

554269

P - 33.649
RCA 55811



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 PROCEDIMIENTO PARA FORMAR UNA ZONA DIFUNDIDA DE FORMA CONICA BAJO UNA PARTE DE UNA SUPERFICIE DE UN SUBSTRATO DE MATERIAL SEMI-CONDUCTOR"

=====

Este invento se refiere en general a procedimientos utilizados en la fabricación de dispositivos semi-conductores, y, de un modo particular, a métodos mejorados para formar uniones PN perfeccionadas.

5 Ciertos dispositivos se construyen extendiendo un aditivo ("dopant") en un cuerpo semi-conductor, a través de una superficie plana del mismo. Cuando se construyen tales dispositivos se esparce un aditivo gaseoso adecuado a través de la superficie del substrato, o bien se extiende



el aditivo a través del substrato desde una capa tratada de material de un grosor uniforme contigua al substrato. Si bien es cierto que dichos procedimientos para formar una unión rectificadora resultan satisfactorios para muchas aplicaciones, puede suceder que la unión rectificadora formada de ese modo tenga partes cuyos radios de curvatura sean relativamente pequeños, resultando de ello porciones en las que la unión rectificadora tenga tendencia a romperse con un ligero exceso en la graduación del voltaje de ruptura de polarización invertida. Por otra parte la anchura de la zona de vaciamiento en la superficie del substrato semi-conductor de una unión rectificadora formada según el antiguo procedimiento, es relativamente pequeña cuando la unión rectificadora está contrapolarizada, debido a que los extremos de la unión PN son considerablemente perpendiculares a la superficie a través de la cual se forma la unión PN. Una estructura así tiende a concentrar la carga del espacio superficial cuando la unión rectificadora está contrapolarizada, situación que conduce a una ruptura de la unión rectificadora ante un ligero exceso en el voltaje de polarización invertida.

En resumen, el método perfeccionado comprende el depositar sobre una parte del substrato una cantidad de óxido tratado, que se halla en estado de vapor en una cámara, a través de una máscara perforada contigua al substrato. La superficie de cualquier abertura de la cámara es relativamente mucho menor que la de una sección transversal de la cámara inmediatamente encima y paralela a la máscara. La proporción entre el grueso de la máscara y el diámetro de apertura debe ser de 1/10 o más. La cantidad

de óxido que de tal forma se deposita disminuye gradualmente, es decir, es más gruesa en el centro que en el borde periférico. El depósito tratado y el substrato se calientan entonces para extender por el substrato cierta cantidad del aditivo del depósito, con objeto de formar en el substrato una zona tratada y difundida de forma ahusada, es decir, que disminuye gradualmente.

La FIGURA 1 muestra una sección transversal del aparato, parcialmente esquemática, para llevar a cabo el procedimiento perfeccionado de formar una unión de forma ahusada.

En la FIGURA 2 se ve el plano de una máscara con aberturas utilizada en el aparato mostrado en la FIGURA 1.

La FIGURA 3 es una ampliación parcial de una sección transversal de un depósito de óxido en forma cónica (es decir, que disminuye gradualmente) sobre el substrato, tal como se forma en el aparato mostrado en las FIGURAS 1 y 2.

La FIGURA 4 es una ampliación parcial de una sección transversal de una parte del aparato mostrado en la FIGURA 1 para explicar la formación de depósitos de óxido en forma cónica, utilizando los procedimientos perfeccionados.

La FIGURA 5 es una ampliación parcial de una sección transversal de un óxido tratado de forma cónica sobre un substrato de material semi-conductos, mostrando una zona tratada, difundida en el substrato, que está formada mediante el procedimiento perfeccionado.

La FIGURA 6 es una ampliación parcial de una



sección transversal de un diodo planar del tipo formado mediante los procedimientos perfeccionados, en la que se muestra en forma esquemática una unión PN contrapolarizada por una fuente de voltaje, en los lados opuestos de la
5 unión PN puede verse una zona de vaciamiento ("depleción") indicada mediante líneas de puntos.

