



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

196670

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.³

H 01 J 43/06

(22) Přihlášeno 30 12 76

(21) (PV 8826-76)

(40) Zveřejněno 31 07 79

(45) Vydáno 15 07 81

(75)

Autor vynálezu

BENC IVO prom. fyz., STUPICE, ČERNÝ LADISLAV ing., SADSKÁ, HUSA
VÁCLAV prof. dr. ing. DrSc., KERHART JAROSLAV ing., KOPECKÝ JOSEF
ing., KRÍŽ JOSEF, LANDNAR JOSEF A RNDr. URBANEC JAN CSc., PRAHA

(54) Fotonásobič

Vynález se týká fotonásobiče obsahujícího v evakuovaném prostoru fotokatodu, elektrodový systém a výstupní element.

Geometrické uspořádání stávajících typů fotonásobičů s radiálním, žaluziovým, lineárním a krabičkovým provedením elektrod tj. dynod, je značně složité a vyžaduje náročnou výrobu tvarově složitých dynod a obtížnou jejich montáž. Pro správnou a stabilní funkci je zapotřebí na příslušné dynody a anodu přivádět patřičné, poměrně vysoké napětí stabilizované s velkou přesností. Jak uvedená náročná výroba a montáž, tak i vysoké, s velkou přesností stabilizované napětí jsou nevýhody dosavadního uspořádání.

Uvedené nevýhody dosavadních fotonásobičů jsou z větší části odstraněny fotonásobičem podle vynálezu. Podstata vynálezu spočívá v tom, že proti výstupní části elektrodového systému je umístěna polovodičová lavinová dioda nebo Schottkyho dioda nebo Schottkyho tranzistor, přičemž každý z uvedených polovodičových elementů, zapojený do výstupního obvodu fotonásobiče, je polarizovaný ve zpětném směru.

V dalším provedení vynálezu ta strana polovodičového elementu, v blízkosti jejíhož povrchu je přechod, je nasměrována proti výstupní části elektrodového systému.

Mezi fotokatodou a polovodičovým elementem umístěný elektrodový systém může být různého

provedení. Tak například může být uspořádán jako alespoň jedna urychlovací elektroda, nebo jako alespoň jedna dynoda a alespoň jedna urychlovací elektroda.

Fotonásobič uspořádaný podle vynálezu v sobě z funkčního hlediska spojuje fotoemisní katodu, urychlovač elektronů, resp. jednoduchý násobič elektronů, resp. kombinaci násobiče s urychlovačem, a polovodičový element polarizovaný ve zpětném směru a ovládaný dopadem elektronů, u něhož se využívá lavinového jevu vznikajícího u závěrně polarizovaného přechodu PN vlivem silného elektrického pole. U polovodičového elementu se využívá skutečnosti, že ve vakuu urychlený elektron dopadající na polovodič generuje páry elektron-díra, přičemž v případě dopadu na křemík na energii přibližně 3,5 eV připadá jeden pár elektron-díra. Takto generované nosiče proudu při srážce uvolní další elektrony, takže při kritické intenzitě elektrického pole koncentrace volných nosičů roste lavinovitě. Tento lavinový růst závěrného proudu polovodičového elementu způsobí, že polovodičový element zapojený do výstupního obvodu fotonásobiče a polarizovaný ve zpětném směru, tvořící výstupní element, se chová jako násobič elektronů.

Fotonásobič uspořádaný podle vynálezu je nejen konstrukčně mnohem jednodušší než dosavadní mnohodynodový násobič elektronů, ale i provozně

méně náročný jak na velikost tak i na stabilitu použitého napětí. Napětí použité pro napájení fotonásobiče uspořádaného podle vynálezu je řádově nižší než napětí potřebné pro napájení dosavadních mnohodynodových násobičů elektronů stejného zesilovacího činitele, což je další výhoda vynálezu.

U fotonásobiče uspořádaného podle vynálezu při stejném multiplikačním činiteli odpadá velký počet dynod. Tím je nejen zjednodušena a zlevněna konstrukce, ale i konstrukční prostor zaujatý fotonásobičem uspořádaným podle vynálezu je podstatně menší než prostor potřebný pro dosavadní uspořádání mnohodynodového fotonásobiče. Podstatně menší napětí, prakticky o řád nižší než u dosavadních mnohodynodových fotonásobičů, použité pro napájení fotonásobiče uspořádaného podle vynálezu umožňuje jednak použití pro napájení levnějšího zdroje napětí, jednak zmenšit konstrukční vzdálenosti a tím přispět k zmenšení potřebného prostoru, čímž je umožněna případná miniaturizace fotonásobiče uspořádaného podle vynálezu, což je další výhoda vynálezu.

