



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

214 212

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavní priorita

(22) Přihlášeno 06 08 80

(21) PV 5436-80

(51) Int. Cl.³ H 01 L 21/203
// H 01 L 21/205
// H 01 L 21/70

(40) Zveřejněno 15 09 81

(45) Vydáno 01 06 84

(75)

Autor vynálezu ŠMÍD VÁCLAV ing. CSc., PRAHA

(54) Způsob výroby Schottkyho kontaktu

Způsob výroby Schottkyho kontaktu, při kterém se působí doutnavým výbojem s výhodou o frekvenci 13,56 MHz na výchozí plynou látku obecného vzorce A, B, AB, BC, AC nebo ABC, kde symbol A značí látku obecného vzorce $X_n Y_m$, v níž X představuje atom dusíku, síry nebo uhlíku, Y značí atom fluoru nebo vodík a m a n jsou přirozená čísla o hodnotě m v rozmezí 1 až 2 a o hodnotě n v rozmezí 1 až 10, symbol B znamená látku obecného vzorce $X_n Y_m$, kde X má význam uvedený výše, Y je vodík nebo halogen a m a n jsou přirozená čísla celá o hodnotě m rovné 2 až 6 a o hodnotě n rovné 1 až 5, a symbol C značí argon, dusík, kyslík, vodík nebo směs dvou až čtyř těchto látek.

Vynález se týká způsobu výroby Schottkyho kontaktu, to jest přechodu kov - polovodič, který při průchodu elektrického proudu projevuje usměrňující účinek.

Ve světové technice je známo využívání Schottkyho kontaktu k výrobě součástek v oboru elektroniky. Schottkyho kontakt je používán například při výrobě slunečních baterií pro přímou přeměnu sluneční energie na energii elektrickou, přičemž u baterií vytváří vnitřní elektrické pole, které je nutné k oddělení kladných a záporných nositelů elektrického proudu, generovaných dopadajícím slunečním zářením. Hlavním požadavkem na Schottkyho kontakt je vysoká potenciálová bariéra na přechodu kov - polovodič, vysoká elektrická vodivost, propustnost pro sluneční záření a jednoduchá výroba.

V souvislosti s těmito požadavky se v poslední době obrátila pozornost na možnost použití amorfního křemíku a-Si připraveného buď v doutnavém výboji rozkladem silanu SiH_4 nebo reaktivně rozprašovaného ve vodíkové atmosféře. Amorfni křemík získaný tímto způsobem má řadu výhodných fyzikálních vlastností zejména optických, které umožňují jeho rozsáhlé uplatnění při výrobě levných velkoplošných slunečních baterií vhodných pro využití v pozemských podmínkách (C. R. Wronski, D. E. Carlson: Proc. int. conf. amorphous and liquid semiconductors, Edinburgh 1977, University of Edinburgh /1977/ 452). Sluneční baterie na bázi amorfního křemíku lze vyrábět i na bázi PN přechodu, MIS struktury a dalších.

Schottkyho kontakt na amorfním křemíku byl až do současné doby připravován napařováním kovového kontaktu na povrchu amorfního křemíku, ačkoliv pro jeho výrobu je možno využívat i naprašování. Napařovací technikou (C. R. Wronski: Proc. 9th Conf. solid state devices Tokyo /1977/ 299; dále D. E. Carlson, C. R. Wronski: RCA Review 38 /1977/ 211) se dosáhne nejlepších vlastností na přechodu Au-a-Si s termicky napařovaným zlatem ve vakuu $1,33 \cdot 10^{-3}$ Pa a na přechodu Pt-a-Si s platinou napařenou elektronovým svazkem (Physical vapor deposition; Airco Inc., USA 1976).

Stěžejním nedostatkem dosud známých a používaných způsobů, kterými se kovové materiály nanášejí na povrch amorfního křemíku je nutnost, aby k tomu účelu byly používány drahé kovy. Proto tuto metodu není možno používat pro výrobu baterií o velké užité ploše. Další, a nezanedbatelnou nevýhodou je nutnost provádění postupu jako vícestupňového, při kterém se nejdříve v komoře pro doutnavý výboj připraví vrstva amorfního křemíku, na to se soustava se sníženým tlakem otevře vůči běžnému atmosferickému tlaku, načež vytvořená vrstva se přenesla do napařovacího nebo naprašovacího zařízení pro přípravu kovového kontaktu. Přirozeným důsledkem tohoto složitého postupu je, že povrch amorfního křemíku reaguje s okolní atmosferou, a získané elektrické vlastnosti výsledné tenkovestvé struktury lze jen špatně reprodukovat (M. Tanielsen, M. Chatani, H. Fritzsche a. d.: Proc. int. conf. amorphous and liquid semiconductors, Cambridge, USA 1979).

Při výzkumu dalších možných způsobů výroby Schottkyho kontaktů došlo se k poznatku, že lze připravit materiály s vysokou elektrickou vodivostí, které na povrchu některých polovodičů tvoří vyšší potenciálové bariéry. Jsou to například polymer $(\text{SN})_x$ vyrobitelný sublimací (C. M. Mikulski a d.: Inorganic Chemistry 15(1976) 2943, dále R. A. Scranton a d.: Appl. Phys. Lett. 29(1976) 47) atd. Materiály na bázi síry a dusíku lze připravit také v doutnavém

výboji rozkladem sirovodíku a dusíku (V. Šmíd a d.: Bull. APS 24 /1979/ 243). Dalším známým elektrickým vodivým systémem je například polymer $(CH)_x$ (D. M. Grant, L. P. Batra: Solid state communications 29 /1979/ 225).