La FIGURA 7 es una ampliación parcial de una sección transversal de un diodo planar contrapolarizado, según el antiguo procedimiento, en la que se muestra su
10 zona de vaciamiento, entre líneas de puntos, en lados opuestos de la unión PN.

Refirámonos ahora en particular a la FIGURA 1, en la que se ve el aparato (10) para formar depósitos de óxido en forma cónica (12) sobre la superficie (14) de un
15 substrato (16). Los depósitos (12) se forman de productos de reacción en estado de vapor en la cámara (18) de un recipiente de tipo campana (19), y se depositan sobre el substrato (16) a través de las aberturas (20) de una máscara (22).

20 Los depósitos de óxido en forma cónica (12), se pueden verse en una sección transversal ampliada de la FIGURA 3, pueden incluir dióxido de silicio o bien óxido de germanio sobre la superficie (14) del substrato (16). El substrato (16) es, preferiblemente, una oblea de material semi-conductor, de conductividad tipo N o tipo P.
25

Los depósitos de óxido en forma cónica (12) se forman por la acumulación de productos de reacción que resultan de la combinación de oxígeno (O_2) y "silano" (SiH_4) o germanio (GeH_4) en la cámara (18). El oxígeno
30 se introduce en la cámara (18) a través de un orificio



(24) en el recipiente (19). El caudal del flujo de oxígeno puede controlarse por cualquiera de los métodos conocidos profesionalmente. El "silano" o el germanio se introducen en la cámara (18) a través de un orificio (26) y de una placa de fritada de cristal (28) colocada de una parte a otra de la cámara (18) mediante cualquier procedimiento adecuado, en los bordes (30) del recipiente (19). La placa de fritada (28) sirve de filtro y de medio de difusión para distribuir uniformemente el "silano" o germanio por toda la cámara (18), y para proporcionar un estado de vapor de productos de reacción que llenan considerablemente la cámara (18) cuando el "silano" o el germanio reaccionan con el oxígeno.

El recipiente (19) descansa sobre una base plana (32). El substrato descansa sobre una plataforma giratoria de metal (34), como, por ejemplo, acero inoxidable. La plataforma (34) está conectada a un motor (36) que, cuando está energizado (activado) la hace girar. Para calentar la plataforma (34) se coloca debajo de ella un calentador (38), que aparece ilustrado como resistencia. El calentador (38) se adapta de forma que pueda ser activado al conectar un par de sus bornes (40 y 42) a cualquier fuente adecuada de energía eléctrica. La máscara (22) puede fijarse a la plataforma (34) mediante tornillos (44 y 46) que pasan a través de agujeros (48 y 50, respectivamente) en la cámara (veáse FIGURA 2).

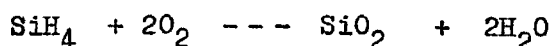
El recipiente (19) tiene un orificio de entrada (52) que comunica con la cámara (18) para introducir un caudal controlado de aditivo ("dopant") en la cámara (18), con el objeto que se indica seguidamente.

7. 11. 1950

El procedimiento para depositar depósitos de óxido en forma cónica (12) sobre partes de la superficie (14) del substrato (16), expuesto mediante las aberturas (20) de la cámara (22), queda explicado a continuación:

5 En la cámara (18) se introduce a través del orificio (26) una mezcla de "silano" (SiH_4) y de un gas inerte, como por ejemplo argón o nitrógeno. El "silano" debe contener 1-3%, en peso, de la mezcla. A través del orificio (24) se introduce oxígeno (O_2) en la cámara (18). Si en el depósito de
10 óxido en forma cónica (12) no se desea un aditivo, se cierra el orificio (52) de cualquier forma que sea conveniente (no ilustrado).