Na připojeném výkresu jsou znázorněny schematicky příklady provedení vynálezu.

Na výkresu značí

- obr. 1 řez příkladným provedením fotonásobiče uspořádaného podle vynálezu,
- obr. 2 řez dalším příkladným provedením fotonásobiče podle vynálezu, kde elektrodový systém je uspořádán jako urychlovací elektroda a
- obr. 3 řez další alternativou příkladného provedení fotonásobiče uspořádaného podle vynálezu, kde elektrodový systém je uspořádán jako dynoda emitující sekundární elektrony a urychlovací elektroda.

Na obr. 1 znázorněný fotonásobič uspořádaný podle vynálezu obsahuje v evakuovaném prostoru baňky 10 fotokatodu 15, elektrodový systém 16, polovodičový element 17, např. lavinovou diodu a příslušná propojení s průchozími kolíky. Fotokatoda 15 je propojena na průchozí kolík 11, elektrodový systém 16 je propojen s průchozími kolíky 14 a polovodičový element 17 představovaný lavinovou diodou je propojen jedním přívodem s průchozím kolíkem 12 a druhým přívodem s průchozím kolíkem 13. Polovodičový element 17 je umístěn proti výstupní části elektrodového systému 16, jehož vstupní část je umístěna proti fotokatodě 15.

Pro lepší účinnost dopadajících elektronů je polovodičový element 17 orientován tak, že ta strana polovodičového elementu 17, v blízkosti jejíhož povrchu je přechod PN, je nasměrována proti výstupní části elektrodového systému 16.

Jako polovodičového elementu 17 je použito lavinové diody, přičemž její strana umístěná proti výstupní části elektrodového systému 16 je opatřena jen na části kontaktní plochy kontaktní kovovou vrstvou. Je výhodné, je-li kontaktní kovová vrstva plošně rozčleněna tak, že je buď hřebínkového, mřížkového nebo plástevného tvaru.

Jako polovodičového elementu 17 se dále použije Schottkyho dioda s kontaktní kovovou vrstvou rovněž plošně rozčleněnou. Rovněž lze použít „Schottkyho“ tranzistor, popsany v československém autorském osvědčení č. 175136 a č. 175137.

Takto podle vynálezu uspořádaný fotonásobič je připojen na zdroje napětí, což na výkrese není zakresleno. Mezi fotokatodu 15 a polovodičový element 17 je přiloženo napětí a to tak, že na průchozí kolík 11 fotokatody 15 je přiložen mínus pól zdroje, zatímco na jeden z průchozích kolíků 12, 13 polovodičového elementu 17 je přiložen plus pól zdroje. Na elektrodový systém 16 je rovněž přivedeno kladné napětí.

Na průchozí kolíky 12, 13 připojené k anodě a katodě lavinové diody je přiloženo napětí ve zpětném směru o málo nižší než průrazné napětí použité lavinové diody.

S výhodou lze použít jeden zdroj napětí, přičemž na fotokatodu 15 je připojen mínus pól zdroje a plus pól zdroje je připojen např. na katodu použité lavinové diody. Jak elektrodový systém 16 tak anoda lavinové diody jsou připojeny na příslušné střední vývody děliče napětí.

Dopadne-li na fotokatodu 15 záření 20, nastane při interakci fotonu jeho absorpce a je-li jeho energie větší než je zapotřebí k překonání aktivací energie, dojde ke známému fotoelektrickému jevu, při kterém se uvolní elektron, který přestoupí do okolního vyevakuovaného prostoru. Tento vyemitovaný elektron 21 projde elektrodovým systémem 16, kde je například příslušně nasměrován, zkoncentrován, popřípadě získá větší energii, a dopadne na polovodičový element 17, například na křemíkovou lavinovou diodu, na který je přiloženo napětí ve zpětném směru o málo nižší než průrazné napětí.

