

P.- 44.139

PHN 3957

Spain

VD/FVD

378002

Memoria descriptiva

21 ABR 1970

SECCION TECNICA
CLASIFICACION
CLASE <u>H-01</u>
SUBCLASE <u>5</u>

para solicitar **PATENTE DE INVENCION** por **20 años**

a nombre de **N.V. PHILIPS' GLOMILAMPENFABRIEKEN**

entidad / ~~de nacionalidad~~ holandesa

con domicilio en **Emmasingel 29, Eindhoven, Holanda**

por: **"UN DISPOSITIVO PARA GENERAR UNA CORRIENTE DE ELECTRONES"** (Clase Internacional H01j)

18.4.70

- 1 -

BAD ORIGINAL

El invento se refiere a un dispositivo para generar una corriente de electrones, por ejemplo, a un tubo electrónico que tiene un cátodo cuya parte emisiva consiste en un semiconductor del tipo p cuya superficie emisora está revestida con un material que reduce la función de trabajo electrónico, siendo la función de trabajo electrónico del revestimiento sustancialmente igual a o menor que la distancia del nivel de Fermi hasta la parte inferior de la banda de conducción del semiconductor del tipo p, comprendiendo el semiconductor del tipo p una conexión de inyección a una distancia menor que la longitud de la difusión electrónica en el semiconductor de tipo p de la superficie emisora. Tal dispositivo se describe en la Memoria de la solicitud de patente holandesa No. 65-05085 ya expuesta al público.

El dispositivo conocido es uno que tiene un denominado cátodo frío. El semiconductor de tipo p comprende una segunda conexión eléctrica, estando presentes medios para polarizar la conexión de inyección en sentido directo. Los electrones inyectados en el semiconductor de tipo p pueden abandonar dicho semiconductor de tipo p por la superficie revestida y ser atraídos del modo usual por medio de un ánodo. Una ventaja importante es que los electrones inyectados en el semiconductor de tipo p no necesitan en esencia tener energía cinética para abandonar el semiconductor de tipo p a través de la superficie revestida.

Uno de los objetos del invento es crear un dispositivo para generar una corriente de electrones que tiene un fotocátodo particularmente eficaz.

Los fotocátodos con un semiconductor del tipo p provisto de una superficie revestida para reducir la función del trabajo electrónico son ya conocidos. Tales fotocátodos se han descrito en "Solid State Communications", vol. 3, No. 8, 1965, páginas 189-193. El citado contacto de inyección en los fotocátodos ha sido sustituido por un manantial de radiación, cuya radiación emitida puede generar portadores de cargas libres en el semiconductor del tipo p.

El invento se basa, entre otras cosas, en el sorprendente reconocimiento del hecho de que la estructura del cátodo mencionado con una conexión de inyección puede usarse para obtener un fotocátodo particularmente eficaz.

El invento se basa, además, en el reconocimiento del hecho de que un fotocátodo con una conexión de inyección puede funcionar como fototransistor, como resultado de lo cual la eficacia, con relación a la de dichos fotocátodos conocidos, se aumenta en un factor aproximadamente igual al de amplificación del fototransistor.

Por "eficacia" ha de entenderse que significamos el número de electrones salientes por cuanto absorbido de radiación.

De acuerdo con el invento, un dispositivo del tipo mencionado en el preámbulo está caracterizado porque el semiconductor del tipo p comprende sólo una conexión eléctrica, a saber, la conexión de inyección, habiendo presentes medios para exponer un semiconductor de tipo p a radiación que pueda generar portadores de cargas libres en el semiconductor de tipo p.

El dispositivo de acuerdo con el invento funciona

como foto-transistor, es decir como transistor cuya conexión eléctrica de la base es sustituida por un manantial de irradiación que irradia la zona de la base. La conexión de inyección es el emisor del fototransistor, el semiconductor de tipo p es la base y puede suponerse que el vacío - contiguo a la superficie revestida está asociado con el colector. En realidad, los electrones libres en el semiconductor de tipo p pueden difundirse como talas desde el semiconductor de tipo p en el vacío y, así, ser recogidos por el vacío (y al ánodo).

Hay que señalar que un cátodo emisor de electrones está usualmente dispuesto en un vacío mientras que a cierta distancia desde la superficie de emisión del cátodo, está dispuesto un ánodo que está polarizado en positivo con relación al cátodo y, así, en el dispositivo de acuerdo con el invento, con relación a la conexión de inyección.

