Octrooiraad

(12)A **Terinzagelegging** (11) **8403613**

Nederland (19) **NL**

(54) **Elektronenbundelinrichting en halfgeleiderinrichting voor een dergelijke inrichting.**

(51) Int.Cl⁴.: H01J 1/30, H01J 19/24, H01J 29/48.

(71) Aanvrager: N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven.

(74) Gem.: Ir. P.J.P.G. Simons c.s.
Internationaal Octrooibureau B.V.
Prof. Holstlaan 6
5656 AA Eindhoven.

(21) Aanvrage Nr. 8403613.

(22) Ingediend 28 november 1984.

(32) - -

(33) - -

(31) - -

(62) - -

(43) Ter inzage gelegd 16 juni 1986.

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven.

Elektronenbundelinrichting en halfgeleiderinrichting voor een dergelijke inrichting.

De uitvinding heeft betrekking op een elektronenbundelinrichting bevattende in een geëvakueerde omhulling een trefplaat waarop tenminste een elektronenbundel wordt gericht en een halfgeleiderinrichting voor het opwekken van deze elektronenbundel, welke halfgeleiderinrichting een halfgeleiderlichaam bevat met een hoofdoppervlak waarop een eerste elektrisch isolerende laag met ten minste een opening is aangebracht, welk halfgeleiderlichaam ten minste een pn-overgang bevat waarbij door het aanleggen van een spanning in de keerrichting over de pn-overgang in het halfgeleiderlichaam door lawinevermenigvuldiging elektronen kunnen worden gegenereerd die ter plaatse van de opening in de eerste elektrisch isolerende laag uit het halfgeleiderlichaam treden en de elektronenbundel vormen en waarbij zich op de eerste elektrisch isolerende laag althans ter plaatse van de rand van de opening in deze laag tenminste een versnellingselektrode bevindt, die althans gedeeltelijk bedekt is met een tweede elektrisch isolerende laag die de opening in de eerste isolerende laag vrij laat en waarop zich elektroden voor het beïnvloeden van de elektronenbundel bevinden.

De uitvinding heeft ook betrekking op een elektronenbundelinrichting bevattende in een geëvakueerde omhulling een trefplaat waarop tenminste een elektronenbundel wordt gericht en een halfgeleiderinrichting voor het opwekken van deze elektronenbundel, welke halfgeleiderinrichting een halfgeleiderlichaam bevat met aan een hoofdoppervlak een p-type oppervlaktezone voorzien van tenminste twee aansluitingen waarvan althans één een injekterende aansluiting is op een afstand van het hoofdoppervlak die ten hoogste gelijk is aan de diffusie-recombinatielengte van elektronen in de p-type oppervlaktezone en het hoofdoppervlak althans gedeeltelijk bedekt is met een elektrisch isolerende laag waarin een opening is aangebracht die althans een deel van de p-type oppervlaktezone vrij laat en waarop zich elektroden voor het beïnvloeden van de elektronenbundel bevinden.

De uitvinding heeft bovendien betrekking op een halfgeleiderinrichting voor een dergelijke elektronenbundelinrichting.

Dergelijke inrichtingen en een dergelijke halfgeleiderinrich-

ting zijn bekend uit de ter inzage gelegde Nederlandse octrooiaanvrage 8104893 (PHN 10.180), die als hierin opgenomen kan worden beschouwd.

De elektronenbundelinrichting kan een televisiekamerabuis zijn. In dat geval is de trefplaat een fotogevoelige laag. De elektronenbundelinrichting kan echter ook een beeldbuis zijn voor het weergeven van monochrome of gekleurde beelden. In dat geval is de trefplaat een laag of een patroon van lijnen of stippen uit fluorescerend materiaal (fosfor). De elektronenbundelinrichting kan echter ook ingericht zijn voor elektronenlithografische of elektronenmikroskopische toepassingen.

In de ter inzage gelegde Nederlandse octrooiaanvrage 7905470, die als hierin opgenomen kan worden beschouwd, wordt een kathodestraalbuis getoond voorzien van een halfgeleiderinrichting, een zogenaamde "koude kathode". De werking van deze koude kathode is gebaseerd op het uittreden van elektronen uit een halfgeleiderlichaam waarin een pn-overgang zodanig in de keerrichting wordt bedreven dat lawinevermenigvuldiging van ladingsdragers optreedt. Hierbij kunnen sommige elektronen zoveel kinetische energie verkrijgen als nodig is om de elektronenuittreepotentiaal te overschrijden. Deze elektronen komen dan vrij aan het hoofdoppervlak van het halfgeleiderlichaam en leveren aldus een elektronenstroom.

Het uittreden van de elektronen wordt in de getoonde inrichting vergemakkelijkt door de halfgeleiderinrichting te voorzien van zogenaamde versnellingselektroden op een op het hoofdoppervlak gelegen isolerende laag, die in de isolerende laag een opening (spleetvormig, ringvormig, rond, rechthoekig) vrijlaten. Om het uittreden van de elektronen nog verder te vergemakkelijken wordt het halfgeleideroppervlak desgewenst voorzien van een elektronenuittreepotentiaal-verlagend materiaal, zoals bijvoorbeeld caesium.

In de ter inzage gelegde Nederlandse octrooiaanvrage 7800987 (PHN 9025), die als hierin opgenomen kan worden beschouwd, is een soortgelijk type "koude kathode" beschreven, waarbij de pn-overgang onbedekt aan het hoofdoppervlak van het halfgeleiderlichaam komt.

