

27 AGO. 1975

P.- 61.131

68018

440,515

MEMORIA DESCRIPTIVA

Pat. Cl.:

H01B

para solicitar PATENTE DE INVENCION

a nombre de RCA CORPORATION

entidad norteamericana

establecida en 30 Rockefeller Plaza, Nueva York, N.Y.

10020, Estados Unidos de América.

por: "UN DISPOSITIVO EMISOR DE CAMPO"

Prioridad reivindicada: Estados Unidos de América, 3 de  
Septiembre de 1974, nº 502.669.

Esta invención se refiere a dispositivos emisores de campo, particularmente dispositivos emisores de campo no termiónicos.

5 Los dispositivos emisores de campo no termiónicos, en los que la emisión de electrones es estimulada mediante un potencial eléctrico aplicado cerca de un cátodo rematado en punta, son bien conocidos. Los dispositivos emisores de campo rematados en punta muy aguzada de la técnica anterior pueden clasificarse en términos generales por el tipo de material utilizado en la fabricación. Una de tales clases se  
10 basa en el uso de material semiconductor, por ejemplo, silicio o germanio, particularmente para fotodetectores; sin embargo, tal uso como fuentes de cátodo frío de área grande se ve gravemente limitado. Las propiedades físicas y los  
15 costes solamente de los materiales semiconductores monocristalinos limitan el tamaño de las formaciones. Así, en "Fabrication and Some Applications of Large-Area Silicon Field Emission Arrays", Solid State Electronics, 1974, Vol. 17, páginas 155-163, Thomas y otros consideran que  
20 las formaciones de gran área son del orden de solamente  $10 \text{ cm}^2$ . Además de ser de tamaño limitado, las densidades de corriente obtenibles de emisores de campo semiconductores son menores que las obtenibles de metales.

Otra clase de dispositivos comprende el uso de emisores de campo metálicos rematados en punta muy aguzada, ca  
25

les como el descrito en la patente norteamericana número 3,755.704, concedida el 28 de agosto de 1973 a Spindt y otros. Estos dispositivos, que utilizan protuberancias individuales a manera de agujas depositadas sobre un electrodo, adolecen de dos importantes desventajas. En primer lugar, el procedimiento de deposición utilizado para formar las protuberancias limita el área sobre la que pueden hacerse formaciones uniformes. Este procedimiento incluye proyectar una fuente de material emisor esencialmente normal a una superficie dada, al tiempo que se dirige una fuente de material de enmascaramiento en la misma superficie, pero con un ángulo rasante somero operación crítica que no se presta por sí misma a formar cantidades muy grandes de elementos emisores sobre superficies muy grandes. En segundo lugar, el proceso de fabricación entraña el uso de técnicas de película delgada que producen estructuras relativamente delicadas que son sensibles a las grandes fuerzas eléctricas características de la emisión de campo. Asimismo, el escaso espesor relativo de los aisladores utilizados en los dispositivos de la técnica anterior, típicamente del orden de 1 micra, plantea problemas de fabricación, ya que un pequeño agujero único en el aislamiento puede echar a perder una formación completa de emisores de campo.

De acuerdo con la invención, un dispositivo emisor de campo no termiónico comprende un sustrato eléctricamente

conductor que tiene al menos un elemento emisor de campo sobre una superficie del mismo. El elemento emisor de campo tiene una extremidad puntiaguda, con al menos una saliente a manera de aguja dispuesto sobre ella, que sobresale desde el substrato.

5

En los dibujos:

La figura 1 es una vista isométrica de una realización del nuevo dispositivo emisor de campo;

10

La figura 2 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea 2-2 de la figura 1;

Las figuras 3, 4, 5 y 6 son vistas en sección que muestran etapas de un nuevo método de fabricar el dispositivo emisor de campo de la figura 1;

15

La figura 7 es una porción de una vista en planta a mayor escala de una lámina empleada en el nuevo método;

Las figuras 8, 9, 10, 11 y 12 son vistas en sección que muestran otras etapas del nuevo método;

20

La figura 13 es una sección transversal de un nuevo dispositivo de presentación que incorpora el dispositivo de la figura 1;

La figura 14 es un diagrama esquemático eléctrico del dispositivo representado en la figura 13;

25

Las figuras 15 y 16 son diagramas de energía potencial que representan las energías potenciales relativas de los electrones en diferentes lugares dentro del dispositi-

tivo representado en la figura 13;

La figura 17 es otro diagrama esquemático eléctrico del dispositivo representado en la figura 13; y

5 La figura 18 es otro diagrama de energía potencial que representa las energías potenciales relativas de los electrones en diferentes lugares dentro del dispositivo mostrado en la figura 13.

