

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 372 491**

51 Int. Cl.:
H01L 21/68 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **04731535 .3**
96 Fecha de presentación: **07.05.2004**
97 Número de publicación de la solicitud: **1623458**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **08.02.2006**

54 Título: **SEPARACIÓN Y ENSAMBLAJE DE TIRAS DE SEMICONDUCTOR.**

30 Prioridad:
09.05.2003 AU 2003902270

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
20.01.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
20.01.2012

73 Titular/es:
**TRANSFORM SOLAR PTY LTD.
LEVEL 45 AUSTRALIA SQUARE 264-278
GEORGE STREET
SYDNEY, NSW 2000, AU**

72 Inventor/es:
**WONG, Paul, Charles;
ABNOOS, Razmik;
EVERETT, Vernie, Allan y
KERR, Mark, John**

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 372 491 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Separación y ensamblaje de tiras de semiconductor

CAMPO DE LA INVENCION

5 La presente invención se refiere, en general, al procesamiento de semiconductores y, en particular, al ensamblaje de matrices de tiras de semiconductor.

ANTECEDENTES

10 La industria de células solares fotovoltaicas es extremadamente sensible al costo en términos de eficiencia de la tensión producida por la célula solar y al costo de fabricación de la célula solar. Puesto que se utiliza solamente un pequeño porcentaje del grosor total de la célula solar, es cada vez más importante minimizar el grosor de la célula solar y producir más células solares a partir de una pieza de silicio.

15 La publicación internacional (PCT) número WO 02/45143 (PCT/AU01/01 546), publicada el 6 de junio de 2002 y titulada "Semiconductor Wafer Processing to Increase the Usable Planar Surface Area" ("procesamiento de obleas de semiconductor para incrementar el área superficial plana utilizable") describe células solares en "tajadas finas", y un método de fabricación de dichas células solares de tajadas finas para incrementar el área superficial utilizable de una oblea de semiconductor. La oblea tiene una superficie sustancialmente plana y una dimensión de grosor en ángulo recto respecto a la superficie sustancialmente plana, y habitualmente es silicio monocristalino o silicio multicristalino.

20 En el método de la publicación internacional número WO 02/45143, se selecciona el grosor de una tira o tajada fina para la división de la oblea en varias tiras o tajadas finas. A continuación, se selecciona una técnica para cortar la oblea en las tiras, en un ángulo respecto de la superficie sustancialmente plana, en el cual el grosor y la anchura combinados de la tira extraída de la oblea mediante el corte, son menores que el grosor de la oblea. La oblea se corta en tiras utilizando la técnica seleccionada, y las tiras son separadas entre sí. Las caras de las tiras que estaban previamente en un ángulo respecto de la superficie de la oblea, se convierten en las caras de las tiras expuestas como resultado de cortar la oblea y separar las tiras entre sí.

25 La figura 1(a) muestra una oblea de silicio 3 formada mediante técnicas estándar de crecimiento cristalino y formación de obleas. La oblea 3 debe tener por lo menos 0,5 mm de grosor y, habitualmente, aproximadamente 1 mm de grosor y puede ser una oblea monocristalina o multicristalina. En el método de la publicación internacional número WO 02/45143, se forman en la oblea 3 una serie de ranuras o canales paralelos 2. Las ranuras tienen habitualmente una anchura de 0,05 mm, y el espaciado de las ranuras es habitualmente de 0,1mm. De este modo, se forman finas tiras paralelas de silicio, de aproximadamente 0,05 mm de anchura. Gracias a que las ranuras 2 no se extienden del todo hasta los bordes de la oblea 3, un marco 5 de silicio no cortado mantiene las tiras 1 en su posición. El marco 5 es habitualmente de 5 mm de ancho a cada lado. Las ranuras 2 pueden realizarse utilizando cualquiera entre una serie de técnicas, incluidas las mencionadas en la publicación internacional número WO 30 02/45143.

35 La figura 1(b) es una sección transversal vertical a mayor escala, a través de la oblea 3, a lo largo de la línea A-A, que muestra las tiras 1 y los espacios 2 en una vista en sección transversal.

40 La figura 2 muestra una disposición de tiras o tajadas finas fabricadas como células solares 20, con una conexión en paralelo y una separación entre células. Tal como se muestra, las células 20 están dispuestas sobre un sustrato 21. Pueden formarse pistas eléctricamente conductoras 16, por ejemplo, de manera que todos los contactos 32 con polaridad p están conectados eléctricamente entre sí en un extremo de las células, estando todos los contactos 33 de polaridad n conectados eléctricamente entre sí en el otro extremo de las células.

45 Puesto que las tiras o tajadas finas de semiconductor se comban y se doblan fácilmente pero, al mismo tiempo, son muy quebradizas, de manera desventajosa las tajadas finas pueden resultar fracturadas o dañadas cuando son separadas de la oblea. Además, todas las caras de todas las tajadas finas deben estar configuradas con la misma cara que se muestra en las células 20 de la figura 2, pues de lo contrario pueden producirse diferencias de polaridad. Además, de manera desventajosa las tajadas finas pueden pegarse entre sí.

Por lo tanto, existe una necesidad para separar, desde las obleas, tiras o tajadas finas de material semiconductor, y ensamblar dichas tiras o tajadas finas separadas.

RESUMEN

De acuerdo con un aspecto de la invención, se da conocer un método acorde con la reivindicación 1, de separación de tiras alargadas de semiconductor desde una oblea de material semiconductor. Se proporciona una serie de tiras alargadas de semiconductor formadas en una oblea de manera sustancialmente paralela entre sí. La oblea tiene una superficie sustancialmente plana y una dimensión del grosor en ángulo recto respecto de la superficie sustancialmente plana. La oblea tiene asimismo una o varias partes de marco en extremos opuestos de las tiras de semiconductor, que conecta o conectan las tiras a la oblea. Cada una de las tiras de semiconductor tiene una anchura, por lo menos, sustancialmente igual al grosor de la oblea, y una dimensión del grosor de la tira menor que la anchura. Por lo menos una de las tiras alargadas de semiconductor, forma longitudinalmente un borde de la oblea o está casi adyacente al borde. Se aplica un vacío a la tira alargada de semiconductor que forma el borde o es adyacente al borde. La tira alargada de semiconductor es descendida hacia la fuente de vacío. La oblea es alejada de la fuente de vacío, liberando la tira alargada de semiconductor de la oblea y manteniéndola acoplada con la fuente de vacío.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, la operación descrita puede llevarse a cabo simultáneamente en múltiples obleas, separando de ese modo múltiples tiras alargadas de semiconductor al mismo tiempo.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, se da conocer un aparato acorde con la reivindicación 10 para separar tiras de semiconductor alargadas desde una oblea de material semiconductor que tiene una serie de tiras de semiconductor alargadas formadas de manera sustancialmente paralela entre sí en dicha oblea, teniendo dicha oblea una superficie sustancialmente plana y una dimensión del grosor en ángulo recto respecto de la superficie sustancialmente plana, y una parte de marco en extremos opuestos de dichas tiras de semiconductor conectando dichas tiras a dicha oblea, teniendo cada una de dichas tiras de semiconductor una anchura, por lo menos, sustancialmente igual al grosor de la oblea, y una dimensión del grosor de dichas tiras menor que dicha anchura, formando longitudinalmente por lo menos una de las tiras alargadas de semiconductor un borde de dicha oblea o estando casi junto a dicho borde, comprendiendo dicho aparato medios para sujetar dicha oblea y estando además dicho aparato caracterizado por una fuente de vacío adaptada para aplicar vacío a una cara de una tira alargada de semiconductor, y por medios para desplazar entre sí dicha oblea y dicha fuente de dicho vacío a una distancia predeterminada, con objeto de separar de dicha oblea dicha tira alargada de semiconductor a la que se aplica vacío.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Se describen realizaciones de la invención, sólo modo de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos anexos, en los cuales:

las figuras 1(a) y 1(b) son un diagrama esquemático que muestra vistas superior y en sección transversal de una oblea de semiconductor, después de la formación de las ranuras;

la figura 2 es un diagrama esquemático que muestra la disposición de las tiras o tajadas finas de semiconductor y su interconexión eléctrica;

las figuras 3(a) a 3(d) son diagramas esquemáticos que ilustran una oblea de semiconductor con una o varias regiones de tiras o tajadas finas formadas en la oblea;

la figura 4 es un diagrama esquemático que muestra una oblea de semiconductor con una región de tiras o tajadas finas que están separadas o combadas de forma desigual en la oblea, debido a la flexibilidad de las tiras o tajadas finas;

la figura 5 es un diagrama de bloques de una fuente de vacío con la cual pueden realizarse las realizaciones de la invención;

las figuras 6(a) a 6(d) son diagramas esquemáticos que ilustran un proceso de separación de las tiras o tajadas finas respecto de la oblea de semiconductor de la figura 4;

la figura 7 es un diagrama esquemático que ilustra una región debilitada de la oblea mostrada en la figura 3(d);

la figura 8 es un diagrama esquemático que ilustra una disposición de una fuente de vacío y un primer par de correas almenadas para recibir tajadas finas o tiras, separadas de la oblea por la fuente de vacío;

la figura 9 es un diagrama esquemático que muestra un par de correas de la figura 8, un tambor adaptado para aplicar vacío a las tajadas finas o tiras, y un segundo par de correas;

- la figura 10 es un diagrama esquemático que ilustra una referencia para ajustar el alineamiento de las tajadas finas dispuestas en el segundo par de correas de la figura 9;
- la figura 11 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso de separación de tiras o tajadas finas, desde una oblea de material semiconductor;
- 5 la figura 12 es una imagen que muestra seis obleas con tajadas finas formadas en cada una de las obleas;
- las figuras 13(a) a 13(c) son imágenes que muestran un yugo para sujetar una oblea con tajadas finas o tiras formadas en la oblea;
- la figura 14 es una imagen de un dispositivo robótico para la separación de tiras o tajadas finas desde la oblea de material semiconductor;
- 10 la figura 15 es una imagen de un brazo del dispositivo robótico de la figura 14, para sujetar un yugo que soporta una oblea;
- la figura 16 es una imagen de un yugo conectado al brazo de la figura 15;
- las figuras 17, 18 y 19 son imágenes más detalladas de un conjunto en el dispositivo robótico de la figura 14, que incluye una fuente de vacío o bloque dispuesto entre un primer par de correas, y un mecanismo para verificar las tajadas finas o tiras y retirar de las correas las tajadas finas o tiras defectuosas;
- 15 la figura 20 es una imagen más detallada del mecanismo de la figura 17 para retirar de las correas tajadas finas o tiras defectuosas.
- las figuras 21 y 22 son imágenes de un tambor en el conjunto de correa, adaptado para aplicar vacío a las tajadas finas dispuestas en las correas;
- 20 la figura 23 es una imagen más detallada del bloque de vacío y de las correas de las figuras 17 a 19;
- la figura 24 es un diagrama de flujo que ilustra un método de ensamblaje de varias tajadas finas separadas de la oblea, en una matriz de tajadas finas;
- la figura 25 es un diagrama de bloques de una fuente de vacío con la cual pueden realizarse las realizaciones de la invención;
- 25 la figura 26 es un diagrama de bloques de una fuente de vacío que tiene canales formados en una configuración en forma de U;
- la figura 27 es un diagrama de bloques de una tajada fina siendo retirada de una oblea, utilizando un bloque de vacío con un detector de vacío;
- 30 la figura 28 es un diagrama de bloques que ilustra la colocación de las tajadas finas sobre correas transportadoras almenadas, utilizando la bomba de vacío de la figura 37;
- la figura 29 es un diagrama de bloques de un comprobador de "agarre suave" con un servomotor y una leva;
- la figura 30 es una disposición de una fuente de vacío, correas almenadas, comprobador, y tambor de vacío, acorde con otra realización de la invención; y
- 35 la figura 31 es un diagrama de bloques de un detector de vacío.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

- Se dan a conocer un método y aparato para separar tiras de semiconductor alargadas, desde una oblea de material semiconductor. Además, se dan a conocer un método y un aparato para ensamblar en una matriz de las tiras, una serie de tiras de semiconductor alargadas, separadas de una oblea de material semiconductor. Además, se dan a conocer un método y un aparato para ensamblar sobre un sustrato una matriz de tiras alargadas de semiconductor. En la siguiente descripción, se definen numerosos detalles específicos, que incluyen las dimensiones de las tiras o tajadas finas de semiconductor, el número de correas, las separaciones entre almenas, y similares. Sin embargo, a partir de esta exposición, resultará evidente para los expertos en la materia que pueden realizarse modificaciones
- 40

y/o sustituciones sin apartarse del alcance y el espíritu de la invención. En otras circunstancias, pueden omitirse detalles específicos para no oscurecer la invención.

Las realizaciones de la invención persiguen proporcionar más área superficial de célula por masa de silicio.

Vista General

5 La figura 11 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso 1110 de separación de tiras o tajadas finas desde una oblea de material semiconductor, de acuerdo con una realización de la invención. Las tiras son de forma alargada. Preferentemente, la oblea es de silicio monocristalino o silicio multicristalino (o policristalino). Sin embargo, pueden utilizarse otros materiales semiconductores sin apartarse del alcance y el espíritu de la invención. En la etapa 1110, se proporcionan varias tiras de semiconductor alargadas formadas en una oblea, de manera sustancialmente paralela entre sí. La oblea tiene una superficie sustancialmente plana y una dimensión del grosor en ángulo recto respecto de la superficie sustancialmente plana. La obleas tiene, asimismo, una o varias partes de marco en extremos opuestos de las tiras de semiconductor, que conectan las tiras a la oblea. Cada una de las tiras de semiconductor tiene una anchura, por lo menos, sustancialmente igual al grosor de la oblea, y una dimensión del grosor de la tira menor que la anchura. Una cara de, por lo menos, una de las tiras alargadas de semiconductor forma longitudinalmente un borde de la oblea, o es casi adyacente al borde. La oblea puede ser desplazada de manera que la cara de la tira alargada de semiconductor esté muy próxima a la fuente de vacío. En la etapa 1120, se aplica vacío a la cara de la tira alargada de semiconductor que forma el borde o que es adyacente al borde. En la etapa 1130, la oblea y una fuente de vacío son desplazadas entre sí en una distancia predeterminada para separar de la oblea la tira alargada de semiconductor a la que se está aplicando vacío.

