstw powierzchniowych. Ogrzewanie to powoduje zwiększenie się temperatury wywołujące wzrost prędkości dyfuzji atomów pierwszej warstwy powierzchniowej wzdłuż powierzchni podłoża a może się również przyczynić do zwiększenia zdolności pochłaniania materiału podłoża i drugiej warstwy powierzchniowej.

Czas trwania ogrzewania oraz temperatura decydują w znacznym stopniu o szerokości tworzącej się szczeliny. W przypadku działania pochłaniającego drugiej warstwy powierzchniowej materiał jej jest tak dobrany, że jego atomy przy określonym ogrzaniu posiadają znacznie mniejszą prędkość dyfuzji i dlatego nie zakłócają tworzenia się szczeliny. W przypadku działania pochłaniającego podłoża, dyfuzja powierzchniowa drugiej warstwy nie odgrywa większej roli, gdyż jej materiał może być pochłonięty przez materiał podłoża np. przy rekryształizacji.

Przy silnym działaniu pochłaniającym drugiej warstwy lub podłoża już samo ogrzewanie całości do wyższej temperatury może spowodować utworzenie się szczeliny, która nadawałaby się dla wielu zastosowań. Szczególnie korzystne tworzenie się szczeliny uzyskuje się wtedy, gdy na podłożu przy krawędzi, gdzie ma być utworzona szczelina zastosować środki zwiększające prędkość dyfuzji atomów pierwszej warstwy np. zwiększając miejscowo temperaturę przy tej krawędzi.

W tym celu przynajmniej w pewnym okresie procesu tworzenia szczeliny w szczególności w końcowej fazie tego procesu, przepuszcza się prąd elektryczny przez warstwy powierzchniowe, który przechodzi przez tę krawędź. Wskutek postępującego tworzenia się szczeliny i rozrzedzenia występującego przy krawędzi, odprowadzanie ciepła koncentruje się coraz bardziej przy tej krawędzi powodując dodatkowe zwiększenie temperatury. Miejscowy wzrost temperatury powoduje miejscowe zwiększenie prędkości dyfuzji a jednocześnie może wywołać miejscowe zwiększenie działania pochłaniającego np. podłoża.

Miejscowe zwiększenie prędkości dyfuzji powierzchniowej oznacza zwiększone odprowadzanie do miejsca pochłaniania, który to proces jest większy niż doprowadzanie z danej warstwy lub po niej tak, że następuje intensywniejsze tworzenie się szczeliny. Przez zastosowanie prądu pulsującego można powiększyć miejscowe wydzielanie się ciepła oraz dokładniej je umiejscowić.

Chociaż tworzenie szczeliny następuje najkorzystniej zawsze przy zastosowaniu przepuszczania prądu, to jednak można również uzyskać miejscowe zwiększenie prędkości dyfuzji przy krawędzi, jeżeli tak dobrać materiał pierwszej warstwy podłoża, że prędkość dyfuzji powierzchniowej atomów tej warstwy wzdłuż powierzchni podłoża jest znacznie większa niż na powierzchni samej warstwy.

Gdy na skutek działania pochłaniającego drugiej warstwy powierzchniowej pierwsza warstwa przy krawędzi jest znacznie cieńsza to jej atomy będą miały w tym miejscu coraz większą prędkość dyfuzji, gdyż w coraz większym stopniu poruszają się one po powierzchni materiału podłoża, który

to fakt oznacza miejscowe zwiększenie się prędkości ich odprowadzania i przyczynia się do intensywniejszego tworzenia się szczeliny.

Zwiększenie temperatury całości a także miejscowe zwiększenie temperatury przez doprowadzanie prądu można stosować przy tworzeniu szczeliny niezależnie od siebie. Można również zastosować oba te środki łącznie to znaczy w czasie przepływu prądu ogrzewać również całość. Podwyższenie temperatury całości może spowodować częściowe zwiększenie prędkości dyfuzji oraz działania pochłaniającego, natomiast przepływ prądu powoduje miejscowe zwiększenie obu tych zjawisk przy krawędzi do żądanej wartości.