Haciendo referencia inicialmente a las figuras 1 y 2, se designa generalmente como 10 una realización de un  
10 dispositivo emisor de campo no termiónico de acuerdo con la presente invención. El dispositivo emisor de campo 10 comprende un substrato 12 de un material eléctricamente conductor, tal como cobre, que tiene una formación de matriz de elementos emisores de campo 14 sobre una superficie del  
15 mismo. Cada elemento emisor de campo 14 comprende un emisor de campo de forma de cono o de pirámide 16, con al menos un saliente a manera de aguja o "puntita" 18 situado sobre la extremidad del mismo. El emisor de campo 16 y las puntitas 18 están compuestos de un material que tiene buenas caracte-  
20 rísticas de emisión de campo, tal como sobre. Una capa de material aislante 20, tal como vidrio, está unida a la superficie del substrato que tiene sobre ella los elementos emisores de campo 14. La capa aislante 20 tiene una formación de aberturas 21 a su través que están situadas de tal  
25 manera que la capa cubre la superficie del substrato, si

bien dejando los elementos emisores de campo 14 al descubierto a través de las aberturas 21.

5 Un electrodo extractor de electrones 22, de un material eléctricamente conductor, tal como una aleación de cobre y berilio, está unido a la capa aislante 20. El electrodo extractor de electrones 22 tiene una pluralidad de aberturas 24, correspondiendo el número de aberturas al número de elementos emisores de campo 14 en la formación de matriz. Las aberturas 24 están situadas de tal manera que cada abertura está alineada en esencia coaxialmente con un elemento emisor de campo correspondiente 14.

10 Con el fin de obtener la emisión deseada de electrones desde los elementos emisores de campo 14, el terminal positivo de una fuente de tensión 26 está conectado al electrodo extractor de electrones 22 y el terminal negativo está conectado a la formación de elementos emisores de campo 14 a través del substrato 12. Los electrones, que son emitidos desde las puntitas 18 bajo la influencia de la tensión aplicada, pasan a través de las aberturas 24 hacia un electrodo ánodo adecuado, tal como una pantalla revestida de material luminiscente (no mostrada).

15 De acuerdo con la invención, el dispositivo 10 podría comprender un solo elemento emisor de campo 14 que tuviera un electrodo extractor de electrones 22 con una  
20  
25 abertura única en él, para generar una corriente única de

electrones, en lugar de la formación grande mostrada de elementos emisores de campo y de electrodos extractores de electrones que generan un gran número de corrientes de electrones individualmente direccionables.

5                    Para fabricar el dispositivo emisor de campo  
10                    10, una superficie de un substrato 12 de un material eléctricamente conductor, tal como cobre, se hace sustancialmente limpia, plana y exenta de defectos. Luego, como se muestra en la figura 3, se aplica una capa 28 de material fotosensible resistente al ataque químico, es decir, un material de fotorreserva, a la superficie preparada y se expone dicha capa a una fuente luminosa a través de una transparencia que tiene una formación de manchas negras. A continuación se elimina por lavado el área no expuesta de la capa de fotorreserva 28, dejando una formación de agujeros 30. Se ataca luego químicamente por debajo la superficie del substrato a través de los agujeros 30, dejando una formación de valles semiesféricos interconectados 32 mostrados en la figura 4. Ha de señalarse que, aunque las etapas previas utilizan un material de fotorreserva y una transparencia negativos, podrían realizarse igualmente bien utilizando un material de fotorreserva y una transparencia positivos.

15                    A continuación, con referencia a la figura 5,  
25                    se arranca la capa de fotorreserva 28, dejando una forma-

ción de estructuras a manera de mesas 34. Luego se oxida el substrato de cobre 12, mediante cualquier método bien conocido, tal como por calentamiento en aire, formándose una capa de óxido de cobre 36 que tiene un espesor de

5 aproximadamente 0,05 mm. Como se muestra en la figura 6, luego se rellenan parcialmente los valles 32 con una capa 38 de un material eléctricamente aislante, tal como vidrio. Un método de rellenan los valles con vidrio consiste en colocar una lámina de vidrio de aproximadamente

10 0,07 mm de espesor a través de las partes superiores de las estructuras a manera de mesas 34 en un horno de vacío. Se establece un vacío y se calienta el vidrio hasta que está semifundido y se deposita en los valles 32, dejando sólo una delgada capa de vidrio 40 que cubre las partes

15 superiores de las estructuras a manera de mesas 34. El vacío elimina sustancialmente cualquier aire que pueda estar aprisionado entre la capa de vidrio y los valles 32.