Omdat in de geëvakueerde omhulling toch altijd restgassen achterblijven worden door de elektronenstroom uit deze restgassen negatieve en positieve ionen vrijgemaakt. De negatieve ionen worden in de richting van de trefplaat versneld. In het geval van elektrostatische afbuiging kunnen ze op een klein gebied van de trefplaat vallen en deze beschadigen of zijn werking verstoren. Een deel van de positieve ionen

begeeft zich onder invloed van de in de buis heersende versnellende en fokusserende velden in de richting van de kathode. Een gedeelte van de positieve ionen zal, indien geen speciale maatregelen worden genomen, de halfgeleider treffen en deze beschadigen doordat als het ware een soort ionen-etsen plaatsvindt. Dit beschadigen kan een geleidelijk afetsen inhouden van het elektronenuittreearbeidverlagend materiaal. Door een herverdeling of zelfs geheel verdwijnen van dit materiaal veranderen de emissie-eigenschappen van de kathode. Indien deze laag niet aanwezig is (of door het bovengenoemde etsmechanisme geheel verwijderd is) kan zelfs het hoofdoppervlak van het halfgeleiderlichaam worden aangetast. In de reeds genoemde Nederlandse octrooiaanvrage 8104893, die als hierin opgenomen kan worden beschouwd, is voor dit probleem een oplossing gegeven. Door het toepassen van een extra elektrisch isolerende laag waarop zich tenminste twee afbuigelektroden, waarmee een dipoolveld wordt opgewekt, bevinden, worden de positieve ionen in een zodanige baan gedwongen dat zij het emitterend deel van de kathode niet of nauwelijks treffen. Door dit dipoolveld wordt de elektronenbundel afgebogen. In de elektronenoptiek bestaat steeds meer de behoefte aan een elektronenbundeltrefvlek op de trefplaat met een goede kwaliteit hetgeen wil zeggen met een gewenste vorm en de gewenste afmetingen en zonder een de trefvlek omgevende waas.

De uitvinding beoogt dan ook een elektronenbundelinrichting aan te geven van de in de eerste twee alinea's genoemde soort, waarmee het mogelijk is de door de elektronen gecreëerde trefvlekvorm statisch en dynamisch, bijvoorbeeld variërend tijdens de afbuiging van de elektronenbundel, in te stellen.

Een inrichting van de in de eerste alinea beschreven soort wordt volgens de uitvinding gekenmerkt, doordat de elektroden op de tweede elektrisch isolerende laag tenminste vier bundelvormingselektroden zijn, die op regelmatige wijze rond de opening zijn aangebracht en die ieder een zodanige potentiaal hebben dat een n-poolveld of een kombinatie van n-poolvelden wordt opgewekt, waarin n groter of gelijk aan vier en kleiner of gelijk aan zestien en een even en geheel getal is. De eerste elektrisch isolerende laag en de versnellingselektrode kunnen eventueel vervallen.

Een inrichting van de in de tweede alinea beschreven soort wordt volgens de uitvinding gekenmerkt, doordat de elektroden op de elektrisch isolerende laag tenminste vier bundelvormingselektroden zijn,

die op regelmatige wijze rond de opening zijn aangebracht en ieder een zodanige potentiaal hebben dat een n-poolveld of een kombinatie van n-poolvelden wordt opgewekt, waarin n groter of gelijk aan vier en kleiner of gelijk aan zestien, en een even en geheel getal is. Bij een dergelijke inrichting kan de isolerende laag worden gesplitst in een eerste en een tweede isolerende laag waartussen een versnellingselektrode rond de opening kan worden opgenomen.

Door een geschikte keuze van het n-poolveld is het mogelijk de bundel en de trefvlek nagenoeg elke gewenste vorm te geven. De vorm van de trefvlek is van bijzonder groot belang in elektronenlithografische en elektronenmikroskopische toepassingen. Echter ook in weergeefbuizen is veelal een astigmatische bundel gewenst, die nadat deze door een astigmatische fokusseerlens of stelsel afbuigspoelen is gevallen, een ronde trefvlek tot gevolg heeft.

De opening kan in hoofdzaak rond of langwerpig zijn. Het is echter ook mogelijk de opening rechthoekig met afgeronde hoeken te maken.

De bundelvormingselektroden werken het meest effektief als een deel van de rand van de bundelvormingselektroden samenvalt met een deel van de rand van de opening.

Als rond de opening zes of acht bundelvormingselektroden zijn aangebracht, is het mogelijk de trefvlek nagenoeg elke gewenste vorm te geven.

De bundelvormingselektroden kunnen bovendien van een zodanige potentiaal worden voorzien, dat naast de bundelvormende n-pool ook een tweepool wordt opgewekt bijvoorbeeld ten behoeve van een ionenval zoals is beschreven in de reeds genoemde Nederlandse octrooiaanvrage 8104893.

Het is mogelijk de bundelvormingselektroden op eenvoudige wijze ieder de gewenste potentiaal te geven als de potentialen op de bundelvormingselektroden althans voor een deel door spanningsdeling worden verkregen met behulp van op de isolerende laag, waarop ook de bundelvormingselektroden zijn aangebracht, aangebrachte weerstanden. Deze weerstanden kunnen uit een geleider, bijvoorbeeld polysilicium, bestaan, die volgens de in de halfgeleidertechniek bekende manier wordt aangebracht.

Het is ook mogelijk, dat de inrichting meerdere onafhankelijk instelbare pn-overgangen waarmee elektronen kunnen worden gegenereerd bevat en voorzien is van een gemeenschappelijke bij deze pn-overgangen behorende opening en gemeenschappelijke bundelvormingselektroden en

versnellingselektroden.

Een halfgeleiderinrichting voor toepassing in een elektronenbundelinrichting volgens de uitvinding met een halfgeleiderlichaam met een hoofdoppervlak waarop een eerste isolerende laag met een opening is aangebracht, welk halfgeleiderlichaam tenminste een pn-overgang bevat, waarbij door het aanleggen van een sperspanning over de pn-overgang in het halfgeleiderlichaam door lawinevermenigvuldiging elektronen kunnen worden gegenereerd die ter plaatse van de opening in de eerste isolerende laag uit het halfgeleiderlichaam treden en waarbij zich op de eerste isolerende laag althans ter plaatse van de rand van de opening in deze laag tenminste een versnellingselektrode bevindt, die althans gedeeltelijk bedekt is met een tweede elektrisch isolerende laag die de opening in de eerste isolerende laag vrij laat en waarop zich elektroden bevinden, wordt gekenmerkt, doordat op de tweede elektrisch isolerende laag op regelmatige wijze rond de opening tenminste zes bundelvormingselektroden zijn aangebracht. De eerste elektrisch isolerende laag en de versnellingselektrode kunnen eventueel vervallen.