W szczególności, druga warstwa powierzchniowa, która sama posiada własności pochłaniające lub zwiększa te własności w podłożu, przy krawędzi jest nieco grubsza niż pierwsza warstwa powierzchniowa. W ten sposób zwiększa się zdolności pochłaniania drugiej warstwy powierzchniowej, oraz unika się możliwości całkowitego jej wchłonięcia, np. przez podłoże. Krawędź drugiej warstwy powierzchniowej może być w ten sposób użyta do wyznaczania miejsca przebiegu szczeliny. Gdy zdolność pochłaniania drugiej warstwy powierzchniowej jest dostatecznie duża, to w ramach sposobu według wynalazku obie warstwy mogą mieć tę samą grubość lub druga warstwa może być cieńsza od pierwszej.

Wynalazek, znajduje ogólnie biorąc zastosowanie do nanoszenia dwóch warstw powierzchniowych oddzielonych szczeliną, jednak szczególnego znaczenia nabiera przy nanoszeniu dwóch elektrycznie przewodzących warstw oddzielonych szczeliną, która ma je od siebie izolować pod względem elektrycznym.

Sposób według wynalazku nadaje się szczególnie przy wytwarzaniu przyrządów półprzewodnikowych, w których warstwy powierzchniowe stanowią dwie lub większą ilość elektrod przyrządu np. w opornikach, fotoopornikach, i tranzystorach z efektem pola, przy których oddzielenie wąską szczeliną warstw stanowiących elektrody ma szczególnie duże znaczenie. Ośrodek czynny w danym przyrządzie jak np. półprzewodnik, fotoprzewodnik lub warstwa oporowa, może sam stanowić warstwę podłoża na której umieszczane są warstwy stanowiące elektrody.

Przy zastosowaniu sposobu według wynalazku można również warstwy stanowiące elektrody nanieść najpierw na podłoże z izolatora, a następnie umieścić na nich czynny ośrodek np. półprzewodnik. Możliwe jest również przy sposobie według wynalazku użycie, bez przepuszczania prądu, podłoża o przewodnictwie elektrycznym lub podłoża półprzewodnikowych albo z materiałów izolacyjnych, jednak w przypadku przepuszczania prądu w czasie tworzenia szczeliny korzystnym jest użycie podłoża z półprzewodnika lub materiału izolacyjnego posiadającego znacznie wyższą oporność niż warstwy elektrodowe tak, aby prąd skoncentrował się w tych warstwach.

Sposób według wynalazku oraz odmiany jego, służące do wytwarzania przyrządów półprzewodnikowych zostaną objaśnione na podstawie przykładów przedstawionych na rysunku.

Na fig. 1 i 2 jest przedstawiony rzut z góry oraz przekrój poprzeczny podłoża z warstwami powierzchniowymi w czasie pierwszej fazy wytwarzania sposobem według wynalazku, na fig. 3 i 4 rzut z góry oraz przekrój poprzeczny tego samego podłoża z warstwami powierzchniowymi w późniejszej fazie wytwarzania, po utworzeniu się szczeliny, na fig. 5 — rzut z góry fotokomórki wytworzonej sposobem według wynalazku a na fig. 6 jest przedstawiony rzut z góry tranzystora z efektem pola wytworzonego sposobem według wynalazku.

Najpierw zostanie objaśniony bliżej sposób według wynalazku, w szczególności tworzenie szczeliny przy zastosowaniu różnych materiałów bez określonego zastosowania. Następnie zostaną objaśnione przykładowo niektóre odmiany wykonania, przy których sposób według wynalazku znalazł zastosowanie do wytwarzania przyrządów półprzewodnikowych.

Przy badaniach możliwości zastosowania różnych materiałów przy sposobie według wynalazku, ze względu na wygodę wychodzi się zawsze z tej samej konfiguracji podłoża i warstw powierzchniowych tak jak to jest przedstawione na fig. 1 i 2 po naniesieniu warstw powierzchniowych a na fig. 3 i 4 po utworzeniu się szczeliny. Element wyjściowy stanowi zawsze podłoże w postaci prostokątnej płytki szklanej 1 z warstwą siarczku kadmu 2 naparowaną na górnej stronie płytki posiadającą grubość np. 2 μm (fig. 2).

