



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU 196836

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 12.11.77
(21) (PV 7436-77)

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.³
H 01 L 29/46

(40) Zveřejněno 31.07.79
(45) Vydáno 31.03.82

(75)

Autor vynálezu

B e n c Ivo prom.fyz., Stupice, K ř í ž Josef,
Č e r n ý Ladislav ing., Sadská, L a d n a r Josef,
H u s a Václav prof.dr.ing.DrSc., P r c h l í k Jaroslav ing.CSc. a
K o v á ř Jaroslav dr.ing., U r b a n e c Jan RNDr,CSc.,
Praha

(54)

STUDENÁ POLOVODIČOVÁ HROTOVÁ KATODA

Předložený vynález se týká studené polovodičové hrotové katody uspořádané na monokrystalickém polovodičovém materiálu, opatřené kysličníkovou vrstvou s alespoň jedním otvorem.

Studená hrotová katoda struktury kov (dielektrikum) kov s kovovými hroty, u kteréžto struktury každý kovový hrot mnohahrotového systému je vytvořen na kovové souvislé spodní vrstvě uvnitř otvoru vytvořeného odleptáním dielektrika pod otvorem horní kovové vrstvy, je známa například z amerických patentních spisů 3 755 704, 3 789 471, 3 812 559 a z článku C. A. SPINDT: A Thin-Film Field-Emission Cathode; Communications, 3504 - 3505. Tloušťka dielektrika je cca 1 μ m, výška hrotů menší než tloušťka dielektrika. Nevýhodou je značně složitý výrobní postup, u něhož každý otvor horní kovové vrstvy je nejdříve opatřen vysunutou vrstvou a potom při napařování pyramidového kónického kovového hrotu je postupně uzavírán další přídatnou uzavírající vrstvou, kteréžto obě vrstvy, vysunutá a přídatná, musí být odstraněny.

Dále je z článku I. BRODIE: Bombardment of field-emission cathodes by positive ions formed in the interelectrode region; Int. J. Electronic, 1975, Vol. 38, No. 4, 541 - 550 známa studená hrotová katoda struktury polovodič (dielektrikum) kov s kovovými hroty, u kteréžto struktury každý kovový hrot mnohahrotového systému je vytvořen například na křemíku uvnitř otvoru vytvořeného odleptáním vrstvy kysličníku křemičitého pod otvorem molybdenové vrstvy. Nevýhodou tohoto uspořádání, kde tloušťka dielektrika je cca 1 μ m a výš-

ka hrotů je menší než tloušťka dielektrika, je značně složitý, předcházejícímu uspořádání shora uvedenému obdobný výrobní postup, u něhož každý otvor molybdenové vrstvy je rovněž při napařování pyramidového konického molybdenového hrotu postupně uzavírán přídatnou uzavírající vrstvou, která po vytvoření molybdenového hrotu je odstraněna.

Dále je z článku R.N. THOMAS, R.A. WICKSTROM, D.K. SCHRODER and H.G. NATHANSON: Fabrication and some applications of large-area silicon field emission arrays; Solid-State Electronics, 1974, Vol. 17, pp. 155 - 163 známo uspořádání studené hrotové polovodičové katody, kde individuální emitory jsou vytvořeny křemíkovými hroty vysokými cca 10 μm s roztečí 25 μm , jejichž poloměr křivosti je například cca 20 nm. Toto známé uspořádání se zhotoví tak, že například plocha (111) monokrystalu Si se opatří pomocí termické oxidace a fotolitografické techniky systémem oddělených čtverečků vrstvy SiO_2 o rozteči např. 25 μm a tloušťce např. 1 μm . Selektivním leptáním směsí kyseliny dusičné, octové a fluorovodíkové se vyleptá křemík a potom se pomocí kyseliny fluorovodíkové odstraní SiO_2 . Hroty se zašpičatí případným dalším odleptáním křemíku. Katody se vytvářejí z křemíku typu N, fotokatody na křemíku typu P. Vzdálenost anody od katody je 300 až 500 μm a je použito vakua např. o tlaku 130 μPa až 1,3 μPa . Nevýhodou tohoto uspořádání s polovodičovými hroty vytvořenými selektivním leptáním monokrystalického křemíku pomocí masky vytvořené fotolitografií jsou technologické potíže, z nichž např. lze uvést to, že resistová maska vytvořená ze vzájemně oddělených ostrávků je při lokálním odleptávání vrstvy kysličníku křemičitého pro vytvoření ostrávků SiO_2 náchylná na odplavání jednotlivých ostrávků resistu, a tím k vytváření méně účinných, respektive zmetkových katod. Rovněž případné konečné doleptávání špiček hrotů je pracovně náročné a zvyšuje výrobní náklady.

Uvedené nevýhody spočívající v složitosti výrobní technologie, která je nutná pro zhotovení dosavadních uspořádání, jsou z větší části odstraněny studenou polovodičovou hrotovou katodou uspořádanou podle vynálezu. Podstata vynálezu spočívá v tom, že v otvoru kysličníkové vrstvy na polovodičovém materiálu je vytvořen z polovodičového materiálu hrot sestávající z podstavy, která alespoň z části vyplňuje otvor v kysličníkové vrstvě, a ze zúžující se části.

Výhodou studené polovodičové hrotové katody uspořádané podle vynálezu je její jednodušší, a tím snadnější a lacinější výroba oproti výrobě dosavadních hrotových studených katod. Uspořádání studené polovodičové hrotové katody předkládané vynálezem lze snadno vyrobiti použitím jednoduché maskovací technologie, kterou nejdříve se vytvoří otvor, respektive otvory v kysličníkové vrstvě, a dále použitím epitaxní technologie, kterou se vytvoří v místě každého uvedeného otvoru polovodičový hrot.