Een andere mogelijkheid is een halfgeleiderinrichting met een halfgeleicherlichaam met aan een hoofdoppervlak een p-type oppervlaktezone voorzien van ten minste twee aansluitingen waarvan althans één een injekterende aansluiting is op een afstand van het hoofdoppervlak die tenminste gelijk is aan de diffusie-rekombinatielengte van elektronen in de p-type oppervlaktezone, en het hoofdoppervlak althans gedeeltelijk bedekt is met een elektrisch isolerende laag waarin een opening is aangebracht die althans een deel van de p-type oppervlaktezone vrijlaat en waarop op regelmatige wijze rond de opening tenminste zes bundelvormingselektroden zijn aangebracht. Bij een dergelijke inrichting kan de isolerende laag eventueel worden gesplitst in een eerste en een tweede isolerende laag waartussen een versnellingselektrode rond de opening kan worden opgenomen.

Met zes of acht bundelvormingselektroden is het mogelijk nagenoeg alle gewenste vormen aan de trefvlek te geven. Door tussen een aantal van de bundelvormingselektroden spanningsdelende weerstanden aan te brengen is het mogelijk met een beperkt aantal spanningen de geschikte potentiaal op de bundelvormingselektroden aan te brengen. Deze weerstanden bestaan bij voorkeur uit stroken polysilicium.
Het is mogelijk de aan de halfgeleiderkathode toegevoerde stroom of aangelegde potentiaal die aanleiding geeft tot lawinevermenigvuldiging

informatie te laten bevatten (bijvoorbeeld door moduleren). Dit is van belang voor toepassing in bijvoorbeeld elektronenmikroskopie, -lithografie en in oscilloskoopbuizen.

De uitvinding wordt nu bij wijze van voorbeeld nader toegelicht aan de hand van een tekening, waarin

figuur 1 een opengewerkt aanzicht van een inrichting volgens de uitvinding toont,

figuur 2 in een langsdoorsnede een detail van figuur 1 toont,

figuur 3 een langsdoorsnede van een elektronenkanon in een buishals laat zien,

figuur 4 een langsdoorsnede van een elektronenkanon met een ionenval in een buishals weergeeft,

figuur 5 een halfgeleiderinrichting voor een beeldweergeef- of opneeminrichting volgens de uitvinding in een doorsnede toont,

figuur 6 een aanzicht van de halfgeleiderinrichting uit figuur 5 laat zien,

figuur 7 een andere uitvoeringsvorm van een halfgeleiderinrichting voor een beeldweergeef- of opneeminrichting volgens de uitvinding in een doorsnede toont,

figuur 8 een aanzicht van de halfgeleiderinrichting volgens figuur 7 laat zien en

figuur 9 een halfgeleiderinrichting in een aanzicht laat zien, welke voorzien is van spanningsdelende weerstanden.

In figuur 1 is een opengewerkt aanzicht van een elektronenbundelinrichting, in dit geval een beeldbuis volgens de uitvinding weergegeven. Deze bevat een geëvakueerde glazen omhulling 1, die uit een beeldvenster 2, een trechtervormig deel 3 en een hals 4 bestaat. In de hals is een elektronenkanon 5 aangebracht voor het opwekken van een elektronenbundel 6 die op het beeldscherm 7 wordt gefokusseerd. De elektronenbundel wordt met behulp van afbuigspoelen (hier niet getoond) of met behulp van elektrische velden over dit beeldscherm afgebogen. De buishals 4 is voorzien van een sokkel 8 met aansluitpennen 9.

Figuur 2 toont in een langsdoorsnede een deel van de hals 4 en het elektronenkanon 5. Dit kanon bevat een halfgeleiderinrichting 10 voor het opwekken van de elektronenbundel, die gefokusseerd en versneld wordt met behulp van de cilindrische lenselektroden 11 en 12 en de geleidende wandbedekking 13. De meest gebruikelijke spanningen op de elektroden en de wandbedekking zijn in de figuur weergegeven. Elektrode

11 is 5 mm lang en heeft een diameter van 10 mm. Elektrode 12 is 20 mm lang en heeft een van 12 tot 20 mm toenemende diameter. De elektroden 11 en 12 overlappen elkaar 1 mm. De elektrode 12 en de geleidende bedekking 13 overlappen elkaar 5 mm.

Het is ook mogelijk, zoals in de langsdoorsnede van figuur 3 is weergegeven, in plaats van de in figuur 2 getoonde versnellende lens een zogenaamde "unipotentiaallens" toe te passen. Deze bestaat uit een drietal cilindrische lenselektroden 14, 15 en 16. Tegenover het emitterend oppervlak van de halfgeleiderinrichting 17 is een bekervormige versnellingselektrode 18 gelegen met in de bodem een centrale opening 19. De meest gebruikelijke spanningen op de elektroden en de wandbedekking zijn weer in de figuur aangegeven. Nog een in figuur 4 getoonde andere mogelijkheid is het plaatsen van de halfgeleiderinrichting 20 naast de buisas 21 die tevens de elektronenkanonas is. Door de elektronenbundel onder een hoek uit de halfgeleiderinrichting te laten treden door het aanleggen van een dipoolveld en deze vervolgens met behulp van de afbuigplaten 22 en 23 evenwijdig aan de buisas af te buigen is een elektronenkanon met een ionenval verkregen. Dit kanon is verder nog voorzien van twee diafragma-elektroden 24 en 25 met openingen met een diameter van 0,7 mm, en een zich verwijdende cilinderelektrode 26. Elektrode 26 en de geleidende bedekking 27 vormen samen weer een versnellende lens. De afstand tussen de elektroden 24 en 25 bedraagt 3 mm en tussen de elektroden 25 en 26 bedraagt deze 3 mm. De afstand tussen de halfgeleiderinrichting 20 en elektrode 24 bedraagt 1 mm. De meest gebruikelijke spanningen op de elektroden en afbuigplaten zijn weer in de figuur aangegeven.