Na warstwę 2 zostają następnie nałożone obie warstwy powierzchniowe pomiędzy którymi ma być utworzona szczelina tak, że warstwa 2 jest tu podłożem dla warstw powierzchniowych. Połowa powierzchni podłoża leżąca na prawo od linii 3 (fig. 1) pokrywana jest zawsze warstwą 5, która posiada zdolności pochłaniania lub przynajmniej częściowo składa się z materiału, który zwiększa działanie pochłaniania materiału pierwszej warstwy przez materiał podłoża. Warstwa 5 jest w tych przykładach stosunkowo gruba i ma na przykład grubość 0,1 μm .

Połowa powierzchni podłoża leżąca poniżej linii 4 jest zawsze pokryta znacznie cieńszą pierwszą warstwą 6 z innego materiału tak, że w ćwiartce ograniczonej liniami 3 i 4 warstwa 6 pokrywa warstwę 5. Szczelina tworzy się przy krawędzi 3 warstwy powierzchniowej 5. Dla uproszczenia doprowadzania prądu do warstwy 6 posiada ona miejscowe zgrubienie 7 wytworzone z tego samego materiału co warstwa 6 które może być nałożone na podłoże przed lub po naniesieniu warstwy 6. Wymiary powierzchni podłoża wynoszą np. 2 cm x 2 cm.

Naparowanie warstw stanowiących elektrody przeprowadza się zawsze w próżni a ogrzewanie następuje w atmosferze obojętnej np. argonu. Grubości poszczególnych warstw oraz szerokości szczelin przedstawione są na figurach przesadnie duże ze względu na wyrazistość rysunku.

Przy zastosowaniu takiej konfiguracji poszczególnych warstw przy sposobie według wynalazku stosuje się różne kombinacje materiałów dla warstw 5 i 6 w celu utworzenia szczeliny przy krawędzi 3.

Przykład I. Najpierw naparowuje się z aluminium warstwę powierzchniową 5 o grubości około 0,1 μm , a następnie z antymonu warstwę powierzchniową 6 o grubości około 100 Å. Aluminium przy wysokiej temperaturze i w stanie roztopionym ma zdolność pochłaniania antymonu polegającą prawdopodobnie na tworzeniu się związków aluminium z antymonem.

Po dziesięć minutowym ogrzewaniu całości w piecu, w temperaturze około 700°C na krawędzi 3 warstwy 5, 6 tworzy się szczelina 8 tak jak to jest przedstawione na fig. 3 i 4 na których części odpowiadające częściom z fig. 1 i 2 oznaczone są tymi samymi cyframi. Szerokość szczeliny zależy od temperatury i od czasu trwania ogrzewania wynosi np. 50 μm . Warstwy powierzchniowe 5 i 6 izolowane są od siebie pod względem elektrycznym przez szczelinę 8.

Tworzenie się szczeliny w tym przypadku ułatwione jest również przez fakt że prędkość dyfuzji antymonu po powierzchni siarczku kadmu jest znacznie większa niż po powierzchni samego antymonu. Przy takich temperaturach aluminium nie dyfunduje w praktyce po powierzchni siarczku kadmu. Zamiast wspomnianego procesu ogrzewania można zastosować również kombinację ogrzewania do niższej temperatury, przy jednoczesnym przepuszczaniu prądu powodującym miejscowe ogrzewanie.

Przykład II. Najpierw naparowuje się warstwę powierzchniową 5 z miedzi o grubości około 0,1 μm , a następnie warstwę powierzchniową 6 z indu o grubości około 100 Å.

