



P. 32.097.-

RCA 55713

328080

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

e n

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de RADIO CORPORATION OF AMERICA, entidad norteamericana, establecida en 30 Rockefeller Plaza, Nueva York, N.Y., Estados Unidos de América, por:

"UN DISPOSITIVO TRANSISTOR"

El presente invento se refiere a dispositivos semiconductores en general y, de modo más específico, a un transistor perfeccionado. Este transistor perfeccionado es de particular utilidad en aplicaciones con circuitos electrónicos de alta corriente (10 amperios) y de alta potencia (100 vatios).

5

La propuesta consiste en fabricar un transistor con una multiplicidad de emisores discretos o discontinuos, y un alto coeficiente de relación entre la periferia emisora y la superficie emisora, para emplearse con energía elevada. Con el

10

15.3.67



objeto de lograr esta capacidad de trabajar y resistir energías elevadas, se ha empleado una estructura interdigital de metal evaporado y/o un material semiconductor degenerado para los contactos de emisión y de base del transistor. En este tipo de estructuras un juego de lengüetas de metal conecta a grupos de emisores en paralelo, y otro juego de lengüeta de metal efectúa la conexión a la región de base. Si bien es cierto que dichas estructuras interdigitales resulta satisfactoria cuando se emplea en transistores adaptados para que funcionen a frecuencias relativamente altas (250 mc) con una salida de energía de varios vatios (10 vatios), la caída del voltaje a lo largo de las lengüetas de la estructura interdigital produce voltajes desiguales de emisor y de base en los transistores con salidas de energía relativamente más alta (100 vatios), aún a frecuencias inferiores a la gama de FUA (Frecuencia Ultra Alta). Dichos potenciales desiguales de emisión y de base en un transistor de emisores múltiples, de alta energía podrían limitar su energía de salida y reducir la eficacia de su funcionamiento.

Según el presente invento, se proporciona un transistor perfeccionado de tamaño relativamente más pequeño, de capacidad de emisor relativamente más baja, y de resistencias en serie de emisor a base relativamente más bajas, así como una segunda característica de disrupción de polarización positiva perfeccionada, cuando se compara con los transistores del arte anterior de la misma salida de energía o capacidad igual de comportarse con la corriente.

De acuerdo al presente invento, se forma una multiplicidad emisoras discretas en una región de base, a través de una de sus superficies principales. Se conecta un contacto de la

328080



base de metal con la región de base, y unas porciones del contacto de base de metal quedan rodeando a las regiones emisoras. Se separa mediante un espacio un contacto de emisor de metal del contacto de base, y en contacto con cada uno de los emisores. Estas estructuras proporcionan potenciales sustancialmente iguales entre la base y cada uno de los emisores del transistor.

El presente invento podrá comprenderse más cabalmente si se toma en consideración al mismo tiempo que los dibujos adjuntos, en los que se ha utilizado en todos ellos números de referencia semejantes para designar a sus partes semejantes, y en los cuales:

Las FIGURAS 1-5 son vistas fragmentarias, transversales, cortadas a lo largo de un plano vertical a través del eje longitudinal de un cuerpo de material semiconductor, durante las diferentes etapas estructurales de la fabricación del transistor perfeccionado;

La FIGURA 6 es una vista plana, fragmentaria, de la estructura del transistor que se ilustra en la FIGURA 5;

La FIGURA 7 es una vista fragmentaria, de corte transversal, tomada a lo largo de la línea 7-7 de la FIGURA 6 e ilustrando, además, un miembro del contacto de emisor conectado a una multiplicidad de botones emisores, así como un miembro del contacto de base conectado a un contacto de base de grilla de metal del transistor;

La FIGURA 8 es una vista fragmentaria del contacto emisor, tomada a lo largo de la línea 8-8 de la FIGURA 7; y

La FIGURA 9 es una vista del transistor perfeccionado, montado en una envoltura.