Na připojeném výkresu jsou znázorněny schematicky příklady provedení jednotlivého hrotu studené polovodičové katody uspořádané podle vynálezu.

Na výkresu značí obr. 1 jednotlivý hrot studené polovodičové katody, jehož podstava z části výškově vyplňuje otvor v kysličníkové vrstvě,

obr. 2 jednotlivý hrot studené polovodičové katody, jehož podstava vyplňuje otvor v kysličníkové vrstvě a

obr. 3 jednotlivý hrot studené polovodičové katody, u něhož podstava vyplňuje otvor v kysličníkové vrstvě, přičemž plocha základny zužující se části je větší než plocha otvoru v kysličníkové vrstvě.

Na obr. 1 znázorněný jednotlivý hrot 14 studené polovodičové katody je na monokrystalickém polovodičovém materiálu 11 například typu N, s orientací (111) vytvořen v otvoru 13 kysličníkové vrstvy 12 (o průměru např. 5 μ m). Hrot 14 vytvořený z polovodičového materiálu sestává z podstavu 141 a ze zužující se části 142. Podstava 141 hrotu 14 vyplňuje část výšky otvoru 13.

Proti hrotu 14 ve vzdálenosti např. 500 μ m je anoda, což není zakresleno.

Epitaxní technologií vytvářený hrot 14 z polovodičového materiálu např. typu N má stejnou krystalovou orientaci jako monokrystal základního materiálu 11, tj. orientaci (111), což má za následek, že při jeho epitaxním růstu nad jeho podstavou 141 vyplňující plošně otvor 13 se vytváří zužující se část 142 představující špičku hrotu 14.

Na obr. 2 je znázorněno uspořádání obdobné uspořádání na obr. 1, kde podstava 141 polovodičového hrotu 14 vyplňuje zcela otvor 13 v kysličníkové vrstvě 12, takže celá zužující se část 142 je vytvořena nad kysličníkovou vrstvou 12.

Na obr. 3 je znázorněno uspořádání obdobné uspořádání na obr. 1, kde podstava 141 polovodičového hrotu 14 vyplňuje zcela otvor 13 v kysličníkové vrstvě 12, přičemž plocha základny zužující se části 142 je větší než plocha otvoru 13 v kysličníkové vrstvě 12.

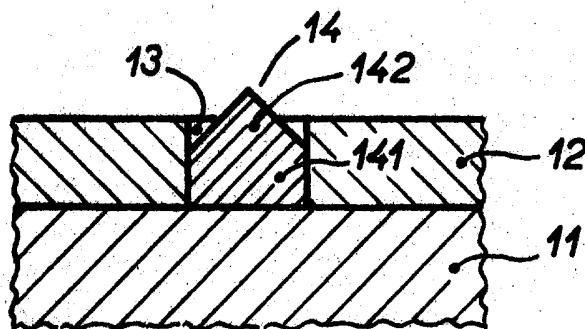
Rovněž uspořádání podle obr. 2 a podle obr. 3 lze zhotovit epitaxi obdobně jako uspořádání na obr. 1.

Funkce katody uspořádané podle vynálezu je obdobná funkci dosavadních hrotových katod emitujících v silném elektrickém poli, přičemž se využívá fyzikální princip emise, kde elektrony z pevné látky jsou uvolněny tím, že povrchová bariéra se zúží působením vnějšího elektrického pole natolik, že je možný průchod elektronů touto bariérou tunelovým jevem.

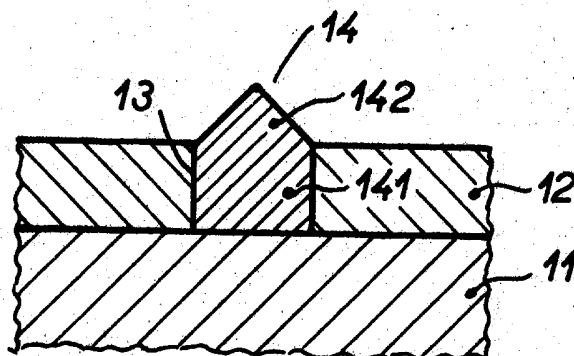
Pro vyšší proudovou hustotu se použije celý systém hrotů, přičemž všechny hroty systému se vyrobí najednou epitaxi pomocí systému otvorů v kysličníkové vrstvě.

P ř e d m ě t v ý n á l e z u

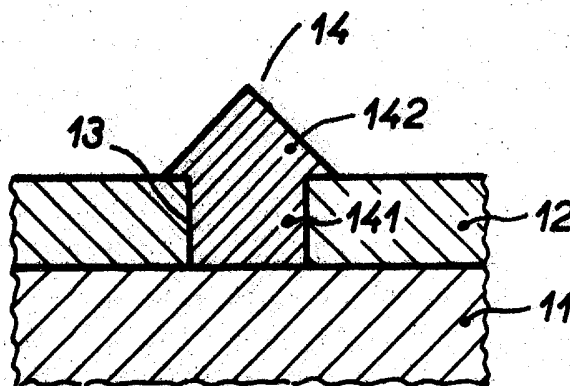
Studená polovodičová hrotová katoda uspořádaná na monokrystalickém polovodičovém materiálu, opatřeném kysličníkovou vrstvou s alespoň jedním otvorem, vyznačená tím, že na polovodičovém materiálu (11) v otvoru (13) kysličníkové vrstvy (12) je vytvořen z polovodičového materiálu hrot (14) sestávající z podstavy (141), která alespoň z části vyplňuje otvor (13) v kysličníkové vrstvě (12), a ze zúžující se části (142).



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3