Utilizando técnicas normales de fotograbado, se graba un patrón de agujeros 42, como se muestra en la figura 7, en una lámina 44 de material conductor, tal como

20 una aleación de cobre y berilio. El patrón es tal que, cuando se coloca la lámina de aleación de cobre 44 sobre la superficie químicamente atacada del substrato de cobre 12, los agujeros 42 quedarán alineados con las estructura

25 a manera de mesas 34 y rodearán a las mismas. Después de

que el vidrio se ha depositado en los valles 32, se enfría lentamente hasta sustancialmente la temperatura ambiente. Se coloca después la lámina de aleación de cobre 44 sobre la superficie químicamente atacada del substrato de cobre 12, de modo que las estructuras a manera de mesas 34 sobresalen a través de los agujeros 42, mientras que el resto de la lámina de aleación de cobre 44 queda montado sobre el material aislante de vidrio 38 (véase la figura 8). La estructura resultante se calienta para unir la aleación de cobre al material aislante de vidrio 38, y se retira luego del horno y se permite que se enfríe hasta sustancialmente la temperatura ambiente. A continuación, se retira la capa delgada de vidrio 40 que cubre las estructuras a manera de mesas 34 para dejar al descubierto el óxido de cobre 36. El óxido de cobre se elimina entonces por ataque químico para producir emisores de campo de forma de pirámide 16, como se muestra en la figura 9. Estos emisores 16 tienen típicamente un diámetro en su extremidad del orden de aproximadamente 5 micras.

A continuación, se deposita una capa porosa 46 de un material que no forma una capa de óxido apreciable, tal como cromo, oro o rodio, sobre las extremidades de los emisores de campo 16, como se muestra en la figura 10. De preferencia, la capa 46 se deposita por chapado eléctrico de cromo sobre las extremidades de los emisores de

campo utilizando técnicas conocidas de chapeado poroso, como describe, por ejemplo, A. H. Sully en "Chromium", Butterworths, Londres (1954), Capítulo 5. La capa de cromo 46 tiene poros o grietas 47 a su través que típicamente están separadas 1 micra. Los emisores de campo 16, con la capa porosa 46 depositada sobre las extremidades de los mismos, se calientan entonces en aire para oxidar las superficies de los emisores de campo que están expuestas por debajo de los poros o grietas 47. La oxidación forma puntas aguzadas de cobre revestido de óxido de cobre debajo de las porciones macizas de la capa porosa 46, como se indica mediante la línea de trazos 48 en la figura 11. Después del enfriamiento a aproximadamente la temperatura ambiente, se desprende químicamente el óxido de las extremidades de los emisores de campo 16, haciendo que la capa porosa 46 caiga y deje una formación de puntitas expuestas 18, como se muestra en la figura 12.

Para describir el funcionamiento del nuevo dispositivo 10, se hace referencia a las figuras 13 a 18. La figura 13 muestra un dispositivo de presentación de un solo haz de electrones generalmente designado como 49, que incluye un dispositivo emisor de campo no termiónico 10 que tiene un solo elemento emisor de campo 14 y un electrodo extractor de electrones 22 con una abertura única 24 en él. También se incluye en el dispositivo de presentación

49 un blanco de electrones 50, en este caso una pantalla de presentación revestida de material luminiscente, y un electrodo de pantalla 52 que tiene una estructura a manera de tela metálica formada por una multiplicidad de aberturas finamente espaciadas 54. Los componentes del dispositivo de presentación 49 están unidos entre sí para formar una cavidad hermética 55 en la que se ha establecido el vacío para proporcionar un ambiente de vacío entre el elemento emisor de campo 14 y la pantalla de presentación 50.

La figura 14 es una representación esquemática del dispositivo de presentación de un solo emisor 49 conectado para funcionamiento básico. El terminal positivo de una fuente de tensión 26 está conectado al electrodo extractor de electrones 22, y el terminal negativo de la misma está conectado a masa. La fuente de tensión 26 es del orden de 100 voltios en corriente continua. El terminal positivo de una primera fuente de tensión de polarización 56 está conectado a un interruptor 58, y el terminal negativo de la misma está conectado a masa. El terminal negativo de una segunda fuente de tensión de polarización 60 está conectado al interruptor 58, y el terminal positivo de la misma está conectado a masa. Las fuentes de tensión de polarización primera y segunda 56 y 60, respectivamente, son típicamente cada una de 5 vol-

5            tios en corriente continua. El terminal positivo de una fuente de alta tensión 62 está conectado a la pantalla revestida de material luminiscente 50, y el terminal negativo de la misma está conectado a masa. La fuente de alta tensión 62 es del orden de 20.000 voltios en corriente continua.

10            Las figuras 15 y 16 son diagramas de energía potencial que representan las energías potenciales relativas de los electrones en diferentes lugares dentro del dispositivo 49 cuando las tensiones aplicadas al electrodo extractor de electrones 22 y a la pantalla revestida de material luminiscente 50 son de 100 voltios y 20.000 voltios, respectivamente. El punto 64 representa la energía potencial de los electrones en  
15            las puntitas 13, el punto 65 es la energía potencial de los electrones en el electrodo extractor de electrones 22, el punto 68 es la energía potencial de los electrones en el electrodo de pantalla 52, y el punto 70 es la energía potencial de los electrones en la pantalla revestida de material luminiscente 50. La figura 15  
20            corresponde a la posición a del interruptor 58 en la figura 14, en la que la tensión en el elemento emisor de campo 14 es de +5 voltios y la tensión en el electrodo de pantalla 52 es de -5 voltios. Como la energía  
25            potencial de los electrones en el electrodo de pantalla

52 (punto 68) es más alta que la energía potencial de los electrones en el elemento emisor de campo 14 (punto 64), los electrones que han sido extraídos del elemento emisor de campo se enfrentarán con una barrera de energía potencial y no serán capaces de pasar por el electrodo de pantalla hacia la pantalla revestida de material luminiscente 50.

