



⑫ A Terinzagelegging ⑪ 8501501

Nederland

⑲ NL

⑤4 Foto-elektrische omzetter.

⑤1 Int.Cl⁴: H01L 31/06, H01L 27/14.

⑦1 Aanvrager: Nederlandse Centrale Organisatie voor
Toegepast-Natuurwetenschappelijk Onderzoek te 's-Gravenhage.

⑦4 Gem.: Drs. J.H. Mommaerts
Octrooibureau Lux
Willem Witsenplein 3 & 4
2596 BK 's-Gravenhage.

②1 Aanvraag Nr. 8501501.

②2 Ingediend 24 mei 1985.

③2 - -

③3 - -

③1 - -

⑥2 - -

④3 Ter inzage gelegd 16 december 1986.

De aan dit blad gehechte afdruk van de beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en) bevat afwijkingen ten opzichte van de oorspronkelijk ingediende stukken; deze laatste kunnen bij de Octrooiraad op verzoek worden ingezien.

Foto-elektrische omzetter.

De uitvinding heeft betrekking op een foto-elektrische omzetter met zijdelings foto-effect, omvattende een halfgeleiderplaatje met een grote elektrische weerstand, dat dicht bij het vrije oppervlak is voorzien van een evenwijdig daaraan verlopend gebied van tegengestelde geleidingsvorm en een grotere doopconcentratie dan het plaatje, welk gebied voldoende doorlatend is voor straling, zodat, wanneer de pn-overgang tussen dit gebied en het plaatje in de keerzin wordt voorgespannen, fotostromen in het overgangsgebied worden opgewekt, die in hoofdzaak door het gebied verlopen, waarbij elektroden zijn aangebracht om deze stromen op te vangen, die met een verwerkingsketen zijn verbonden, die is voorzien van middelen, waarmee de verhouding tussen van een stralingsinvalspunt naar verschillende elektroden vloeiende stromen kan worden gemeten, om daaruit de afstand van het invalspunt ten opzichte van deze elektroden af te leiden.

Een dergelijke omzetter is beschreven in het proefschrift van D.J.W. Noorlag, "Lateral Photo-Effect Position-Sensitive Detectors", Delft (1982). Het zijdelings afvloeien van de in het invalspunt van de straling voortgebrachte ladingdragers wordt het zijdelingse foto-effect genoemd. Wanneer bij een vierkant of rechthoekig plaatje twee stel onderling loodrechte elektroden worden gebruikt, kan de plaats van het stralingsinvalspunt in twee coördinaatrichtingen ondubbelzinnig worden bepaald, waarbij de aldus bepaalde coördinaten op het zwaartepunt van de invallende stralingsvlek betrekking hebben. Dergelijke omzetters kunnen bij geringe stralingssterkten werken.

In sommige omstandigheden is een dergelijke plaatsbepaling in twee coördinaatrichtingen echter ongunstig. Wanneer bijvoorbeeld de stralingsvlek langs een gebogen en in het bijzonder cirkelvormige baan beweegt, is het gebruik van dergelijke plaatjes minder zinvol,

in het bijzonder omdat het omrekenen van de rechthoekige coördinaten naar die van een cirkelbaan omslachtig is.

De uitvinding beoogt een omzetter van de voornoemde soort te verschaffen, die voor een dergelijke plaatsbepaling geschikt is.

5 Daartoe heeft de omzetter volgens de uitvinding als kenmerk, dat het gebied van tegengestelde geleidingsvorm wordt begrensd door in hoofdzaak concentrische cirkels, en de vorm heeft van de door de stralingsvlek gevolgde baan, welk gebied niet aanmerkelijk breder is dan de invallende stralingsvlek, en van tenminste twee elektro-
10 den is voorzien, die zich dwars op de langsrichting uitstrekken, een en ander zodanig, dat deze elektroden bij inval van straling daartussen de in de langsrichting door het gebied vloeiende stromen kunnen verzamelen.