20 El vacío aplicado a la tira alargada de semiconductor separada, se reduce y preferentemente se finaliza (es decir, cesa el vacío) y la tira alargada de semiconductor separada y la fuente de vacío son desplazadas una respecto de la otra.

25 En una variación de esta etapa, puede seguir aplicándose vacío a la tira alargada de semiconductor mientras la tira está siendo desplazada desde la oblea, para mantener la tira alargada de semiconductor en estrecho contacto con el medio de desplazamiento. Este acoplamiento por vacío puede mantenerse hasta que la tira alargada de semiconductor está bajo otro medio de retención tal como, por lo menos, una corona.

30 Las etapas del método se llevan a cabo repetidamente para separar de la oblea dos o varias tiras alargadas de semiconductor. La fuente de vacío tiene un cuerpo con, por lo menos, una cavidad formada en el cuerpo para proporcionar el vacío aplicado. La cavidad adyacente a la cara de la tira alargada de semiconductor es de tamaño sustancialmente igual o menor que una dimensión de la cara. A continuación se exponen realizaciones específicas de fuentes de vacío, o bloques de vacío.

35 La tira alargada de semiconductor puede fabricarse con puntos de ruptura respecto de la oblea, preferidos. Estos pueden ser puntos débiles en posiciones de la oblea adyacentes a extremos opuestos de las tiras alargadas de semiconductor. Los puntos débiles facilitan la separación de la tira alargada de semiconductor desde la oblea. Más preferentemente, los puntos débiles son ranuras formadas en la oblea utilizando cualquiera de una serie de técnicas bien conocidas, que incluyen aserrado y grabado. Pueden ponerse en práctica otros métodos de formación de dichos puntos débiles sin apartarse del alcance y el espíritu de la invención.

40 Cuando las tiras alargadas de semiconductor son separadas de la oblea en estos puntos débiles, es deseable controlar la naturaleza de la ruptura. Un mecanismo para proporcionar un tipo de ruptura es controlar las orientaciones de los planos de fractura del cristal.

Preferentemente, las tiras alargadas de semiconductor se utilizan para formar células solares fotovoltaicas de "tajadas finas". Sin embargo, pueden utilizarse tajadas finas o tiras de semiconductor configuradas de forma similar para fabricar otros dispositivos y circuitos.

45 En la siguiente descripción, se dan a conocer en detalle realizaciones de la invención que utilizan pares de correas con almenas. Sin embargo, los métodos, aparatos y sistemas pueden ponerse en práctica con otros números de correas y otras configuraciones. Por ejemplo, los métodos, aparatos y sistemas pueden implementarse utilizando una sola correa para cada par de correas descritas en detalle a continuación. Además, la correa puede tener ranuras formadas en la misma, en lugar de almenas. Por ejemplo, la correa puede ser porosa para permitir la acción del vacío a su través, o la correa puede tener aberturas, tener perforaciones, estar tejida, o similar, para permitir su utilización con la fuente de vacío. Otra variación es que las "correas" pueden ser tiras portadoras que se utilizarán como parte del conjunto del panel solar final. Pueden realizarse otras variaciones sin apartarse del alcance y el espíritu de la invención.

Por lo demás, la recogida de las tiras alargadas de semiconductor puede realizarse en un esquema por lotes, donde las almenas están sobre una o varias barras portadoras.

Obleas con tajadas finas

5 Las figuras 3(a) y 3(b) son diagramas esquemáticos que muestran obleas de semiconductor que tienen, por lo menos, una región de tiras o tajadas finas formada en la oblea. En adelante, dichas tiras de semiconductor cortadas en la oblea son denominadas "tajadas finas" para facilitar la descripción. En la figura 3(a) se representa una primera configuración 300 de una oblea 310 de semiconductor con varias partes 312, 314, 316 de tajadas finas. Tal como puede verse a partir de la figura 3(a), la parte 314 tiene tajadas finas que son significativamente más largas que las de las regiones 312 y 316. Pueden llevarse a cabo procesos diferentes para procesar tajadas finas de longitudes diferentes, si bien se utilizan esencialmente las mismas etapas y el mismo equipo.

15 Para facilitar la descripción, se representa otra configuración 350 en la figura 3(b). Una sola parte 352, más larga, de tajadas finas caracteriza esta oblea 360 (por lo demás, idéntica a la 310 de la figura 3(a)). Una parte 370 de la oblea 360 es retirada de la oblea 360 a lo largo de la línea de trazos 380, utilizando cualquiera entre una serie de técnicas bien conocidas. Una cara de, por lo menos, una de las tiras alargadas de semiconductor forma longitudinalmente el borde de la oblea, o es casi adyacente al borde. La figura 3(c) muestra la configuración resultante de la oblea 360 con un borde 390 plano o recto. Uno o varios marcos de material de oblea no cortado rodean la parte 352 de tajadas finas. Una cara de una de las tajadas finas (es decir, una tira alargada de semiconductor) forma longitudinalmente el borde 390 de la oblea 360 o es casi adyacente al borde 390. Este último podría ser el caso si se retiran progresivamente las tajadas finas desde el borde 390. La figura 3(d) es una vista en alzado que muestra el grosor de la oblea 360, con una tajada fina 352 (indicada con un trazado diagonal) formando parte del borde 390, o estando junto a éste. Un círculo 700 de trazos indica una parte de la oblea en la que la tajada fina 352 está conectada a una parte del marco de la oblea 360, y se muestra en una vista a mayor escala en la figura 7.

25 Aunque las tajadas finas en la figura 3(c) se muestran sustancialmente en ángulos rectos respecto de la superficie plana de la oblea, éste no tiene por qué ser el caso. Por ejemplo, las tajadas finas pueden ser formadas (por ejemplo, grabadas) en un ángulo diferente a noventa grados, para formar tajadas finas que son más anchas que el grosor de la oblea. Por lo tanto, la anchura de una tajada fina puede ser, por lo menos, sustancialmente igual al grosor de la oblea. Esto incluye los casos en los que la anchura es ligeramente menor que el grosor de la oblea, igual al grosor, o mayor que el grosor de la oblea.

30 Tal como se muestra en la figura 7, el círculo 700 muestra una parte de la oblea 360 a mayor escala. Una parte debilitada 710 está formada en la zona entre la tajada fina 352 (trazado diagonal) y el marco (blanco macizo). La parte debilitada 710 es preferentemente una ranura formada por aserrado y puede ser del 50% de la anchura de la cara de la tajada fina 352, y puede ser mayor (por ejemplo, del 60%). Dichas partes debilitadas 710 pueden estar formadas en extremos opuestos de las tajadas finas conectadas con el marco o los marcos. Pueden llevarse a cabo otras técnicas para formar las partes debilitadas, incluyendo grabado.

35 Aunque las tajadas finas 352 mostradas en las figuras 3(c) a 3(d) han sido descritas como sustancialmente rectas o planas, las separaciones formadas entre las tajadas finas pueden producir, y frecuentemente lo hacen, desviaciones o combaduras de las tajadas finas. Por ejemplo, varias tajadas finas pueden combarse para tener una forma de S longitudinal. Asimismo, las tajadas finas pueden pegarse entre sí, o partes de las tajadas finas pueden romperse desde la oblea. La figura 4 es un diagrama esquemático que muestra la configuración 400 de una oblea 460 de semiconductor con una zona 452 de tajadas finas, que incluye tajadas finas 470 y 480 que están separadas o combadas de manera desigual en la oblea 460, debido a la flexibilidad de las tajadas finas. El desplazamiento o la combadura 470, 480, el grosor de las tajadas finas, y los espacios entre tajadas finas están exagerados en la figura, con fines ilustrativos. La figura 12 es una imagen que muestra seis obleas reales 1210, 1220, 1230, 1240, 1250 y 1260 con tajadas finas formadas en cada una de las obleas, con las cuales pueden llevarse a cabo las realizaciones de la invención. La oblea 1230 tiene una parte de tajadas finas que están regularmente separadas. En las obleas 1240 y 1260 ha sido retirada una parte de la oblea para formar un borde con tajadas finas adyacentes al borde. Varias de las tajadas finas 1242 de la obleas 1240 se han fragmentado desde la oblea 1240, lo que indica el carácter quebradizo y la fragilidad de las tajadas finas cuando son manipuladas. La oblea 1220 muestra claramente una serie de tajadas finas formadas en la oblea 1220, que están combadas o dobladas (es decir, que tienen una forma ondulada con separaciones irregulares), tal como se indica en la figura 4. Las obleas tienen puntos débiles formados en partes de las obleas adyacentes a extremos opuestos de las tajadas finas, para facilitar la separación de las tajadas finas desde la oblea. Esto puede realizarse utilizando aserrado, o grabado, o cualquiera entre una serie de técnicas diferentes. De nuevo, las obleas son preferentemente silicio monocristalino o silicio multicristalino, pero pueden ser otros tipos de semiconductores.

55 Fuente de vacío

El proceso 1100 de la figura 11 utiliza ventajosamente una fuente de vacío para aplicar vacío a una tajada fina con objeto de separar la tajada fina desde la oblea. Las etapas 1120 y 1130 utilizan el vacío. La figura 5 es una

representación genérica de una fuente de vacío 500. La fuente de vacío 500 incluye un cuerpo macizo 510, que puede ser de forma rectangular. El cuerpo 510 tiene uno o varios canales 520 formados a través del cuerpo 510. Los canales 520 pueden tener forma cilíndrica o prismática (indicada con líneas de trazos), con un orificio circular o sustancialmente circular en la superficie más alta de la fuente 500. Más preferentemente, la fuente de vacío es un bloque de vacío conformado. Además, si bien los canales 520 son de forma cilíndrica con orificios circulares, los expertos en la materia apreciarán que pueden llevarse a cabo otras configuraciones del bloque y de los canales sin apartarse del alcance y el espíritu de la invención. Por ejemplo, el bloque puede tener forma circular, en lugar de rectangular. Además, los canales 520 pueden tener forma rectangular con orificios cuadrados, en lugar de forma cilíndrica con orificios circulares, por ejemplo. Pueden llevarse a cabo muchas variaciones, siempre que se cree el vacío suficiente para separar de la oblea una tajada fina en contacto con la fuente 500 de vacío. El vacío tira hacia abajo de la tajada fina, en dirección a la fuente de vacío 500, tal como se indica por la fecha 530. Esto se realiza aplicando aspiración a la superficie inferior del bloque 510. A continuación, se exponen detalles adicionales de las fuentes de vacío y sus equivalentes.

La figura 25 es un diagrama de bloques, de otro bloque 3500 de vacío que puede ponerse en práctica. El bloque 3500 puede tener forma de T, comprendiendo un primer bloque 3510 y un segundo bloque 3512 orientado transversalmente al primero 3510. El bloque 3500 puede ser unitario, o comprender dos o varias piezas diferenciadas. El segundo bloque 3512 proporciona vacío continuamente a través de dos o varios canales 3520 formados a través del cuerpo 3512, mientras las tajadas finas son retiradas del bloque 3510 mediante transportadores. En el bloque 3510 hay canales similares. Aunque en cada uno de los bloques 3510, 3512 se muestra una disposición lineal de los canales 3520, pueden llevarse a cabo otras configuraciones. Por ejemplo, los canales 3520 pueden configurarse para presentar una forma de E o de U vistos en planta. Además, la disposición de las tajadas finas. La figura 26 muestra una parte de un bloque 3600 de vacío que tiene canales 3620 en forma de U, formados en el cuerpo 3610, y un paso ligeramente escalonado entre configuraciones contiguas de canal en forma de U.

En otra variación, el bloque de vacío puede estar dotado de un detector de vacío, tal como el 4100 mostrado en la figura 31. El bloque de vacío tiene uno o varios canales 4110, acoplados a un generador 4120 de vacío y a un detector 4130 de vacío, que detectan el vacío producido cuando una tajada fina se pone en contacto con una abertura del canal 4110. Tras haberse alcanzado un nivel de vacío predeterminado, el detector 4130 de vacío activa un brazo de recuperación que sujeta la oblea, y a continuación hace avanzar las correas. El nivel de vacío al cual es activado el brazo de recuperación, puede ser ajustado a un valor programado variable (por ejemplo, de 0,5 a 0,7 bar, presión negativa). El nivel de vacío necesario es función del tamaño del orificio, del número de orificios, y de la separación entre orificios en el bloque de vacío. Para cualquier configuración dada del bloque de vacío, el nivel de vacío se ajusta de manera que la tajada fina es retenida en el bloque durante el repliegue de la oblea, pero no se sujeta tan fuertemente que la tajada fina resulte dañada cuando la tajada fina es retirada del bloque por el avance de las correas transportadoras. Esto puede comprenderse mejor haciendo referencia a la figura 27. La disposición 3700 incluye una oblea 3710, que incluye tajadas finas 3720. La tajada fina más baja 3720 es aproximada al bloque 3730 de vacío con el detector 3740.

Tal como se muestra en la figura 30, el detector 3740, 4012 puede acoplarse a un controlador lógico programable (PLC, programmable logic controller) 4050, o a un controlador similar, que a su vez controla el funcionamiento del brazo de recuperación (no mostrado) que sujeta la oblea 4002 y las correas transportadoras 4040. En esta realización, la fuente 4010 de vacío puede estar siempre conectada. Opcionalmente, el detector 4012 de vacío puede detectar si ha quedado abandonado un fragmento de tajada fina roto sobre el bloque 4010 de vacío, y disparar una alarma para que sea retirado el fragmento. Las tajadas finas 4020 son situadas entre las almenas en la correa 4040. Una vez que se aplica vacío a la tajada fina 3720 de la figura 27, se avanza un paso la correa transportadora (no mostrada en la figura 27, pero ver figura 30). Cuando se desciende la oblea 3710 hacia el bloque 3730, el PLC puede contar el número de tiras retiradas, desplazando la oblea en medios pasos, antes de retraer la oblea 3710 cuando el detector detecta un nivel de vacío. El tambor 4070 de vacío es un tambor de transferencia y puede incluir un detector para confirmar la presencia de una tajada fina. La fuente de vacío montada fija y el detector de vacío están ambos conectados al tambor 4070 de vacío giratorio mediante un mecanismo conector giratorio bien conocido por los expertos en la materia. La disposición 4000 puede comprender asimismo un módulo comprobador (véase la figura 29) y un mecanismo para manipular tajadas finas rechazadas.

