

385916

16



P- 46.322

PHN 4442
Spain
VD/EV

MEMORIA DESCRIPTIVA

SECCION TECNICA
CLASIFICACION I.P.C.
CLASE H03 _____
SUBCLASE F _____

Para solicitar PATENTE DE INVENCION en ESPAÑA por 20 años

a nombre de N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

entidad holandesa

establecida en Emmasingel 29, Eindhoven, Holanda.

por: "UN DISPOSITIVO AMPLIFICADOR DE TENSION INTEGRADO A TRANSISTORES"

(Clase Internacional H03f)



La presente invención se refiere a un amplificador de tensión o voltaje por transistores, en el cual el circuito de colector de un primer transistor incluye como resistencia de carga de colector por lo me
5 nos una unión rectificadora a través de la cual circula la corriente de colector en sentido directo. Un amplificador como éste ya conocido tiene la ventaja de que la falta de linealidad entre la corriente de emisor y la tensión de emisor-base de un transistor es sobre po-
10 co más o menos compensada por la falta de linealidad correspondiente de la característica de corriente/tensión de dicha unión rectificadora, de manera que dentro de un margen de excitación bastante grande se obtiene una relación lineal entre la tensión amplificada producida en el colector del transistor y la tensión de entrada aplicada a su base.

Cuando se use una sola unión PN, de una unión de metal-semiconductor como resistencia de carga de colector, la amplificación de tensión resultante se-
20 rá pequeña. Por tanto, en la práctica suele recurrirse a incluir varios rectificadores conectados en serie en el circuito de colector del transistor. A tal conexión en serie equivale el uso de un segundo transistor cuyo camino de conducción de emisor-colector está shuntado por un potenciómetro a través del cual circula una corrien-
25 te considerablemente menor que la que pasa por el transistor auxiliar, habiendo una toma del potenciómetro conectada a la base del transistor auxiliar de modo que la impedancia de la parte de potenciómetro comprendida
30 entre la base y el emisor del transistor auxiliar es -

385916

1544



apreciablemente menor que la resistencia de entrada de base del transistor auxiliar.

5 En general, dichas soluciones ya co-
cidas son menos satisfactorias si el primer transistor
citado se va a hacer funcionar con poca corriente de po-
larización. Esta reducida corriente de polarización es
deseable, por ejemplo, si la resistencia de entrada de
base del transistor va a ser alta. Dicha corriente de
polarización reducida habría de obtenerse a su vez por
10 medio de resistencias grandes, lo que presenta dificul-
tades cuando el amplificador se va a construir en for-
ma de circuito integrado. El uso de varios diodos en se-
rie como resistencia de colector también presenta difi-
cultades, porque el número de diodos debe ser proporcio-
15 nal al factor de amplificación deseado, lo que en dicho
circuito integrado trae consigo una pérdida de espacio
en el elemento semiconductor, y una pérdida de tensión
de alimentación para dicho primer transistor.

20 La presente invención proporciona un me-
dio particularmente sencillo para obviar las menciona-
das desventajas, y se caracteriza porque por medio de
un segundo transistor de un tipo de conductividad opues-
to se suministra al colector del transistor primeramen-
te citado una corriente continua de polarización mayor
25 que la corriente continua que circula por la unión rec-
tificadora.

30 Es de notar que se conoce ya el recurso
de conectar el camino de colector-emisor de un transis-
tor de un tipo de conductividad opuesto, como resisten-
cia de carga de colector para el primer transistor. En

385916

15410



este circuito ya conocido, el camino de colector-emisor del segundo transistor es la única resistencia de carga para el primer transistor, en tanto que en el amplificador conforme al presente invento la resistencia interna de dicha unión PN determina la resistencia de carga de colector del primer transistor, pero la resistencia interna de colector del segundo transistor es alta, comparada con la resistencia interna de la unión PN, de manera que se aprovecha por completo la característica no lineal de corriente/tensión de la unión PN.