Je také znám způsob výroby heteropřechodů mezi vrstvami o tloušťce 0,15 až 100 μm , při kterém se na výchozí plyny působí doutnavým výbojem; výchozí plyny jsou na bázi chalkogenního prvku. Dosud nebyla ale známa výrobní metoda pro přípravu Schottkyho kontaktu o tloušťce vrstvy 0,01 - 0,14 μm z plynných látek, při které se použije doutnavého výboje.

Nevýhody dosud známých způsobů výroby Schottkyho kontaktu se podařilo odstranit postupem podle tohoto vynálezu, jehož předmětem je způsob výroby Schottkyho kontaktu o tloušťce vrstvy v rozmezí 0,01 až 0,14 μm , při kterém se na plynnou výchozí látku působí doutnavým výbojem s výhodou o frekvenci 13,56 MHz.

Podstatou vynálezu je pracovní postup, při kterém se doutnavým výbojem působí na plyn obecného vzorce A, B, AB, AC, BC nebo ABC , kde symbol A značí látku obecného vzorce $X_n Y_m$, v níž X představuje atom dusíku, síry nebo uhlíku, Y značí atom fluoru nebo vodíku a m a n jsou přirozená čísla o hodnotě m v rozmezí 1 až 2 a o hodnotě n v rozmezí 1 až 10, symbol B znamená látku obecného vzorce $X_n Y_m$, kde X má význam uvedený výše, Y je vodík nebo halogen a m a n jsou přirozená čísla celá o hodnotě m rovné 2 až 6 a o hodnotě n rovné 1 až 5, a symbol C značí argon, dusík, kyslík, vodík, vodík nebo směs dvou až čtyř těchto látek.

Výhodou postupu podle vynálezu je možnost přípravy Schottkyho kontaktu bez použití drahých kovů, což podstatně snižuje výrobní náklady. Předností postupu je také práce v uzavřené soustavě za stálého tlaku, jehož hodnotu lze předem nastavit a potom podle potřeby upravovat, aniž by bylo zapotřebí vakuum resp. snížený tlak v pracovní aparatuře rušit, a pracovní prostor učinit přístupným vnější atmosféře.

Předností tohoto řešení jsou zřejmě z následujících příkladů provedení, které objasňují podstatu vynálezu aniž by ho jakýmkoliv způsobem omezovaly.

Příklad 1

Do reakční komory na doutnavý výboj s vnitřním tlakem 0,01 Pa, v níž jsou podložky amorfního křemíku pro přípravu Schottkyho kontaktu se přivede směs sirovodíku a dusíku v molekulárním poměru 1 : 2, až tlak v reakční komoře dostoupí hodnoty 200 Pa. Na to se při frekvenci 13,56 MHz uvede v činnost doutnavý výboj, jehož působením dojde ve volném prostoru reakční komory a na stěnách vystavených doutnavému výboji k reakci mezi jednotlivými plynnými složkami. Po dvou hodinách práce se vytvoří vrstva Schottkyho kontaktu o tloušťce 0,04 μm .

Příklad 2

Do reakční komory, v níž je tlak snížen na hodnotu 10^{-9} Pa a v níž se nacházejí podložky amorfni slitiny na bázi křemík - germanium - vodík se přivede směs argonu, sirovodíku a čpavku o poměru 5 : 1 : 3. Pro přípravu vrstvy o tloušťce cca 0,1 μm složené ze síry, vodíku a dusíku se na dobu 2 1/2 hodiny zapne doutnavý výboj při tlaku 300 Pa.

Příklad 3

Do reakční komory, v níž je tlak snížen na hodnotu 10^{-6} Pa, a ve které jsou uloženy podložky z krystalického křemíku se přivede směs plynného fluoridu síry SF_4 , čpavku a kyslíku v poměru 90 : 9,5 : 0,5, přičemž se tlak v komoře udržuje na hodnotě 10 Pa. Působením doutnavého výboje po dobu cca 1 hodiny se získá Schottkyho vrstva o tloušťce cca 0,02 μm .

Příklad 4

Do reakční komory, v níž je snížený tlak 10^{-3} Pa a která obsahuje podložky polovodiče galiumarsenidu se přivede směs acetylenu a vodíku v poměru 50 : 50. Při tlaku 1 Pa se na dobu 2 hodin zapne doutnavý výboj, jehož působením dojde ke vzniku vrstvy na bázi uhlík - vodík v prostoru komory a k vytvoření nánosu na připravených podložkách. Při době působení cca 2 hodinového doutnavého výboje vznikne vrstva Schottkyho kontaktu o tloušťce cca 0,1 μm .

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

Způsob výroby Schottkyho kontaktu o tloušťce vrstvy v rozmezí 0,01 až 0,14 μm , při kterém se na plynnou výchozí látku působí doutnavým výbojem, s výhodou o frekvenci 13,56 MHz, vyznačený tím, že doutnavým výbojem se působí na plyn obecného vzorce A, B, AB, AC, BC nebo ABC, kde symbol A značí látku obecného vzorce $X_n Y_m$, v níž X představuje atom dusíku, síry nebo uhlíku, Y značí atom fluoru nebo vodík a m a n jsou přirozená čísla o hodnotě m v rozmezí 1 až 2 a o hodnotě n v rozmezí 1 až 10, symbol B znamená látku obecného vzorce $X_n Y_m$, kde X má výše uvedený význam, Y je vodík nebo halogen a m a n jsou přirozená čísla celá o hodnotě m rovné 2 až 6 a o hodnotě n rovné 1 až 5, a symbol C značí argon, dusík, kyslík, vodík nebo směs dvou až čtyř těchto látek.