10 Cuando se coloca el interruptor 58 de la figura 14 en la posición b, se invierten las tensiones en el elemento emisor de campo 14 y en el electrodo de pantalla 52, produciendo el diagrama de energía potencial de electrones de la figura 16. Como la energía potencial de los electrones en el elemento emisor de campo 14 (punto 64) es ahora más alta que la energía potencial de los electrones en el electrodo de pantalla 15 52 (punto 68), se elimina la barrera de energía potencial y los electrones que han sido extraídos del elemento emisor de campo pasarán a través del electrodo de pantalla y chocarán contra la pantalla revestida de material luminiscente 50 para producir luz.

20 En la figura 17, C representa la capacitancia entre el electrodo de pantalla 52 y el elemento emisor de campo 14. Una señal del tipo de impulso que tiene una tensión positiva con respecto al elemento emisor 25 de campo se aplica al electrodo de pantalla, haciendo

que la capacitancia C se cargue hasta una tensión apropiada. Después de que se ha cargado la capacitancia, la energía potencial de los electrones en el electrodo de pantalla, indicada por el punto 66 (a) en la figura 18, es menor que la del elemento emisor de campo 14, indicada por el punto 64 y la línea de referencia 74 en la misma figura. Cuando se aplica una señal de, por ejemplo, 100 voltios en corriente continua al electrodo extractor de electrones 22, algunos de los electrones que emanan del elemento emisor de campo 14 pasarán por el electrodo de pantalla 52 y chocarán contra la pantalla revestida de material luminiscente 50, mientras que otros chocarán contra el electrodo de pantalla y harán que se reduzca la tensión almacenada en la capacitancia C. A medida que chocan más electrones contra el electrodo de pantalla, se reducirá adicionalmente la tensión en la capacitancia C, hasta que la energía potencial de los electrones en el electrodo de pantalla (punto 68 (b)) se hace sustancialmente igual a la del elemento emisor de campo 14 y se prohíbe el paso adicional de electrones a través del electrodo de pantalla. Por tanto, puede regularse la cantidad de electrones que chocan contra la pantalla revestida de material luminiscente 50 variando la tensión de la señal aplicada.

Entre las ventajas importantes del nuevo dis-

positivo de la invención, sobre los dispositivos de la técnica anterior, se incluyen las características mejoradas de resistencia estructural y de transferencia de calor proporcionadas por la combinación de una puntita esbelta sobre una base piramidal o cónica relativamente grande. Otra ventaja reside en la confiabilidad mejorada proporcionada por una pluralidad de puntitas, en oposición a la única punta de la técnica anterior, en cada lugar de emisión. El fallo de una pluralidad de puntitas no degradará apreciablemente el funcionamiento de un lugar particular, como lo degradaría el fallo de una extremidad puntiaguda única en un dispositivo de la técnica anterior. Todavía otra ventaja proviene del método que permite la fabricación de grandes cantidades (del orden de  $10^6$ ) de lugares de emisión uniformes sobre una gran área (del orden de  $0,929 \text{ m}^2$ ). La uniformidad adicional de la emisión de lugar a lugar se obtiene mediante el uso de un electrodo de pantalla como el descrito en esta memoria.

El dispositivo de la presente invención, cuando se realiza como una formación de elementos emisores de campo, puede utilizarse en aplicaciones que requieran un cátodo de gran área que tenga una pluralidad de fuentes de electrones, tal como se describe en las patentes norteamericanas número 3.176.184, concedida el 30 de

marzo de 1965 a Hopkins; nº 3.539.719, concedida el 10 de noviembre de 1970 a Requa y otros; y nº 3.708.713, concedida el 2 de enero de 1973 a McCann. Además, el dispositivo de presentación descrito en esta memoria puede utilizarse como un dispositivo programable, generando selectivamente una o más corrientes de electrones y controlando la cantidad de electrones que inciden sobre la pantalla revestida de material luminiscente. La generación selectiva de corrientes de electrones puede lograrse, por ejemplo, utilizando tiras de elementos emisores de campo dispuestas en una relación de matriz con tiras de electrodo de pantalla. La generación de una corriente de electrones puede efectuarse haciendo que se aplique la tensión diferencial apropiada entre cualquier elemento emisor de campo deseado y la tira de electrodo de pantalla intersecante. La modulación de la cantidad de electrones que chocan contra la pantalla revestida de material luminiscente puede lograrse, por ejemplo, aplicando selectivamente una tensión de señal a la tira de electrodo de pantalla intersecante, para cargar la capacitancia entre electrodo de pantalla y elemento emisor asociado a fin de controlar el paso de electrones.