Como ya se ha dicho, la mejora de la eficacia - en comparación con, los dispositivos conocidos que tienen un fotocátodo es por un factor aproximadamente igual al - de amplificación del fototransistor. El factor de amplificación alfa<sup>1</sup> de un transistor normal es igual a  $dI_c/dI_b$ , donde  $dI_b$  es una variación en la corriente de base que causa una variación  $dI_c$  en la corriente de colector. En un dispositivo de acuerdo con el invento, que tiene un fotocátodo en el cual ocurre un efecto de fototransistor y en el cual la "corriente de colector" es la corriente de ánodo, el factor de amplificación alfa<sup>1</sup> =  $dI_a/dI_g$ , donde  $dI_g$  es una variación en la intensidad de la radiación que causa una variación  $dI_a$  en la corriente de ánodo. Incluso en

transistores bastante malos,  $\alpha^1$  es ya considerablemente mayor que 1. Por tanto, el aumento de la eficacia es grande.

5 Los medios para exponer el semiconductor del tipo p a radiación pueden consistir usualmente, por ejemplo, en una parte de la pared de la envuelta permeable a la radiación o en una ventanilla o lente incorporada en dicha pared, a través de las cuales pueda ser expuesto el semiconductor de tipo p, o pueden consistir en un manantial de radiación incorporado.

10 El semiconductor de tipo p puede exponerse a la radiación electromagnética de un modo comúnmente usado para los fotocátodos. Sin embargo, la radiación puede consistir también en electrones. En este caso también, el dispositivo se comporta como un fototransistor.

15 Cuando el semiconductor de tipo p revestido es expuesto a electrones, ocurre una emisión secundaria de electrones. La eficacia de dicha emisión secundaria es particularmente alta. La emisión secundaria de electrones por un semiconductor del tipo p irradiado por electrones se ha descrito en "IEEE Trans. Nuclear Sci." ND-15, Junio de 1968, páginas 167-170. Usando el invento, en el cual ocurre el efecto de fototransistor, la eficacia, es decir, el número de electrones emitidos por electrón absorbido, puede mejorarse considerablemente. Una importante realización de un dispositivo de acuerdo con el invento, por consiguiente, se caracteriza porque están presentes medios para irradiar el semiconductor del tipo p con electrones. Estos medios pueden consistir, por ejemplo, en un manantial de electrones incorporado.

En general, puede considerarse que un dispositivo de acuerdo con el invento es uno que tiene un fotocátodo si se da al término "fotocátodo" un amplio significado y se entiende que incluye, no sólo un cátodo que durante el funcionamiento está expuesto a una radiación electromagnética, sino también un cátodo que durante el funcionamiento está expuesto a una radiación corpuscular, por ejemplo, con electrones.

La conexión de inyección comprende de preferencia un semiconductor de tipo n que forma una unión p-n con el semiconductor del tipo p.

El semiconductor del tipo p y el revestimiento provisto sobre él pueden consistir en materiales usuales en dichos dispositivos conocidos que tienen cátodos fríos, fotocátodos o cátodos que muestran emisión secundaria. Por ejemplo, el semiconductor del tipo p puede consistir en fosfuro de galio o arseniuro de galio con una impureza de tipo p usual y el revestimiento puede consistir en cesio. Dicho semiconductor de tipo n puede consistir, alternativamente, en arseniuro de galio o fosfuro de galio impurificado, sin embargo, con una impureza de tipo n usual.

Un dispositivo de acuerdo con el invento que tiene un fotocátodo y/o un cátodo que muestre emisión secundaria puede consistir en una célula fotoeléctrica, un fotomultiplicador, un amplificador de imagen, un iconoscopio (de imagen), un ortión (de imagen) o cualquier tubo de electrones o de descarga que tenga un fotocátodo y/o un cátodo de emisión secundaria.

Con el fin de que el invento pueda llevarse a la práctica con facilidad, se describirán ahora unas cuan

tas realizaciones del mismo con mayor detalle, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos diagramáticos adjuntos, en los cuales:

5 La fig. 1 es una vista en corte transversal de una primera realización de un dispositivo de acuerdo con el invento;

La fig. 2 es una vista en corte transversal de una segunda realización de un dispositivo de acuerdo con el invento; y

10 las figs. 3 y 4 son diagramas de energía de los cátodos usados en las realizaciones mostradas en las figs. 1 y 2.

