



POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 42460

Kl. 21 a⁴, 38

N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken

Eindhoven, Holandia

Sposób wytwarzania układów półprzewodnikowych elektrod

Patent trwa od dnia 10 stycznia 1959 r.

Pierwszeństwo: 14 stycznia 1958 r. (Holandia).

Niniejszy wynalazek dotyczy sposobu wytwarzania układów półprzewodnikowych elektrod, takich jak tranzystory lub diody krystaliczne, w których na półprzewodnikowej bazie umocowane są przez spawanie przynajmniej dwie elektrody, przy czym choć jedna z nich zawiera czynne zanieczyszczenie. Jako „czynne zanieczyszczenie” rozumie się pierwiastki i związki, mogące wpływać na właściwości elektryczne elektrod, na przykład akceptory i donory.

Te układy elektrod posiadają zwykle elektrody, wykazujące różne właściwości elektryczne, na przykład rozróżnia się elektrody prostownicze i nie prostownicze, czyli oporowe. W tym celu zwykle odpowiednio dobrany jest skład materiału elektrod, przy czym z półprzewodnikową bazą spójone są przynajmniej dwa elementy o różnym składzie.

Gdy elektrody umieszczone są blisko jedna od drugiej przy powierzchni półprzewodnikowej bazy, zwłaszcza jeśli jedna z tych elektrod zawiera czynne zanieczyszczenie szybko dyfu-

zujące lub dążące do rozpraszania się na powierzchni bazy, wówczas istnieje niebezpieczeństwo zakażenia przez tę elektrodę, co najmniej jednej z innych elektrod.

Inną trudnością, powstającą przy użyciu elektrod różnego rodzaju jest ta, że ponieważ mają one często kształt kulek o średnicy mniejszej niż 1 mm, przeto mogą być łatwo wzięte jedna za drugą. To niebezpieczeństwo istnieje zwłaszcza wtedy, gdy elektrody są nakładane przez spawanie za pomocą formy, zawierającej szereg bliskich sobie otworów do odlewania spawanych elektrod.

Niniejszy wynalazek opiera się na zjawisku, że można wywierać wpływ na właściwości takich elektrod po umieszczeniu ich na półprzewodnikowej bazie, wskutek czego zanieczyszczenie, dążące do zakażenia innych elektrod nie potrzebuje być poddawane obróbce cieplnej, stosowanej przy wyrobie.

Zgodnie z wynalazkiem, na półprzewodnikowej bazie umieszcza się przynajmniej dwie

równe sobie elektrody, po czym co najmniej do jednej z nich zostaje dodane czynne zanieczyszczenie, przy czym zestaw zostaje poddany obróbce cieplnej w taki sposób, że właściwości elektrody lub elektrod, do których zostało dodane zanieczyszczenie różnią się od właściwości elektrody lub elektrod, do których nie dodano zanieczyszczenia.

Wzajemnie równe elektrody mogą być otrzymane przez spawanie elementów elektrod przy stosunkowo niskiej temperaturze, podczas gdy obróbka cieplna następująca po dodaniu zanieczyszczenia może być uskuteczniiona przy wyższej temperaturze.

Jednakże zabieg ten może być odwrócony w ten sposób, że równe sobie elektrody mogą być umieszczone przez spawanie przy wyższej temperaturze niż ta, przy której wykonywana jest obróbka cieplna, następująca po dodaniu zanieczyszczeń.

Ten ostatni sposób jest szczególnie korzystny wtedy, gdy dodaje się zanieczyszczenie, które ma być następnie rozproszone poza elektrodą, do której zostało dodane. Ma to miejsce wtedy, gdy są to zanieczyszczenia posiadające wysoką prężność par, jak arsen lub antymon, lub gdy łatwo rozpraszają się po powierzchni półprzewodzącej. Niebezpieczeństwo wzajemnego zakażenia się zależy również od odstępów pomiędzy elektrodami.

Gdy baza półprzewodnikowa składa się z germanu, wtedy zanieczyszczenie, dodawane do przynajmniej jednej z elektrod najkorzystniej składa się z aluminium.

Dalsze szczegóły wynalazku zostaną podane w opisie kilku wykonanych przedstawionych w rysunku.