Een dergelijke omzetter blijkt bij uitstek geschikt te
15 zijn voor het bepalen van de hoekstand van een volgens een cirkelbaan bewegende stralingsvlek, waarbij de stroomsterkteverhoudingen nauwkeurig omgekeerd evenredig zijn met de desbetreffende hoekafstanden van de stralingsvlek tot de naburige eindelektroden. Er heeft dan ook geen omrekening meer plaats te vinden om een nauwkeu-
20 rige standbepaling van de stralingsvlek te verkrijgen.

In het bijzonder heeft het gebied een gesloten ringvorm, waarbij het gebied dan door tenminste twee dunne elektroden in een overeenkomstig aantal segmenten is verdeeld. Een dergelijke uitvoe-
ring is in het bijzonder bestemd voor stralingsvlekken, die een
25 doorlopende cirkelbeweging over meer dan een omwenteling kunnen uitvoeren.

Teneinde afwijkingen van de lineariteit ter plaatse van de elektroden tegen te gaan, kunnen, wanneer het aantal elektroden drie of meer bedraagt, de middelen voor het meten van de stroomver-
30 houding steeds met twee elektroden zijn verbonden, waartussen de straling invalt, en waartussen een andere elektrode is gelegen, waarbij, zodra de stralingsvlek een van de met de verhoudingsmeetmiddelen verbonden elektrode nadert, de verwerkingsketen de verbin-

ding met deze elektrode verbreekt, en de tussengelegen elektrode in de meting betreft.

Aldus wordt de storende invloed van het voorbijlopen van een elektrode door de stralingsvlek onderdrukt, en wordt steeds in 5 het gebied van volledige lineariteit gewerkt.

Een andere uitvoeringsvorm met opheffing van deze lineari-
teitsafwijking omvat middelen voor het voortbrengen van ten minste
twee stralingsvlekken, die in verschillende punten invallen, die
een zodanige onderlinge hoekstand hebben, dat, wanneer de ene zich
10 nabij een elektrode bevindt, de andere zich in het gebied halver-
wege tussen twee elektroden bevindt en omgekeerd, terwijl middelen
aanwezig zijn om de meting tot de laatstgenoemde te beperken.

Bij een bijzondere uitvoeringsvorm van deze laatstgenoemde
omzetter omvat het gebied van tegengestelde geleidingsvorm twee of meer
15 concentrische deelgebieden met eigen elektroden, waarbij de verwer-
kingsketen is ingericht om de elektroden van dat deelgebied in te
schakelen, waarvan de bijbehorende stralingsvlek niet nabij de des-
betreffende elektroden is gelegen.

In het bijzonder zijn deze deelgebieden daarbij in
20 hoofdzaak C-vormig uitgevoerd, waarbij de verbindingen naar de elek-
troden door de openingen in de C kunnen worden gevoerd.

De uitvinding zal in het onderstaande nader worden toege-
licht aan de hand van een tekening; hierin toont:

fig. 1 en 2 een schematische voorstelling in aanzicht resp.
25 doorsnede van een omzetter volgens de uitvinding;

fig. 3 een blokschema van een keten voor het verwerken van
de met een dergelijke omzetter verkregen meetstromen;

fig. 4 een grafische voorstelling van het verloop van de
stroomverhoudingen bij verschillende invalspunten van straling op
30 een dergelijke omzetter;

fig. 5 een met fig. 4 overeenkomende grafische voorstelling
bij een gewijzigde uitvoeringsvorm van de keten van fig. 3; en

fig. 6a en b schematische aanzichten van een gewijzigde

uitvoeringsvorm van de omzetter van fig. 1.

Fig. 1 en 2 tonen op sterk vereenvoudigde wijze een eerste uitvoeringsvorm van de omzetter volgens de uitvinding. In het plaatje 1 uit n-geleidend halfgeleidermateriaal, in het bijzonder silicium, met grote soortelijke weerstand, is een ondiep cirkelvormig p-geleidend gebied 2 gevormd, dat een kleinere soortelijke weerstand heeft dan de n-geleidende drager 1. Een n^+ -geleidende rand 3 is van een aansluiting 4 voorzien, en verschaft een verbinding met de drager. Het is ook mogelijk deze aansluiting 4 aan de andere zijde van het plaatje 1 aan te brengen.