La plataforma (34) se hace girar mediante el motor (36) y, mediante el calentador (38) se calienta a una
15 temperatura entre 150°C y 400°C . Al pasar a través de la placa de frita (28) el "silano" se dispersa uniformemente por la cámara (18), donde se combina con el oxígeno para formar productos de reacción en estado de vapor:



20 El dióxido de silicio (SiO_2) se desprende del estado de vapor y se deposita sobre el substrato calentado (16) a través de las aberturas (20) de la cámara (22). Los depósitos de óxido que así se forman son amorfos debido al calor suministrado por el calentador (38). Cuando se enfrían, los
25 depósitos (12) son sólidos y tienen una forma cónica, como puede verse en la sección transversal ampliada del depósito (12), en la FIGURA 3. El depósito (12) es más grueso en el centro que en el borde periférico (54), y se va haciendo progresivamente más estrecho entre el centro y el
30 borde periférico.



Un depósito (12) de dióxido de silicio con un diámetro de unas 635 micras y un grosor de aproximadamente 4.000 Å en el centro se formó sobre un substrato (16) cubierto con una máscara (22) de un grosor de 381 micras más o menos, y diámetros de apertura de 635 micras. Una mezcla de 3% de "silano" y nitrógeno se introdujo en el recipiente (19) a razón de 2,4 litros/min., aproximadamente, y también se introdujo en el recipiente oxígeno a razón de unos 60 c.c./min. La temperatura de la plataforma se mantuvo a unos 200°C. El depósito (12), de un grosor de unos 4.000 Å, se formó en 10 minutos, aproximadamente. Las temperaturas, caudales de flujo y dimensiones indicadas no son críticas, sino simplemente ilustrativas, y no deben de interpretarse en un sentido limitativo.

El "silano" puede substituirse por germanio en la precedente incorporación de los métodos perfeccionados para formar depósitos (12) de GeO₂:



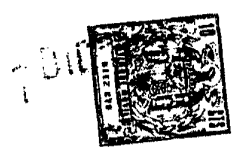
El producto de reacción, óxido de germanio (GeO₂), se deposita sobre el substrato calentado (16) para formar los depósitos de óxido en forma cónica (12).

Vamos ahora a referirnos a la FIGURA 4 en la que puede verse una sección transversal ampliada de la máscara (22) sobre el substrato (16), en la cámara (18), para explicar la formación de los depósitos en forma cónica (12). La sección transversal de la máscara (22) en la FIGURA 4 es a lo largo del diámetro de una de las aberturas (20). Las paredes de la máscara (22) que definen las aberturas (20) deben de ser perpendiculares a la superficie (14) del substrato (16). Puede demostrarse estructuralmente que un



ángulo A cuyo vértice está en el punto de la superficie (14) en el centro de la abertura (20) (FIGURA 4), y cuyos lados (56 y 58) incluyen los puntos D y E diametralmente opuestos, respectivamente, sobre la distancia de superficie (59) de la máscara (22) en el borde de la abertura (20), es mayor que cualquier otro ángulo cuyo vértice esté también en la superficie (14) y cuyos lados incluyan igualmente los puntos D y E, como los ángulos B y C, por ejemplo. Los vértices de los ángulos B y C son diametralmente opuestos, y cada ángulo tiene un lado en la pared que define la abertura (20). Debido a que las partículas de los productos de reacción en la cámara (18) se depositan en el substrato (16) procedentes de cualquier dirección y desde un origen más ancho que la abertura (20), es decir, la extensión de una abertura (20) coplanar con la superficie (14), una mayor cantidad de los productos de reacción se deposita en el centro (vértice del mayor ángulo A) de la abertura (20) que en cualquier otro lugar de la abertura (20), de lo cual resulta el depósito en forma cónica (12).

El grosor de la máscara, la superficie de la abertura (20) (paralela a la superficie, 14) y la superficie de la superficie de la sección transversal de la cámara (18) (paralela a la máscara, 22) determinarán el contorno del depósito de óxido de forma cónica (12). En la práctica, el grosor de la máscara (22) debería ser entre 25,4 y 1.270 micras, y el diámetro corriente de una apertura (20) debería ser entre 25,4 y 12.700 micras. La proporción entre el grosor de la máscara y el diámetro de apertura debe ser de 1/10, o más. Por ejemplo, si la máscara (22) tie-



ne un grosor de 254 micras, el diámetro de la apertura (20) no debe ser mayor de 2.540 micras. En general, el depósito de óxido (12) tendrá forma cónica si la superficie de la sección transversal del estado de vapor del
5 óxido es mayor que la superficie de una abertura (20).