La invención se basa en el reconocimiento del hecho de que la característica de corriente/tensión producida por la corriente de emisor-y, despreciando la corriente de base, por la corriente de colector también- del primer transistor, en función de su tensión de emisor-base, y también la característica de corriente/tensión de dicha unión PN, tienen naturaleza exponencial, de modo que la derivada de la corriente respecto a la tensión es proporcional a la corriente continua de polarización. Como por la unión PN circula una corriente continua considerablemente menor que por la unión de base-emisor del transistor, esto permite aumentar apreciablemente la resistencia dinámica de dicha unión PN, conservándose al propio tiempo la mencionada compensación de la falta de linealidad.

A continuación se describirán a título de ejemplo algunas formas de realización del invento, - con referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos, en los cuales:

- la figura 1 es un esquema de circuito

385916

15 DIC



de una primera forma de realización de un amplificador de tensión conforme al invento;

- la figura 2 es un esquema de circuito de una variante del amplificador de la figura 1;

5 - la figura 3 ilustra la disposición de un circuito conforme a la figura 2;

- la figura 4 es un esquema de circuito de una segunda forma de realización; y

10 - la figura 5 es un esquema de circuito de una tercera forma de realización.

En la figura 1 se representa un amplificador diferencial que incluye dos transistores amplificadores $1a$ y $1b$, en cuyo conductor de emisor común hay conectada una fuente de corriente $2I$, cuya resistencia interna es grande comparada con la resistencia de entrada de emisor de los transistores $1a$ y $1b$, aplicándose a las bases de los transistores una tensión de entrada a amplificar $+V_i$ y $-V_i$ en contrafase. Los circuitos de colector de los transistores incluyen unos diodos PN, designados con $2a$ y $2b$, respectivamente, cuyo sentido de paso corresponde al de las corriente-s de colector que circulan por los transistores $1a$ y $1b$, respectivamente. Los terminales de los diodos $2a$ y $2b$ no conectados a los colectores van conectados a un punto de potencial constante o bien, como se indica en la figura, a las bases de dos transistores auxiliares $3a$ $3b$, que son de un tipo de conductividad opuesto al de los primeros transistores y cuyos emisores van conectados a un terminal de alimentación, mientras sus colectores están conectados a los colectores de los transistores primeramente cita-



dos, l_a y l_b respectivamente. Así, entre los colectores de los transistores l_a y l_b se origina una tensión amplificada respectiva $+V_u$ y $-V_u$. Si esta tensión de salida $\pm V_u$ se lleva en retroacción cruzada a las bases, se
5 obtiene un circuito de báscula del tipo de Eccles-Jordan.

Suponiendo que la corriente continua que circula por los diodos $2a$ y $2b$ sea I_2 , y que la corriente continua de colector de los transistores $3a$ y $3b$ sea I_3 , mientras que la corriente de la fuente de intensidad $2I$ es igual a la suma de todas las corrientes conti-
10 nuas mencionadas (esto es, $I = I_2 + I_3$), la resistencia dinámica de los diodos $2a$ y $2b$ se habrá aumentado en el factor I/I_2 , de modo que, si I_3 es considerablemente mayor que I_2 , se obtiene una amplificación de tensión correspondientemente grande. Puesto que en la forma de re-
15 alización de la figura 1 la corriente I_2 es también igual a la corriente de base de los transistores $3a$ y $3b$, e I_3 es igual a la corriente continua de colector de estos transistores, dicha condición puede satisfacerse de modo sencillo.
20

En la técnica de los circuitos integrados, los transistores l_a y l_b serán, por regla general, de los designados como "transistores verticales", es decir, vistas en planta desde la parte o superficie superior de un
25 elemento semiconductor de éstos, las partes activas de las regiones de emisor, base y colector se hallarán dispuestas una encima de otra. La fuente de intensidad $2I$ se proyectará también como un transistor vertical 10 del mismo tipo de conductividad que los transistores l_a y l_b .
30 En contraposición con esto, los transistores $3a$ y $3b$ se

385916

15 DIC.



5 proyectarán de preferencia como transistores laterales, es decir, que vistas en planta por la parte superior del elemento semiconductor, las partes activas de las regiones de emisor, base y colector estarán situadas unas al lado de otras. Los diodos 2a y 2b pueden diseñarse como diodos de Schottky, que tienen la ventaja de no presentar esencialmente efecto alguno de almacenaje y ser, por lo tanto, más rápidos.