La figura 28 muestra un bloque 3830 de vacío situado entre correas transportadoras almenadas 3850, con tajadas finas 3820 entre las almenas. Para facilitar la descripción, las tajadas finas 3820 orientadas de manera vertical representan las mismas en una oblea, pero no se muestra la oblea. Una patín o un techo 3840 están situados entre las correas 3850, para asegurar que las tajadas finas 3820 no se voltean o rotan.

En otra variación de la fuente 3500 de vacío mostrada en la figura 25, el primer bloque 3510 puede funcionar de manera conectado-desconectado para retirar una tajada fina desde la oblea, mientras que el segundo bloque 3512 puede estar siempre conectado.

Pueden utilizarse hélices para retirar rebabas de la oblea, resultantes de la rotura de las tajadas finas desde la oblea.

Separación de tajadas finas desde la oblea utilizando una fuente de vacío

5 Las figuras 6(a) a 6(d) son diagramas esquemáticos que describen el proceso de separación de tajadas finas desde la oblea 460 de semiconductor de la figura 4. De nuevo, la parte 452 de tajadas finas contiene una serie de tajadas finas combadas o dobladas. Aunque no se muestra en la figura, las tajadas finas pueden asimismo romperse parcial o completamente respecto de la oblea 460. La fuente 500 de vacío (cuerpo 510 con canales 520) está inicialmente desplazada una distancia predeterminada en relación con una tajada fina 630 que constituye el borde de la oblea 400.

10 En una realización que se representa en la figura 6(b), la oblea 400 es desplazada hacia la fuente 500 de vacío, tal como se indica por la flecha 610, de manera que el borde de la oblea se apoya contra la fuente 500 de vacío, o está en estrecha proximidad con la misma. En una realización alternativa, la fuente 500 de vacío puede desplazarse de manera que es contigua o adyacente a la oblea 400, en lugar de desplazarse la oblea 400. A continuación se aplica vacío, de manera que una cara de la fuente de vacío que tiene orificios sujeta la tajada fina 630. Pueden utilizarse detectores para confirmar esta acción. A continuación, la oblea 400 y la fuente 500 de vacío son desplazadas una distancia predeterminada, de manera que las partes debilitadas 710 de la figura 7 se parten o se rompen, y la tajada fina 630 se separa de la oblea 400. Tal como se muestra en la figura 6(c), la tajada fina sigue estando en contacto con la cara de la fuente 500 de vacío. Con la extracción de cada tajada fina desde el bloque de vacío, este proceso se lleva a cabo repetidamente para cada tajada fina sucesiva más próxima al borde. La figura 6(d) muestra cómo la oblea 400 es desplazada progresivamente hacia la fuente 500 de vacío, mediante el grosor de una tajada fina o una distancia correspondiente, de manera que la fuente 500 de vacío retira de la oblea 400 tajadas finas 452 situadas hacia dentro.

25 En otra realización, la fuente de vacío está conectada constantemente. Cuando la oblea es desplazada hacia el bloque de vacío y cuando, en estrecha proximidad, se tira hacia abajo de la tajada fina más próxima sobre los orificios de vacío, un detector detecta que esto ocurre e invierte el movimiento de la oblea, desprendiendo así la tajada fina y dejándola acoplada al bloque de vacío. Una vez que ha sido retirada la tajada fina, la oblea es desplazada de nuevo hacia abajo en dirección al bloque de vacío, para comenzar el ciclo siguiente.

30 Tal como se representa en la figura 6, la fuente 500 de vacío tira de la tajada fina en el plano de la oblea. Sin embargo, éste no tiene por qué ser el caso. Las tajadas finas pueden ser arrancadas o extraídas en otros ángulos en relación con el plano de la oblea.

35 Puede utilizarse adecuadamente un dispositivo o aparato que utiliza el método anterior para separar tajadas finas desde la oblea de material semiconductor. Tal como se describe en mayor detalle a continuación, se utiliza un yugo o un portapiezas para sujetar la oblea con tajadas finas. Preferentemente, el yugo está acoplado a una palanca o un brazo de una máquina robótica que puede situar una tajada fina junto a una fuente 500 de vacío, y a continuación desplazar la oblea y la fuente 500 de vacío entre sí a una distancia predeterminada, para separar desde la oblea la tajada fina que tiene vacío aplicado a la tira alargada de semiconductor.

Ensamblaje de tajadas finas en una matriz utilizando correas

40 Otra realización de la invención da a conocer un método 3200 de ensamblaje de tajadas finas, extraídas de una oblea de material semiconductor, en una matriz tal como se muestra en la figura 24. En la etapa 3210, una de las tiras o tajadas finas alargadas de semiconductor es recibida en posiciones predeterminadas de, por lo menos, una correa, orientada longitudinalmente a través de la correa. En la etapa 3220, la correa es desplazada en una dirección dada mediante una distancia predeterminada mayor que la anchura de la tira alargada de semiconductor. En la etapa 3230 de decisión, se realiza una verificación para determinar si han sido procesadas todas las tiras alargadas de semiconductor. Si la etapa 3230 devuelve falso (NO), el proceso pasa a la etapa 3210. De este modo, las etapas de recepción y desplazamiento se repiten hasta que han sido procesadas la totalidad de las tiras alargadas de semiconductor. Si la etapa 3230 devuelve verdadero (SÍ), el proceso finaliza. A continuación, se exponen más detalles de este proceso haciendo referencia a la figura 8. Por ejemplo dicha, por lo menos, una correa puede ser porosa para permitir la acción de vacío a su través, o la correa puede tener aberturas, perforaciones, tejeduras o similares, para permitir la utilización con la fuente de vacío.

50 Entre el primer conjunto de correas y el segundo conjunto de correas, tiene lugar la verificación de las tajadas finas y se rechaza cualquier tajada fina defectuosa o rota. A continuación se describen, en las realizaciones, mecanismos bien conocidos que pueden ponerse en práctica para llevar a cabo estas funciones.

Una tajada fina orientada longitudinalmente es recibida, preferentemente, en un par de correas paralelas, en posiciones predeterminadas de las correas paralelas a través de las correas, tal como se representa en general en

la figura 8. El dibujo muestra una configuración 800 de correas 810 y una fuente 500 de vacío. Las correas 810 son preferentemente almenadas, con almenas o dientes que sobresalen hacia arriba. Se muestran varias tajadas finas 630 que quedan, cada una, entre un par adyacente de almenas en cada correa. Una distancia predeterminada 820 separa almenas adyacentes. La fuente 500 de vacío aplica un vacío a una cara de la tajada fina 630, y es utilizada para entregar la tajada fina en una posición predeterminada. Las correas 810 se desplazan de forma sincrónica en un sentido dado, mediante una distancia predeterminada mayor que la anchura de la tajada fina. Preferentemente, la distancia predeterminada está relacionada con la fuente 500 de vacío. De este modo, las tajadas finas 630 que se representan en la figura 8 son alimentadas hacia adelante. Una vez más, las anteriores operaciones de recepción y desplazamiento se repiten hasta que ha sido procesadas la totalidad de las tajadas finas 630.

5

10 Si bien las correas 810 se representan siendo correas de sincronización almenadas, en una realización alternativa de la invención las correas pueden estar fabricadas de una tela de tipo cinta y tener adhesivo en una superficie sobre la cual son recibidas las tajadas finas 630. Además, las correas pueden estar fabricadas de mylar. Esto permitiría fabricar fácilmente tramos de correas ensambladas de tajadas finas, y cortarlos en su longitud o proporcionarlos en tramos predeterminados.

15 Si bien se muestra el bloque de vacío engranando solamente una tajada fina, otra implementación puede utilizar un bloque de vacío ancho que engrana no solamente la tajada fina que está siendo separada de la oblea, sino varias tajadas finas en las posiciones indexadas siguientes. Esto sirve para mantener el control de la sujeción de la tajada fina durante la indexación. Aparte de esto, otro mecanismo para confinar las tajadas finas evitando que salten fuera de su posición en las correas de indexación, son los largueros superiores situados sobre las tajadas finas (la sujeción por vacío deberá continuar hasta que las tajadas finas estén por debajo de los largueros superiores).

20

Tal como se representa en la figura 8, las correas almenadas tienen una distancia entre almenas adyacentes sustancialmente más amplia que la anchura de la tajada fina. Esto permite situar fácilmente una tajada fina entre las almenas de cada correa, sin voltear la tajada fina 630 y cambiar de ese modo su orientación en relación con las otras tajadas finas.

25 Aparatos para separar y ensamblar tajadas finas

Otra realización de la invención da a conocer un aparato para separar tiras alargadas de semiconductor, desde una oblea de material semiconductor. Este aparato se implementa preferentemente como un dispositivo robótico 1400 mostrado en la figura 14. El dispositivo robótico 1400 tiene un mecanismo para sujetar una oblea con tajadas finas formadas de manera sustancialmente paralela unas con respecto a otras, en la oblea (no mostrada). Esta función de sujeción se implementa utilizando un yugo 1300, o una abrazadera sustancialmente en forma de U, para fijar una oblea tal como se muestra en las figuras 13(a) a 13(c). La figura 13(a) muestra una imagen de un yugo 1300 en forma ensamblada, y las figuras 13(b) y 13(c) muestran el yugo 1300 desensamblado. El yugo 1300 comprende dos placas 1320 y 1330 del yugo, en forma de U, que pueden intercalar una oblea 1340 entre las placas 1320 y 1330, las cuales se mantienen juntas por medio de un sujetador, digamos con dos tornillos 1330. Las placas 1310 y 1320 del yugo tienen orificios con los cuales pueden registrarse orificios de ajuste en la oblea 1340 (no mostrada), para alinear la oblea 1340 con las placas 1310 y 1320 del yugo.

30

35

Un brazo 1410 del dispositivo robótico 1400 se muestra en general en la figura 14, y en mayor detalle en la figura 15. El brazo 1410 tiene elementos alargados colgantes separados espacialmente en un extremo, formando un perfil complementario al del yugo 1300, y tiene clavijas de ajuste con las cuales puede ser alineado el yugo 1300. Preferentemente, el yugo 1300 se conecta magnéticamente al brazo 1410. La figura 16 es una imagen que muestra el yugo 1300 sujetando una oblea 1600 de semiconductor conectada al brazo o palanca 1410. La función de sujeción tiene además un mecanismo elevador 1420 mostrado en la figura 14, que puede subir y bajar el brazo 1410, y por tanto la oblea 1600, en relación con una fuente de vacío (no mostrada) en el conjunto 1430 de la figura 14. De este modo, el dispositivo robótico 1400 desplaza la oblea 1600 y la fuente de vacío, preferentemente moviendo el brazo 1410. Esto implementa la funcionalidad de mover la oblea, de manera que la cara de una tajada fina está en estrecha proximidad a la fuente 1710 de vacío. Alternativamente, esta funcionalidad puede conseguirse moviendo una fuente de vacío respecto de una oblea que está sujeta de manera fija en su posición, de modo que la fuente de vacío está en estrecha proximidad con la cara de la tajada fina. Resultará evidente para los expertos en la materia que el desplazamiento de la oblea respecto de la fuente de vacío puede conseguirse de otras maneras, sin apartarse del alcance y el espíritu de la invención. El desplazamiento es una distancia predeterminada para separar la tajada fina desde la oblea, y puede ajustarse de manera programable a medida que las tajadas finas son retiradas de la oblea, de forma que las tajadas finas son retiradas progresivamente desde dentro a través de la oblea.

40

45

50

Pueden diseñarse realizaciones alternativas de la anterior abrazadera de la oblea, para montar más de una oblea, de manera que puedan separarse al mismo tiempo múltiples tajadas finas.

55 Las figuras 17, 18, 19 y 23 son imágenes que muestran una fuente 1710 de vacío (o bloque de vacío) en el conjunto 1430 de la figura 14. La fuente 1710 de vacío aplica vacío a la cara de una tajada fina (tal como la tajada fina inferior 2700 en la figura 23, mostrada directamente sobre orificios 1712 del canal, en la figura 23). La caja de la fuente 1710

de vacío está fabricada preferentemente de metal, pero pueden utilizarse otros materiales sin apartarse del alcance y el espíritu de la invención. La fuente 1710 de vacío tiene una caja con, por lo menos, una cavidad formada en la caja para proporcionar el vacío aplicado. La cavidad o las cavidades se disponen en una superficie del cuerpo que puede situarse junto a la cara de la tajada fina. Los orificios son sustancialmente del mismo tamaño o menor, que una dimensión de la cara. Si bien en las figuras 18 y 23 se representan cinco orificios circulares 1712, los expertos en la materia apreciarán que pueden ponerse en práctica diferentes números y formas de orificios sin apartarse del alcance y el espíritu de la invención. El vacío aplicado a la tajada fina puede disminuirse o finalizarse para liberar la tajada fina desde la fuente 1710 de vacío, después de su separación de la oblea, tal como se describe a continuación. Sin embargo, en la realización mostrada, la fuente de vacío puede funcionar de manera continua, esencialmente al mismo nivel de vacío.

El conjunto 1430 tiene un par de correas almenadas 1700, estando situada cada correa en un extremo opuesto de la fuente 1710 de vacío, que está situada entre las correas 1700 de manera que el espacio entre un par de almenas en cada correa está alineado con los orificios configurados longitudinalmente en la superficie superior de la fuente 1710 de vacío. Las correas 1700 son flexibles y pueden estar fabricadas de materiales tales como caucho, plástico, elastómero y cualquier otro material adecuado. Se utiliza un motor 1720 para hacer girar las correas 1700 gradualmente (es decir, de una manera programada o regular), en cooperación con el funcionamiento del brazo 1410 y de la fuente de vacío 1710. El movimiento de las correas 1700 desplaza mutuamente la tajada fina separada respecto de la fuente de vacío 1710. Un tambor 1760 está dispuesto en el extremo opuesto de las correas respecto al motor 1720, para mover la correa. Tal como se describe a continuación en mayor detalle, el tambor 1760 tiene preferentemente también una fuente de vacío.