Bij het aanleggen van een spanning in de keerzin wordt tussen de drager 1 en het gebied 2 een overgang gevormd, die zich voornamelijk in de drager 1 bevindt. Het gebied 2 kan derhalve als een weerstandlaag met vaste dikte worden beschouwd. In de gevormde overgangslaag zal met bestraling het zijdelingse foto-effect optreden. Het gebied 2 is zo dun, dat de daarop invallende straling de overgang kan bereiken. Een dunne isolerende deklaag 5 bedekt het oppervlak van het plaatje 1.

Op het gebied 2 zijn op gelijke hoekafstanden vier smalle metalen elektroden 6 aangebracht, die naar aansluitpunten 7 voeren, die evenals de rand 4 niet met de isolerende laag 5 zijn bedekt. Deze elektroden 6 verdelen het gebied 2 in kwadranten 2', die elk door twee elektroden 6 worden begrensd. Het aantal elektroden is daarbij overigens niet tot vier beperkt, zoals o.a. uit het onderstaande nog zal blijken.

Wanneer een stralingsvlek 8, die zich volgens een cirkelbaan 8' kan bewegen, tussen twee elektroden 6 is gelegen, zullen de stromen naar deze elektroden omgekeerd evenredig zijn met de afstanden tussen het zwaartepunt van de stralingsvlek 8 en de desbetreffende elektroden.

De cirkelvormige baan 8' van de vlek 8 kan worden verkregen door middel van een optisch stelsel, dat van een bron afkomstige straling zodanig kan afbuigen of afschermen, dat de afgebogen of

8501501

doorgelaten straal een kegel- of cylinderoppervlak beschrijft, waar-
bij de cirkel 8' de snijlijn van dit oppervlak met het vlak van het
plaatje is. Dergelijke stelsels kunnen bijvoorbeeld een coaxiaal
ten opzichte van de cirkel 8' draaiende spiegel of dergelijke om-
5 vatten, terwijl het ook mogelijk is daartoe een stralingsgeleidings-
vezel te gebruiken, waarvan het uittree-einde de cirkelbaan 8' be-
schrijft.

Fig. 3 toont een schematische voorstelling van een keten
voor het verwerken van de meetstromen. De verschillende elektroden
10 6a..d zijn elk verbonden met een bijbehorende versterker 9a..d,
terwijl overstaande elektroden 6a en c resp. 6c en d met een bij-
behorende vergelijker 10 zijn verbonden. De uitgangen van de ver-
sterkers 9 en de vergelijker 10 zijn met een geschikte verwerkings-
keten 11 verbonden. De vergelijker 10 bepalen, in welk segment 2'
15 de stralingsvlek is ingevallen, en leveren een stuursignaal, dat de
in deze keten uitgevoerde verhoudingsmeting op het juiste segment
betreft. In het bijzonder worden de uitgangen van de versterkers 9
met een weerstandketen verbonden, waarmede de totale stroom wordt
bepaald, zodat de verhoudingsmeting tot een meting van de verhouding
20 tussen de uitgangsstroom van een versterker en deze totale stroom
kan worden beperkt.

In het diagram van fig. 4 zijn met doorgaande lijnen de
stromen in de aansluitingen van naburige elektroden 6 afhankelijk
van de afstand van de invallende straling tot de desbetreffende
25 elektrode weergegeven, waarbij langs de verticale as de verhouding
tussen de elektrodestroom en de totale stroom is uitgezet. Deze
stromen zijn daarbij omgekeerd evenredig met de overeenkomstige af-
standen.