El dispositivo 1 mostrado en la fig. 1 para producir una corriente de electrones comprende un cátodo 2 -  
15 cuya parte emisiva 3 consiste en un semiconductor del tipo p cuya superficie emisora 4 está recubierta con un material 5 que reduce la función de trabajo de los electrones. La función  $\phi$  de trabajo de los electrones del recubrimiento 5 es sustancialmente igual a o menor que la distancia  
20  $E_p$  del nivel de Fermi  $F$  a la parte inferior 20 de la banda de conducción (véase el diagrama de energía mostrado en la fig. 3). El semiconductor de tipo p comprende una conexión de inyección 6 a una distancia menor que la longitud de difusión de electrones en el semiconductor de tipo p -  
25 de la superficie emisora 4.

De acuerdo con el invento, el semiconductor de tipo p 3 tiene sólo una conexión eléctrica, a saber, la -  
conexión de inyección 6, estando presentes medios 7, consistentes en el presente ejemplo en una lente incorporada  
30 en la envoltura del dispositivo, para exponer al semicon-

ductor de tipo p a radiación capaz de generar portadores de cargas libres en el semiconductor de tipo p 3. El cátodo 2 en la presente realización es un fotocátodo que está expuesto a radiación electromagnética 9.

5 El contacto de inyección 6 en la presente realización es un semiconductor de tipo n que forma una unión p-n 10 con el semiconductor 3 de tipo p y que comprende un conductor de conexión 11 que atraviesa la envoltura 8.

10 El dispositivo comprende además un ánodo anular 12 provisto de un conductor de conexión 13 que atraviesa la envuelta 8.

15 El diagrama de energía de los semiconductores 3 y 6 de tipo p y de tipo n se muestra en la fig. 3 de un modo convencional. Los semiconductores de tipos p y n son, por ejemplo, de arseniuro de galio que tiene una anchura  $E_g$  igual a aproximadamente 1,4 electron-voltios de la banda de energía prohibida entre la banda de conducción y la banda de valencia. La superficie de emisión del semiconductor de tipo p se denomina B. Como se muestra, ocurre un curvado de la banda cerca de esta superficie. La superficie B está recubierta de un material que disminuye la función de trabajo, por ejemplo cesio, que da una función de trabajo U de aproximadamente 1,4 eV. Así, U es sustancialmente igual a  $E_g$ . Como el nivel de Fermi F en el semiconductor de tipo p, con seguridad cuando dicho semiconductor está muy impurificado, está situado cerca del lado superior de la banda de conducción, U es también sustancialmente igual a  $E_p$ . Esto quiere decir que los electrones térmicos del semiconductor de tipo p pueden abandonar dicho semiconductor a través de la superficie B, como se ha seña-

20

25

30

lado con una flecha 22.

Ha de observarse que la distancia  $E_p$  del nivel de Fermi  $F$  a la parte inferior 20 de la banda de conducción ha de entenderse que significa la distancia  $E_p$  en el semiconductor de tipo  $p$  más allá de la región contigua a la superficie de emisor  $B$  cuando ocurre dicho curvado de la banda.

$V$  denota el nivel en vacío, es decir, la energía de un electrón situado al exterior del semiconductor de tipo  $F$  sobre el cual no es ejercida influencia por dicho semiconductor. El ánodo está situado en  $A$ .

Como se muestra en la fig. 3, una estrecha barrera de potencial está situada cerca de la superficie emisora  $B$ . Esta barrera de potencial puede ser perforada por electrones y carece en esencia de influencia.

El grueso del semiconductor del tipo  $p$ , es menor que la longitud de difusión de los electrones en dicho semiconductor y es, por ejemplo, de aproximadamente 0,2 micras. Los electrones inyectados desde el semiconductor de tipo  $n$  pueden entonces alcanzar la superficie emisora  $B$ . Esto corresponde a las necesidades en cuanto al grueso para la zona de base de un transistor normal.