25

10                   1ª.- Un dispositivo emisor de campo que  
comprende un substrato eléctricamente conductor y  
al menos un elemento emisor de campo sobre una su-  
perficie de dicho substrato, teniendo dicho elemen-  
to emisor de campo una extremidad puntiaguda que  
15 sobresale desde dicho substrato, caracterizado por-  
que dicho elemento tiene al menos un saliente a  
manera de aguja dispuesto sobre dicha extremidad  
solamente.

20                   2ª.- Un dispositivo emisor de campo según  
la reivindicación 1ª, caracterizado porque dicho  
elemento emisor de campo tiene una configuración  
sustancialmente piramidal.

3ª.- Un dispositivo emisor de campo.

25                   Tal y como se ha descrito en la Memoria  
que antecede, representado en los dibujos que se

acompañan y para los fines que se han especificado.

Esta memoria consta de dieciocho hojas escritas a máquina por una sola cara.

9 ENE. 1976

Madrid,

P.A.

Oscar de Elvira  
Per. Gen.



6.12.75/REA.-

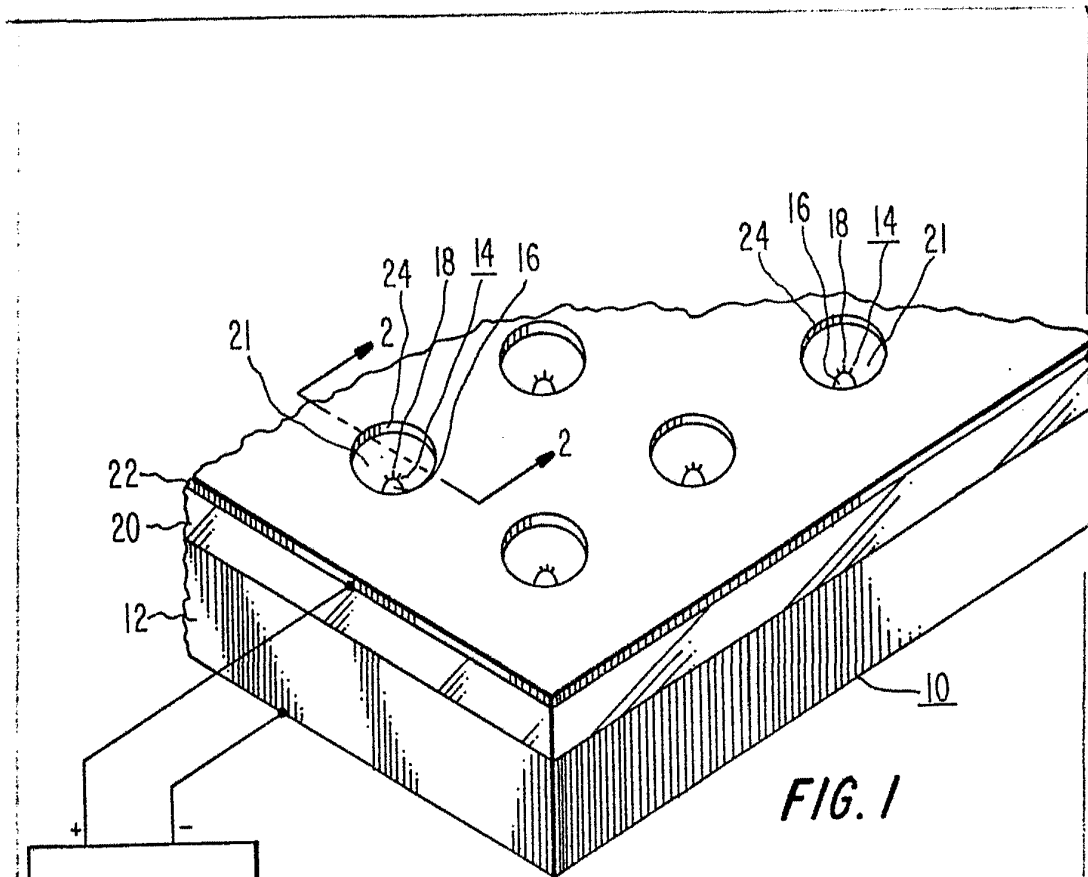


FIG. 1

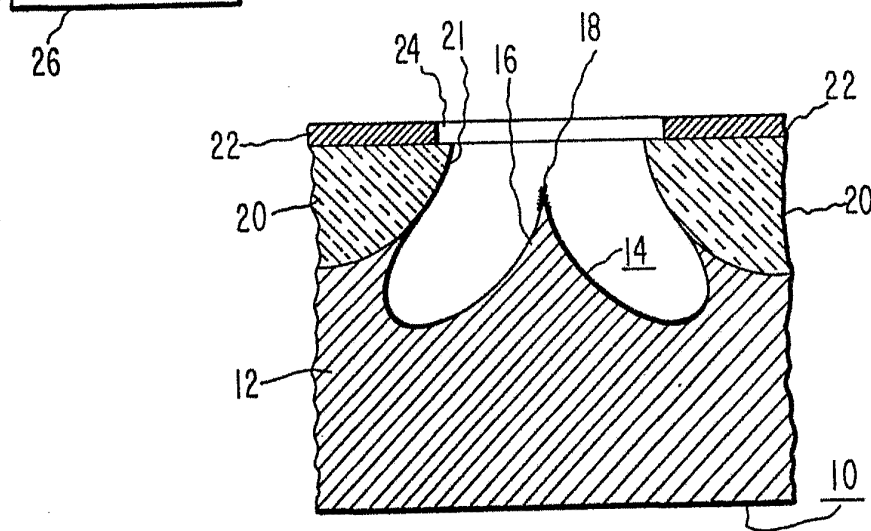


FIG. 2

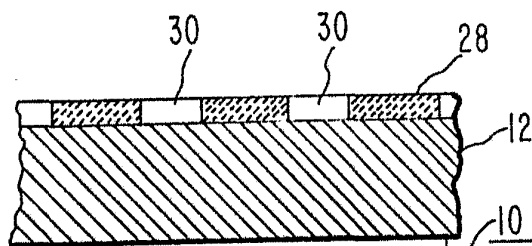


FIG. 3

Copyright © RCA Corporation  
1964

7511.1