In figuur 5 is een doorsnede van een halfgeleiderinrichting voor een elektronenbundelinrichting volgens de uitvinding weergegeven. Deze bevat een halfgeleiderlichaam 30, in dit voorbeeld uit silicium. Dit bevat een aan het hoofdoppervlak 31 van het halfgeleiderlichaam gegenereerde n-type oppervlaktegebied 32 dat met de p-type gebieden 33 en 37 de pn-overgang 34 vormt. Door het aanleggen van een voldoend hoge spanning in de keerrichting over deze pn-overgang 34 worden door lawinevermenigvuldiging elektronen gegenereerd die uit het halfgeleiderlichaam kunnen treden. De halfgeleiderinrichting is verder nog voorzien van niet getoonde aansluitelektroden waarmee het n-type oppervlaktegebied 32 wordt gekontakteerd. Het p-type gebied 33 is in dit voorbeeld aan de onderzijde gekontakteerd door een metaallaag 35. Deze kontaktering

8405013

vindt bij voorkeur plaats via een hooggedoteerde p-type kontaktzone 36. In dit voorbeeld is de donorkoncentratie in het n-type gebied 32 aan het oppervlak bijvoorbeeld 5.10^{19} atomen/cm^3 terwijl de acceptorkoncentratie in het p-type gebied 33 veel lager is, bijvoorbeeld 10^{16} atomen/cm^3. Om de doorslagspanning van de pn-overgang 34 plaatselijk te verlagen is de halfgeleiderinrichting voorzien van een hoger gedoteerd p-type gebied 37 dat een pn-overgang vormt met het n-type gebied 32. Dit p-type gebied 37 is gelegen binnen een opening 38 in een eerste isolerende laag 39, waarop, rondom de opening 38 een versnellingselektrode 40 van polykristallijn silicium (polysilicium) is aangebracht. De isolerende laag 39 en de versnellingselektrode 40 kunnen eventueel vervallen. De elektronenemissie kan desgewenst nog vergroot worden door het halfgeleideroppervlak 41 binnen de opening 38 te bedekken met een de uittreepotentiaal verlagend materiaal, bijvoorbeeld met een laag van een materiaal dat barium of cesium bevat. Voor verdere details van een dergelijke halfgeleiderinrichting, ook wel halfgeleiderkathode genoemd, zij verwenzen naar de reeds genoemde ter inzage gelegde Nederlandse octrooiaanvrage 7905470. Het halfgeleiderlichaam 30 is verder voorzien van een tweede isolerende laag 42, waarop zich de bundelvormingselektroden 43 tot en met 50 bevinden die bijvoorbeeld van aluminium vervaardigd zijn.

In figuur 6 is een aanzicht van de halfgeleiderinrichting volgens figuur 5 getoond. Rond het hoofdoppervlak 31 van de pn-overgang 34 en opening 38 zijn acht bundelvormingselektroden 43 tot en met 50 aangebracht. Met deze acht elektroden is het mogelijk nagenoeg alle multipoolvelden en kombinaties daarvan te maken. Het is ook mogelijk zestien elektroden te gebruiken. Meer elektroden heeft echter geen zin en is onnodig duur.

Figuur 7 toont in een doorsnede een andere uitvoering van een op lawinedoorslag van een pn-overgang gebaseerde halfgeleiderinrichting 51. Het halfgeleiderlichaam 52 bevat in dit voorbeeld een p-type substraat 53 en een n-type gebied 54 waartussen de pn-overgang 55 verloopt. Ook hier ontstaat, tot een beperkt gebied uitgestrekt, lawinevermenigvuldiging. Dit wordt bereikt door het ter plekke van de diepe n-diffusie 54 een lineaire gradiënt 55A in het overgangsgebied met p-type silicium te vormen en ter plekke van de ondiepe n-diffusie in het centrale deel een stapvormige overgang te vervaardigen. Het halfgeleiderlichaam is voorzien van een isolerende laag 56 waarop de bundelvormingselektroden uit polysilicium 57 tot en met 68 zijn aangebracht (zie figuur 8) rond

opening 69. Tussen het n-type gebied 54 en de isolerende laag 56 kan een extra isolerende laag worden aangebracht met daarop aan de zijde van de isolerende laag 56 een versnellingselektrode althans rond opening 69.

In figuur 8 is, analoog aan figuur 6, een aanzicht gegeven van de halfgeleiderinrichting volgens figuur 7. Het betreft in dit geval een langwerpige inrichting waarmee een elektronenbundel met een langwerpige doorsnede kan worden opgewekt. Door het opwekken van een geschikte multipool met behulp van de elektroden 57 tot en met 68 is het mogelijk een nagenoeg rechthoekige trefvlek te verkrijgen. Deze is bijzonder geschikt voor toepassing bij elektronenlithografische processen. Het zal duidelijk zijn dat de uitvinding niet beperkt is tot deze uitvoeringsvorm maar voor nog meer langwerpige uitvoeringsvormen gekozen kan worden.

In figuur 9 is een aanzicht weergegeven van een halfgeleiderinrichting 90, met, net als bij de inrichting volgens figuur 6, acht bundelvormingselektroden 91 tot en met 98 die rond een pn-overgang 99 zijn gegroepeerd. Het is mogelijk de spanningen op de elektroden 91 tot en met 98 aan te leggen met behulp van spanningsdelers waardoor minder spanningsbronnen V_1 tot en met V_4 nodig zijn. De spanningsdelers worden gevormd door de polysiliciumstrippen 100 met in deze uitvoeringsvorm weerstanden R en 0,4 R. De weerstandswaarden worden bepaald door de materiaalkeuze, de materiaal geometrie (breedte en dikte van de stroken) en door een eventuele dotering voor het materiaal (b.v. polysilicium). Dit zijn in de halfgeleidertechniek bekende technieken.

Met de vier tot zestien bundelvormingselektroden kunnen niet alleen zuivere n-poolvelden (vier-, zes-, acht-, tien-, twaalf-, veertien- en zestien-poolvelden) worden opgewekt, maar ook kombinaties van deze n-poolvelden, waarbij n steeds een waarde heeft uit de reeks 4, 6, 8, 10, 12, 14 of 16 (even en gehele getallen). Zo is bijvoorbeeld een kombinatie van een vier-, een acht- en een twaalfpoolveld mogelijk, maar ook een kombinatie van een vier-, een zes- en een zestienpoolveld. Met deze kombinaties van n-poolvelden is het mogelijk de trefvlek of elektronenbundel nagenoeg elke gewenste vorm te geven.