Se ha visto que el dispositivo se comporta como un fototransistor si el ánodo es polarizado positivamente con relación al cátodo y el semiconductor de tipo  $p$  está expuesto a radiación generadora de portadores de cargas libres. En la fig. 1, el ánodo 12 está polarizado positivamente con relación al cátodo 2 por medio de la batería 14 y el semiconductor de tipo  $p$  3 está expuesto a la radiación 9 a través de la lámpara 7. La corriente anódica puede

medirse mediante un amperímetro 15.

El diagrama de energía mostrado en la fig. 3 -  
cambia aproximadamente al mostrado en la fig. 4. Cerca de  
la unión entre el semiconductor de tipo p y el de tipo n,  
3 la banda de energía prohibida se hace ligeramente más li-  
sa (la unión p-n entra en el sentido directo) y el nivel  
en vacío muestra una fuerte pendiente debida al voltaje -  
aplicado.

El semiconductor de tipo n es la zona de emisor,  
10 el semiconductor de tipo p es la zona de base y el vacío  
con el ánodo es el colector del fototransistor.

El funcionamiento del fotocátodo 2 según se ha  
visto es muy eficaz. La eficacia es considerablemente ma-  
yor que con los fotocátodos conocidos que tienen un semi-  
15 conductor de tipo p, 3, pero que carecen del semiconductor  
6 de tipo n. La diferencia es un factor aproximadamente -  
igual al de amplificación del fototransistor.

Con la técnica actual es difícil fabricar tran-  
sistores de arseniuro de galio con un factor de amplifica-  
20 ción muy grande. Un factor de amplificación igual a 10 -  
aproximadamente, sin embargo, es ciertamente posible con  
el invento y, por tanto, una eficacia aproximadamente 10  
veces mayor que la de dichos fotocátodos conocidos.

El cátodo 2 puede obtenerse, por ejemplo, par-  
25 tiendo de un semiconductor de tipo n con preferencia en -  
forma de un monocristal y proveyéndolo del modo usado ha-  
bitualmente en la tecnología de los semiconductores con -  
una capa superficial de tipo p por difusión de una impure-  
za o por depósito epitaxial de una capa semiconductor de  
30 tipo p y proveyendo sobre la capa de tipo p casio u otro

material que reduce la función de trabajo de una manera tradicionalmente usada en la fabricación de fotocátodos.

El dispositivo mostrado en la fig. 1 puede usarse, por ejemplo, como célula fotoeléctrica.

5 La fig. 2 muestra en principio un dispositivo - 20 en el cual el cátodo 2 es irradiado con electrones. En lugar de la lente 7, un cañón electrónico 17 está incorporado, el cual irradia el cátodo 2 con electrones 15. El -  
10 cátodo muestra emisión secundaria. Sin embargo, este dispositivo muestra también un efecto de fototransistor como resultado del cual la emisión de electrones es mejorada - por un factor aproximadamente igual al de amplificación - del transistor.

El cañón electrónico 17 puede ser sustituido por  
15 un fotocátodo del tipo usado en el dispositivo mostrado en la fig. 1, y, además, el ánodo 12 de la fig. 2, puede ser reemplazado por un cátodo 2 de emisión secundaria que tenga un ánodo 12, pudiendo éste a su vez ser reemplazado, -  
20 etc. Se obtiene en ese caso un dispositivo que puede usarse como fotomultiplicador.

Los portadores de carga libres que son generados en el semiconductor 3 de tipo p contribuyen a dicho efecto de foto-transistor. Los portadores de carga libres que son generados en el semiconductor 6 de tipo n a una distancia no demasiado grande de la unión p-n 10 contribuyen al efecto fototransistor, pero los portadores de carga li  
25 bres que son generados a gran distancia, por ejemplo, a una que exceda de una longitud de difusión de los portadores - de carga minoritarios desde la unión p-n al semiconductor de tipo n, no lo hacen. Por consiguiente, el cátodo 2 está  
30

expuesto de preferencia a radiación que es absorbida al -  
menos principalmente en el semiconductor de tipo p, de mo-  
do que su profundidad de penetración es pequeña. Como es  
sabido, la profundidad de penetración de la radiación elec-  
5 tromagnética depende de la longitud de onda de dicha radia-  
ción y la profundidad de penetración de los electrones de-  
pende de la energía cinética de los mismos.