Refiriéndose ahora a la FIGURA 1 del dibujo, aparece ilus

328080



18 JUN 1966

trado aquí un cuerpo 10 que consiste de una oblea 11 de material semiconductor cristalino y de una región colectora, como por ejemplo una capa 12 de material semiconductor tipo N, sobre una superficie principal 14 de la oblea 11. Ni el tamaño, ni la forma, ni el tipo de conductividad, ni la composición exactos de la oblea 11 son considerados críticos. En la realización concreta del invento que se describe, la oblea 11 es un silicio monocristalino, fuertemente adulterado con una impureza de carácter donador, tal como fósforo, para que proporcione una conductividad de tipo N+. La oblea 11 tiene 4,3 mm de longitud, 3,3 mm de ancho, alrededor de 0,152 mm de grosor, y una resistividad menor de 0,01 mohmios-cms.

La capa 12 es epitaxial de silicio de tipo N, depositado encima de la superficie principal 14 de la oblea 11 de acuerdo a cualesquiera de los métodos apropiados conocidos en el arte de la semiconducción. Por ejemplo, la capa 12 puede formarse haciendo pasar una mezcla de cloruro de silicio e hidrógeno encima de la oblea 11 calentada.. De esta manera la capa epitaxial 12 crece como si fuese una extensión del enrejado de cristal de la oblea 11. Se deposita esta capa 12 hasta que adquiriera un grosor de 0,013 a 0,102 mm aproximadamente, y se deposita con un agente adulterante del tipo N para proporcionar una resistividad dentro de la escala de 1 a 40 ohmios-cms.

La capa 12 de resistividad relativamente alta puede formarse también mediante los métodos de difusión, que son bien conocidos en el arte de los transistores.

Se hace una región de base, por ejemplo la capa de base 16, en la capa colectora 12. Se podría formar esta capa de base 16 mediante la difusión de una impureza a través de la superficie principal 18 de la capa colectora 12, siguiendo cualquier método

328080



de difusión que se considera apropiado de los que se conocen en el arte de los transistores. A título de ejemplo, el cuerpo 10 (FIGURA 1) se calienta hasta una temperatura de alrededor de 1.000°C durante unos 30 minutos dentro de un ambiente que contenga nitrógeno y un aceptador apropiado (impureza de tipo P), como por ejemplo, vapores de óxido de boro. Se difunde la capa de base 16 hasta una profundidad de alrededor de 0,178 mm. para formar una juntura PN 20 con la capa colectora 12, en la manera que se ilustra en la FIGURA 2.

Se deposita luego un revestimiento 22 aislador de la electricidad encima de una de las superficies principales 18, que es ahora una de las superficies principales de la capa de base 16 difundida, mediante cualquiera de los métodos divulgados en el arte de los semiconductores. Por ejemplo, el revestimiento aislador 22 podría consistir en dióxido de silicio, formado mediante la oxidación térmica de la capa de base 16. De esta manera se puede calentar al vapor la oblea 11, incluyendo las capas encima de ella, durante unos 20 minutos a una temperatura de alrededor de 1.200°C, con el propósito de formar la capa 22 de dióxido de silicio, según aparece ilustrada en la FIGURA 2.

Se hace una multiplicidad de aberturas 24 (FIGURA 3), de preferencia en formación regular, mediante el método de grabado al agua fuerte, a través del revestimiento aislador 22, de manera que puedan difundirse una multiplicidad de regiones emisoras 26 a través de las superficies 18 que han quedado expuestas en la capa de base 16. Las aberturas 24 se pueden ejecutar mediante la grabación al aguafuerte del revestimiento aislador 22 con un agente grabador apropiado de los que se emplean en la fotolitografía, que son muy bien conocidos en el arte de la semiconducción según el cual, por ejemplo, se aplica un reves-



5 timiento fotoresistente encima del revestimiento de óxido 22, exponiéndose luego a cierta cantidad de luz difundida de acuerdo a cierto patrón, de modo que se endurezcan ciertas superficies que se hayan seleccionado del mismo, sacándose luego las áreas restantes mediante un solvente adecuado.