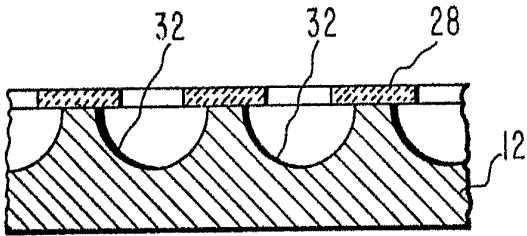


FIG. 4

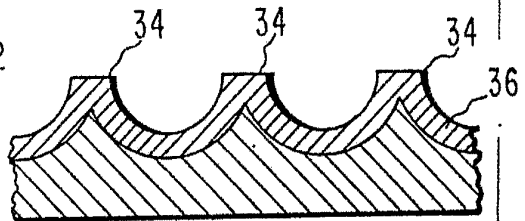


FIG. 5

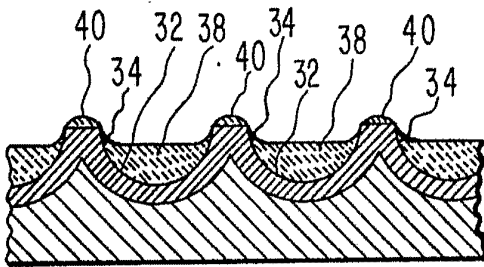


FIG. 6

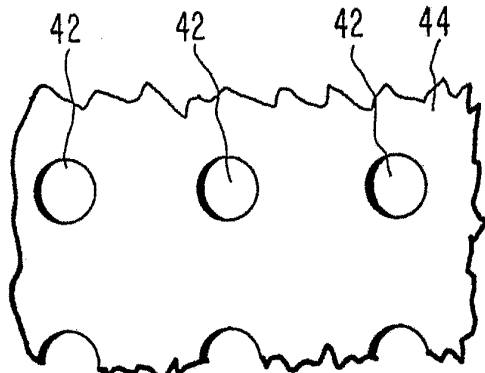


FIG. 7

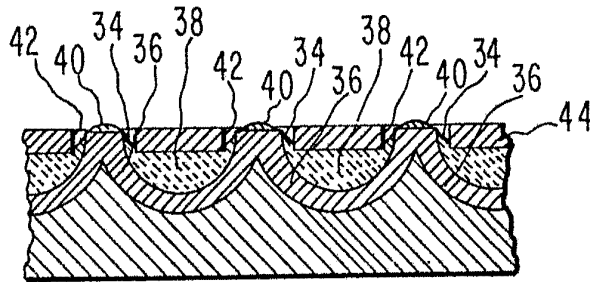


FIG. 8

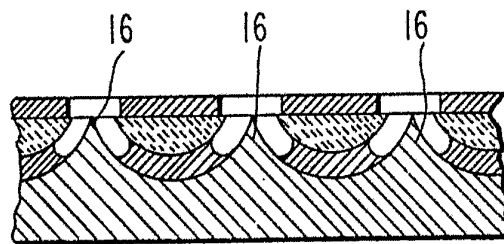


FIG. 9

Per Page  
Gizabury  
*[Signature]*

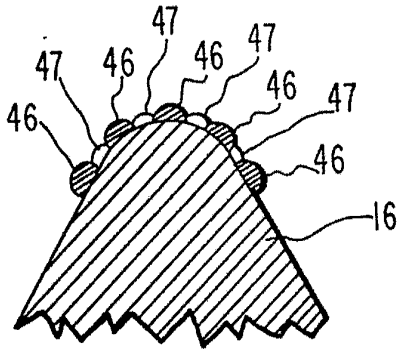


FIG. 10

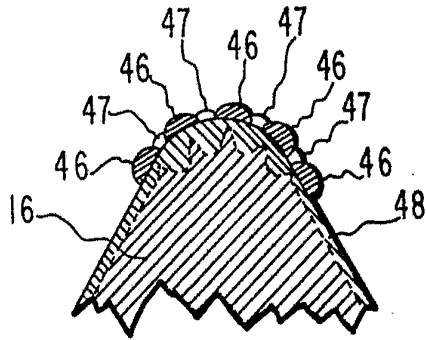


FIG. 11

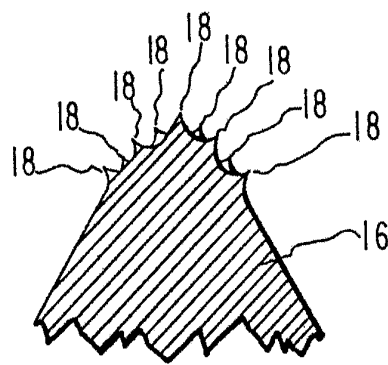


FIG. 12

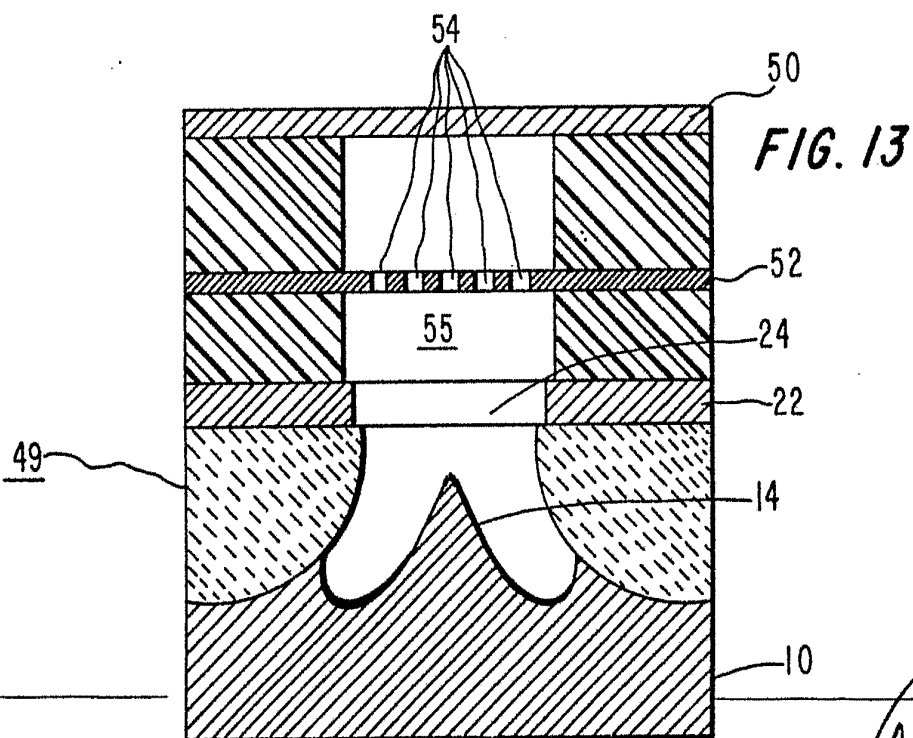
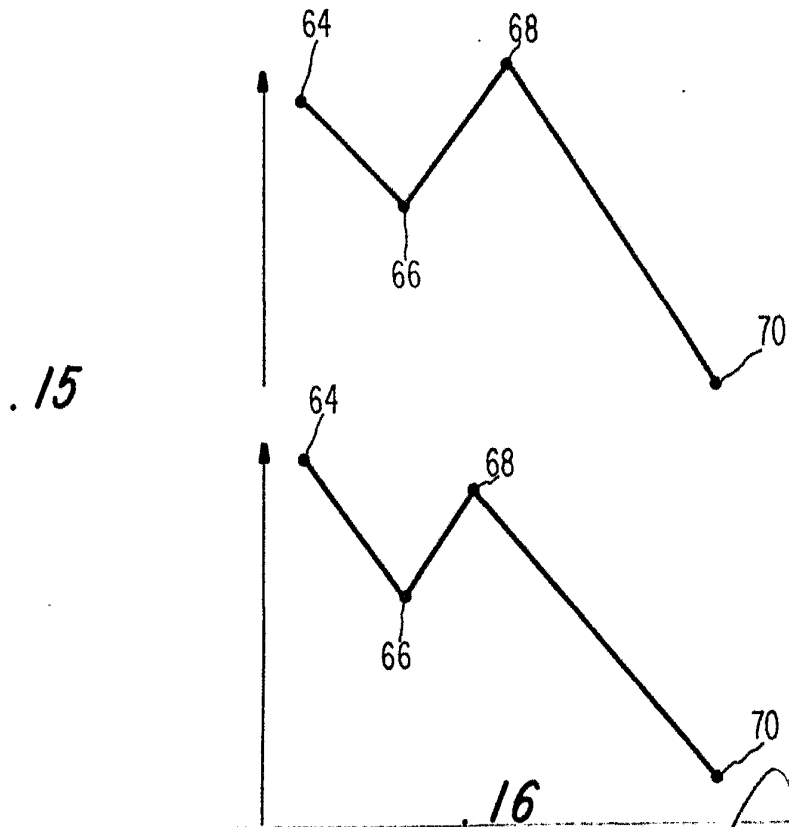
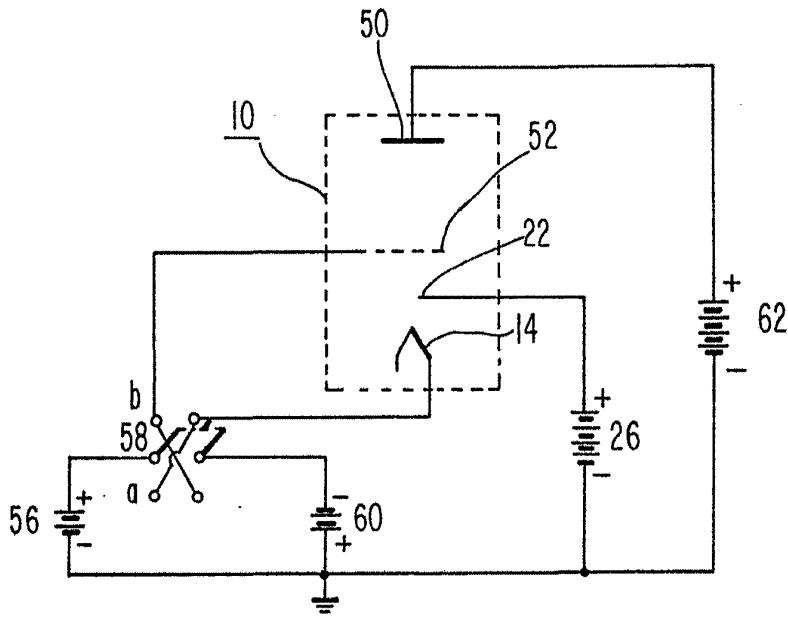