Será evidente que el invento no queda limitado  
a los ejemplos descritos y que son posibles muchas varia-  
10 ciones para los expertos sin apartarse por ello del espí-  
ritu de este invento. Por ejemplo, los semiconductores de  
tipo p y n pueden consistir en fosfuro de galio en lugar  
de en arseniuro de galio, usándose cesio, cesio-oxígeno,  
bario o rubidio, por ejemplo, como recubrimiento. Pueden  
15 usarse también cristales mixtos de arseniuro de galio y -  
fosfuro de galio. El semiconductor de tipo n puede consis-  
tir en un material semiconductor distinto de uno del tipo  
p y mostrar, por ejemplo, una anchura mayor de la banda prohi-  
bida que el semiconductor de tipo p, en que el semiconduc-  
20 tor del tipo n puede consistir, por ejemplo, en fosfuro de  
galio y el semiconductor de tipo p en arseniuro de galio.  
Un dispositivo de acuerdo con el invento puede comprender  
un sistema electródico más complicado que el que se muestra  
en el ejemplo y comprender, verbigracia, rejillas de mando  
25 y similares. En lugar de un semiconductor de tipo n, la -  
conexión de inyección puede comprender, por ejemplo, una  
capa metálica separada del semiconductor de tipo p por una  
delgada capa aislante, siendo inyectados en el semiconduc-  
tor del tipo p desde la capa metálica electrones que atra-  
30 viesen la capa aislante.

La presente solicitud, que corresponde a la presentada en Holanda, el 29 de Marzo de 1.969, bajo el N<sup>o</sup> - 6904912, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

#### REIVINDICACIONES

Los puntos de invención propia y nueva, que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

1.- Un dispositivo para generar una corriente de electrones, por ejemplo, un tubo electrónico que tiene un cátodo, cuya parte de emisión consiste en un semiconductor del tipo p, cuya superficie de emisión está recubierta con un material que reduce la función de trabajo electrónico, siendo la función de trabajo electrónica del recubrimiento sensiblemente igual o menor que la distancia del nivel Fermi a la parte inferior de la banda de conducción en el semiconductor de tipo p, comprendiendo el semiconductor de tipo p una conexión de inyección a una distancia menor que la longitud de difusión electrónica en el semiconductor de tipo p de la superficie de emisión, caracterizado porque el semiconductor de tipo p, comprende solamente una conexión eléctrica, a saber, la conexión de inyección, estando presentes medios para exponer el semicon

ductor de tipo p a radiación que puede generar portadores de carga libres en el semiconductor de tipo p.

5 2.- Un dispositivo según la reivindicación 1, - caracterizado porque están previstos medios para exponer el semiconductor de tipo p a radiación electromagnética.

3.- Un dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque están previstos medios para irradiar - el semiconductor de tipo p con electrones.

10 4.- Un dispositivo según una o más de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la conexión de inyección comprende un semiconductor de tipo n que forma una unión p-n con el semiconductor de tipo p.

5.- Un dispositivo para generar una corriente - de electrones.

15 Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y - con los fines que se han especificado.

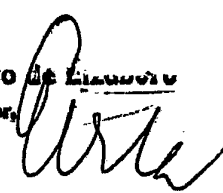
Esta Memoria consta de catorce hojas escritas a máquina por una sola cara.

20

Madrid, 21 ABR. 1970

P.A.