Fig. 1, 2 i 3 uwiadcniają oddzielnie dwie główne części formy oraz cztery bazy półprzewodnikowe, fig. 4 — formę złożoną, fig. 5 — nakładanie czynnego zanieczyszczenia, fig. 6 do 9 — widoki przekroju półprzewodnikowych układów elektrod w różnych etapach wykonania, a fig. 10 — przekroju tranzystora, wykonanego sposobem według wynalazku.

Elementy elektrod mogą być nałożone przez spojenie za pomocą formy, której dwie główne części są uwiadczone na fig. 1 i 3. Forma ta posiada pokrywę 1, której grubość jest w przybliżeniu równą średnicy elementów elektrod, mających być nałożonych przez spawanie. Ta pokrywa może składać się z miki o grubości 100 mikronów. W płycie jest wywierconych osiem dziur 2, w czterech parach z odstępami około 100 mikronów. Ponadto forma posiada

podstawę 3 (fig. 3), która może być wykonana z grafitu i w której zostały wyszlifowane cztery wgłębienia 4, mieszczące półprzewodnikowe płytki 5, (fig. 2), stanowiące bazy.

W fig. 4 przedstawiona jest ta sama forma w stanie zamkniętym. Pokrywa 1 jest przyciśnięta do podstawy 3 za pomocą zacisków (nie uwiadczonych).

Na pokrywie zostaje rozsiana pewna ilość elementów 6 elektrod, najkorzystniej w postaci kulek tak ukształtowanych, aby każdy otwór 2 został całkowicie wypełniony jedną kulką 6. Ilość rozsianych kulek winna być dostateczną do wypełnienia wszystkich otworów 2. Po usunięciu pozostałych kulek, zestaw zostaje poddany obróbce cieplnej przy temperaturze umożliwiającej przywarcie elementów elektrod do półprzewodnikowych płytek 5, wskutek czego zostaje wytworzona elektroda 7. Dalsze szczegóły, odnoszące się do składu i temperatur, będą podane niżej.

Następnie pokrywę 1 zdejmuje się, jak uwiadczone na fig. 5. Jedną elektrodę z każdej pary elektrod 7 zaopatruje się w czynne zanieczyszczenie, które może być nałożone za pomocą pędzla 8, jako drobny proszek rozproszony w ośrodku wiążącym. Dalej płytka 5 wraz ze swą zawartością zostaje ponownie umieszczona w piecu, wskutek czego czynne zanieczyszczenie ulega całkowicie wchłonięciu przez elektrodę, na którą ono zostało nałożone, podczas gdy inne elektrody zachowują swoją pierwotną właściwość. Jeśli temperatura, przy której zostaje uskuteczniiona druga obróbka cieplna jest wyższą, niż ta przy której wykonano pierwszą obróbkę cieplną, to materiał elektrody będzie oddziaływać na płytkę półprzewodnikową na większą głębokość. Jednakże, jak to poprzednio wspomniano, druga obróbka może być też przeprowadzona przy niższej temperaturze.

W fig. 6 do 9 uwiadczone są różne etapy, przez które przechodzi układ elektrod w tym sposobie wykonania. W pierwszym etapie elementy 6 elektrod są luźno rozsiane na półprzewodnikowej płytce 5 (fig. 6). Po pierwszej obróbce cieplnej zostają one spojne z powierzchnią tej płytki 5 i tworzą elektrody 7 (fig. 7). Następnie jedna z dwóch elektrod zostaje zaopatrzona w pewną ilość czynnego zanieczyszczenia 9 (fig. 8) i w końcu, po drugiej obróbce cieplnej, obie elektrody dalej przenikają w półprzewodnikową płytkę 5, podczas gdy czynne zanieczyszczenie 9 zostało spojne z materiałem elektrody i utworzyło elektrodę 10 o innych właściwościach, niż elektrody 7 (fig. 9).

Sposób według wynalazku nie ogranicza się jedynie do użycia elementów elektrod lub półprzewodnikowych płytek o kształcie powyżej opisanym, do spajania określonej ilości elementów elektrod, ani też do użycia pewnych form odlewania.

Tranzystor może być przeto wytworzony przez spajanie dwóch elektrod z jedną powierzchnią cienkiej półprzewodnikowej płytki 15 (fig. 11) w sposób poprzednio opisany. Jedna z elektrod wykonana jest jako elektroda prostownicza przez dodanie czynnego zanieczyszczenia. Na drugiej stronie płytki 15, również zostaje nałożona prostownicza elektroda 16.