Při absorpci elektronu 21 v polovodičovém elementu 17 vzniká pár, resp. páry elektron-díra, přičemž v případě křemíkového elementu na energii přibližně 3,5 eV připadá jeden pár elektron-díra. Může tedy jeden elektron vyemitovaný z fotokatody a patřičně urychlený uvolnit např. několik desítek párů elektron-díra. Každý uvolněný elektron získá v elektrickém poli přechodu PN např. lavinové diody na střední volné dráze energii, která při dostatečné intenzitě pole stačí, aby se při srážce uvolnily další elektrony, které zase získají při kritické intenzitě pole energii potřebnou pro nárazovou ionizaci. Protože na lavinovou diodu je přiloženo napětí o málo nižší než průrazné napětí, roste koncentrace volných nosičů náboje lavinovitě, a tím roste lavinovitě závěrný proud protékající lavinovou diodou.

Polovodičový element 17 konkretizovaný lavinovou diodou působí tedy jako „násobič“ elektronů s dostatečně velkou hodnotou multiplikačního činitele.

Jak již bylo dříve uvedeno, je fotonásobič takto uspořádaný konstrukčně podstatně jednodušší než dosavadní provedení fotonásobičů. Ke své funkci potřebuje napětí podstatně nižší a s menšími ná-

roky na stabilizaci. Rovněž prostor zaujatý fotonásobičem uspořádaným podle vynálezu je podstatně menší, což umožňuje miniaturizaci fotonásobiče uspořádaného podle vynálezu.

Obdobně jako lavinová dioda se chová Schottkyho dioda a „Schottkyho“ tranzistor.

Na obr. 2 je znázorněn příklad další alternativy provedení fotonásobiče podle vynálezu, kde elektrodový systém 16 je uspořádán jako urychlovací elektroda 161. Tímto urychlením elektronů 21 vyemitovaných z fotokatody 15 se podstatně zvětší jejich energie, čímž se dosáhne v polovodičovém elementu 17 větší počet generovaných párů elektron-díra, a tím vzroste hodnota lavinového proudu protékajícího polovodičovým elementem 17 při osvětlení fotokatody. To se projeví u fotonásobiče uspořádaného podle vynálezu větší hodnotou zesílení.

Na obr. 3 je znázorněn příklad další alternativy provedení fotonásobiče podle vynálezu, kde znázorněný elektrodový systém sestává z dynody 162 a z urychlovací elektrody 161. Představuje tedy toto uspořádání kombinaci jednoduchého fotonásobiče s dynodou dosavadního provedení a urychlovací elektrody s „polovodičovým fotonásobičem“. Polovodičový element 17 například lavinová dioda je uspořádán stejně jako u obr. 1. Funkce je obdobná jak funkci dosavadního fotonásobiče tak funkci fotonásobiče znázorněného na obr. 1, resp. obr. 2. U tohoto uspořádání hodnota zesílení se ještě zvětší proti shora uvedeným uspořádáním.

Jsou možné další na výkrese nezakreslené alternativy provedení fotonásobiče používající jak různé alternativy provedení elektrodového systému tak i různé alternativy provedení polovodičového elementu.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

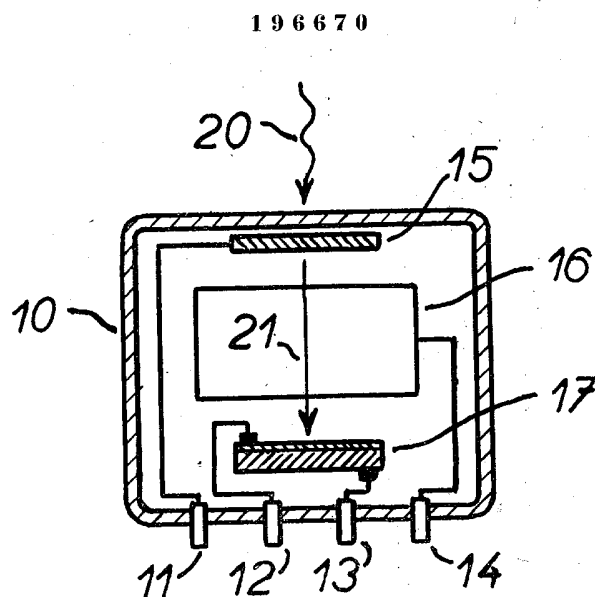
1. Fotonásobič obsahující v evakuovaném prostoru fotokatodu, elektrodový systém a výstupní element, vyznačený tím, že proti výstupní části elektrodového systému (16) je umístěn polovodičový element (17), tvořený například lavinovou diodou nebo Schottkyho diodou nebo Schottkyho tranzistorem, přičemž polovodičový element (17), zapojený do výstupního obvodu fotonásobiče, je polarisován ve zpětném směru.