Puede utilizarse un controlador lógico programable (PLC) para controlar y sincronizar el funcionamiento del brazo 1410 y el mecanismo elevador 1420, la fuente 1710 de vacío, y las correas 1700, para realizar de manera repetida operaciones para separar desde la oblea una o varias tajadas finas. En los dibujos no se muestra un PLC, pero se comprenderá perfectamente por los expertos en la materia. Pueden utilizarse muchos otros procesadores y controladores para implementar estas funciones de control y sincronización.

Las figuras 17 a 21 y 23 muestran un par de largueros 1730, superiores y paralelos al par de correas 1700, que están situados para impedir que las tajadas finas se volteen o se salgan de los espacios entre pares de almenas en las correas 1700. Los largueros son de forma rectangular y están fabricados de metal en esta realización, aunque una vez más pueden utilizarse otros materiales y otras estructuras para conseguir esta funcionalidad.

El conjunto 1430 puede disponerse asimismo con un dispositivo de verificación, para verificar las propiedades eléctricas de las tajadas finas mientras están situadas en la correa, cuando cada tajada fina pasa sobre el mecanismo de verificación o está junto al mismo. El dispositivo de verificación no se muestra en las figuras, pero puede estar situado en el conjunto 1730 en la posición indicada, en general, por la flecha 1740 en la imagen de la figura 20. Por ejemplo, la tajada fina puede ser verificada aplicando luz a la tajada fina desde una fuente de luz (por ejemplo, el sol) y midiendo la tensión resultante producida por la tajada fina. Los resultados de dicha verificación pueden ser notificados al controlador, u otro mecanismo adecuado, para retirar de la correa las tajadas finas defectuosas y mantener información sobre la posición vacía que resulta en las correas 1700. Tal como se indica en las figuras 17 y 20, una fuente 1750 de vacío está situada en el conjunto 1730 para retirar las tajadas finas defectuosas, después de la verificación y en función de los resultados de la verificación. Preferentemente, la fuente 1750 de vacío para retirar tajadas finas defectuosas está situada sobre las correas 1700, después de la posición del mecanismo de verificación pero antes del tambor 1760. Se hace un seguimiento de la extracción de dichas tajadas finas desde las correas, con vistas al proceso posterior utilizando las correas.

Los salientes 1770 de la figura 23 están situados en lados opuestos en el exterior de las correas 1700. En la figura, los salientes se implementan mediante tornillos ajustables. Estos salientes se utilizan para eliminar rebabas de los bordes internos de los marcos de la oblea, después de que han sido desprendidas las tajadas finas. Pueden ponerse en práctica otras técnicas y otros dispositivos para este propósito, sin apartarse del alcance y el espíritu de la invención.

Una técnica semejante puede involucrar la creación de un conjunto secundario pero más fuerte de puntos débiles en el exterior del primer conjunto de puntos débiles, de manera que se utilizan los medios de proyección para retirar una pieza mayor de la oblea, que incluye las rebabas mencionadas.

La figura 29 muestra un verificador 3900 de tajadas finas, de acuerdo con otra realización de la invención. Las tajadas finas 3930 están situadas entre almenas 3940, y un patín impide que las tajadas finas se volteen o se giren. Puede haber una separación de 0,5 mm entre el patín y la correa 3490, cuando las tajadas finas tienen una anchura de 1,0 mm. Una fuente de luz 3910 ilumina una tajada fina 3930B, donde un verificador de "agarre suave" es desplazado hacia arriba para contactar con bordes laterales opuestos de la tajada fina 3930B, utilizando un servomotor y una leva. La leva tiene superficies planas opuestas, de manera que los electrodos separados espacialmente se ponen en contacto con la tajada fina 3930B cuando la leva gira. El verificador mide la tensión

producida en la tajada fina 3930B. Después de lo cual, la leva vuelve a girarse para que los electrodos dejen de agarrar la tajada fina, y a continuación los electrodos son replegados.

5 La verificación de la tajada fina puede llevarse a cabo de manera directa o indirecta, que puede, o no, requerir iluminación, o incluso contacto físico con la tajada fina. Los expertos en la materia conocen métodos alternativos para conseguir la funcionalidad de verificación de tajadas finas.

10 La separación entre las tajadas finas puede reducirse utilizando el mecanismo 900 de la figura 9. En concreto, la figura 9 ilustra el primer par de correas 810 en la figura 8, un tambor 10 adaptado para aplicar vacío a través de uno o varios orificios 920 a las tajadas finas, y un segundo par de correas 940. Aunque en la figura 9 las almenas no se muestran para simplificar el dibujo, a partir del dibujo se apreciará visualmente de manera inmediata que la separación 950 de las tajadas finas en el segundo par de correas 940 es significativamente menor que la distancia 820 del primer par de correas en las figuras 8 y 9. El tambor o rodillo 910 tiene orificios en alineación con el espacio entre almenas en las correas 810, y se utiliza para aplicar vacío a una cara de una tajada fina, de manera que la tajada fina puede ser entregada, por rotación en torno al tambor 910, en las almenas (no mostradas) menos separadas 950 del segundo par de correas 940. Cada tajada fina es transferida desde el primer par de correas 810 al segundo par de correas 940 situadas junto a éstas. La distancia 950 es mayor que la anchura de una tajada fina, pero es sustancialmente menor que la distancia 820. El segundo par de correas 940 se desplaza en un sentido dado, mediante una distancia predeterminada menor que la anchura de la tajada fina. Las etapas precedentes se repiten hasta que ha sido procesada, por lo menos, una parte de las tiras, formando de ese modo la matriz de tiras.

20 La utilización de dos pares de correas de la manera anterior es ventajosa, por cuanto que se utiliza un primer par de correas con almenas extensamente separadas para recibir las tajadas finas desde la oblea. A continuación, pueden ser verificadas las tajadas finas, y las tajadas finas defectuosas ser retiradas antes de que las tajadas finas restantes sean distribuidas de manera controlada a las almenas menos separadas de las segundas correas. Intentar distribuir directamente las tajadas finas desde la oblea al segundo par de correas con almenas estrechamente separadas, podría tener el resultado desventajoso de una serie de tajadas finas volteándose, de modo que no todas las tajadas finas estén orientadas en la misma dirección una vez extraídas de la oblea. Cuando las tajadas finas se utilizan en dispositivos tales como células solares de tajadas finas, esto podría tener como resultado la producción de tensiones con polaridades opuestas en serie, por ejemplo. Esto tendría como resultado eficiencias reducidas de las matrices o los módulos solares.

30 Los huecos en las primeras correas debidos a tajadas finas extraídas/perdidas, son rastreados y tomados en cuenta para asegurar que las segundas correas son pobladas apropiadamente sin huecos no intencionados en la matriz resultante.

Opcionalmente, cada segundo hueco entre almenas en la primera correa puede dejarse vacío, siempre que se haga un seguimiento de las partes vacías de la correa.

Aparato para perfeccionar la separación entre tajadas finas

35 Las figuras 20, 21 y 22 ilustran parte del conjunto 1430 que implementa el conjunto superior de correas de la figura 9. Esto es parte del aparato para ensamblar tajadas finas separadas de una oblea de material semiconductor, en una matriz de tajadas finas. Las dos correas paralelas 1700 reciben, en posiciones predeterminadas, una de las tajadas finas orientada longitudinalmente a través de las correas 1700. El motor 1720 de la figura 17 mueve las correas 1700 en un sentido dado, mediante una distancia predeterminada mayor que la anchura de la tajada fina. Un controlador (no mostrado) acoplado al motor repite las operaciones de recepción y desplazamiento, hasta que han sido procesadas la totalidad de las tajadas finas. Asimismo, el aparato tiene, por lo menos, otras dos correas (no mostradas en las figuras 20, 21 y 22, pero representadas esquemáticamente en la figura 9) situadas junto a las dos correas 1700 y por debajo de las mismas.

45 El tambor 1760, en combinación con las correas 1700, implementa la funcionalidad de transferencia de tajadas finas desde las dos correas 1700 a las otras dos correas. El tambor 1760 tiene una disposición de orificios 1762 de canales de vacío, alineados con la separación entre almenas adyacentes 1702 en cada correa 1700, según giran las correas 1700 en torno al tambor 1760. Cada una de las dos correas adicionales tiene almenas con una distancia entre almenas adyacentes mayor que la anchura de una tajada fina, pero sustancialmente menor que las almenas adyacentes de las dos correas que han recibido la tajada fina. El tambor 1760 comprende una segunda fuente de vacío, que aplica vacío a cada tira durante el movimiento de las dos correas adicionales, y detiene el vacío para efectuar la transferencia de cada tajada fina. Un motor mueve las dos correas adicionales en un sentido dado, mediante una distancia predeterminada mayor que la anchura de la tira alargada de semiconductor. De nuevo, el controlador repite las operaciones de transferencia y desplazamiento hasta que han sido procesadas, por lo menos, parte de las tiras alargadas de semiconductor, formando la matriz de tiras.

Una realización de la invención utiliza un bloque de vacío alternativo para acoplar y retirar la tajada fina desde sus posiciones en las correas superiores, y depositar la tajada fina en la posición de las correas inferiores. Esto permite que la tajada fina esté positivamente engranada de manera continua, frente a la que se la deje caer entre las correas superiores e inferiores.

5 La figura 10 es un diagrama esquemático de un elevador/referenciador 1000 para ajustar la separación de las tajadas finas. En concreto, el elevador/referenciador 1000 elimina desviaciones respecto de la separación/posición requerida de las tajadas finas individuales en la matriz. De este modo, el elevador/referenciador 1000 cambia la separación de las tajadas finas entre sí. En el elevador/referenciador 1000, un conjunto exterior de almenas 1030 a cada lado del elevador/referenciador están desplazadas con respecto a un conjunto interior de almenas 1050 en un elemento deslizante 1040. El elevador/referenciador 1000 espacia en estrecha aproximación las tajadas finas 630, a una distancia predeterminada 1020 menor que la separación entre almenas adyacentes en el segundo par de correas 940. Preferentemente, el elevador/referenciador 1000 está situado entre las correas 940 para hacer ajustes finos de separación.

Ensamblaje de una matriz de tajadas finas sobre un sustrato

15 De acuerdo con otra realización de la invención, se da conocer un método de ensamblaje de una matriz de tajadas finas sobre un sustrato. Una tajada fina es separada de la oblea utilizando vacío aplicado a una cara de la tajada fina que forma un borde de la oblea, o que está junto a un borde de la oblea. La oblea es desplazada respecto de una fuente de vacío, en una distancia predeterminada. La tajada fina es recibida en un primer par de correas paralelas, orientada longitudinalmente a través de las correas. Las correas son desplazadas en un sentido dado, mediante una distancia predeterminada mayor que la anchura de la tajada fina. Estas operaciones se llevan a cabo repetidamente hasta que han sido procesadas la totalidad de las tajadas finas. El primer par de correas está almenado y tiene una distancia entre almenas adyacentes sustancialmente mayor que la anchura de la tajada fina. Cada tajada fina es transferida desde el primer par de correas a un segundo par de correas, utilizando vacío.

25 Las realizaciones anteriores de la invención pueden ponerse en práctica con tajadas finas de 1 mm de ancho y aproximadamente 110 mm de largo, por ejemplo. En otras realizaciones, las tajadas finas pueden ser de 70 mm ó de 120 mm de longitud. Las tajadas finas pueden utilizarse para implementar células solares. Las tajadas finas pueden estar separadas entre sí por intervalos de 80 μ m a 100 μ m. En el primer par de correas, la separación entre almenas puede ser de 3 mm cuando las tajadas finas son de 1 mm de anchura. Asimismo, las tajadas finas están separadas por espacios vacíos en la correa, de hasta 10 mm. El segundo par de correas puede tener almenas adyacentes separadas en 3 mm. El espaciado puede modificarse en función de cambios en las dimensiones de las tajadas finas, o de otros requisitos del proceso. El elevador/referenciador puede tener una separación de 1,4 mm entre almenas adyacentes, y puede utilizarse para que la posición de las tajadas finas entre sí éste ajustada dentro de una tolerancia de aproximadamente 0,01 mm o similar. Si bien se han dado a conocer dimensiones específicas para las tajadas finas, las correas y otros conjuntos, los expertos en la materia apreciarán que pueden realizarse ajustes y variaciones en las dimensiones dependiendo de la aplicación, sin apartarse del alcance y el espíritu de la invención.

35 Las realizaciones de la invención utilizan ventajosamente vacío para desprender las tajadas finas desde la oblea. El concepto de vacío es muy adecuado para el acoplamiento de la tajada fina en la oblea, y para desprender la tajada fina desde la oblea sin dañar la frágil tajada fina. Las tajadas finas pueden ser inconstantes sobre la oblea (algunas son convexas, algunas cóncavas, algunas tienen forma de "S", algunas están partidas y otras están pegadas con una segunda tajada fina).

El método de separación de tajadas finas está caracterizado por:

1. Acoplar una tajada fina por su cara inferior relativamente larga y más fácil de encontrar.
2. No depender de un posicionamiento preciso, tal como intentando encontrar la separación, pequeña y de posición variable, entre tajadas finas.
- 45 3. Tener una profundidad de campo de acoplamiento generosa, es decir acoplar la tajada fina incluso si la tajada fina está verticalmente fuera de posición en 1 mm, por ejemplo.
4. No dependencia respecto de si la tajada fina inferior está unida a la que está sobre dicha tajada fina.
5. No dependencia sobre si la tajada fina inferior está ya partida, y
6. El vacío es fuerte en un entorno de producción.