El depósito de óxido en forma cónica puede tratarse con un aditivo adecuado, con objeto de conseguir un depósito de óxido tratado, en forma cónica (60), tal como se ve en la figura 5. El depósito tratado (60) es similar
10 al depósito (12), con la diferencia de que el depósito (60) contiene un aditivo adecuado. El depósito tratado (60) puede utilizarse para formar una unión PN perfeccionada (62) y una superficie de difusión tratada (64) en el substrato semi-conductor (16), en la forma que a continuación se describe.
15

El depósito tratado (60) se deposita sobre el substrato (16) esencialmente en la misma forma descrita para el depósito en forma cónica (12), con la excepción de que el depósito tratado (60) se forma de un estado de vapor, incluyendo la presencia de un aditivo adecuado en
20 cámara (18). Para formar el depósito (60) se introduce en la cámara (18) a través del orificio (52) un aditivo como por ejemplo "diborano" (B_2H_6), 1% B_2H_6 , por peso, en un gas inerte tal como el argón o el nitrógeno, al mismo
25 tiempo que el oxígeno procedente del orificio (24) y el "silano" procedente del orificio (26). Tiene entonces lugar una reacción en la cámara (18) de la que resultan productos de reacción en estado de vapor. Los depósitos que se sedimentan en la superficie (14) del substrato (16) a
30 través de los agujeros (20) y la máscara (22) resultan



ser depósitos de dióxido de silicio tratados con boro, una impureza aceptora, es decir una impureza inductora de conductividad del tipo P. Si, en lugar de "diborano", se utilizase una impureza dadora, es decir, una impureza inductora de conductividad del tipo N, tal como el "fosfeno" (PH₃), el depósito tratado (60) tendría una conductividad del tipo N.

Si el depósito de forma cónica (60) de óxido tratado se calienta hasta una temperatura de alrededor de 1150°C, el aditivo del depósito (60) se extiende a través de la superficie (14) del substrato (16) y forma la zona difundida de forma cónica (64) del aditivo en el substrato (16). Refirámonos, por ejemplo, a la FIGURA 5: si se calienta el depósito (60) de dióxido de silicio tratado con boro hasta una temperatura de 1150°C durante unos 30 minutos, el boro se esparcirá por el substrato (16) para formar la unión PN (62), suponiendo que el substrato (16) sea de un material semi-conductor del tipo N. Puesto que el depósito (60) es de forma cónica, la parte difundida (64) inmediatamente debajo del depósito (60) será también de forma cónica, más gruesa en el centro y estrechándose hacia el borde periférico en la superficie (14) del substrato (16). Ello obedece al hecho de que hay más aditivo en la gruesa parte central del depósito (60) que en la parte de la periferia.

Vamos ahora a referirnos a la FIGURA 6, en la que puede verse un diodo planar contrapolarizado (70) que tiene una unión PN (62) formada mediante las operaciones descritas para la formación de la unión PN (62) ilustrada en la FIGURA 5. El diodo (70) está contrapolarizado por me-



7

5 dio de una fuente de voltaje (72), y la anchura de la su-
perficie de vaciamiento se indica mediante líneas de pun-
tos (66 y 68), en los lados opuestos de la unión PN (62),
respectivamente. Debido al hecho de que la zona de difusión
del tipo P (64) en el diodo (70) tiene una forma cónica
con dirección al borde periférico, la unión PN (62) se a-
cerca a la superficie superior (14) del substrato (16) en
ángulo agudo, más bien que en forma esencialmente perpen-
dicular, como en muchos diodos planares del antiguo pro-
cedimiento. Como consecuencia de la forma cónica de la zo-
na de difusión (64), la anchura de la zona de vaciamiento
a lo largo de la superficie (14) es mayor de lo que sería
si la unión PN se aproximase a la superficie (14) en án-
gulo recto. Dicha estructura distribuye la carga del espa-
cio superficial del diodo (70), cuando está contrapolarari-
zado, sobre una superficie mayor que en los diodos del an-
tiguos procedimiento, y proporciona al diodo (70) superio-
res características de voltaje de ruptura de polarización
invertida.