8400613

Conclusies:

1. Elektronenbundelinrichting bevattende in een geëvakueerde omhulling een trefplaat waarop tenminste een elektronenbundel wordt gericht en een halfgeleiderinrichting voor het opwekken van deze elektronenbundel welke halfgeleiderinrichting een halfgeleiderlichaam bevat met een hoofdoppervlak waarop een eerste elektrisch isolerende laag met ten minste een opening is aangebracht welk halfgeleiderlichaam ten minste een pn-overgang bevat waarbij door het aanleggen van een spanning in de keerrichting over de pn-overgang in het halfgeleiderlichaam door lawinevermenigvuldiging elektronen kunnen worden gegenereerd die ter plaatse van de opening in de eerste elektrisch isolerende laag uit het halfgeleiderlichaam treden en de elektronenbundel vormen en waarbij zich op de eerste elektrisch isolerende laag althans ter plaatse van de rand van de opening in deze laag tenminste een versnellingselektrode bevindt, die althans gedeeltelijk bedekt is met een tweede elektrisch isolerende laag die de opening in de eerste isolerende laag vrij laat en waarop zich elektroden voor het beïnvloeden van de elektronenbundel bevinden, met het kenmerk, dat de elektroden op de tweede elektrisch isolerende laag tenminste vier bundelvormingselektroden zijn, die op regelmatige wijze rond de opening zijn aangebracht en die ieder een zodanige potentiaal hebben dat een n-poolveld of een kombinatie van n-poolvelden wordt opgewekt, waarin n groter of gelijk aan vier en kleiner of gelijk aan zestien en een even en geheel getal is.

2. Elektronenbundelinrichting bevattende in een geëvakueerde omhulling een trefplaat waarop tenminste een elektronenbundel wordt gericht en een halfgeleiderinrichting voor het opwekken van deze elektronenbundel, welke halfgeleiderinrichting een halfgeleiderlichaam bevat met een hoofdoppervlak waarop een elektrisch isolerende laag met ten minste een opening is aangebracht welk halfgeleiderlichaam ten minste een pn-overgang bevat waarbij door het aanleggen van een spanning in de keerrichting over de pn-overgang in het halfgeleiderlichaam door lawinevermenigvuldiging elektronen kunnen worden gegenereerd die ter plaatse van de opening in de elektrisch isolerende laag uit het halfgeleiderlichaam treden en de elektronenbundel vormen, met het kenmerk, dat op de elektrisch isolerende laag tenminste vier bundelvormingselektroden op regelmatige wijze rond de opening zijn aangebracht en welke bundelvormingselektroden een zodanige potentiaal hebben dat een n-poolveld of een kombinatie van n-poolvelden wordt opgewekt, waarin n groter of gelijk aan vier en kleiner of gelijk aan zestien en een even

en geheel getal is.

3. Elektronenbundelinrichting bevattende in een geëvakueerde omhulling een trefplaat waarop tenminste een elektronenbundel wordt gericht en een halfgeleiderinrichting voor het opwekken van deze elektronenbundel, welke halfgeleiderinrichting een halfgeleiderlichaam bevat met aan een hoofdoppervlak een p-type oppervlaktezone voorzien van tenminste twee aansluitingen waarvan althans één een injekterende aansluiting is op een afstand van het hoofdoppervlak die ten hoogste gelijk is aan de diffusie-rekombinatielengte van elektronen in de p-type oppervlaktezone en het hoofdoppervlak althans gedeeltelijk bedekt is met een elektrisch isolerende laag waarin een opening is aangebracht die althans een deel van de p-type oppervlaktezone vrij laat en waarop zich elektroden voor het beïnvloeden van de elektronenbundel bevinden, met het kenmerk, dat de elektroden op de elektrisch isolerende laag tenminste vier bundelvormingselektroden zijn, die op regelmatige wijze rond de opening zijn aangebracht en ieder een zodanige potentiaal hebben dat een n-poolveld of een kombinatie van n-poolvelden wordt opgewekt, waarin n groter of gelijk aan vier en kleiner of gelijk aan zestien, en een even en geheel getal is.

4. Elektronenbundelinrichting bevattende in een geëvakueerde omhulling een trefplaat waarop tenminste een elektronenbundel wordt gericht en een halfgeleiderinrichting voor het opwekken van deze elektronenbundel, welke halfgeleiderinrichting een halfgeleiderlichaam bevat met aan een hoofdoppervlak een p-type oppervlaktezone voorzien van tenminste twee aansluitingen waarvan althans één een injekterende aansluiting is, op een afstand van het hoofdoppervlak die ten hoogste gelijk is aan de diffusie-rekombinatielengte van elektronen in de p-type oppervlaktezone en het hoofdoppervlak althans gedeeltelijk bedekt is met een eerste elektrisch isolerende laag waarin een opening is aangebracht die althans een deel van de p-type oppervlaktezone vrij laat, met het kenmerk, dat op deze elektrisch isolerende laag althans ter plaatse van de rand van de opening in deze laag zich tenminste een versnellingselektrode bevindt, die althans gedeeltelijk bedekt is met een tweede elektrisch isolerende laag die de opening in de eerste isolerende laag vrij laat en waarop tenminste vier bundelvormingselektroden op regelmatige wijze rond de opening zijn aangebracht die ieder een zodanige potentiaal hebben, dat een n-poolveld of een kombinatie van n-poolvelden wordt opgewekt, waarin n groter of gelijk aan vier en kleiner of gelijk

aan zestien, en een even en geheel getal is.

5. Elektronenbundelinrichting volgens conclusie 1, 2, 3 of 4, met het kenmerk, dat de opening in hoofdzaak rond is.

6. Elektronenbundelinrichting volgens conclusie 1, 2, 3 of 4, met het kenmerk, dat de opening in hoofdzaak langwerpig is.

7. Elektronenbundelinrichting volgens conclusie 6, met het kenmerk, dat de opening rechthoekig met afgeronde hoeken is.

8. Elektronenbundelinrichting volgens een der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat een deel van de rand van de bundelvormingselektroden samenvalt met een deel van de rand van de opening.

9. Elektronenbundelinrichting volgens een der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat rond de opening zes bundelvormingselektroden zijn aangebracht.

10. Elektronenbundelinrichting volgens een der conclusies 1 tot en met 8, met het kenmerk, dat rond de opening acht bundelvormingselektroden zijn aangebracht.

11. Elektronenbundelinrichting volgens één der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat de bundelvormingselektroden ieder een zodanige potentiaal hebben dat naast het n-poolveld bovendien een tweepoolveld wordt opgewekt.

12. Elektronenbundelinrichting volgens een der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat de potentialen op de bundelvormingselektroden althans voor een deel door spanningsdeling worden verkregen met behulp van op de isolerende laag, waarop ook deze bundelvormingselektroden zijn aangebracht, aangebrachte weerstanden.