10 De preferencia se difunden las regiones emisoras 26 dentro de la capa de base 16, calentando la capa de base 16 dentro de un ambiente que incluya una impureza adecuada de tipo N, como fósforo por ejemplo. Se calienta la capa de base 16, por ejemplo, dentro de un ambiente que incluya pentóxido de fósforo durante un período de unos 10 minutos a una temperatura de alrededor de 1.200°C., haciendo que se difundan las regiones emisoras 26 dentro de la capa de base 16 hasta una profundidad de alrededor de 0,01 mm. Se ha designado a la conductividad de las regiones emisoras como N+ debido a su relativamente
15 baja resistividad comparada con la de la capa colectora 12.

Las estructura del transistor que se ilustra en la FIGURA 3 se vuelve a calentar al vapor durante unos 20 minutos, a una temperatura de unos 1.000°C, para volver a formar el
20 revestimiento de dióxido de silicio encima de las regiones emisoras 26. Este revestimiento de dióxido de silicio se combina con el revestimiento aislador 22 antes mencionado, habiendo sido designado en la FIGURA 4 como un revestimiento aislador 22a. Este revestimiento aislador 22a es más espeso encima de la
25 capa de base 16 que encima de las regiones emisoras 26, sirviendo de esta manera como guía para los grabados al aguafuerte subsiguientes a través de porciones seleccionadas del revestimiento aislador 22a, en la manera que se va a describir más adelante.

30 Recubriendo mediante enmascarado y empleando el método de

328080



5 grabado al aguafuerte, empleando para ambos los procedimientos que se consideren adecuados en la fotolitografía, se ejecuta el grabado del revestimiento aislador 22a de dióxido de silicio para proporcionar una abertura 28 encima de cada una de las re-

10 giones emisoras 26, así como una serie de acanaladuras comunicantes 30 rodeando a cada una de las aberturas 28, en la forma que se ilustran en las FIGURAS 5 y 6, Las acanaladuras 30 exponen la superficie principal 18 de la capa de base 16, y las aberturas 28 dejan expuestas las regiones emisoras 26 difundidas a través de la superficie principal 18. Los bordes del re-

15 vestimiento aislador 22a, que definen a las acanaladuras 30, son substancialmente paralelos o equidistantes de los bordes adyacentes del revestimiento aislador 22a que definen a las aberturas 28.

20 La superficie principal 18, que queda expuesta por las aberturas 28 y por las acanaladuras 30, se cubre con un revestimiento mediante evaporación o galvanoplastia con metal, como níquel por ejemplo, tal como mediante el método de galvanoplastia sin electrodos bien conocido en el arte, para producir un re-

25 vestimiento muy fino 32 encima de las porciones expuestas de la superficie principal 18, en la forma que se ilustra en la FIGURA 5. Se expone luego el revestimiento 32 a una soldadura derretida, por inmersión por ejemplo, formándose un botón separado 34 de plomo encima del revestimiento 32 sobre las regiones emisoras 26, según aparece ilustrado en la FIGURA 5. Durante la operación de inmersión en plomo se forma también un contacto metálico de base 36, con el diseño de una grilla, encima del revestimiento de níquel 32 encima de cada una de las acanaladuras 30. La soldadura no se adhiere a aquellas porciones de la oblea

30 que tienen encima un revestimiento de óxido expuesto. De esta ma-



nera, el contacto de base 36 consta de porciones que se encuentran espaciadas de cada uno de los botones emisores 34. Por ejemplo, el contacto de base 36 a modo de una grilla consta de unas porciones 36a, 36b, 36c y 36d, que rodean al botón emisor 34a, en una esquina de la estructura del transistor, según aparece ilustrado en la FIGURA 6. Los bordes de las porciones 36a-36d del contacto de base 36 son substancialmente paralelos a los bordes del botón emisor 34a, encontrándose espaciados de ellos de manera substancialmente igual.