10 Como tanto los emisores como las bases de los transistores 3a y 3b están eléctricamente interconectados, los transistores 3a y 3b pueden combinarse sencillamente colocando dos regiones de colector 6 y 7 frente a una sola región de emisor, como se ilustra en la figura 2. Si además se dispone una tercera región de
15 colector 8 frente a la región de emisor única, yendo esta tercera región de colector conductivamente interconectada con la base, la corriente continua procedente de la región de emisor se dividirá entre las tres regiones de colector, en proporciones que estarán de acuerdo con las
20 dimensiones de longitud de las regiones opuestas.

La figura 3 ilustra la disposición de tal circuito integrado. Los transistores la, lb y 10, de tipo NPN, de la figura 2 van dispuestos en tres islotes o zonas aisladas 14, 15 y 16 de un cuerpo semiconductor.
25 Cada uno de estos islotes, que son de conductividad tipo N, de acomodo a una región de base 17 de tipo P, una región de emisor 18 de tipo N y una región de contacto de colector 19 producida simultáneamente con la región de emisor. Un islote 20 contiene el resto de la disposición de circuito de la figura 2, con el uso de un tran-
30



5 sistor PNP lateral de una especial geometría, que puede
usarse ventajosamente también en otras disposiciones que
no sean el circuito amplificador que se está consideran-
do. Este transistor PNP lateral tiene una región 21 que
10 incluye una parte central lo bastante grande para ser-
vir de contacto a esta región, y en esta parte se ha -
practicado una abertura de contacto 22, en la capa ais-
lante pasivamente con la que se ha recubierto la super-
ficie del cuerpo semiconductor. Esta parte de contacto
15 tiene por lo menos una parte prolongada (en la presente
forma de ejecución hay tres) que puede ser estrecha, ya
que no se metalizan. En la presente forma de realización,
la región 21 constituye la región de emisor del transis-
tor lateral, en torno a la cual pueden disponerse las re-
giones de colector 23, 24 y 25.

 La geometría de la región de emisor 21
presenta una longitud periférica grande y al mismo tiem-
po una área de superficie relativamente pequeña. El tér-
mino de "longitud periférica" se usa aquí para dar a en-
20 tender la longitud de la intersección entre la corres-
pondiente unión PN y la superficie del semiconductor.

 Que la longitud periférica sea grande es
conveniente, porque la distribución de corriente entre
las regiones de colector 23, 24 y 25 depende de las re-
25 laciones o cocientes entre las longitudes periféricas de
los lados de las regiones de colector adyacentes a la
región de emisor 21. Para obtener una relación prefija-
da, con suficiente exactitud, no debe ser demasiado pe-
queña la citada longitud periférica de las regiones de
30 colector ni, por tanto, la longitud total de la región

385916

15.01.70



de emisor. Además, la relación o cociente entre longitud periférica y área superficial de la región de emisor está relacionada con el factor de amplificación de corriente α' de colector-emisor del transistor lateral. Los portadores minoritarios inyectados en la periferia de la región de emisor serán en gran parte recogidos por las regiones de colector, pero la mayor parte de los portadores inyectados en dirección que forme ángulo recto con la superficie del semiconductor se perderán por recombinación. Una relación o cociente grande entre la longitud periférica y el área de superficie tiene una influencia beneficiosa en el rendimiento de emisor y, por tanto, en dicho factor de amplificación de corriente. Esto se aplica en particular al caso de corrientes de emisor pequeñas, del orden de los microamperios o menores, en cuyo caso la caída de tensión debida al paso de corriente por las partes prolongadas sin contacto de la región de emisor es sensiblemente insignificante. La región de emisor 21, de forma de estrella sobre poco más o menos, tiene tres partes en prolongación, cada una de las cuales tiene una longitud de, por ejemplo, unas 12 micras y una anchura de, por ejemplo, unas 4 micras.