Po naparowaniu, przy czym podłoże 1, 2 miało temperaturę pokojową, okazało się że między warstwą 5 i 6 na krawędzi 3 utworzyła się szczelina 8 o szerokości około 100 μm , w ten sam sposób jak to jest przedstawione na fig. 3 i 4. Szczelina 8 utworzyła się wskutek pochłaniającego działania miedzi oraz przez dużą prędkość dyfuzji indu po powierzchni siarczku kadmu przy tej niskiej temperaturze.

Przykład III. Najpierw naparowuje się z teluru warstwę powierzchniową 5 o grubości 0,1 μm a następnie warstwę powierzchniową 6 o grubości np. 100 Å. Po naparowaniu można stwierdzić pod mikroskopem, że utworzyła się szczelina. Przez przepuszczanie prądu lub ogrzewanie do temperatury 200°C lub 300°C tworzy się wyraźnie szczelina 8, przy czym ind odsuwa się na pewną odległość od krawędzi 3. Działanie pochłaniające warstwy 5 polega prawdopodobnie na tworzeniu się związków indu z telurem. Również i tutaj duża prędkość dyfuzji indu po powierzchni siarczku kadmu odgrywa pewną rolę, a dyfuzja teluru po tej powierzchni jest znacznie słabsza.

Przykład IV. Najpierw naparowuje się ze srebra warstwę powierzchniową 5 o grubości około 0,1 μm a następnie z miedzi warstwę powierzchniową 6 o grubości około 50 Å.

Po ogrzewaniu w temperaturze 300°C przez około 30 minut tworzy się szczelina 8 w ten sam

sposób jak na fig. 3 i 4. Do tworzenia się tej szczeliny przyczyniło się działanie pochłaniające srebra, oraz przy tej temperaturze duża prędkość dyfuzji miedzi po powierzchni siarczku kadmu, która jest znacznie większa niż srebra.

Tworzenie się szczeliny można polepszyć, gdy w czasie ogrzewania całości w temperaturze 200°C między elektrody 7 i 5 przyłożyć napięcie elektryczne tak, aby popłynął prąd około 50 mA, który przez wydzielanie się ciepła szczególnie przy krawędzi 3 zwiększa prędkość dyfuzji miedzi oraz działanie pochłaniające.

Przykład V. Najpierw nanosi się ze srebra warstwę 5 o grubości około 0,1 μm a następnie ze złota warstwę 6 o grubości około 50 Å. Przy temperaturze 500°C, srebro ułatwia rekrytalizację warstwy siarczku kadmu a przy krawędzi 3 warstwy srebra 5 tworzy się szczelina 8 wskutek miejscowego wchłonięcia złota podczas ogrzewania do wysokiej temperatury, przy jednoczesnym przepuszczaniu prądu.

Przykład VI. Przykład ten w przeciwieństwie do poprzedniego odnosi się tylko do fig. 1 i 2, ponieważ w tym przykładzie cienka warstwa jest naniesiona przed powierzchniową warstwą 5 posiadającą zdolności pochłaniające.

Najpierw nanosi się z miedzi warstwę 6 o grubości około 50 Å. Następnie nanosi się warstwę powierzchniową 5 z pasty składającej się z organicznego środka wiążącego, zawierającego żywice alkilowe oraz drobnopiezniaste srebro. Pasta ta zawiera materiały organiczne, które współdziałając z miedzią powoduje rekrytalizację warstwy siarczku kadmu przy temperaturze około 300°C, przy czym przy tej rekrytalizacji część miedzi przechodzi do siarczku kadmu przynajmniej tam, gdzie przy krawędzi 3 miedź występuje w pobliżu tych substancji organicznych.

Po ogrzewaniu w temperaturze 350°C trwającym 20 minut, można stwierdzić utworzenie się szczeliny o szerokości dziesięciu mikronów a pod mikroskopem można ustalić, że warstwa siarczku kadmu w szczelinie 8 oraz pod warstwą 5 uległa rekrytalizacji. Przy tej rekrytalizacji miedź została usunięta na pewnej przestrzeni od krawędzi 3. Tworzenie się szczeliny można spowodować również w ten sposób, że ogrzewa się całość do temperatury 200°C, a jednocześnie przez warstwy 5 i 6 przepuszcza się prąd o natężeniu np. 10 mA, który przepływa również przez krawędź 3, gdzie tworzy się szczelina.