13. Elektronenbundelinrichting volgens conclusie 12, met het kenmerk, dat deze weerstanden uit polysilicium bestaan.

14. Elektronenbundelinrichting volgens een der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat de inrichting meerdere onafhankelijk instelbare pn-overgangen, waarin elektronen kunnen worden gegenereerd bevat en voorzien is van een gemeenschappelijke bij deze pn-overgangen behorende opening en een gemeenschappelijke versnellingselektrode en bundelvormingselektroden.

15. Halfgeleiderinrichting met een halfgeleiderlichaam met een hoofdoppervlak waarop een eerste isolerende laag met een opening is aangebracht, welk halfgeleiderlichaam tenminste een pn-overgang bevat, waarbij door het aanleggen van een sperspanning over de pn-overgang in het halfgeleiderlichaam door lawinevermenigvuldiging elektronen kunnen

worden gegenereerd die ter plaatse van de opening in de eerste isolerende laag uit het halfgeleiderlichaam treden en waarbij zich op de eerste isolerende laag althans ter plaatse van de rand van de opening in deze laag tenminste een versnellingselektrode bevindt, die althans gedeeltelijk bedekt is met een tweede elektrisch isolerende laag die de opening in de eerste isolerende laag vrij laat en waarop zich elektroden bevinden, met het kenmerk, dat op de tweede elektrisch isolerende laag op regelmatige wijze rond de opening tenminste zes bundelvormingselektroden zijn aangebracht.

16. Halfgeleiderinrichting met een halfgeleiderlichaam met aan een hoofdoppervlak een p-type oppervlaktezone voorzien van ten minste twee aansluitingen waarvan althans één een injekterende aansluiting is op een afstand van het hoofdoppervlak die tenminste gelijk is aan de diffusierekombinatielengte van elektronen in de p-type oppervlaktezone, en het hoofdoppervlak althans gedeeltelijk bedekt is met een elektrisch isolerende laag waarin een opening is aangebracht die althans een deel van de p-type oppervlaktezone vrijlaat en waarop zich elektroden bevinden, met het kenmerk, dat op de elektrisch isolerende laag op regelmatige wijze rond de opening tenminste zes bundelvormingselektroden zijn aangebracht.

17. Halfgeleiderinrichting met een halfgeleiderlichaam met een hoofdoppervlak waarop een isolerende laag met een opening is aangebracht, welk halfgeleiderlichaam tenminste een pn-overgang bevat, waarbij door het aanleggen van een sperspanning over de pn-overgang in het halfgeleiderlichaam door lawinevermenigvuldiging elektronen kunnen worden gegenereerd die ter plaatse van de opening in de isolerende laag uit het halfgeleiderlichaam treden, met het kenmerk, dat op de elektrisch isolerende laag op regelmatige wijze rond de opening tenminste zes bundelvormingselektroden zijn aangebracht.

18. Halfgeleiderinrichting met een halfgeleiderlichaam met aan een hoofdoppervlak een p-type oppervlaktezone voorzien van ten minste twee aansluitingen waarvan althans één een injekterende aansluiting is op een afstand van het hoofdoppervlak die tenminste gelijk is aan de diffusierekombinatielengte van elektronen in de p-type oppervlaktezone, en het hoofdoppervlak althans gedeeltelijk bedekt is met een eerste elektrisch isolerende laag waarin een opening is aangebracht die althans een deel van de p-type oppervlaktezone vrij laat, met het kenmerk, dat op deze elektrisch isolerende laag althans ter plaatse van de rand van de opening

in deze laag zich tenminste een versnellingselektrode bevindt die althans gedeeltelijk bedekt is met een tweede elektrisch isolerende laag die de opening in de eerste isolerende laag vrij laat en waarop op regelmatige wijze rond de opening tenminste zes bundelvormingselektroden zijn aangebracht.

19. Halfgeleiderinrichting volgens conclusie 15, 16, 17 of 18, met het kenmerk, dat op de elektrisch isolerende laag zes of acht bundelvormingselektroden zijn aangebracht.

20. Halfgeleiderinrichting volgens conclusie 15, 16, 17, 18 of 19, met het kenmerk, dat op de isolerende laag waarop ook de bundelvormingselektroden zijn aangebracht tussen althans een aantal van deze elektroden weerstanden zijn aangebracht.