La región de colector 25 es mayor de lo rigurosamente necesario y, por consiguiente, se dispondrá de espacio suficiente para acomodar dos regiones 26 y 27 de tipo N que, en unión de la región 25, forman los dos diodos PN del circuito. La región 25 tiene una parte recortada en la que se ha producido una región de contacto 28, al mismo tiempo que lo han sido las regio-



nes de emisor 18 y las regiones de diodo 26 y 27. Por medio de una abertura 29 practicada en la capa aislante y una capa metálica 30 dispuesta en ella, la región de colector 25 se pone en cortocircuito con la región de base del transistor lateral en forma de islote 20. Así, el transistor lateral dotado de varios colectores y los dos diodos conectados a la región de base del mismo han sido acomodados en una estructura particularmente compacta que ocupa poco espacio.

Debajo de la región de emisor 21 y del contacto de base 30 se ha dispuesto de manera ya conocida una capa sepultada, es decir, una parte de menor resistividad que la parte contigua de los islotes, capa sepultada que está representada en la figura con una línea de trozo interrumpido. La inyección de portadores en dirección que forma ángulo recto con la superficie del semiconductor puede reducirse haciendo que la región de emisor y la capa sepultada se aproximen suficientemente entre sí. Ahora bien, esta estructura puede realizarse, si así conviene, sin capa sepultada, o con una capa sepultada que se extienda también por debajo de las regiones de colector.

Las interconexiones y los terminales necesarios para el circuito se han realizado, de manera usual, mediante un diseño de metalización aplicado a la capa aislante y conectado a las diversas regiones semiconductoras de los elementos de circuito, a través de unas aberturas practicadas en la capa aislante.

Como detalle complementario es de notar que el transistor lateral puede proyectarse, alternati-

385916

15 Dic 70



vamente, de modo que tenga una geometría distinta: por ejemplo, por lo menos una región de emisor circular o en forma de punto, en torno a la cual vaya dispuesta por lo menos una región de colector.

5

Por lo demás, el circuito integrado de la figura 3 puede fabricarse y montarse de manera enteramente usual en la tecnología de los semiconductores, por ejemplo, partiendo de un substrato de tipo P en el cual, según el caso, tras una difusión para formar por lo menos una capa sepultada, se disponga una capa epitáxica de tipo N con un espesor de, por ejemplo, unas 4 micras y una resistividad de, por ejemplo, 0,3 a 0,6 ohm·cm. A continuación, por ejemplo, pueden difundirse fósforo y boro por medios usuales de fotolitografía y protección, para obtener las regiones separadoras o de aislamiento y las diversas regiones semiconductoras de los elementos de circuito. Las regiones difundidas de boro 17, 21, 23, 24 y 25 tienen una resistencia en lámina de, por ejemplo, alrededor de 125 a 200 ohmios por cuadrado.

10

15

20

Si así conviene, los diodos 2a y 2b de la figura 1 pueden sustituirse por los caminos de colector-emisor de otros dos transistores auxiliares 4a y 4b respectivamente, como se ilustra en la figura 4. La señal equilibrada $\pm V_i$ a amplificar se aplica también a las bases de los transistores amplificadores 1a y 1b, cuyos conductores de colector incluyen ahora los transistores auxiliares 4a y 4b, respectivamente, en tanto que las corrientes continuas para los colectores de los transistores 1a y 1b son suministradas principalmente por medio de los transistores 3a y 3b del tipo de conductividad

25

30



opuesto. Las bases de los transistores 4a y 4b van conectadas a un punto de potencial constante V_b , lo que da por resultado un grado de libertad adicional para lograr un punto de ajuste óptimo. Así, las uniones de base-emisor de los transistores auxiliares 4a y 4b constituyen también aquí las resistencias de carga de colector para los transistores 1a y 1b respectivamente, y las corrientes continuas que circulan por los transistores 4a y 4b son asimismo iguales a las corrientes continuas de base de los transistores 3a y 3b, respectivamente, que también son considerablemente menores que las corrientes continuas de colector de los mismos. Esta disposición da por resultado el mismo funcionamiento que en el caso del amplificador de la figura 1. Naturalmente, el recurso descrito con referencia a las figuras 2 y 3 puede aplicarse también al amplificador de la figura 4.