20 Nos referimos ahora a la FIGURA 7, que muestra
un diodo planar contrapolarizado (80) formado según los
antiguos procedimientos, como por ejemplo formando una re-
gión de tipo P (81) en el substrato de tipo N (16), median-
te difusión de un gas a través de la superficie (14) del
25 substrato (16). El diodo (80) está contrapolarizado median-
te la fuente de voltaje (72), y se forma una zona de vacia-
miento definida por líneas de puntos (82 y 84), en lados
opuestos de su unión PN (86), respectivamente. La unión
PN (86), formada mediante muchos de los antiguos procedi-
30 mientos, se aproxima a la superficie (14) esencialmente en



ángulo recto. Si se supone que la anchura de la zona de vaciamiento en la unión PN es la misma en el diodo del antiguo procedimiento (80) que en el diodo (70), es evidente que la longitud de la zona de vaciamiento a lo largo de la superficie (14) del diodo (80) es más corta que a lo largo de la superficie (14) del diodo (70). De aquí que para un voltaje contrapolarizado dado de la fuente de voltaje (72), la distribución de la carga del espacio superficial a lo largo de la superficie (14) (entre las líneas 66 y 68) del diodo perfeccionado (70) tenga sobre una zona de mayor anchura que la obtenida a lo largo de la superficie (14) del diodo del antiguo procedimiento (80) (entre las líneas 82 y 84). Dicha mayor distribución de la carga del espacio superficial del diodo contrapolarizado (70) disminuye su tendencia a romperse a lo largo de la superficie y representa una propiedad superior ofrecida por el diodo en lo que a ruptura de voltaje respecta.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América el 10 de Diciembre de 1965, con el número 512.975, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

- N O T A -

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



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

5 1.- Un procedimiento para formar una zona difundida de forma cónica bajo una parte de una superficie de un substrato de material semi-conductor, procedimiento que se caracteriza por incluir: el depositar una capa en forma cónica de un óxido de un semi-conductor, que se halla en estado de vapor en una cámara junto con un aditivo semi-conductor, sobre la mencionada parte de la referida superficie y a través de una abertura de una máscara
10 que se aplica contra dicha superficie, la parte indicada queda expuesta por la mencionada abertura, y su superficie es considerablemente menor que la de una sección transversal de la referida cámara inmediatamente encima de la máscara y paralela a la susodicha parte, seguidamente calentar el substrato y el óxido tratado mencionados, con objeto de extender parte del indicado aditivo de la referida capa en forma cónica de óxido tratado, a través de la parte en cuestión y por el interior de dicho substrato,
15 20 con lo cual se forma la mencionada zona difundida.

25 2.- Un procedimiento para formar una zona difundida de forma cónica bajo parte de una superficie sobre un substrato de material semi-conductor, tal como se define en la reivindicación 1, y caracterizado también porque el referido óxido es de silicio o germanio, y la proporción entre el grueso de la máscara y el diámetro de
30 apertura es de 1/10 o mayor.

3.- Un procedimiento para formar una zona difundida de forma cónica bajo parte de una superficie de un
30 substrato de un material semi-conductor, tal como se defi-



ne en la reivindicación 1, caracterizado al propio tiempo porque el mencionado óxido es el producto de la reacción del oxígeno con el "silano", o con el germanio, porque el referido material semi-conductor tiene un tipo de conductividad y porque el aditivo indicado es una impureza inductora de conductividad de tipo opuesto.

5
10
15
4.- Un procedimiento para formar una zona difundida de forma cónica bajo parte de una superficie de un substrato de material semi-conductor, tal como se define en la reivindicación 1, caracterizado al propio tiempo porque dicho material semi-conductor tiene un tipo de conductividad, el mencionado óxido es el producto de la reacción del "silano" con el oxígeno, el referido aditivo aditivo semi-conductor es una impureza inductora de conductividad de tipo opuesto, y la proporción entre el grueso de la máscara y el diámetro de apertura es de 1/10, o mayor.