Niżej są podane dwa przykłady składu elementów elektrod oraz dodawanych do nich zanieczyszczeń. Pierwszy przykład opisuje tworzenie styków na germanie, z których przynajmniej jeden zostaje przetworzony w styk *p*. Drugi przykład opisuje tworzenie styków *p* na germanie, z których przynajmniej jeden zostaje przetworzony w styk *n*.

Przykład I. Na półprzewodnikową płytkę wykonaną z germanu, zostają nałożone i spojone z nią w wodorze przy 600°C elementy elektrod, składające się z bizmutu. Na jedną z tych elektrod nakłada się 40 g sproszkowanego aluminium, rozproszone w ośrodku wiążącym, składającym się z roztworu 20 g metakrylatu na 100 mgs ksylenu. Ilość aluminium, stanowiącego tutaj czynne zanieczyszczenie nie jest ściśle określona, gdyż mała ilość jest na ogół dostateczną. Nałożona ilość jest tak mała, że nie rozprasza się poza elektrodę, na której została umieszczona. Druga obróbka cieplna zostaje uskuteczniiona przy 750°C, również w wodorze, wskutek czego czynnik rozpraszający znika i aluminium spaja się z elektrodą, uzyskującą wtedy właściwość styku *p*. Te ostatnie elektrody stają się więc prostowniczymi na germanie typu *n* i omowymi na germanie typu *p*. Przed dodaniem aluminium, elektrody bizmutowe tworzyły styki omowe na germanie typu *n* i cokolwiek prostownicze styki na germanie typu *p*.

Przykład II. Stosunek ten zostaje odwrócony, gdy pewna ilość elementów, elektrod składających się z indu zostaje spojona z płytkami germanu. Nagrzewanie odbywa się również w wodorze przy temperaturze 500°C. Do przynajmniej jednej z elektrod zostaje dodany sproszkowany antymon, rozproszony w takim samym ośrodku wiążącym, po czym zestaw zostaje ponownie nagrzany w wodorze przy temperaturze 450°C. Wytworzone elektrody tworzą styki typu *n*, podczas gdy pierwotne elektrody z indu

były typu *p*. W ten sposób niebezpieczeństwo niepożądanego zakażenia elektrody lub elektrod nie zawierających antymonu, jest znacznie zmniejszone.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wytwarzania układów półprzewodnikowych elektrod, takich jak tranzystory i diody krystaliczne, w których z bazą półprzewodnikową spojone są przynajmniej dwa elementy elektrod, z których co najmniej jedna zawiera czynne zanieczyszczenie, znamienny tym, że przynajmniej dwie równe sobie elektrody umieszczone są na półprzewodnikowej bazie, po czym nie do wszystkich tych elektrod, lecz co najmniej do jednej z nich, zostaje dodane czynne zanieczyszczenie, a otrzymany w taki sposób zestaw zostaje poddany obróbce cieplnej tak, że właściwości elektrody lub elektrod, do których było dodane zanieczyszczenie, stają się inne, niż właściwości elektrody lub elektrod, do których zanieczyszczenie nie było dodane.
2. Sposób według zastrz. 1, znamienny tym, że pierwszy zabieg spajania elementów elektrod z bazą półprzewodnikową, wykonuje się przy temperaturze niższej, niż ta przy której odbywa się obróbka cieplna po dodaniu czynnego zanieczyszczenia.
3. Sposób według zastrz. 1 i 2, znamienny tym, że zanieczyszczenie w postaci aluminium dodaje się do bazy półprzewodnikowej, która składa się z germanu.
4. Sposób według zastrz. 1 — 3, znamienny tym, że czynne zanieczyszczenie dodaje się w postaci rozproszony w ośrodku wiążącym.
5. Sposób według zastrz. 1 — 4, znamienny tym, że baza półprzewodnikowa jest umieszczona w formie, zaopatrzonej w sąsiadujące z sobą otwory do wlewania elementów elektrod, które mają być spawane z bazą półprzewodnikową, przy czym otwory te zostają napelnione równymi sobie elementami elektrod, podczas gdy po spojeniu tych elementów elektrod z bazą półprzewodnikową, do przynajmniej jednej z wytworzonych elektrod dodaje się czynne zanieczyszczenie, po czym wykonana zostaje dalsza obróbka cieplna.

N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken

Zastępca: mgr Józef Kamiński
rzecznik patentowy