21. Halfgeleiderinrichting volgens conclusie 20, met het kenmerk, dat de weerstanden uit stroken polysilicium bestaan.

8405213

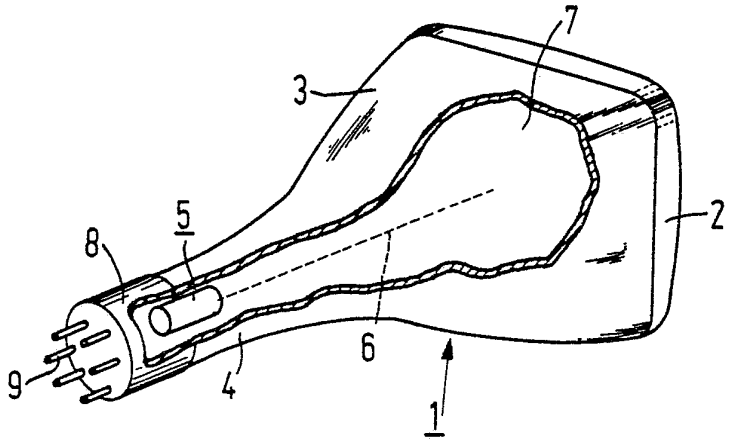

FIG.1

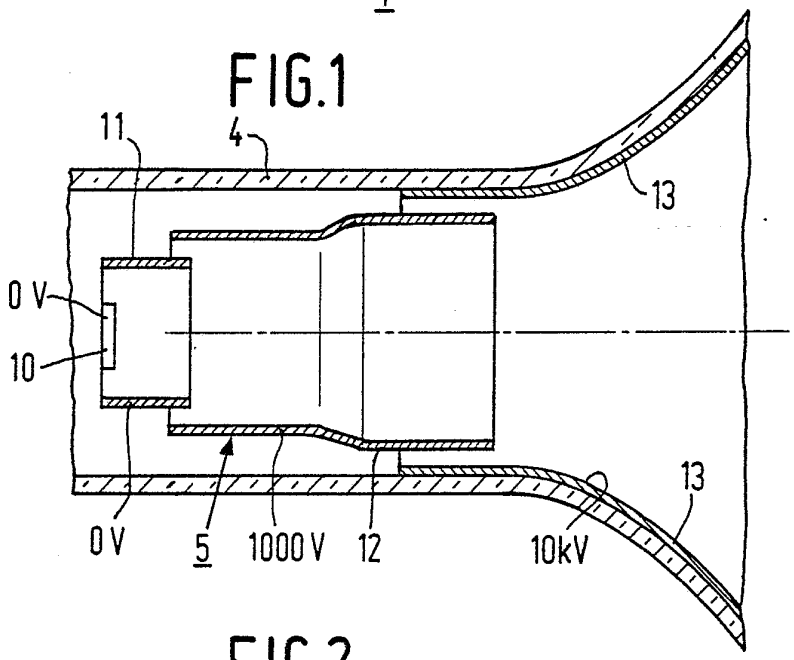

FIG.2

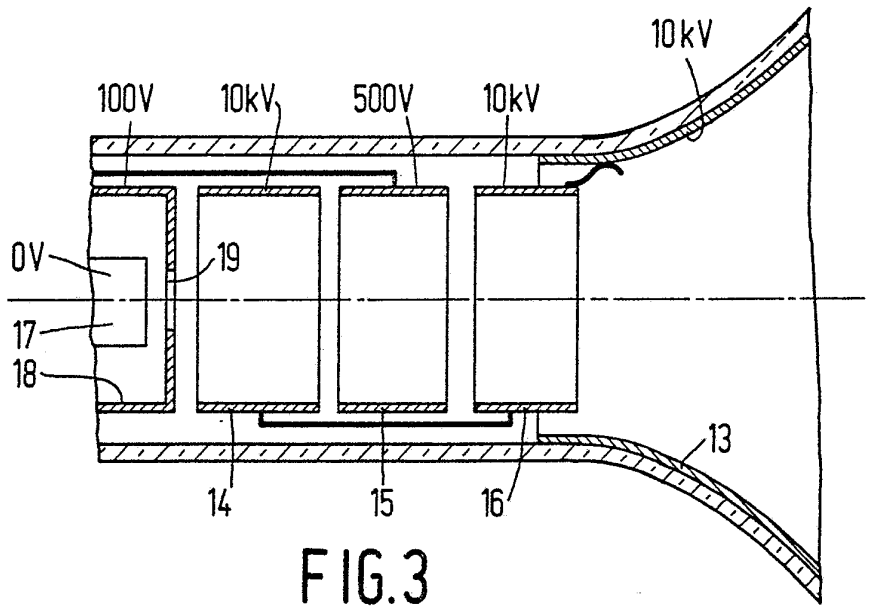

FIG.3

3403313