20
25
5.- Un procedimiento para formar una zona difundida de forma cónica bajo parte de una superficie de un substrato de material semi-conductor, tal como se define en la reivindicación 1, caracterizado al propio tiempo porque el referido substrato se calienta a una temperatura entre 150°C. y 400°C durante la etapa en que se deposita la mencionada cantidad en forma cónica de óxido tratado.

30
6.- Un procedimiento para formar una zona difundida de forma cónica bajo parte de una superficie de un substrato de material semi-conductor, tal como se define en la reivindicación 1, caracterizado al propio tiempo porque el mencionado material semi-conductor tiene un tipo de conductividad, el referido óxido es de silicio o germanio.



nio, el indicado aditivo es una impureza inductora de conductividad de tipo opuesto, susodicho substrato se calienta entre 150°C y 400°C durante la etapa en que se deposita la mencionada cantidad de óxido tratado, y la proporción
5 entre el grueso de la máscara y el diámetro de la apertura es de 1/10, o mayor.

7.- Un procedimiento para formar una zona difundida de forma cónica bajo una parte de una superficie de un substrato de material semi-conductor.

10 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 quince hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

P.A.

7 DIC. 1966

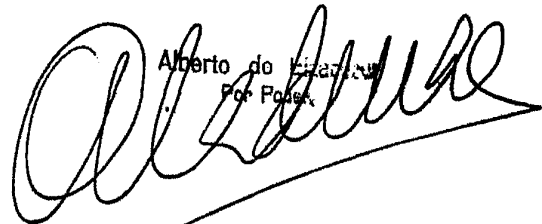
Alberto de Echarri
Por Poder




Fig. 1.

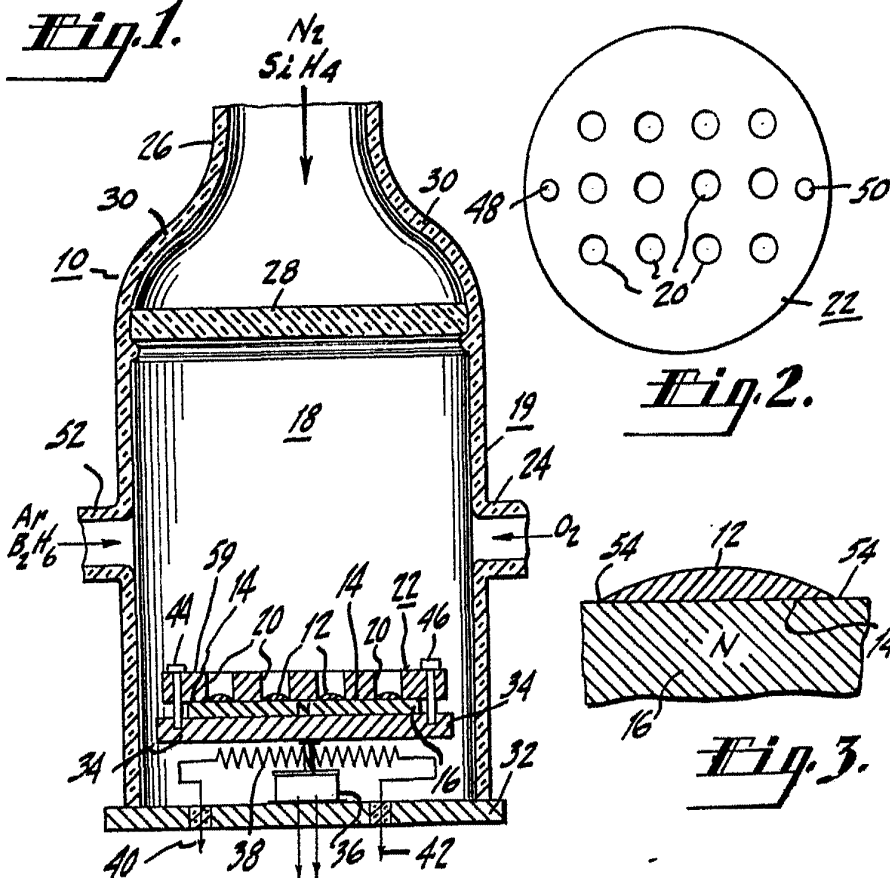


Fig. 2.