Met een onderbroken lijn is het feitelijke gedrag in de
30 omgeving van een elektrode 6 weergegeven. Wanneer de stralingsvlek
een elektrode 6 voorbijloopt, wordt deze door de elektrode in twee
delen verdeeld, die in verschillende segmenten liggen, en die elk
een eigen zwaartepunt hebben, dat afwijkt van het werkelijke zwaarte-

punt van de vlek als geheel. Bovendien wordt een deel van de straling door de elektrode afgedekt, hoewel dit effect betrekkelijk gering is, daar de elektroden zeer smal kunnen worden gemaakt. Hieruit blijkt, dat de lineariteit in de omgeving van de elektroden ver-
5 loren gaat, hetgeen ongunstig is voor het verwerken van de meetuitkomsten, en de nauwkeurigheid van de meting ernstig kan schaden.

Dit bezwaar kan worden opgeheven door de keten van fig. 3 enigszins te wijzigen. Daarbij worden de vergelijkers 10 vervangen door verhoudingsmeters, die door de verwerkingsketen 11 beurtelings
10 kunnen worden ingeschakeld. Dit betekent, dat nu de stroomverhoudingsmeting steeds aan twee tegenover elkaar gelegen elektroden 6a en 6c of 6b en 6d plaatsvindt, terwijl de tussengelegen elektroden niet bij de meting worden betrokken, en dus zwevend blijven. De omschakeling op het andere paar vindt plaats halverwege het segment
15 tussen de zwevende elektrode en de aan de meting deelnemende elektrode, die door de stralingsvlek wordt genaderd, zodat, zoals aan de hand van fig. 5 nader zal worden toegelicht, steeds in het lineaire meetgebied van een elektrodenpaar wordt gewerkt.

Fig. 5 toont een met fig. 4 overeenkomend diagram, waarbij
20 de gebruikte gedeelten van de meetgebieden van elektrodenparen met doorgaande lijnen, en de niet-gebruikte met onderbroken lijnen zijn aangeduid. Hieruit blijkt duidelijk, dat aldus de gebieden met lineariteitsafwijkingen buiten de meting kunnen worden gehouden. Daar op het omschakeltijdstip de meetwaarden, die met de desbetref-
25 fende naburige elektroden worden verkregen, aan elkaar gelijk zijn, zal de omschakeling geen sprong in de meting verschaffen.

Een andere oplossing van het vraagstuk van de lineariteitsafwijking kan worden verkregen door het gebruik van een meer-
voudige stralingsvlek. Bij een gewijzigde uitvoeringsvorm volgens
30 fig. 3 kan bijvoorbeeld alleen met de elektroden 6a en 6c worden gewerkt, terwijl twee stralingsvlekken met een hoekafstand van 90°

3501501

beurtelings kunnen worden ingeschakeld. De voorlopende vlek is dan ingeschakeld in een gebied van 90° rond de nu niet meer aanwezige elektrode 6b of 6d, terwijl de nalopende vlek, die is uitgeschakeld, zich in het gebied van de elektrode 6a of 6c bevindt. Zodra dit gebied wordt verlaten, wordt naar de andere stralingsvlek overgeschakeld, zodat dan de onwerkzame voorlopende vlek de elektrode 6c of 6a kan voorbijlopen. Dergelijke vlekken kunnen bijvoorbeeld met een deelspiegel of -prisma worden verkregen, doch het is meestal eenvoudiger daarvoor stralingsgeleidervezels te gebruiken.

10 Het omschakelen van de stralingsvlekken is echter bezwaarlijk. Fig. 6 toont een andere oplossing, waarbij een elektrische omschakeling kan worden toegepast zoals in het geval van fig. 3.