2. Fotonásobič podle bodu 1, vyznačený tím, že ta strana polovodičového elementu (17), v blízkosti jejíhož povrchu je přechod, je nasměrována proti výstupní části elektrodového systému (16).

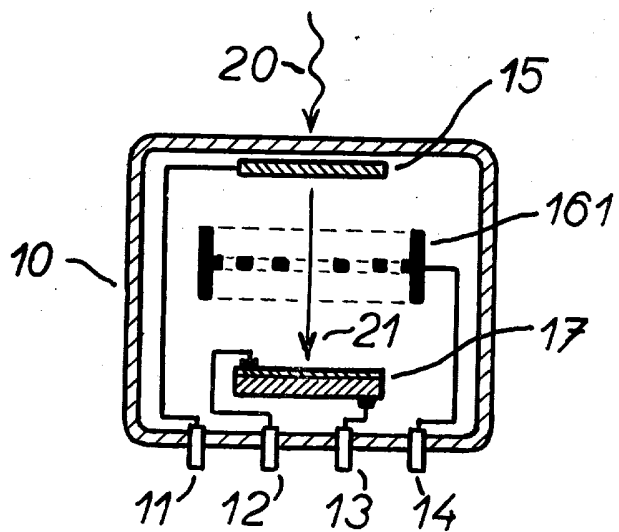
3. Fotonásobič podle bodu 1, resp. 2, vyznačený tím, že elektrodový systém (16) je tvořen alespoň jednou urychlovací elektrodou (161).

4. Fotonásobič podle bodu 1, resp. 2, vyznačený tím, že elektrodový systém (16) je tvořen alespoň jednou dynodou (162).

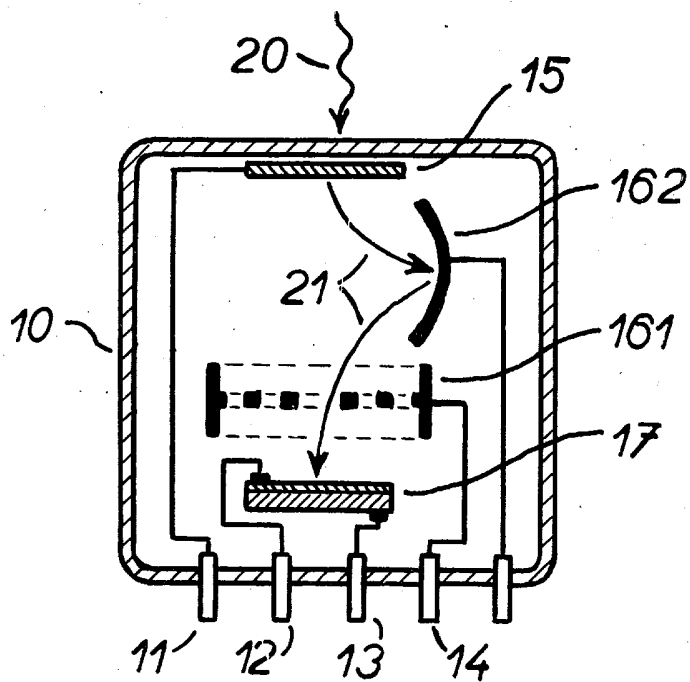
5. Fotonásobič podle bodu 1, resp. 2, vyznačený tím, že elektrodový systém (16) je tvořen alespoň jednou dynodou (162) a alespoň jednou urychlovací elektrodou (161).



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3

OPRAVA

popisu vynálezu k autorskému osvědčení č. 196 670

(51) Int. Cl.³ — H 01 J 43/06

V popisu vynálezu k autorskému osvědčení č. 196 670 má být
v záhlaví:

Místo: „...LANDNAR JOSEF...“

Správně: „...LADNAR JOSEF...“

ÚŘAD PRO VYNÁLEZY A OBJEVY