Zwiększone wydzielanie się ciepła przy krawędzi 3 w czasie tworzenia się szczeliny, zwiększa prędkość dyfuzji miedzi a także działanie rekrytalizacyjne i pochłaniające warstwy siarczku kadmu w miejscu tworzenia się szczeliny. W tym przypadku, okazuje się, że szczelina 8 jest bardzo mała, rzędu 1 μm lub jeszcze mniejsza, a obecność jej potwierdza fakt, że po ukończeniu procesu oporność między warstwami powierzchniowymi 5 i 6 wzrosła do 10 M Ω , natomiast oporność warstw 5 i 6 poza szczeliną nie ulega zmianie. W powyższych przykładach objaśnione zostało tworzenie się szczeliny przez użycie różnych materiałów.

Poniżej zostaną podane i bliżej wyjaśnione na podstawie fig. 5 i 6 przykłady zastosowania sposobu według wynalazku do wytwarzania przyrządów półprzewodnikowych w szczególności do wytwarzania fotooporników oraz tranzystora z efektem pola.

Na fig. 5 jest przedstawiony rzut z góry podłoża fotokomórki z układem elektrod wytworzonym według wynalazku. Na fig. 5 dla większej zrozumiałości te części, które w swym działaniu odpowiadają częściom z fig. 1 do 4, są oznaczone liczbami, których pierwsza cyfra jest taka sama jak na fig. 1 do 4. Przy wytwarzaniu takiego przyrządu naparowuje się najpierw np. cienką warstwę powierzchniową 60 tak, że pokrywa ona całą powierzchnię podłoża na lewo od linii 40. Podłoże stanowi płytka szklana pokryta cienką warstwą naparowanego siarczku kadmu.

Następnie naparowuje się drugą warstwę powierzchniową 50 w postaci paska, który jest grubszy od warstwy 60. Warstwa 50 utworzona jest z materiału, który sam posiada działanie pochłaniające lub zwiększa działanie pochłaniające warstwy siarczku kadmu przy krawędzi 30. Szczelina 80 tworzy się w tym miejscu, gdzie krawędź 30 nakrywa warstwę 60. Na powierzchni podłoża może być umieszczona dodatkowa warstwa 70 stanowiąca elektrodę, przy czym wykonana jest ona z tego samego materiału co warstwa 60, lecz jest od niej grubsza tak, że lepiej nadaje się dla doprowadzenia prądu. Warstwa 70 może być umieszczona przed naparowaniem warstwy 60, lecz w razie potrzeby może być również wykonana w późniejszym stadium.

Szczelina 80 przy krawędzi 30 tworzy się przez przejście materiału warstwy 60 przy tej krawędzi do warstwy siarczku kadmu stanowiącej podłoże lub do drugiej warstwy 50, przy czym stosuje się ogrzewanie całości przy jednoczesnym przepuszczaniu prądu. Przez odpowiedni dobór materiałów czas trwania ogrzewania, względnie temperatury ogrzewania i przepuszczania prądu, można uzyskać bardzo małą szerokość szczeliny 80 tak, że odległość między elektrodami utworzonymi przez warstwy 60 i 50 może być bardzo mała.

Szczelina 80 stanowi światłoczułą część fotokomórki, a połączone warstwy 70, 60 oraz warstwa 50 stanowią jej dwie elektrody. Elektrody te mogą posiadać również inny kształt. Tak np. warstwa 50 może posiadać kształt grzebienia, przy czym przez zastosowanie sposobu według wynalazku, wzdłuż grzebiastego brzegu warstwy 50 utworzy się również szczelina 80.

Na fig. 6 jest przedstawiony schematycznie w rzucie z góry tranzystor z efektem pola, wytworzony sposobem według wynalazku. Pierwsza cyfra z liczb oznaczeniowych odpowiada również jak poprzednio co do funkcji częściom z fig. 1 do 4. Podłoże wykonane jest np. z płytki szklanej na którą naparowana jest warstwa siarczku kadmu. Na powierzchnię podłoża naparowane są najpierw obie warstwy powierzchniowe 51 i 52 stanowiące później omówie kontakty tranzystora.