FIG. 13



*Handwritten signature*  
RCA CORPORATION  
FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION

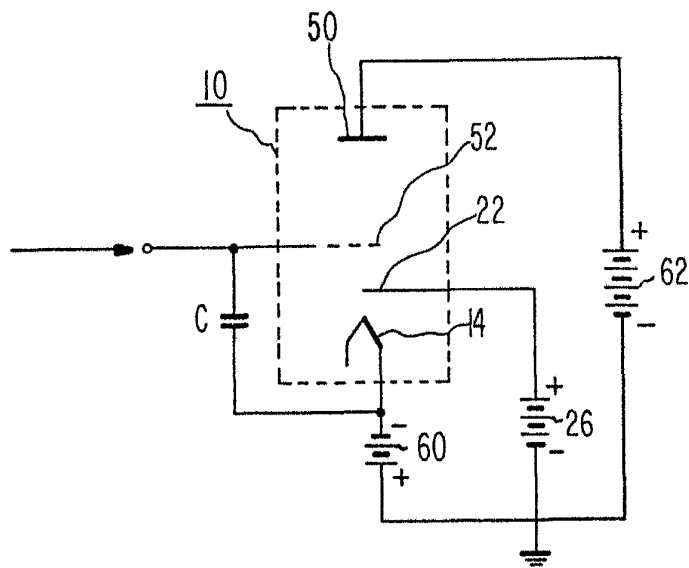


FIG. 17

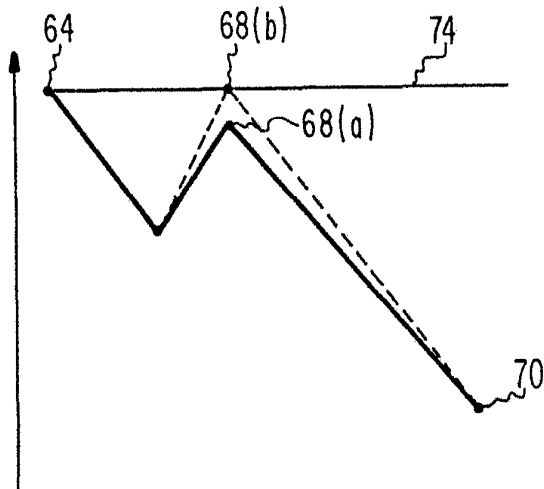


FIG. 18

Oscar de Blasquez  
Per Pedro