In het geval van fig. 6a zijn er twee concentrische gebieden 2a en 2b, elk met een omvang van meer dan 180° , bijvoorbeeld, 15 zoals afgebeeld, 270° , welke gebieden aan de uiteinden van elektroden 6 zijn voorzien. Deze gebieden zijn 180° ten opzichte van elkaar gedraaid. De beide stralingsvlekken 8a en 8b liggen nu naast elkaar op dezelfde straal doch op verschillende gebieden 2a of 2b. De werkkingsketen bepaalt in de gedeelten van de gebieden 2a en 2b, die 20 naast elkaar zijn gelegen, de hoekstand van de beide vlekken, hetgeen tot dezelfde uitkomst moet leiden. Ter plaatse van de opening van een van de gebieden is er een enkelvoudige meting. De hoekomvang van deze gebieden moet zo groot zijn, dat het ene gebied de opening van de andere overdekt, en dat de werkzame stralingsvlek 25 op een voldoende afstand van de desbetreffende eindelektroden is gelegen.

Een bezwaar van de uitvoering volgens fig. 6a is, dat de elektrodeverbindingen naar het binnenste gebied 2b moeilijk te maken zijn. Fig. 6b toont een gewijzigde uitvoering, waarbij de beide gebieden geheel naast elkaar verlopen, doch waarbij de beide stralingsvlekken een hoekafstand van 180° hebben, hetgeen hetzelfde effect heeft als de onderlinge verdraaiing van de gebieden 2a en 2b volgens fig. 6a. Bij de uitvoering volgens fig. 6b kunnen de verbindingen

op eenvoudige wijze worden gemaakt.

Het zal duidelijk zijn, dat de vorm en het aantal van gebieden 2 op grondslag van het voornoemde beginsel nog kunnen worden gewijzigd. Met name kan ook van geheel gesloten gebieden gebruik 5 worden gemaakt, doch de open gebieden volgens fig. 6 hebben het voordeel, dat dan het maken van verbindingen aanmerkelijk eenvoudiger is.

De in het voorgaande beschreven omzetters kunnen overal worden gebruikt, waar een stralingsvlek een cirkelbaan beschrijft. 10 Het grote voordeel daarvan boven de bekende omzetters is, dat geen omrekening van rechthoekcoördinaten naar poolcoördinaten nodig is, en onmiddellijk een lineaire standbepaling wordt verkregen.

Volgens een cirkelbaan bewegende stralingsvlekken worden bijvoorbeeld verkregen, wanneer de hoekstand van een draaiend onder- 15 deel zoals een as of dergelijke moet worden bepaald, waarbij dan een stralingsafbuigonderdeel de straling van een vast opgestelde stralingsbron kan afbuigen, of waarbij de stralingsbron zelf op het bewegende onderdeel is geplaatst.

Het zal voorts duidelijk zijn, dat de in het voorgaande 20 met betrekking tot het plaatje van fig. 1 en 2 gebruikte uitdrukkingen n- resp. p-geleiding slechts bij wijze van voorbeeld zijn genoemd, en dat ook de resp. tegengestelde geleidingsvormen kunnen worden gebruikt, wanneer dit gunstig is.

CONCLUSIES

1. Foto-elektrische omzetter met zijdelings foto-effect, omvattende een halfgeleiderplaatje met een grote elektrische weerstand, dat dicht bij het vrije oppervlak is voorzien van een evenwijdig daaraan verlopend gebied van tegengestelde geleidingsvorm
5 en een grotere doopconcentratie dan het plaatje, welk gebied voldoende doorlatend is voor straling, zodat, wanneer de pn-overgang tussen dit gebied en het plaatje in de keerzin wordt voorgespannen, fotostromen in het overgangsgebied worden opgewekt, die in hoofdzaak door het gebied verlopen, waarbij elektroden zijn aange-
10 bracht om deze stromen op te vangen, die met een verwerkingsketen zijn verbonden, die is voorzien van middelen, waarmee de verhouding tussen een van een stralingsinvalpunt naar verschillende elektroden vloeiende stromen kan worden gemeten, om daaruit de afstand van het invalspunt ten opzichte van deze elektroden af te leiden,
15 m e t h e t k e n m e r k, dat het gebied van tegengestelde geleidingsvorm (2) wordt begrensd door in hoofdzaak concentrische cirkels, en de vorm heeft van de door de stralingsvlek (8) gevolgde baan, welk gebied niet aanmerkelijk breder is dan de invallende stralingsvlek (8) en van tenminste twee elektroden (6) is voorzien,
20 die zich dwars op de langsrichting uitstrekken, een en ander zodanig, dat deze elektroden (6) bij inval van straling daartussen de in de langsrichting door het gebied vloeiende stromen kunnen verzamelen.