En la variante de realización representada en la figura 5, los diodos 2a y 2b tienen sus terminales no conectados a los colectores de los transistores amplificadores 1a y 1b respectivamente, conectados a un punto de potencial fijo (por ejemplo, el terminal positivo de la alimentación), en tanto que el transistor (lateral) 3 del tipo de conductividad opuesto tiene sus colectores 6 y 7 conectados también a los colectores de los transistores 1a y 1b, respectivamente. El colector 8 del transistor 3, cuya longitud de periferia colectora es aproximadamente doble que en los colectores 6 y 7, va conectado no sólo a la base del transistor 3, sino también a la base del transistor 10, que actúa de fuente de intensidad de corriente y cuyo camino de base-emisor

3859 16



5 tiene en paralelo un diodo o un transistor 11 conectado como diodo. Así, la corriente de la base y del colector 8 del transistor 3 produce una corriente de colector sensiblemente igual en el transistor 10, de modo que mediante un adecuado proporcionamiento de la longitud colectora del colector 8, respecto a la de los colectores 6 y 7, es posible tener la seguridad de que la corriente continua que circula por los transistores 1a y 1b es justo ligeramente mayor que la corriente continua suministrada por los colectores 6 y 7, de modo que los diodos 2a y 2b se hacen funcionar aquí también con una elevada resistencia dinámica que, no obstante, es menor que las resistencias internas de colector medidas en los colectores 6 y 7.

10
15 La presente solicitud que corresponde a la presentada en Holanda, el 28 de Noviembre de 1969, bajo el número 6917885, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

20
REIVINDICACIONES

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud

3.12.70

-13-

ME



de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

5 1.- Un dispositivo amplificador de tensión integrado a transistores, en el cual el circuito de colector de un primer transistor incluye por lo menos una unión rectificadora a través de la cual circula la corriente de colector en sentido directo, y que sirve de resistencia de carga de colector de dicho transistor, caracterizado dicho amplificador por el hecho de que, por medio de un segundo
10 transistor del tipo de conductividad opuesto, se suministra al colector del transistor primeramente citado una corriente continua de polarización considerablemente mayor que la corriente continua que circula por la unión rectificadora.

15 2.- El dispositivo amplificador de la reivindicación 1, caracterizado porque la unión rectificadora va conectada entre la base del segundo transistor y el colector del primer transistor.

20 3.- El dispositivo amplificador de la reivindicación 1 ó la 2, caracterizado porque la unión rectificadora es un diodo de Schottky.

25 4.- El dispositivo amplificador de la reivindicación 1 ó la 2, caracterizado porque la unión rectificadora está constituida por el camino de base-emisor de otro transistor del mismo tipo de conductividad que el primer transistor.

30 5.- El dispositivo amplificador de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en disposición de contrafase, caracterizado porque el segundo transistor está en forma de transistor con un solo emisor, una base y dos regiones de colector que van conectadas a los colectores de

3859 16



dos transistores que corresponden al primer transistor, y a cuyas bases se aplica la tensión equilibrada de entrada a amplificar.

5 6.- El dispositivo amplificador de la reivindicación 5, caracterizado porque el segundo transistor está además provisto de una tercera región de colector eléctricamente interconectada a su base.

10 7.- El dispositivo amplificador de la reivindicación 5 ó 6, que incluye un transistor conectado como fuente de intensidad de corriente en el conductor de emisor común del primer transistor, caracterizado porque la base del segundo transistor va conectada a la del transistor que hace de fuente de corriente.

15 8.- El dispositivo amplificador de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque un cuerpo semiconductor contiene un transistor lateral cuya región de base es de un primer tipo de conductividad y se une a por lo menos una región de emisor y por lo menos una región de colector del otro tipo de conductividad, y rodea a estas regiones dentro del cuerpo semiconductor; y una de las dos últimas regiones, que se extienden hasta una superficie del cuerpo semiconductor, tiene una parte de contacto desde la cual se extiende por lo menos una parte en prolongación, mientras la otra de dichas dos regiones rodea al menos en parte la porción o cada una de las porciones prolongadas en la superficie.

20

25

30 9.- El dispositivo amplificador de la reivindicación 8, caracterizado porque la región provista de partes prolongadas es la región de emisor del transistor, y dicha región de emisor tiene dispuestas en torno a ella por lo

16.5.73

mge

385916

16 M



menos dos regiones de colector, una de las cuales va conductivamente conectada a la región de base del transistor e incluye por lo menos una región de diodo en forma de región de superficie del primer tipo de conductividad.