Warstwy te wykonane są z takiego materiału, który z warstwą półprzewodnika w tym wypadku z warstwą siarczku kadmu, stanowi połącze-

nie omowe. Następnie między liniami 41 i 42 na powierzchnię podłoża naparowuje się warstwę elektrodową 60 z innego materiału dającego z warstwą siarczku kadmu połączenie o własnościach prostowniczych, gdyż warstwa 60 stanowi późniejszą elektrodę bramki.

Materiały warstwy 51 i 52 oraz warstwy 60 są tak dobrane, że np. materiał warstwy 51 i 52 ma zdolność pochłaniania materiału warstwy 60 lub zwiększa zdolność pochłaniania materiału podłoża względem materiału warstwy 60. Po ogrzewaniu za pomocą przepuszczania prądu, warstwa 60 zostaje odizolowana pod względem elektrycznym od elektrod 51 i 52 przez utworzenie szczeliny 81 i 82. Przy zastosowaniu przepuszczania prądu szczeliny 81 i 82 mogą być tworzone oddzielnie przez przyłączenie źródła prądu najpierw między warstwy 60 i 51, a później między warstwy 60 i 52. Można również źródło prądu przyłączyć między warstwy 52 i 51 i w ten sposób w jednym procesie wytworzyć obie szczeliny 81 i 82.

W ramach sposobu według wynalazku możliwe są również odmiany. Można użyć inne materiały jako podłoża oraz inne materiały na warstwy powierzchniowe, które posiadałyby względem siebie żądane zdolności pochłaniania. Kolejność umieszczania warstw powierzchniowych 5 i 6 często może być odwrócona. Podłoże może być utworzone z kilku warstw, przy czym górna jego warstwa na której umieszczane są warstwy powierzchniowe, decyduje o szybkości dyfuzji oraz działaniu pochłaniającym. Podłoże może być również z jednego materiału.

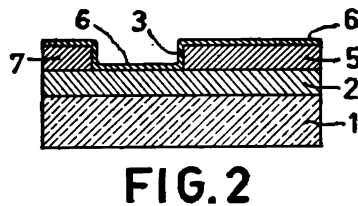
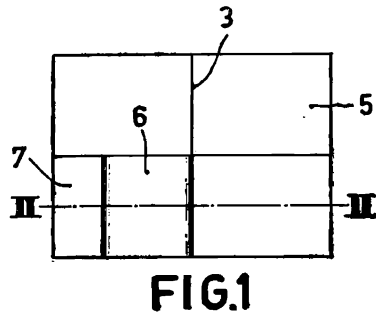
W pewnych wypadkach może istnieć konieczność uprzedniego naniesienia elektrod o odpowiednim kształcie na płytkę izolatora a później pokryciu ich warstwą półprzewodnika. Sposób według wynalazku nadaje się np. do nanoszenia warstw stanowiących elektrody po obu stronach złącza p — n, które przecina powierzchnię podłoża. Pochłaniająca warstwa powierzchniowa może być wtedy nanoszona w znany sposób galwanicznie w określonym miejscu na stronie n lub p, aż do złącza p — n, po czym na drugiej stronie naparowuje się pierwszą warstwę powierzchniową, która częściowo może pokrywać poprzednią warstwę.

Przez zastosowanie wynalazku, działanie pochłaniające pierwszej warstwy powoduje utworzenie się szczeliny w miejscu złącza p — n, które oddziela obie warstwy. W tym wypadku można jednocześnie zrobić użytek z wydzielania się ciepła w złączu p — n przy przepuszczaniu prądu. Przez zastosowanie prądu pulsującego, można spowodować miejscowe ogrzanie tam, gdzie właśnie tworzy się szczelina, co ułatwia jej tworzenie. W wypadku pochłaniającego działania podłoża, na obie warstwy stosuje się materiały różniące się tym, że jeden z nich zawiera składnik, który wywołuje zdolność pochłaniania podłoża.