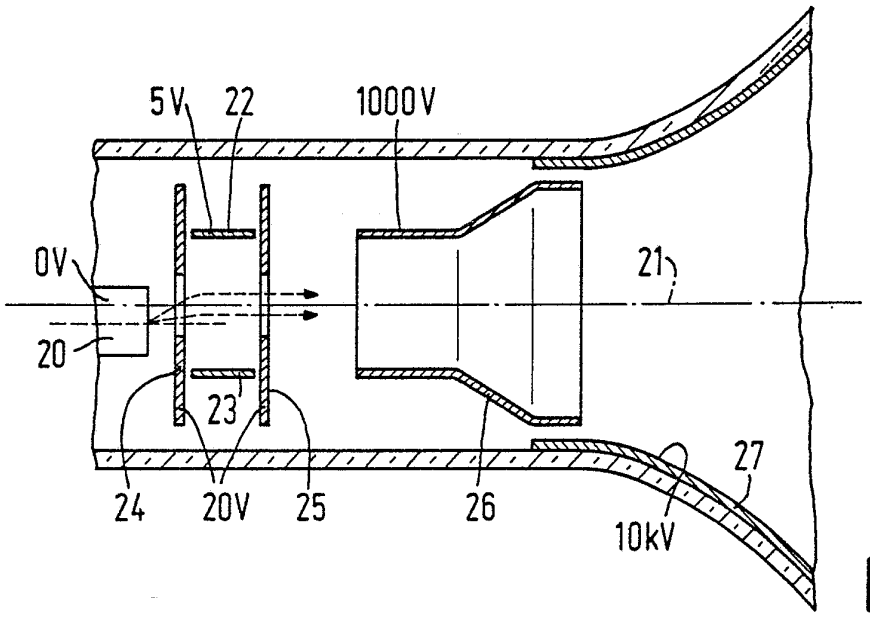

FIG.4

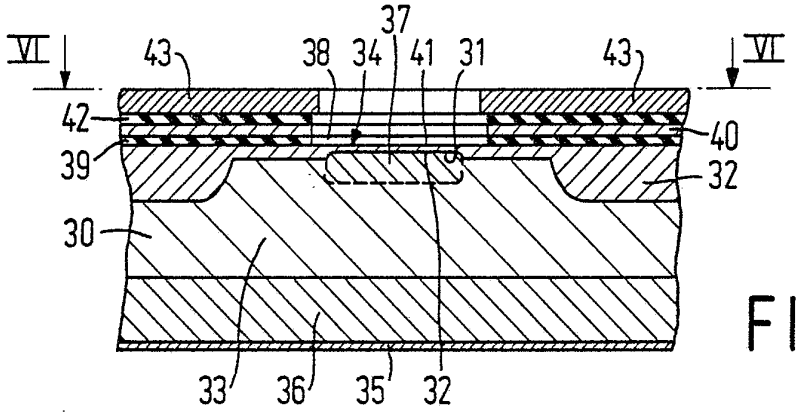

FIG.5

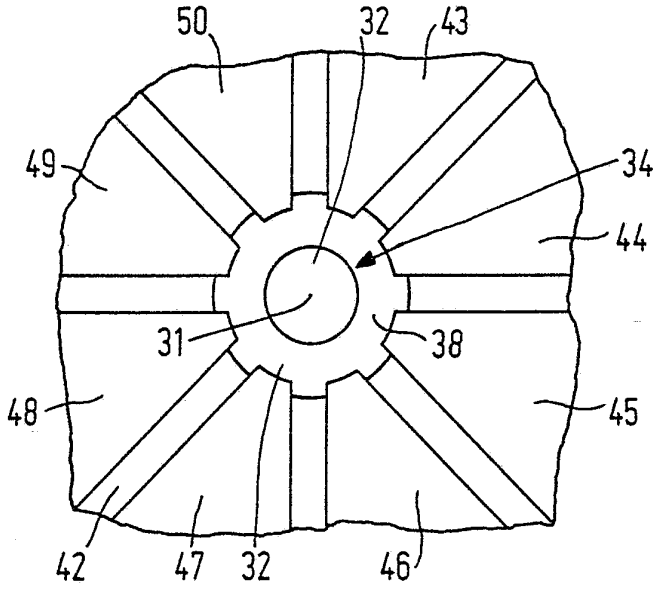

FIG.6

9403513

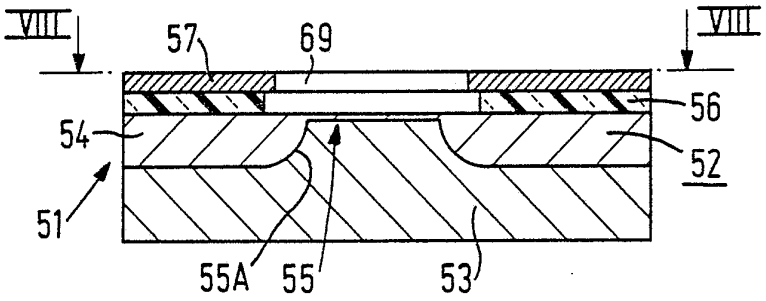

FIG.7

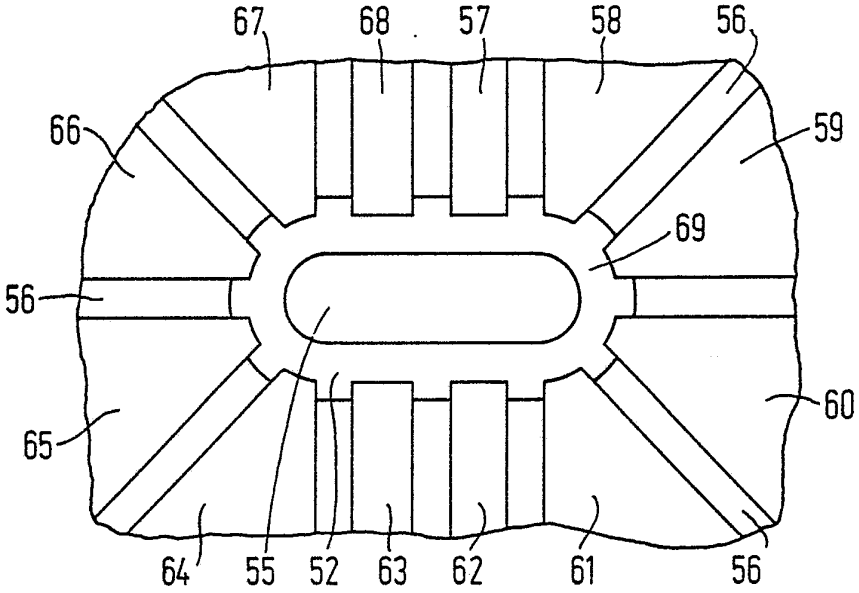

FIG.8

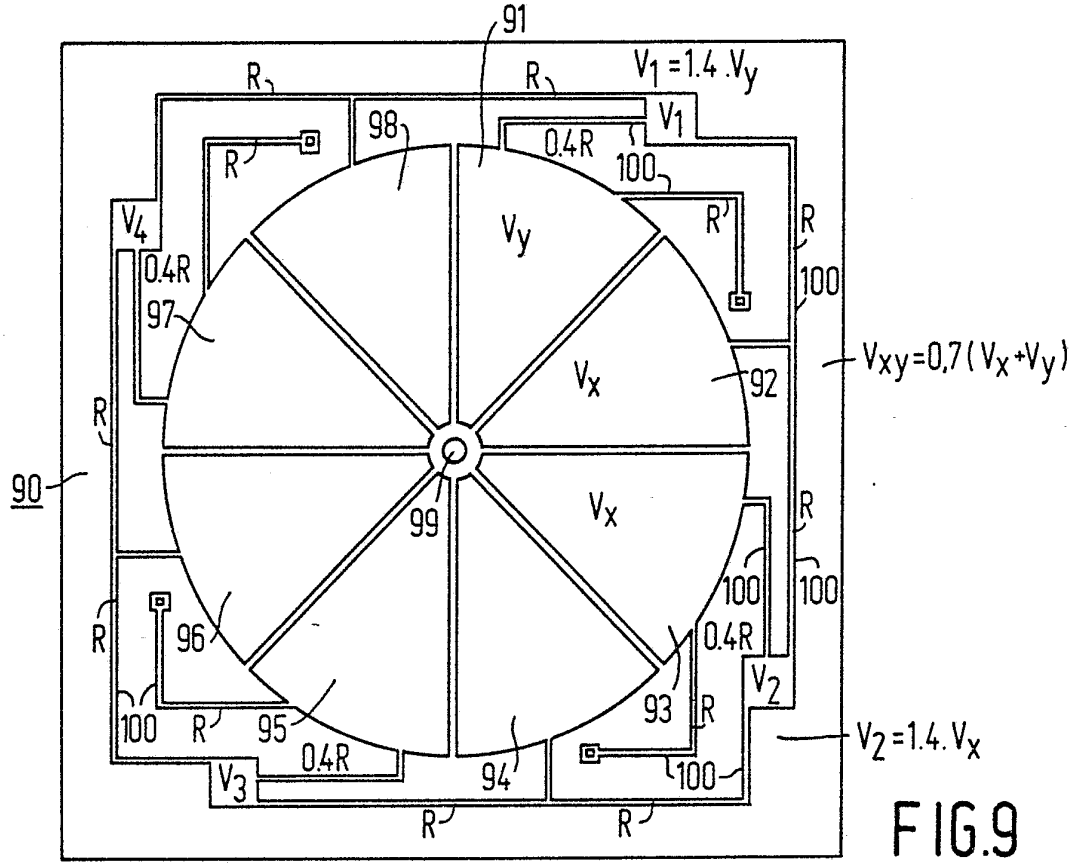

FIG.9