50 Los mecanismos alternativos para aplicar vacío a la tajada fina son:

5 a. Utilizar un tambor de vacío de indexación, respecto del cual la oblea oscila verticalmente, y después de acoplar una tajada fina en el tambor de vacío, el tambor de vacío y la tajada fina rotan, digamos diez grados, y están listos para el acoplamiento de otra tajada fina. Las tajadas finas pueden ser acopladas en la posición de las 12 en punto y liberadas, digamos, en las 6 en punto. Este concepto tiene las ventajas de un tambor de indexación rígido, y capacidad de liberación en múltiples posiciones (digamos en las 4 en punto, en las 6 en punto y en las 8 en punto, para clasificar las tajadas finas en múltiples calidades), pero puede limitar el espacio para implementar una función de verificación de tajadas finas.

10 b. Utilizar un conjunto oscilante de ventosas o copas de vacío, para acoplar la tajada fina en una oblea fija (o con indexación gruesa). Esto funciona tanto con el concepto de doble correa de sincronización como con el de tambor de vacío, pero puede tener un tiempo de ciclo más lento.

c. Utilizar una ventosa o copa de vacío sobre el manipulador (o robot) y tomar cada tajada fina y situarla bien directamente sobre el sustrato de ensamblaje, sobre una estación de verificación, o en un depósito o estación de contención provisional. La oblea puede ser orientada hacia arriba por la abrazadera en forma de "U" Este método puede ser lento, pero puede utilizar múltiples robots o cabezales captadores.

15 Como otra alternativa, pueden utilizarse una o varias tiras portadoras pegajosas, sobre las cuales oscila la oblea dejando cada vez una tajada fina tras la tira o las tiras. Las tiras pegajosas requieren cierta conformidad vertical, puesto que la posición de la cara inferior de cada tajada fina puede variar si la tajada fina no es recta y plana.

Las realizaciones de la invención mantienen ventajosamente la orientación de las tajadas finas cuando son retiradas de la oblea, durante todo el proceso pertinente hasta el ensamblaje de la matriz sobre el sustrato.

20 En aplicaciones de células solares, las realizaciones reducen ventajosamente la cantidad de semiconductor (silicio) por vacío de salida producido.

25 En otras realizaciones, pueden usarse métodos de utilización de vacío (o de una cinta mecánica o adhesiva, etc.) para transferir la tajada fina de una correa a otra correa (en lugar del tambor discutido aquí) o desde una correa a un recipiente (denominada una correa de transferencia por vacío). Los mismos métodos permiten que las tajadas finas sean retiradas del recipiente y a continuación procesadas y por lo tanto las tajadas finas pueden ser combinadas, y la secuencia de fabricación realizada en dos secciones. Además, pueden ponerse en práctica métodos en los que las tajadas finas extraídas de su marco de oblea son transferidas a correas (u otros dispositivos), utilizando el método anterior.

30 De la manera precedente, se han dado a conocer una serie de métodos, aparatos y sistemas para separar tiras alargadas de semiconductor desde una oblea de material semiconductor, ensamblar en una matriz de tiras una serie de tiras alargadas de semiconductor separadas de una oblea de material semiconductor, y ensamblar sobre un sustrato una matriz de tiras alargadas de semiconductor.

REIVINDICACIONES

1. Un método (1100) de separación de tiras alargadas (352) de semiconductor desde una oblea (310) de material semiconductor, comprendiendo dicho método:

5 proporcionar (1100) una serie de tiras alargadas (352, 452) de semiconductor formadas en una oblea (310, 460) de manera sustancialmente paralela entre sí, teniendo dicha oblea (310, 460) una superficie sustancialmente plana y una dimensión de grosor en ángulo recto respecto de la superficie sustancialmente plana, y una parte de marco en extremos opuestos de dichas tiras (352, 452) de semiconductor conectando dichas tiras (352, 452) a dicha oblea (310, 460), teniendo cada una de dichas tiras (352, 452) de semiconductor una anchura, por lo menos, sustancialmente igual al grosor de la oblea y una dimensión de
10 grosor de dicha tira (352, 452) menor que dicha anchura, una cara de, por lo menos, una de las tiras alargadas (352, 452) de semiconductor formando longitudinalmente un borde de (390) de dicha oblea (310, 460) o estando casi adyacente a dicho borde (390);

estando dicho método **caracterizado porque** comprende las etapas de:

15 aplicar (1120) vacío a dicha tira alargada (352, 452) de semiconductor que forma dicho borde (390) o está junto a dicho borde (390); y

desplazar (1130) entre sí dicha oblea y una fuente (500, 3500, 3600, 4100) de dicho vacío en una distancia predeterminada, para separar dicha tira alargada (352, 452) de semiconductor sobre la que se aplica el vacío, respecto de dicha oblea (310, 460).

2. El método acorde con la reivindicación 1, caracterizado porque comprende además las etapas de:

20 al menos reducir dicho vacío aplicado a dicha tira alargada (352, 452) de semiconductor separada; y

desplazar (810) dicha tira alargada (352, 452) de semiconductor separada, respecto de dicha oblea (310) (460) y dicha fuente (500, 3500, 3600, 4100) de dicho vacío.

3. El método acorde con la reivindicación 1, en el que la etapa de al menos reducir dicho vacío comprende poner fin a dicho vacío.

25 4. El método acorde con la reivindicación 1, que comprende además la etapa de:

desplazar dicha oblea (310, 460) de manera que dicha tira alargada (352, 452) de semiconductor está en estrecha proximidad a dicha fuente (500, 3500, 3600, 4100) de dicho vacío.

5. El método acorde con la reivindicación 1, que comprende además la etapa de:

30 mover dicha fuente (500, 3500, 3600, 4100) de dicho vacío respecto de dicha oblea (310, 460), de manera que dicha fuente (500, 3500, 3600, 4100) de dicho vacío está en estrecha proximidad a dicha tira alargada (352, 452) de semiconductor.

35 6. El método acorde con la reivindicación 2 ó 3, en el que dichas etapas de aplicar vacío, desplazar entre sí dicha oblea (310, 460) y la fuente (500, 3500, 3600, 4100) de dicho vacío, reducir al menos dicho vacío, y desplazar dicha tira alargada (352, 452) de semiconductor separada, respecto de dicha oblea (310, 460) y dicha fuente (500, 3500, 3600, 4100) de vacío, se llevan cabo repetidamente para separar dos o más de dicha serie de dichas tiras alargadas (352, 452) de semiconductor, respecto de dicha oblea (310, 460).

40 7. El método acorde con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que dicha fuente (500, 3500, 3600, 4100) de dicho vacío tiene un cuerpo con, por lo menos, una cavidad formada en el mismo para proporcionar dicho vacío aplicado, a una cara de dicha tira alargada (352, 452) de semiconductor, siendo dicha cavidad adyacente a dicha cara de dicha tira alargada (352, 452) de semiconductor de tamaño menor o sustancialmente igual a una dimensión de una cara de dicha tira alargada (352, 452) de semiconductor.

8. El método acorde con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** comprende además la etapa de:

45 formar puntos débiles en partes de dicha oblea (310, 460) junto a extremos opuestos de dichas tiras alargadas (352, 452) de semiconductor, para facilitar la separación de dichas tiras alargadas (352, 452) de semiconductor respecto de dicha oblea (310, 460).

9. El método acorde con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que dicha oblea (310, 460) es silicio monocristalino o silicio multicristalino.

5 10. Un aparato para separar tiras alargadas (352, 452) de semiconductor respecto de una oblea (310, 460) de material semiconductor que tiene una serie de tiras alargadas (352, 452) de semiconductor formadas de manera sustancialmente paralela entre sí en dicha oblea (310, 460), teniendo dicha oblea (310, 460) una superficie sustancialmente plana y una dimensión de grosor en ángulo recto respecto de la superficie sustancialmente plana, y una parte de marco en extremos opuestos de dichas tiras alargadas (352, 452) de semiconductor, que conecta dichas tiras (352, 452) a dicha oblea (310, 460), teniendo cada una de dichas tiras alargadas (352, 452) de semiconductor una anchura, por lo menos, sustancialmente igual al grosor de la oblea y una dimensión de grosor de dicha tira (352, 452) menor que dicha anchura, formando longitudinalmente por lo menos una de dichas tiras alargadas (352, 452) de semiconductor un borde (390) de dicha oblea (310, 460), o siendo casi adyacente a dicho borde (390), comprendiendo dicho aparato:

medios (1300, 1410) para sujetar dicha oblea;

estando dicho aparato **caracterizado por**:

15 una fuente (500, 3500, 3600, 4100) de vacío adaptada para aplicar vacío a una cara de una tira alargada (352, 452) de semiconductor; y

medios para desplazar entre sí dicha oblea (310, 460) y dicha fuente (500, 3500, 3600, 4100) de dicho vacío, a una distancia predeterminada para separar respecto de dicha oblea (310, 460) dicha tira alargada (352, 452) de semiconductor que tiene aplicada una fuente de vacío.

20 11. El aparato acorde con la reivindicación 10, **caracterizado porque** dicha fuente de vacío aplicada a dicha tira alargada (352, 452) de semiconductor separada es, por lo menos, reducida, y comprendiendo además medios (810) para desplazar dicha tira alargada (352, 452) de semiconductor separada, respecto de dicha oblea (310, 460) y dicha fuente (500, 3500, 3600, 4100) de dicho vacío.

12. El aparato acorde con la reivindicación 10, en el que reducir al menos dicho vacío comprende cesar dicho vacío.

25 13. El aparato acorde con la reivindicación 10, que comprende además:

medios para desplazar dicha oblea (310, 460) de manera que dicha tira alargada (352, 452) de semiconductor está en estrecha proximidad a dicha fuente (500, 3500, 3600, 4100) de dicho vacío.

14. El aparato acorde con la reivindicación 10, que comprende además:

30 medios para desplazar dicha fuente (500, 3500, 3600, 4100) de dicho vacío respecto de dicha oblea (310, 460), de manera que dicha fuente (500, 3500, 3600, 4100) de dicho vacío está en estrecha proximidad con dicha tira alargada (352, 452) de semiconductor.

35 15. El aparato acorde con la reivindicación 11 ó 12, que comprende además medios para controlar el funcionamiento de, por lo menos, dichos medios de sujeción, dicha fuente (500, 3500, 3600, 4100) de dicho vacío, y dichos medios de desplazamiento, en el que las operaciones de aplicar vacío, desplazar entre sí dicha oblea y la fuente (500, 3500, 3600, 4100) de dicho vacío, reducir al menos dicho vacío, y desplazar dicha tira alargada (352, 452) de semiconductor separada, respecto de dicha oblea (310, 460) y dicha fuente (500, 3500, 3600, 4100) de vacío, se llevan a cabo repetidamente para separar respecto de dicha oblea (310, 460) dos o más de dicha serie de dichas tiras alargadas (352, 452) de semiconductor.

40 16. El aparato acorde con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 15, en el que dicha fuente (500, 3500, 3600, 4100) de dicho vacío tiene un cuerpo con, por lo menos, una cavidad formada en el mismo para proporcionar dicho vacío aplicado a una cara de dicha tira alargada (352, 452) de semiconductor, siendo dicha cavidad adyacente a dicha cara de dicha tira alargada (352, 452) de semiconductor, de tamaño menor o sustancialmente igual a una dimensión de una cara de dicha tira alargada (352, 452) de semiconductor.

17. El aparato acorde con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 16, **caracterizado porque** comprende además:

45 medios para formar puntos débiles en partes de dicha oblea (310, 460) junto a extremos opuestos de dichas tiras alargadas (352, 452) de semiconductor, para facilitar la separación de dichas tiras alargadas (352, 452) de semiconductor respecto de dicha oblea (310, 460).

18. El aparato acorde con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 17, en el que dicha oblea (310, 460) es silicio monocristalino o silicio multicristalino.