Se proveen los medios para conectar a todas las regiones emisoras 26 entre sí, es decir, en paralelo. Con este propósito, se coloca un contacto emisor 36 (FIGURA 7) de metal, como por ejemplo de cobre, encima del contacto de base 36, estableciendo contacto con cada uno de los botones emisores 34, en la forma que se ilustra en la FIGURA 7. El contacto emisor 38 podría estar provisto de una porción levantada 40 en el punto donde toca a cada botón emisor 34, según se ilustra en las FIGURAS 7 y 8. Este contacto emisor 38 podría tener una forma contorneada, en forma de hoyuelos, o acufiada, hecha de lámina de metal, o podría estar hecha de material que tenga una forma de grilla, por ejemplo de pantalla de alambre o de forma de cinta. También podría ser una capa de metal evaporado o chisporreteado. Se conecta eléctricamente el contacto emisor 38 a cada uno de los botones emisores 34, sometiendo al calor la estructura del transistor y el contacto emisor 38 a una temperatura a la cual se difunden los botones emisores 34 al contacto emisor 38. Se suelda una tira de metal 42 al contacto emisor 38, con el objeto de proporcionar los medios externos de conexión.

Una de las tiras de metal 44, que puede estar hecha de

328080 18 JU



5 cobre por ejemplo, consiste de una porción cuadrada en forma de vuelta o lazo 46, conectada a una porción de una banda 48, en la forma que se ilustra en las FIGURAS 7 y 9. Se conecta eléctricamente esta porción de la banda 48 de la tira 44, empleando por ejemplo soldadura, con la periferia del contacto de base 36, y, de preferencia, se conecta al mismo tiempo el contacto emisor 38 con los botones emisores 34. Se puede unir asimismo una sola tira de metal a cualquier porción del contacto de base 36, para simplificar la conexión. En vista de que los botones emisores 34 se encuentra más elevados que cualquiera de las porciones del contacto de base 36, se separa mediante un espacio al contacto emisor 38 del contacto de base 36. La estructura del transistor que se ilustra en la FIGURA 7 consiste de una realización concreta 50 del transistor perfeccionado.

15 Refiriéndonos ahora a la FIGURA 9, se ilustra aquí una realización concreta 50 del transistor montada en una envoltura 51 de metal. Esta envoltura 51 tiene la doble función de menguar el calor y proteger al transistor. Se suelda la superficie principal inferior de la oblea de silicio 11 N+ a dicha envoltura 51, pudiendo servir así como el terminal colector para el transistor 50. Se hace que salga la tira 44 por un lado de la envoltura 51, pero aislada de ella mediante un aislador de la electricidad 52, como por ejemplo resina epoxia, vidrio o cerámica.

20 Luego se puede soldar un conductor de conexión adecuado (no ilustrado) a la tira 44 para que sirva como el conductor de la conexión de base para un circuito externo. Se fija asimismo la tira 42 a la envoltura 51 mediante un aislador de la electricidad 54, semejante al aislador 52, pudiéndose soldar también un conductor de conexión externo (no ilustrado) a la tira 42 que servi-

25

30



ría para las conexiones externas de circuito.

No obstante el hecho de que la realización concreta 50 del transistor perfeccionado ha sido descrita tomando como referencia un transistor de silicio NPN, se ha hecho de este modo únicamente a título de ejemplo, lo cual no quiere decir que 5 esté limitado a éste. Se podría invertir el tipo de conductividad de las diversas regiones, de modo que se pueda fabricar dispositivos semiconductores PNP perfeccionados. Se podría emplear también diferentes materiales semiconductores cristali- 10 nos, por ejemplo arsenuro de germanio o de galio, u otro semejante, empleando otros aceptadores y donadores adecuados. El contacto metálico podría ser asimismo de algún otro metal además de níquel, plomo y cobre, y podría unirse al semiconductor cristalino empleando cualquier otro método además de los des- 15 critos. En aquellos casos en que el material semiconductor empleado sea otro que silicio, por ejemplo arsenuro de germanio, de galio, u otro semejante, se podría efectuar la deposición de capas aisladoras de dióxido de silicio encima de él mediante la descomposición térmica de compuestos de siloxano, en la forma que se ha descrito en la Patente de Estados Unidos No. 20 3.089.793, expedida el 14 de mayo de 1963 a nombre de los Sres. Jordan y Donahue.