Alberio de Lizasoain  
For Podes,



18.4.70  
MCE

V. V. THUNFISCHEN FABRIKEN

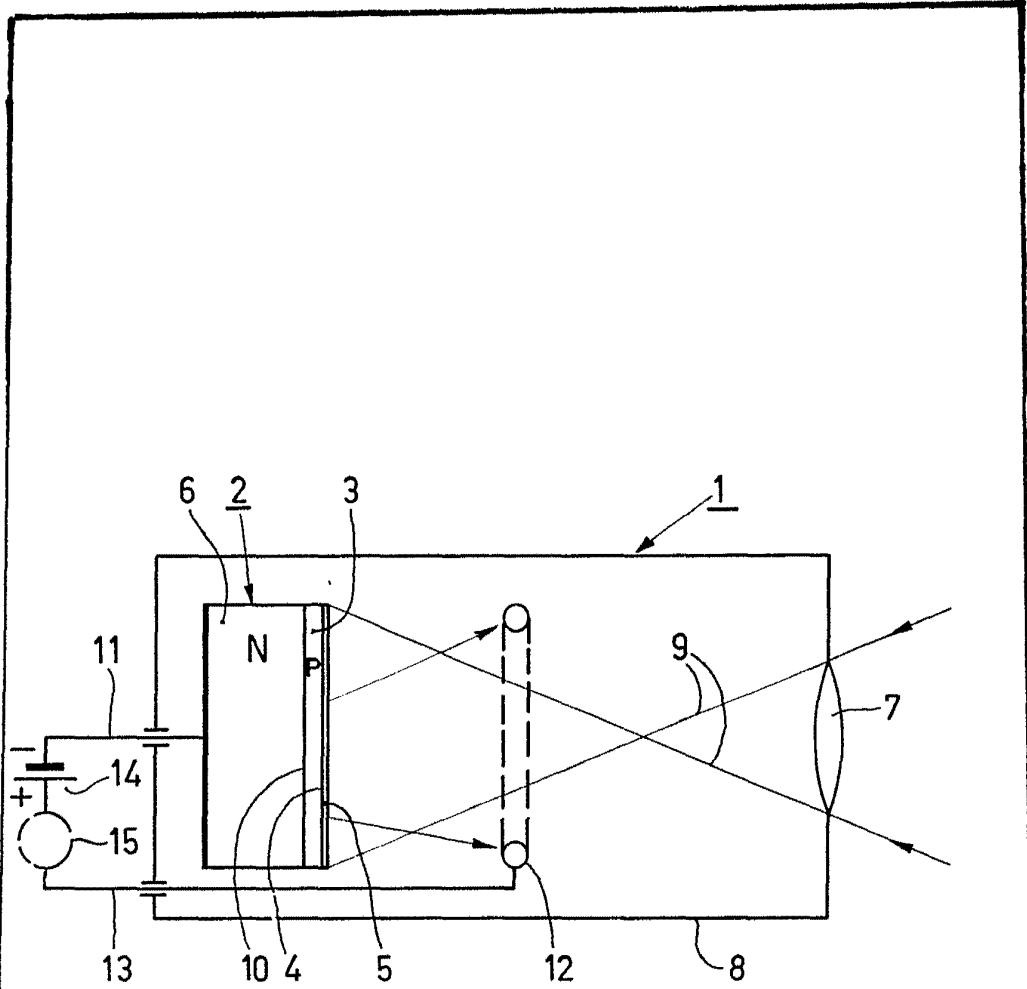


Fig. 1

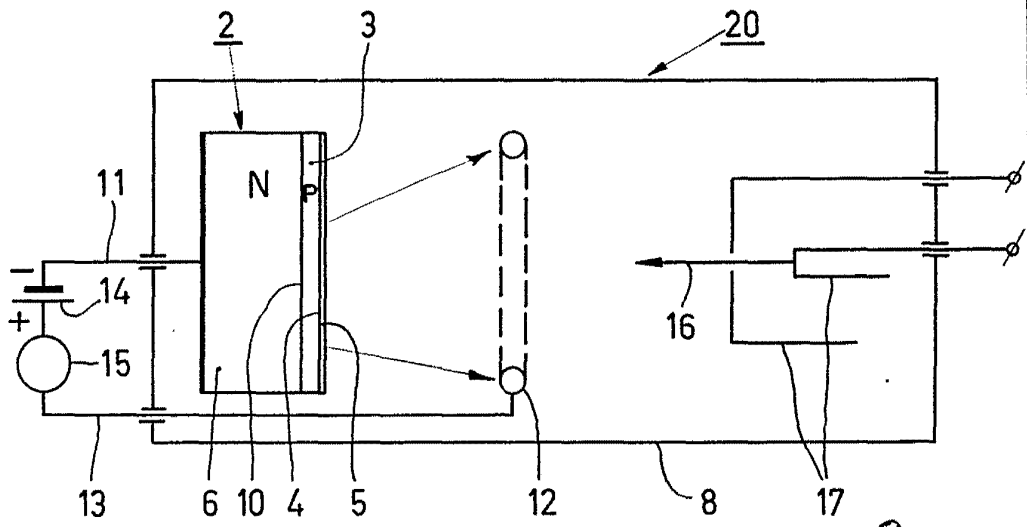


Fig. 2

APPROVED FOR PUBLICATION  
FOR PAGES