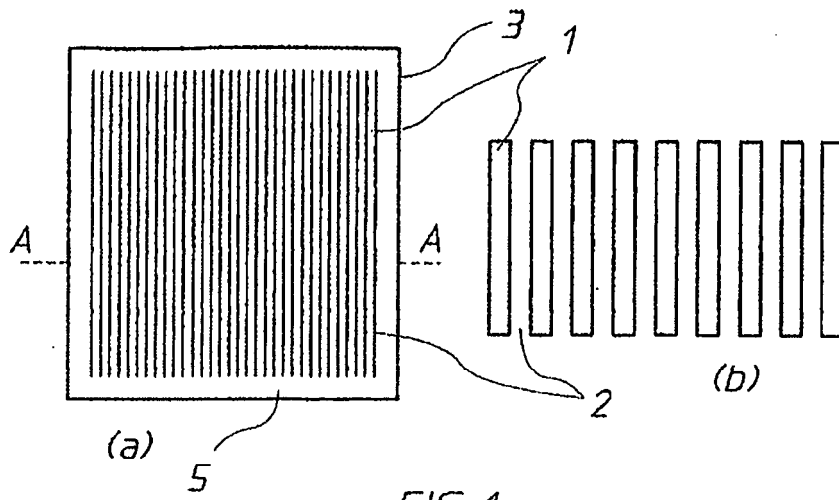


FIG. 1

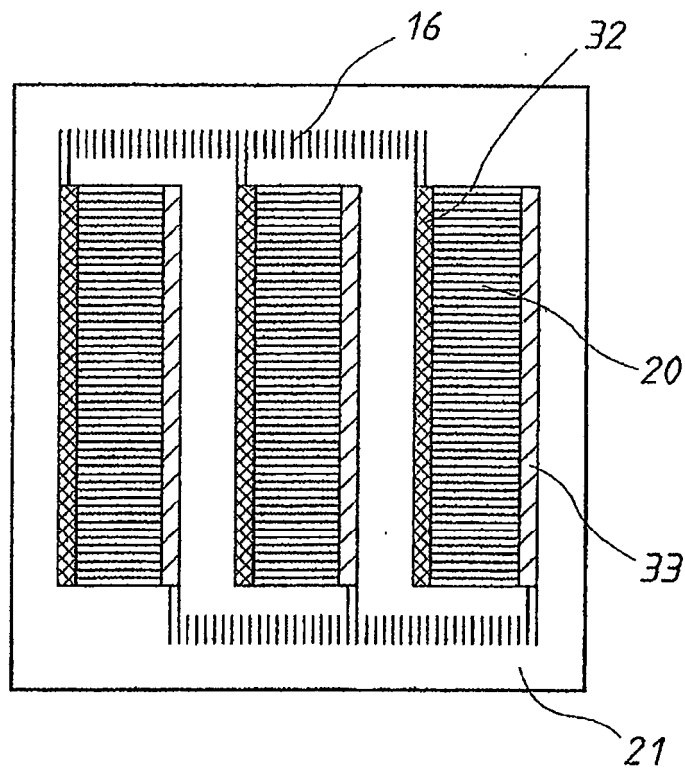


FIG. 2

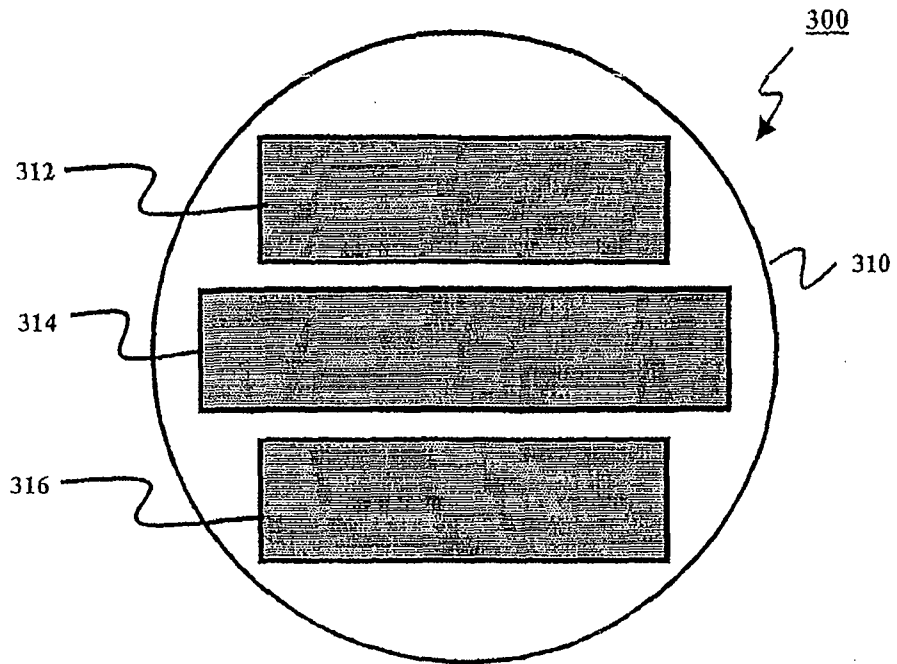


FIG. 3(A)

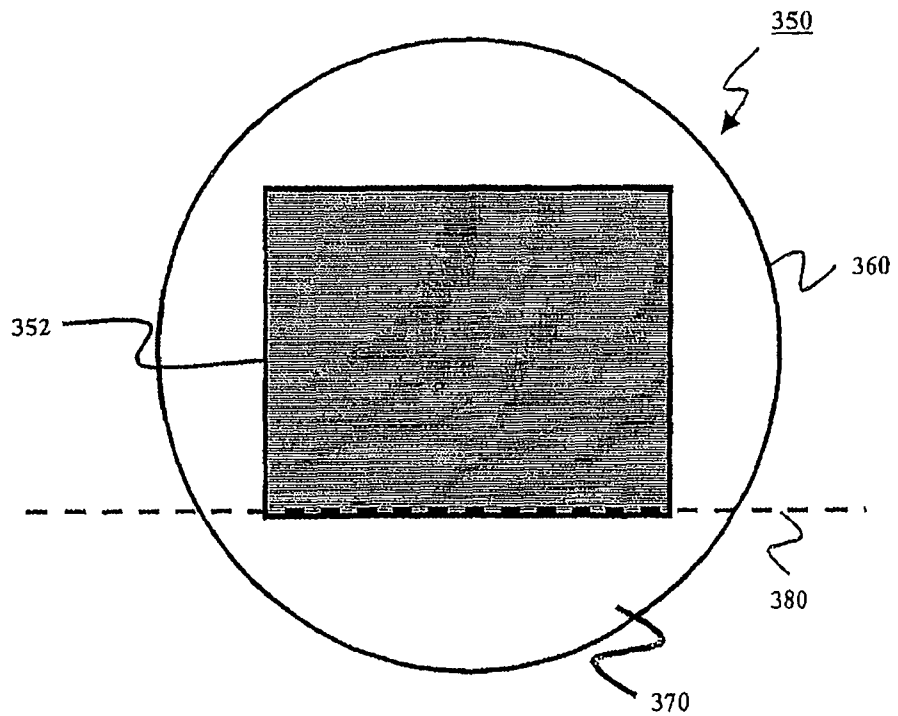


FIG. 3(B)

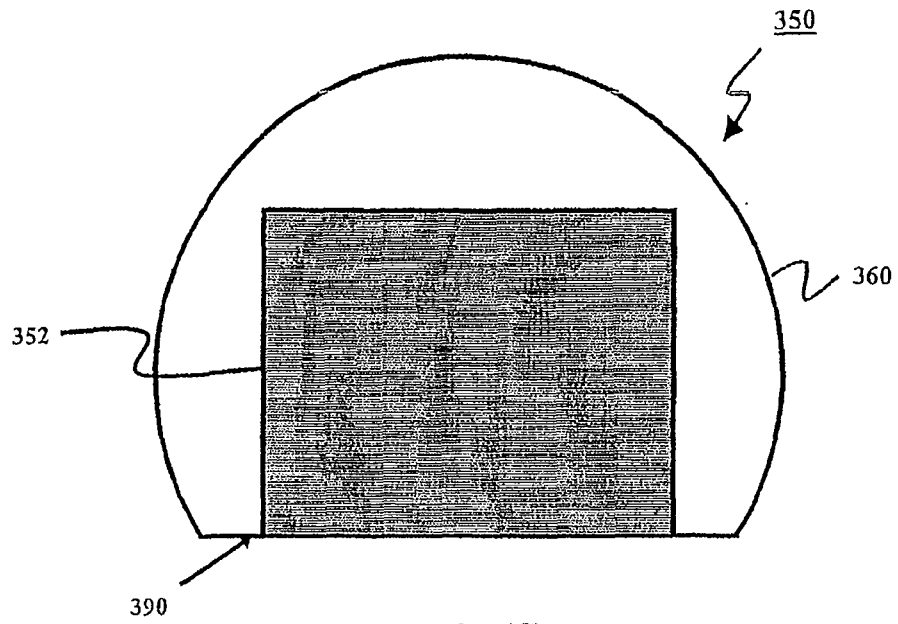


FIG. 3(C)

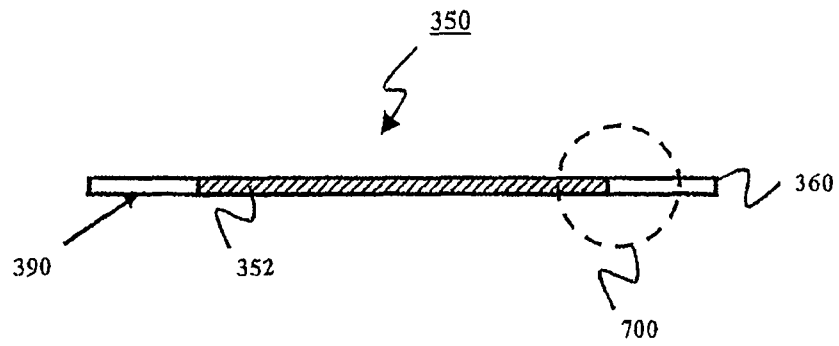


FIG. 3(D)

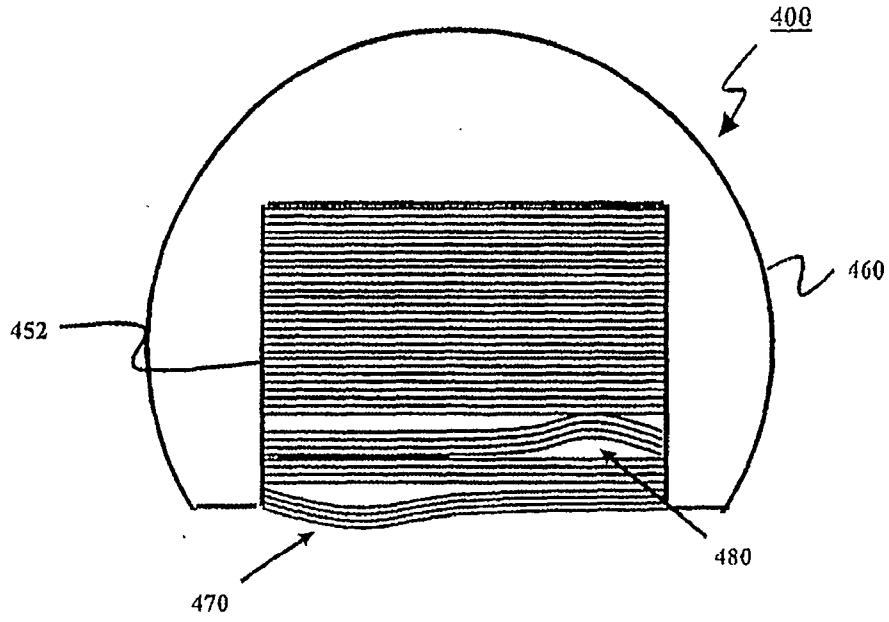


FIG. 4

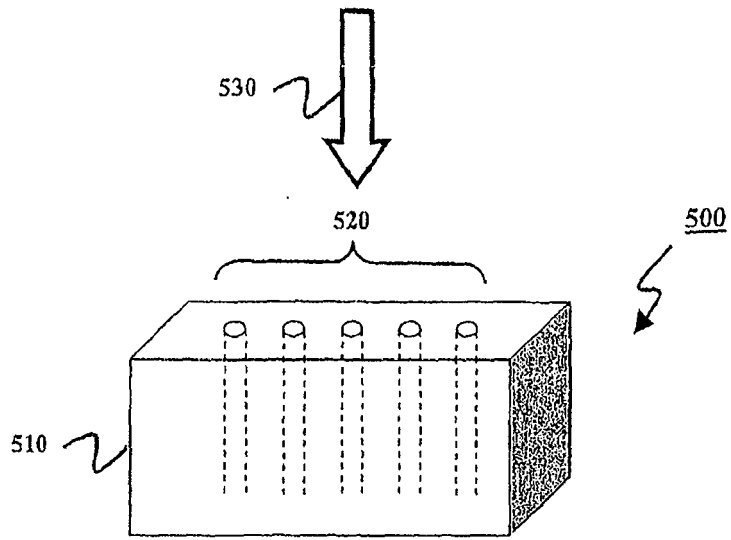


FIG. 5

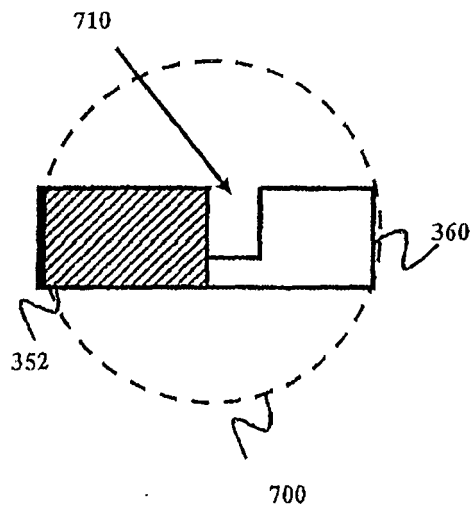


FIG. 7

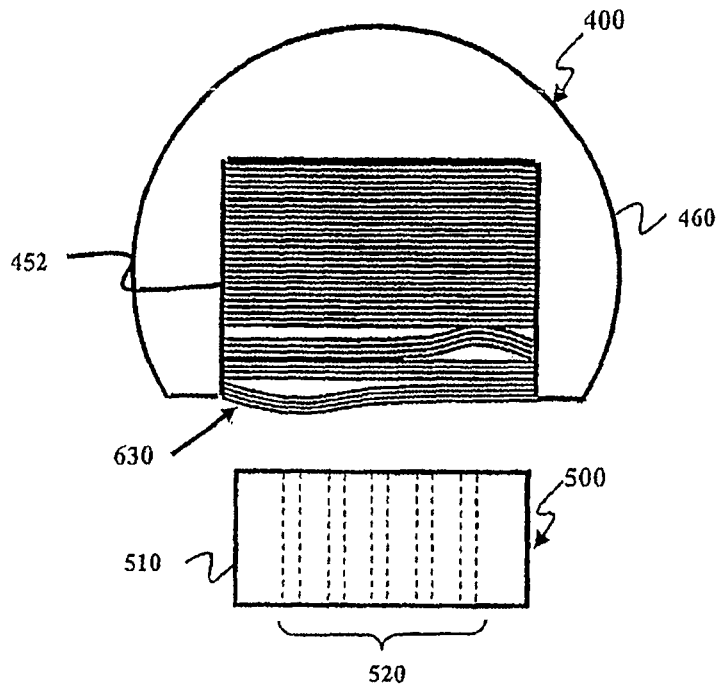


FIG. 6(A)

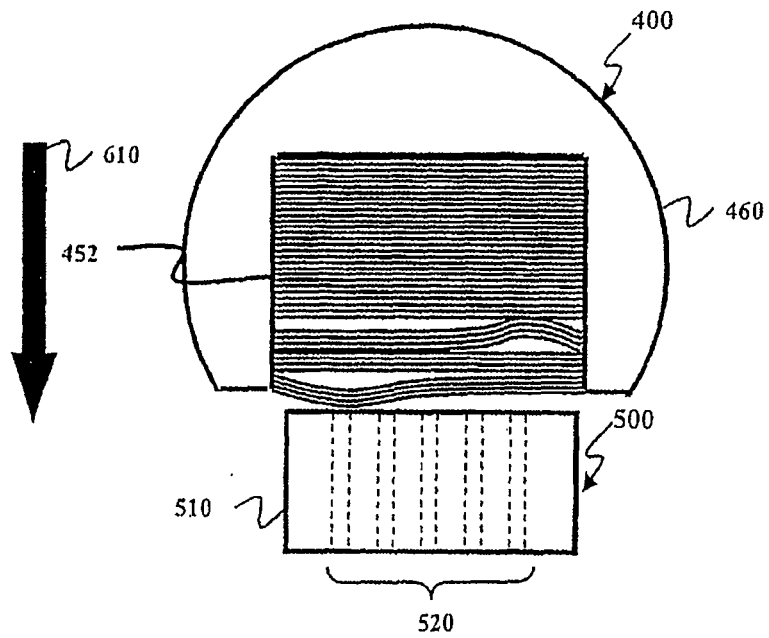


FIG. 6(B)