W wymienionych przykładach przy wytwarzaniu szczeliny stosowana była atmosfera gazu obojętnego, ale w pewnych przykładach na tworzenie się szczeliny można mieć dodatni wpływ domieszka gazów czynnych lub domieszka taka może w tym procesie nie przeszkadzać.

1. Sposób nanoszenia warstw powierzchniowych obok siebie na podłożu, najkorzystniej przy wytwarzaniu przyrządów półprzewodnikowych, w szczególności oddzielonych od siebie szczeliną warstw elektrycznie przewodzących stanowiących ich elektrody, **znamienny tym**, że co najmniej dwie warstwy powierzchniowe, które przynajmniej w otoczeniu tworzonej szczeliny składają się z różnych materiałów, nanoszone są na dwa obszary podłoża graniczące ze sobą lub częściowo się pokrywające, a między tymi warstwami powierzchniami tworzy się szczelina przez to, że materiał przynajmniej pierwszej z tych warstw na jednym z obszarów w otoczeniu krawędzi drugiego obszaru jest pochłaniany przez przylegającą część podłoża do drugiej warstwy powierzchniowej.
2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że szczelina tworzy się przez przejście materiału pierwszej warstwy powierzchniowej do drugiej warstwy, przy czym materiały warstw powierzchniowych przynajmniej w otoczeniu szczeliny są tak dobrane, że materiał tej drugiej warstwy posiada zdolność pochłaniania materiału pierwszej warstwy.
3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że szczelina tworzy się przez przejście materiału pierwszej warstwy powierzchniowej do podłoża przy krawędzi drugiej warstwy powierzchniowej, przy czym ta druga warstwa przynajmniej częściowo składa się z substancji, która ułatwia przejście materiału pierwszej warstwy do podłoża.
4. Sposób według zastrz. 3, **znamienny tym**, że do drugiej warstwy powierzchniowej dodaje się materiał, który ułatwia rekrytalizację podłoża.
5. Sposób według zastrz. 1—3, **znamienny tym**, że w celu utworzenia szczeliny stosuje się proces ogrzewania po naniesieniu na podłoże warstw powierzchniowych.
6. Sposób według zastrz. 5, **znamienny tym**, że materiały obu warstw dobiera się tak, że atomy drugiej warstwy powierzchniowej mają znacznie mniejszą prędkość dyfuzji powierzchniowej niż atomy pierwszej warstwy.
7. Sposób według zastrz. 1—6, **znamienny tym**, że w czasie tworzenia się szczeliny stosuje się środki, które w określonych miejscach podłoża, przy krawędzi, gdzie ma być utworzona szczelina, zwiększają prędkość dyfuzji atomów pierwszej warstwy, w szczególności na skutek miejscowego zwiększenia temperatury przy tej krawędzi.
8. Sposób według zastrz. 7, **znamienny tym**, że przynajmniej podczas pewnej fazy procesu tworzenia szczeliny, w szczególności w czasie końcowej fazy tego procesu, przesyła się przez warstwy powierzchniowe prąd elektryczny, który przepływa przez krawędź między dwoma warstwami.
9. Sposób według zastrz. 8, **znamienny tym**, że do warstw doprowadza się prąd pulsujący.

10. Sposób według zastrz. 7—9, **znamienny tym**, że miejscowe zwiększenie prędkości dyfuzji przy krawędzi uzyskuje się przez taki dobór materiałów pierwszej warstwy i podłoża, że prędkość dyfuzji atomów tej warstwy po powierzchni podłoża jest znacznie większa niż po niej samej.



11. Sposób według zastrz. 8—10, **znamienny tym**, że w czasie przepuszczania prądu stosuje się jednocześnie zwiększenie temperatury podłoża wraz z warstwami.
- 5 12. Sposób według zastrz. 1—11, **znamienny tym**, że przynajmniej przy krawędzi druga warstwa jest grubsza niż pierwsza.