2. Omzetter volgens conclusie 1, m e t h e t k e n m e r k, dat het gebied (2) een gesloten ringvorm heeft, en door tenminste
25 twee dunne elektroden (6) in een overeenkomstig aantal segmenten (2') is verdeeld.

3. Omzetter volgens conclusie 2, m e t h e t k e n m e r k, dat, wanneer het aantal elektroden (6) drie of meer bedraagt, de middelen (10) voor het meten van de stroomverhouding steeds met

3501501

twee elektroden (6) zijn verbonden, waartussen de straling invalt, en waartussen een andere elektrode (6) is gelegen, waarbij, zodra de stralingsvlek een van de met de verhoudingsmeetmiddelen (10) verbonden elektrode (6) nadert, de verwerkingsketen (11) de ver-
5 binding met deze elektrode verbreekt, en de tussengelegen elektrode in de meting betreft.

4. Omzetter volgens conclusie 1, g e k e n m e r k t door middelen voor het voortbrengen van ten minste twee stralingsvlekken (8a,8b), die in verschillende punten invallen, die een zodanige onderlinge hoekstand hebben, dat, wanneer de ene zich nabij een
10 elektrode (6) bevindt, de andere zich in het gebied halverwege tussen twee elektroden bevindt en omgekeerd, terwijl middelen aanwezig zijn om de meting tot de laatstgenoemde te beperken.

5. Omzetter volgens conclusie 4, m e t h e t k e n m e r k, dat het gebied van tegengestelde geleidingsvorm twee of meer concentrische deelgebieden (2a,2b) met eigen elektroden (6) omvat,
15 waarbij de verwerkingsketen (11) is ingericht om de elektroden (6) van dat deelgebied (2a,2b) in te schakelen, waarvan de bijbehorende stralingsvlek (8a,8b) niet nabij de desbetreffende elektroden (6) is gelegen.

6. Omzetter volgens conclusie 5, m e t h e t k e n m e r k, dat de deelgebieden (6a,6b) in hoofdzaak C-vormig zijn uitgevoerd,
20 waarbij de verbindingen naar de elektroden door de openingen in de C zijn gevoerd.

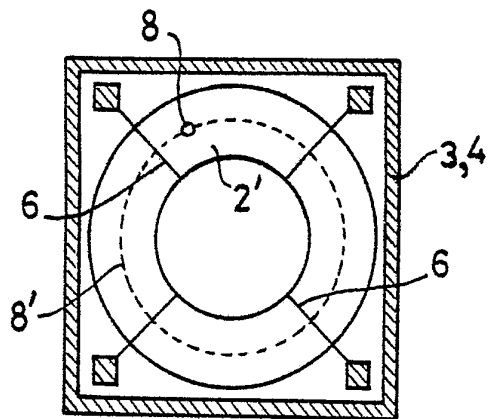


FIG. 1.

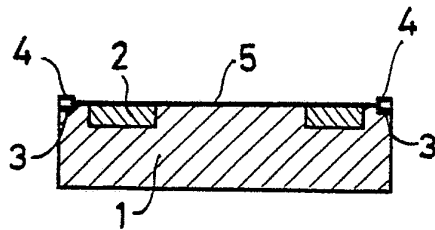


FIG. 2.