El patrón de la formación en que se disponen los botones emisores, así como también la forma de éstos, puede variar; asi- 25 mismo, la configuración de las porciones de grilla del contacto metálico de base puede hacerse con variaciones, sin que por ellos se aleje del espíritu del presente invento. A pesar de que el dispositivo semiconductor que se describe en la presente está constituido de una sola unidad, para hacer más clara la des- 30 cripción, en la práctica se puede ejecutar la fabricación de

328080



una cantidad de transistores simultánea y económicamente, cortando rebanadas de un lingote semiconductor cristalino, subdividiéndolas luego en unidades separadas que estén provistas de características eléctricas uniformes y reproducibles.

5 Esta solicitud que corresponde a la presentada en los Estados Unidos de América el 21 de Junio de 1.965, con el nº 465.345, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

N O T A

10 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:

15 1.- Un dispositivo transistor que consta de lo siguiente: una región colectora de un tipo de conductividad; una región de base de tipo opuesto de conductividad y adyacente a dicha región colectora; una multiplicidad de regiones emisoras separadas con dicho primer tipo de conductividad dentro de la superficie de dicha región de base alejada de dicha región colectora; un miembro de contacto metálico conectado eléctricamente a dicha región de base, estando provisto dicho miembro de contacto de unas porciones que rodean completamente a cada una de dichas regiones emisoras con lo cual adquiere una forma de grilla, estando dichas porciones circundantes substancialmente equidistantes de una región emisora respectiva; que se
20 caracteriza en que un botón de contacto metálico separado está conectado a cada una de dichas regiones emisoras y en que un contacto metálico conectado a cada uno de dichos botones se encuentra colocado por encima, pero con un espacio de por medio,
25

328080



de dicha grilla metálica.

2.- Un dispositivo transistor de acuerdo a la Reivindicación 1, que se caracteriza en que dicho contacto metálico está provisto de una porción elevada en cada uno de los puntos en los que establece contacto con la región emisora.

3.- Un dispositivo transistor de acuerdo a la Reivindicación 1, que se caracteriza en que dichos botones metálicos de contacto son de soldadura.

4.- Un dispositivo transistor de acuerdo a la Reivindicación 1, que se caracteriza por una capa de níquel que se encuentra situada entre dicho botón metálico de contacto y dicha región emisora.

5.- Un dispositivo transistor.

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

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

Madrid,

16 MAR 1967

P.A.

Alberto de Elizaburu
Por Poder



328080

18

Fig. 1.

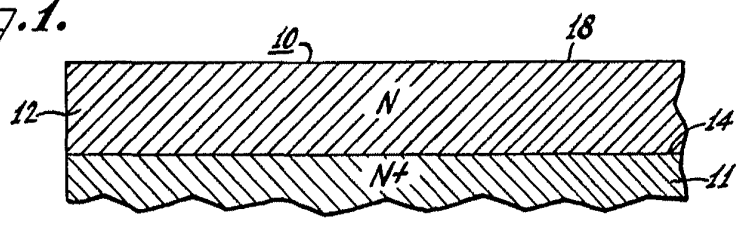


Fig. 2.

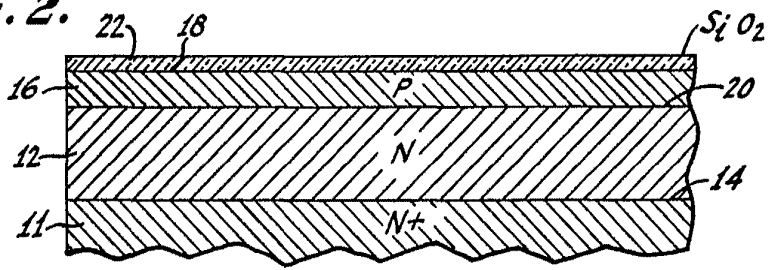


Fig. 3.