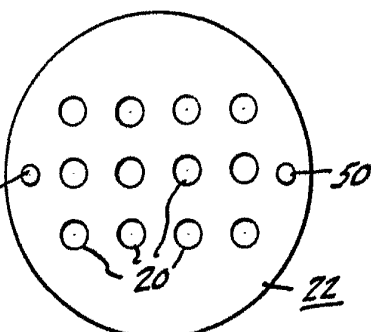
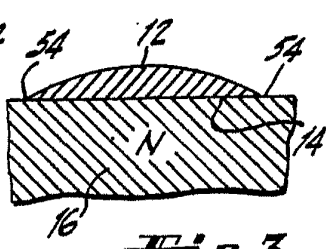
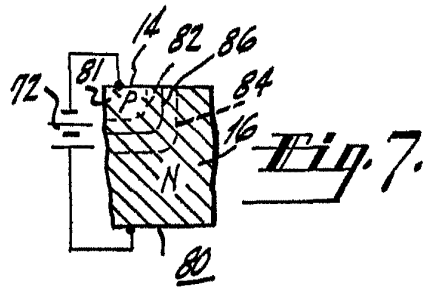
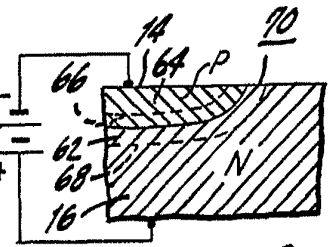
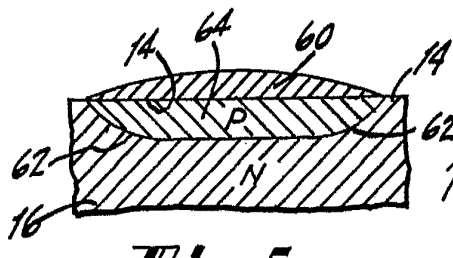
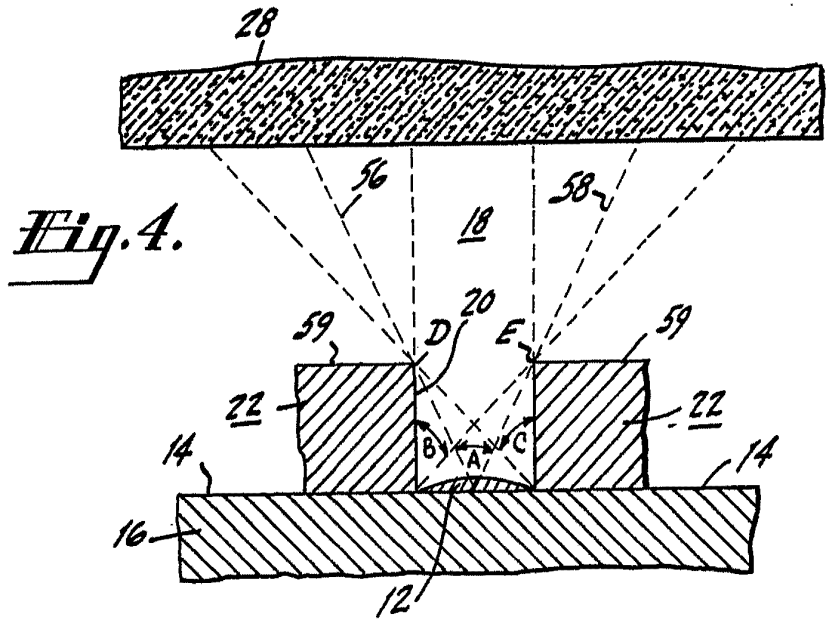


Fig. 3.



Alfred



Alfred