5 10.- Un dispositivo amplificador de tensión integrado a transistores.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en el dibujo que se acompaña y para los fines que se han especificado.

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

Madrid, 16 MAYO 1973
P.A.

Alberto de Elizaburu
Formentor

mE

16.5.73 jga/.

3859 16

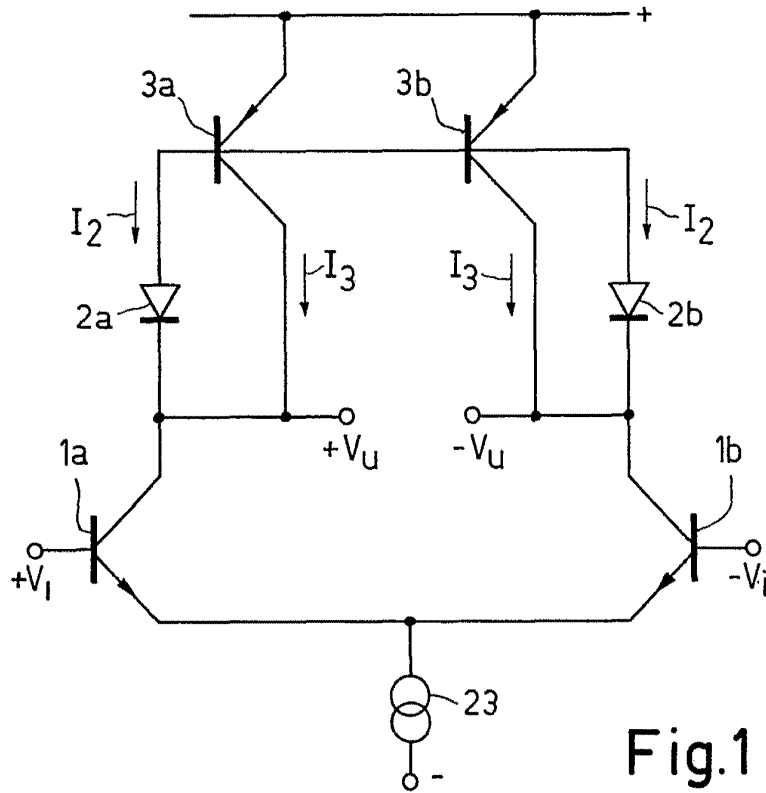


Fig.1

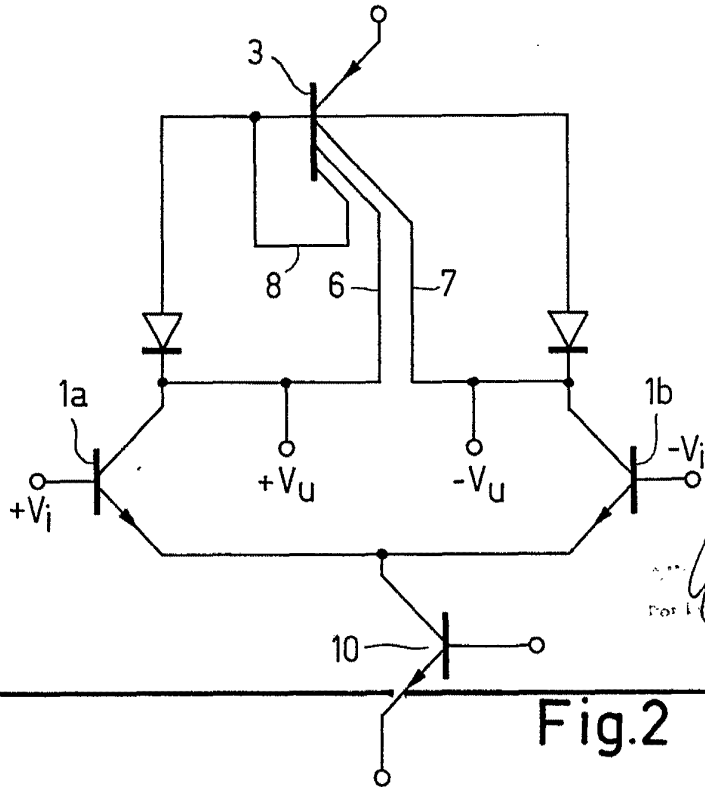


Fig.2

385916

AUG 10 1970

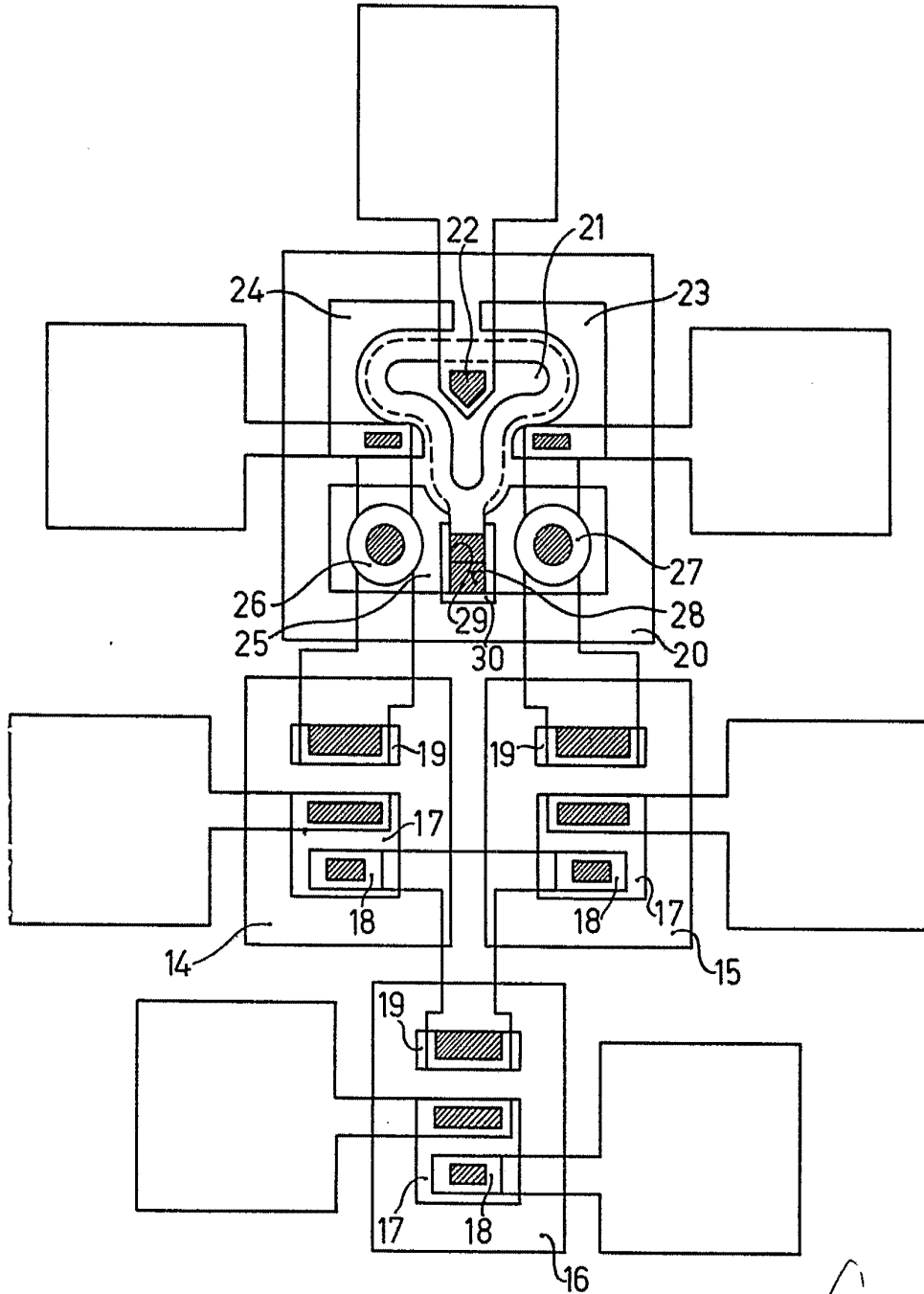


Fig.3

Handwritten signature or initials.