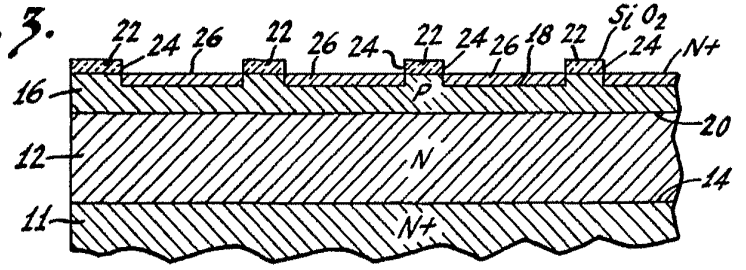
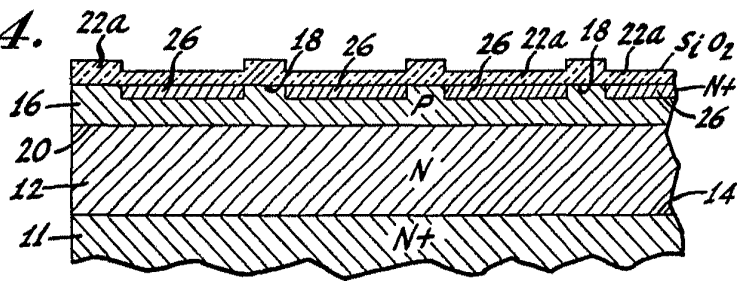


Fig. 4.



W. H. ...
Suzaburo
Inventor

328080

180000



Fig. 5.

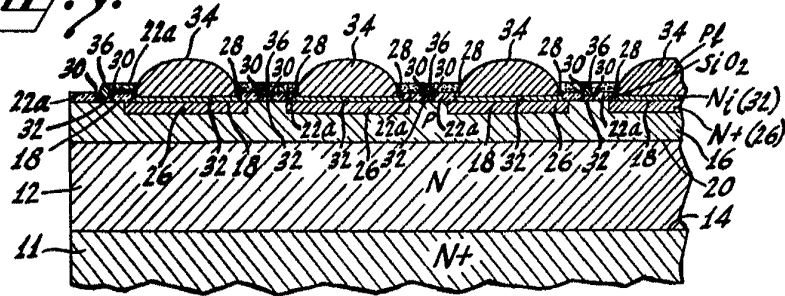


Fig. 6.

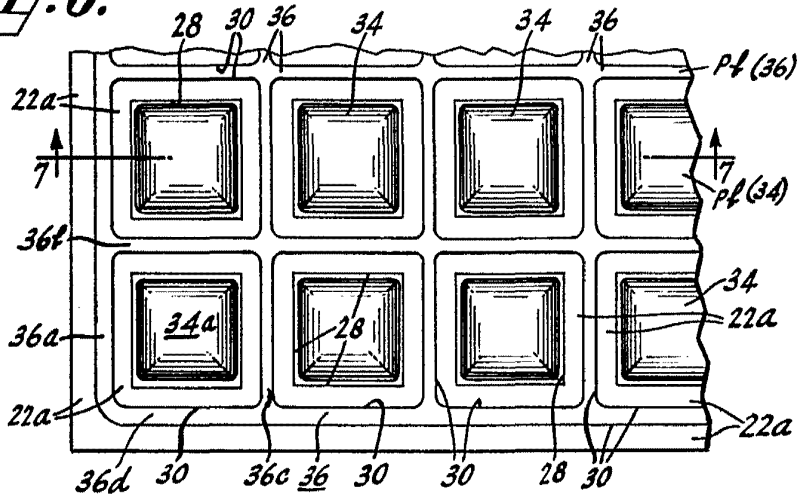
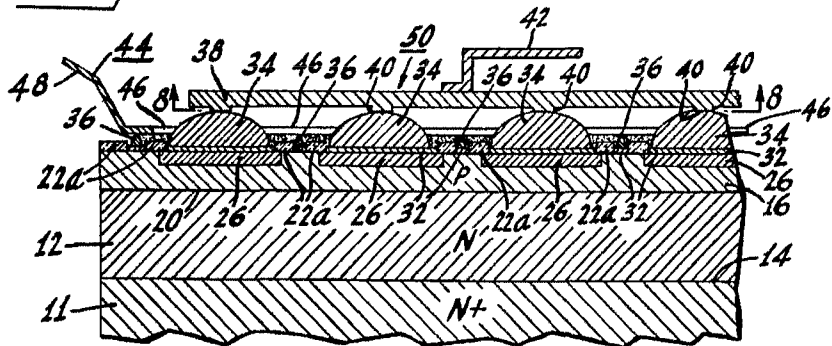