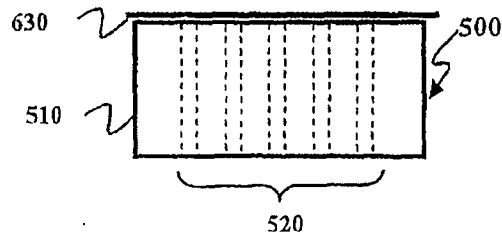
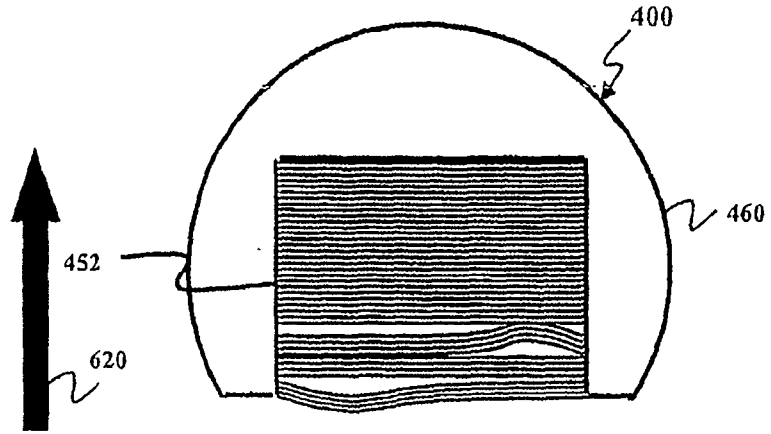


FIG. 6(C)

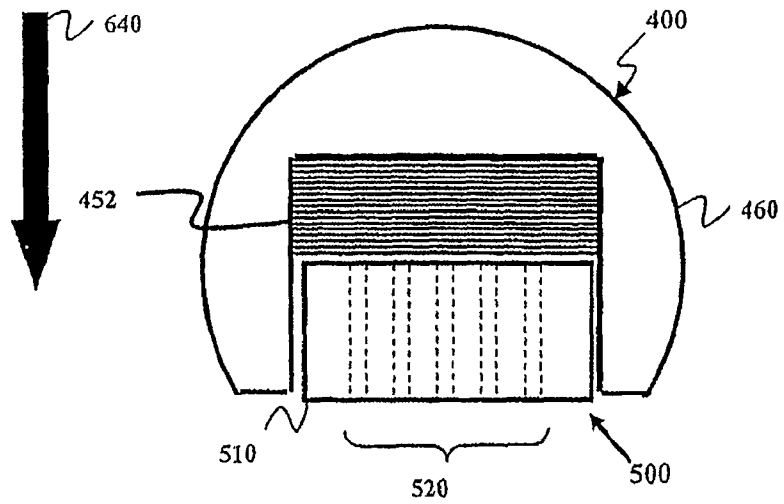


FIG. 6(D)