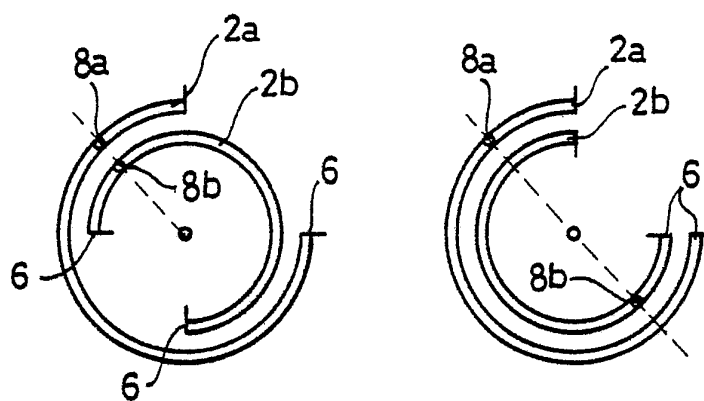


FIG. 3.

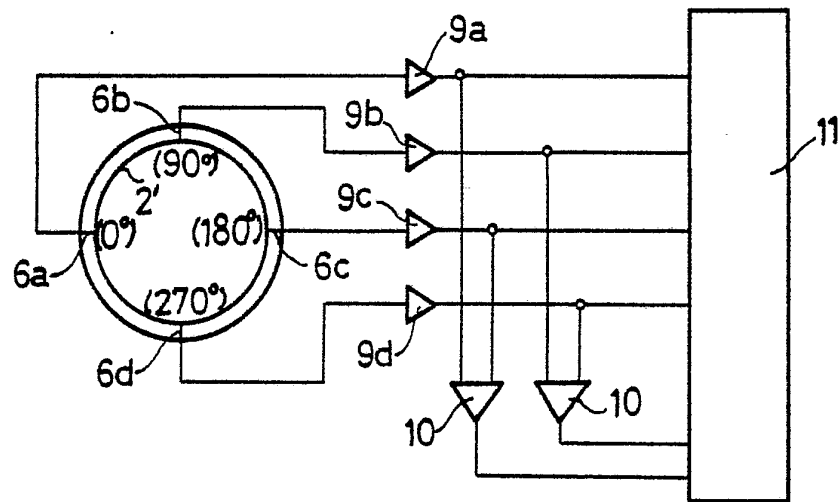


FIG: 3.

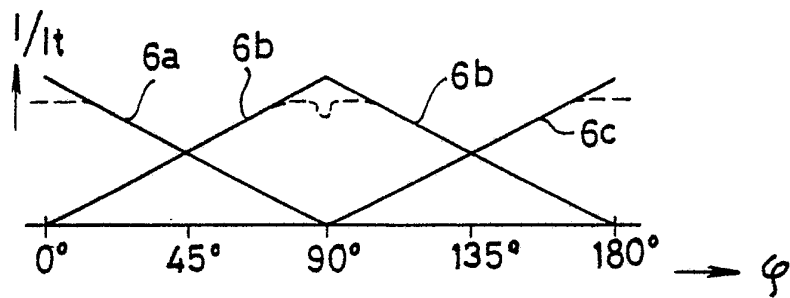


FIG: 4.

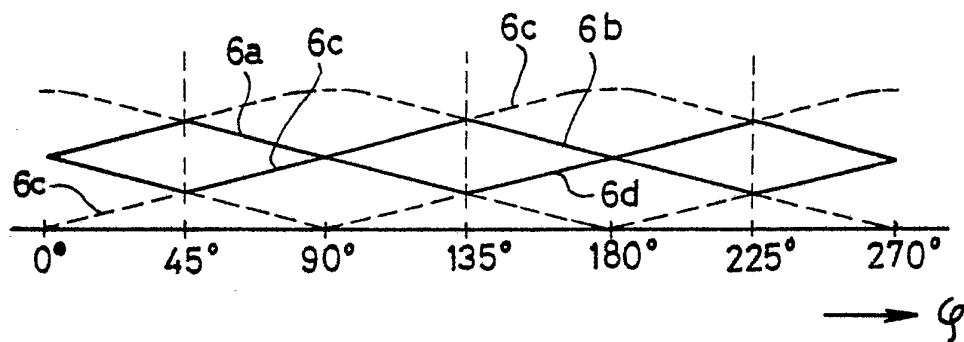


FIG: 5.