Fig. 7.



Alberto de Eizauru
Inventor



328080

Fig. 8.

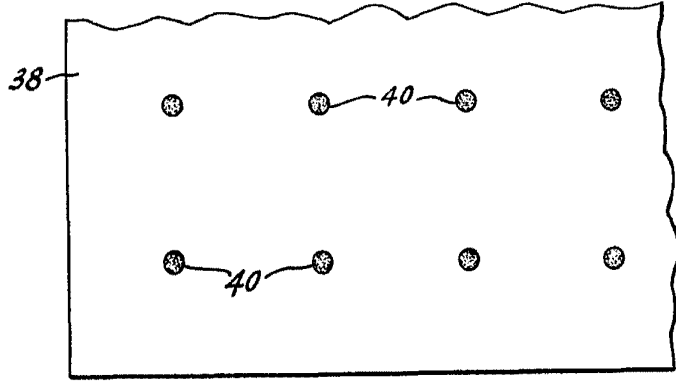
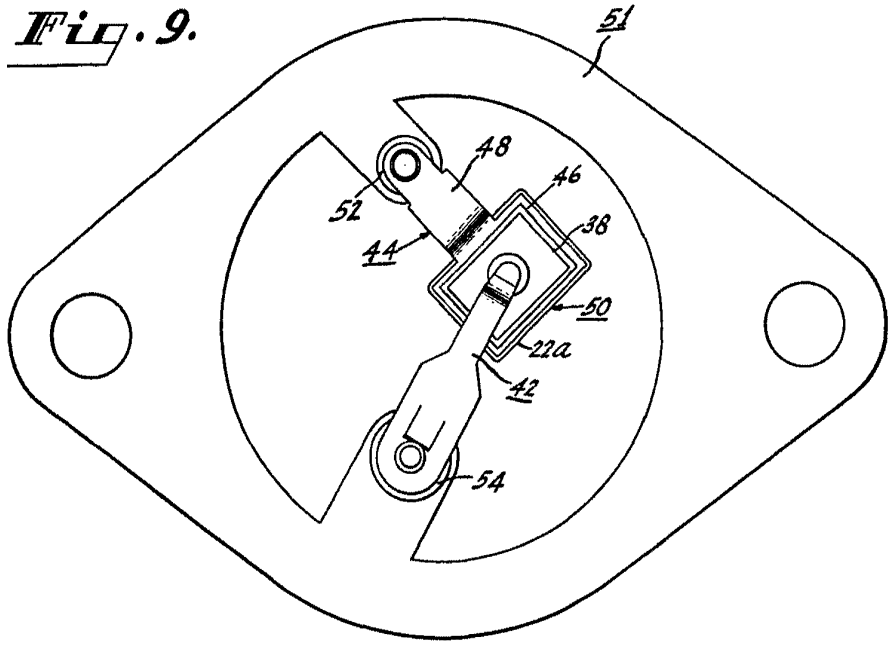


Fig. 9.



Radio Corp. of America
Pat. Office