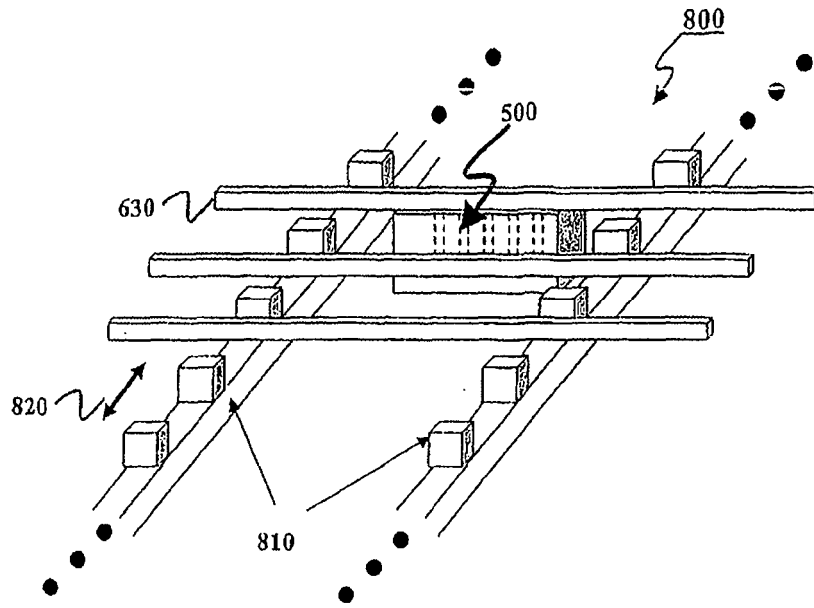


FIG. 8

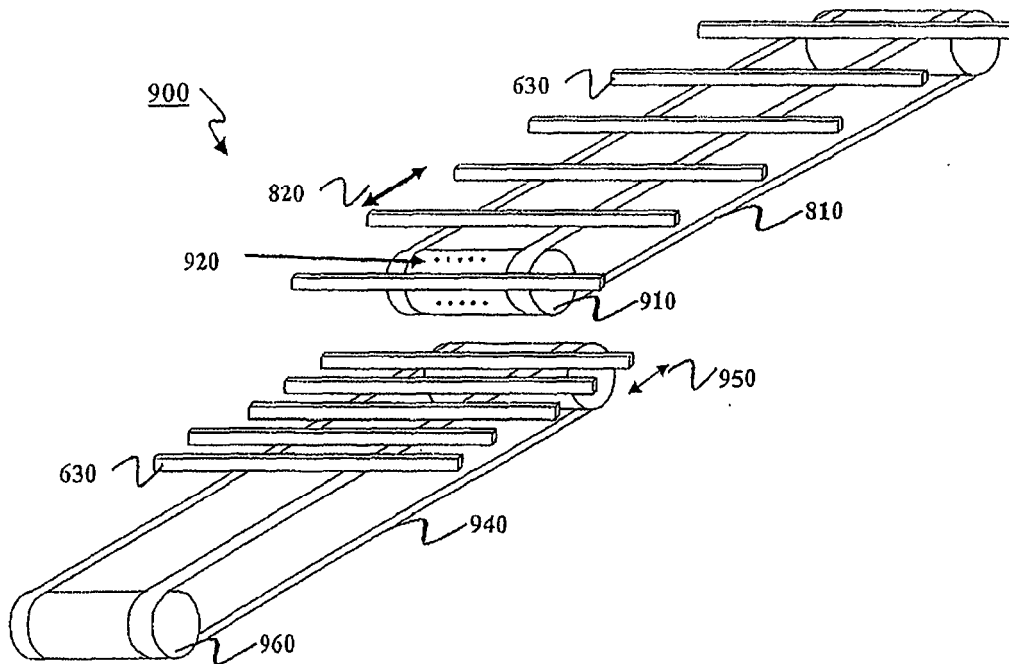


FIG. 9

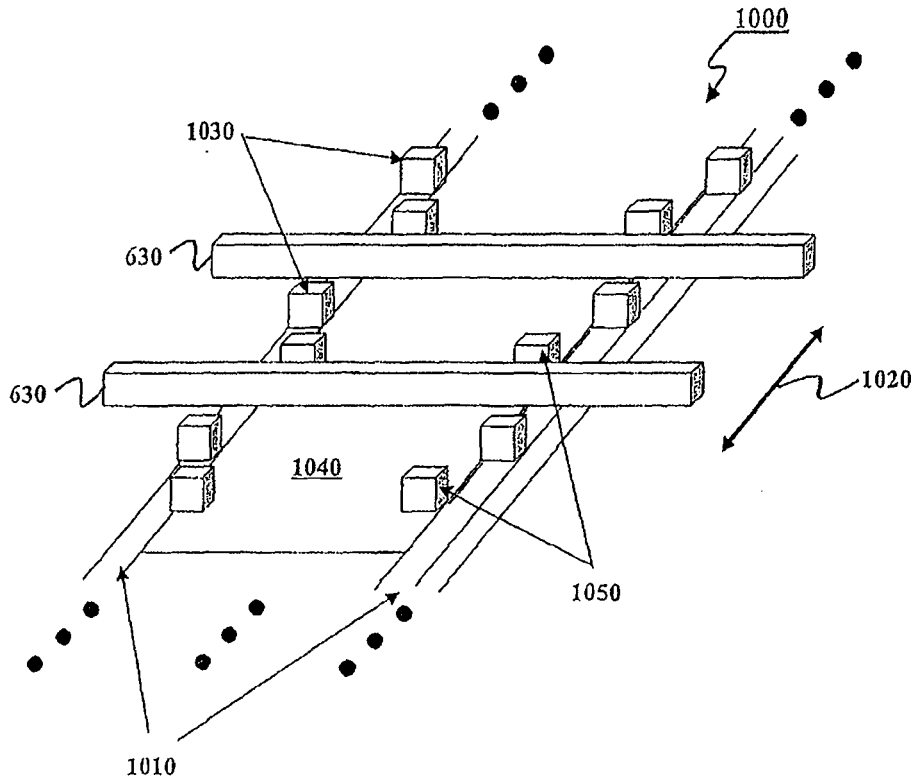


FIG. 10

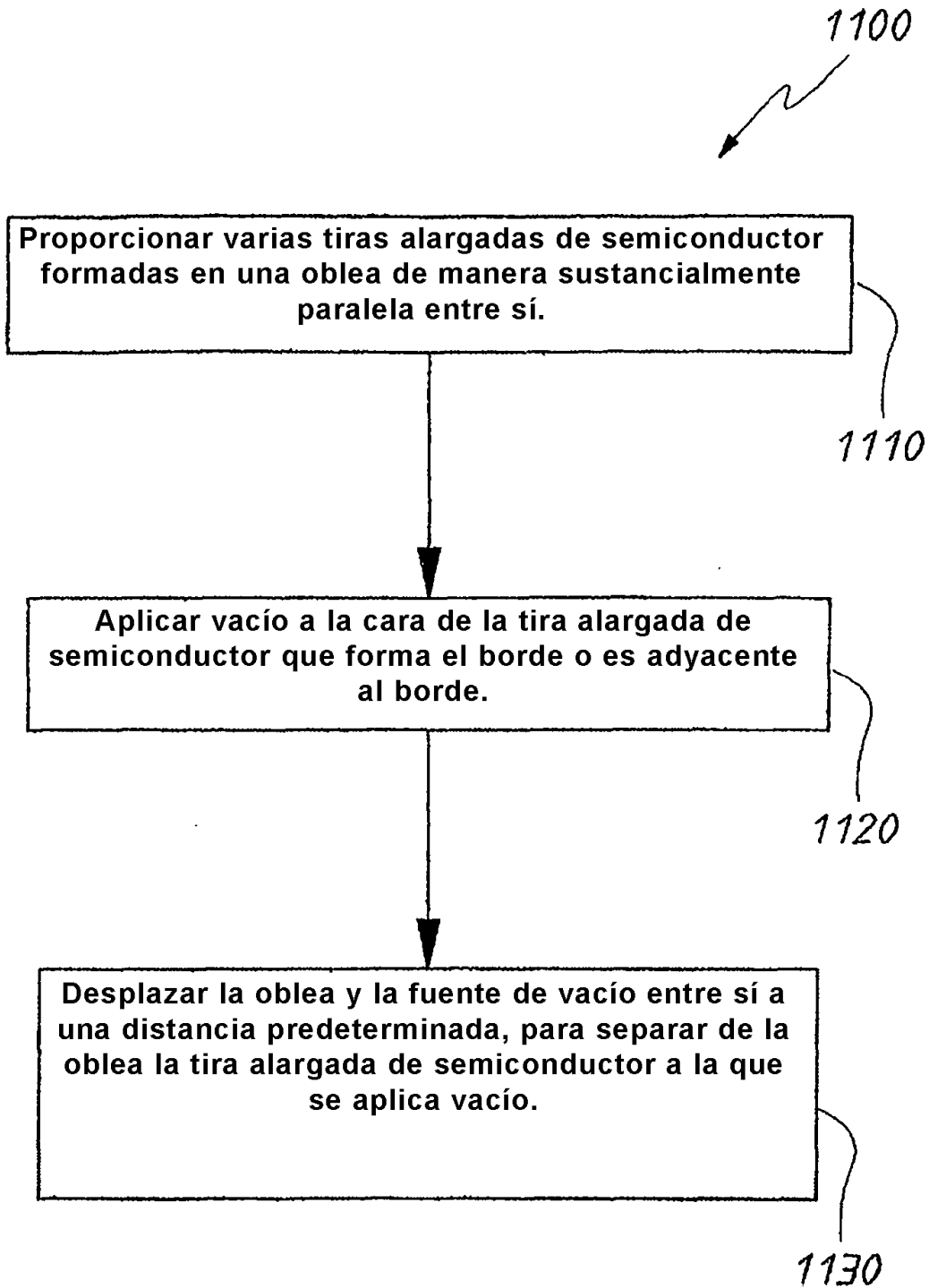


FIG. 11

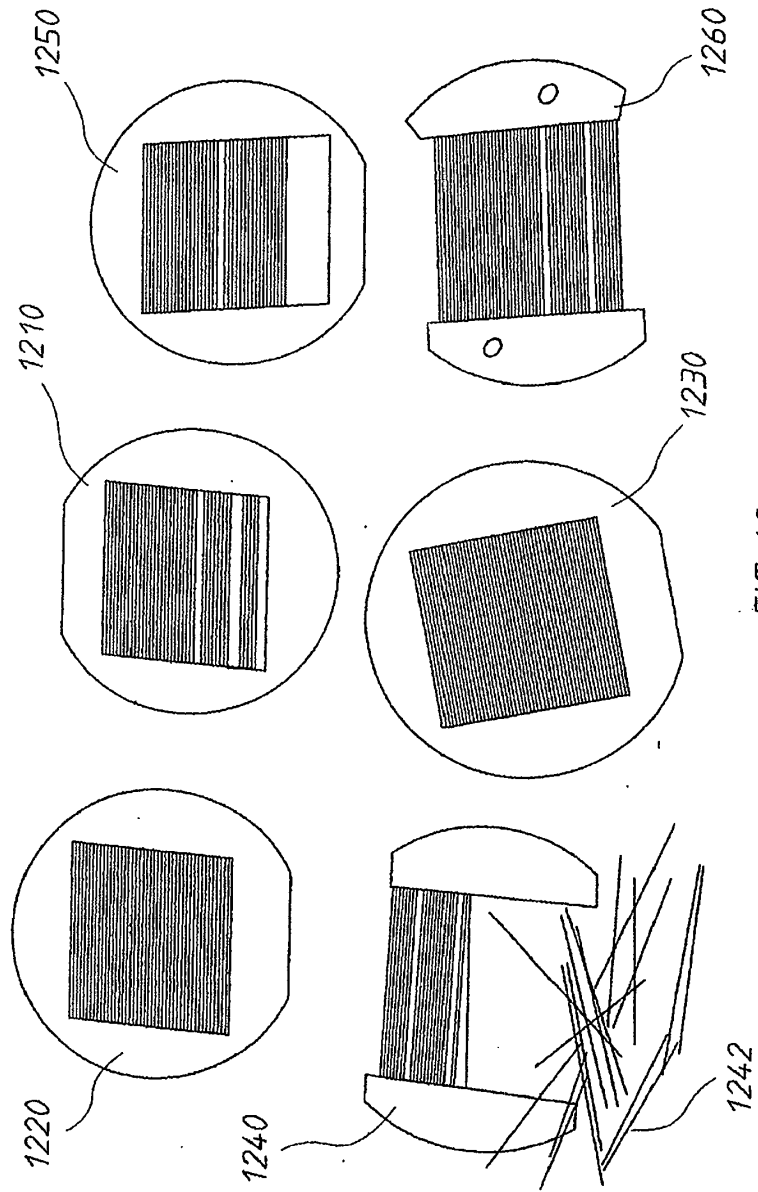


FIG. 12

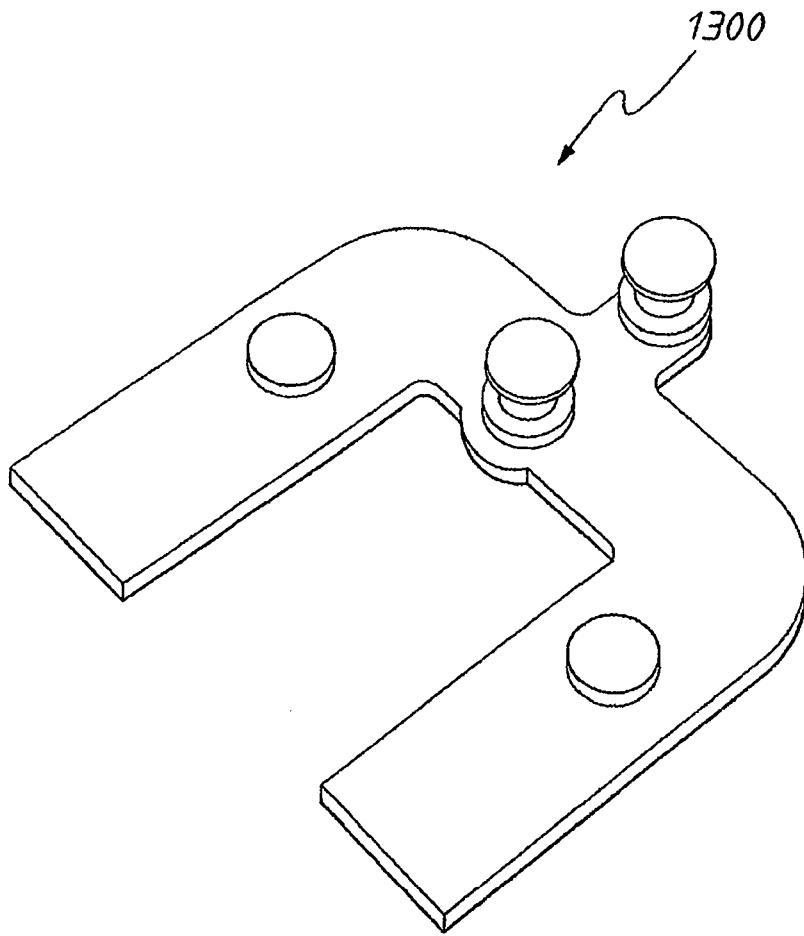


FIG. 13a

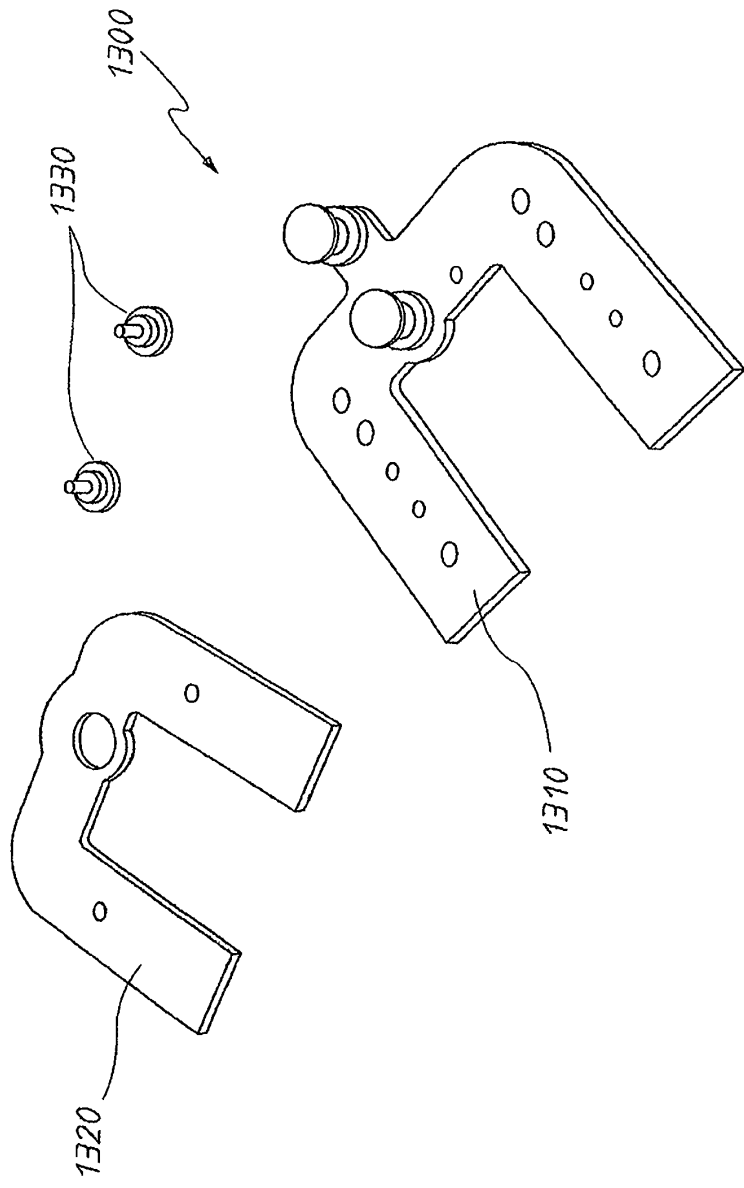


FIG. 13b

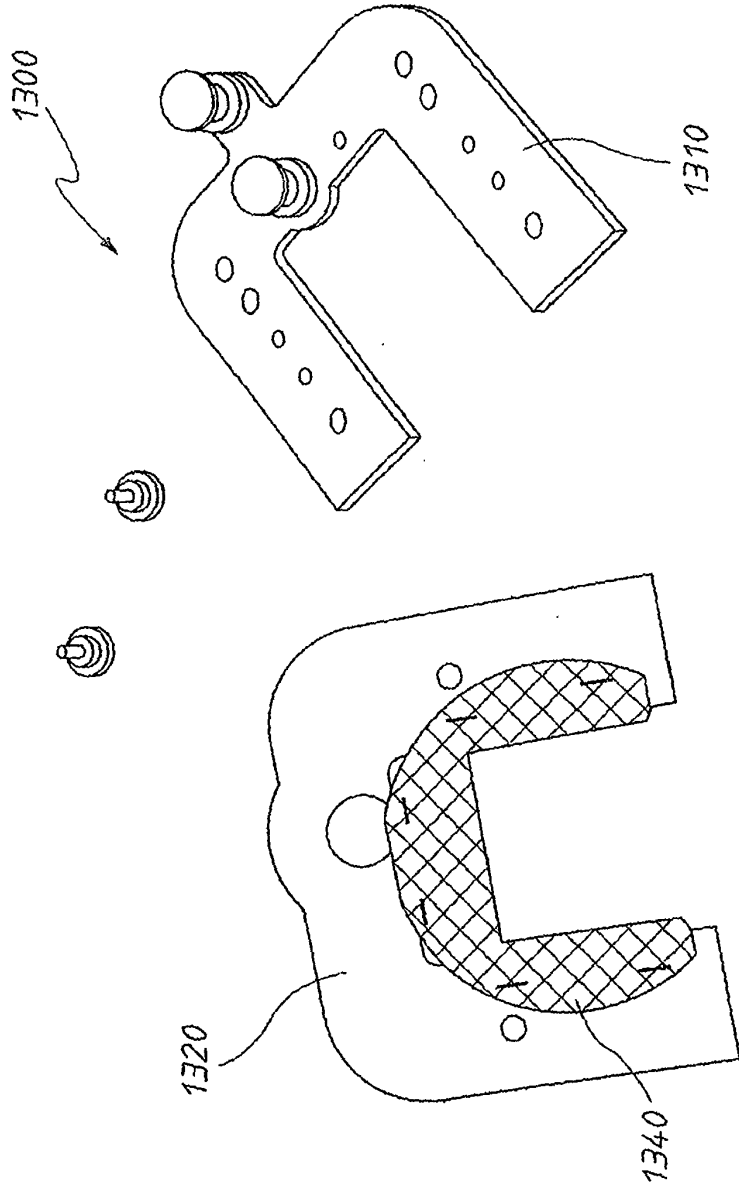


FIG. 13C

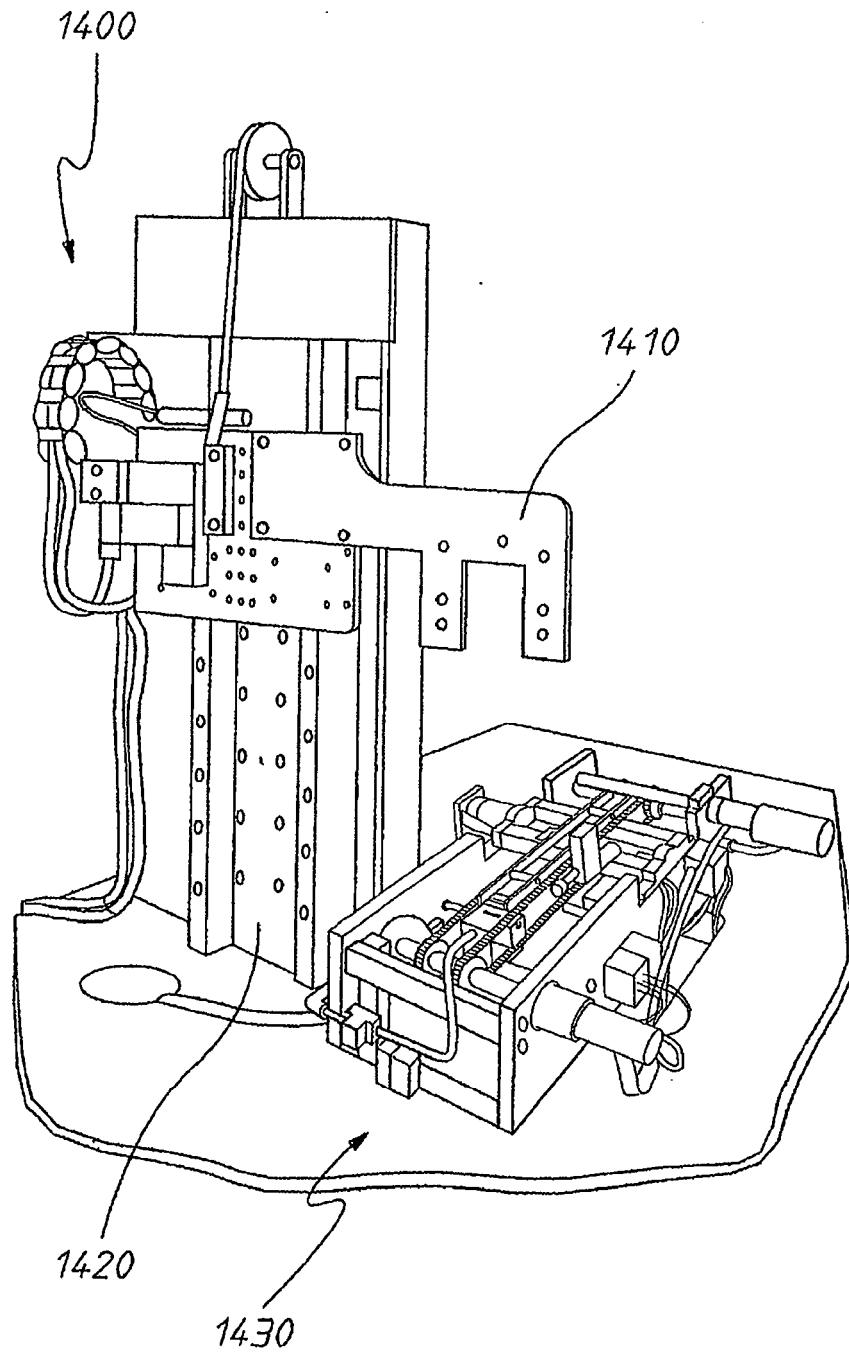


FIG. 14

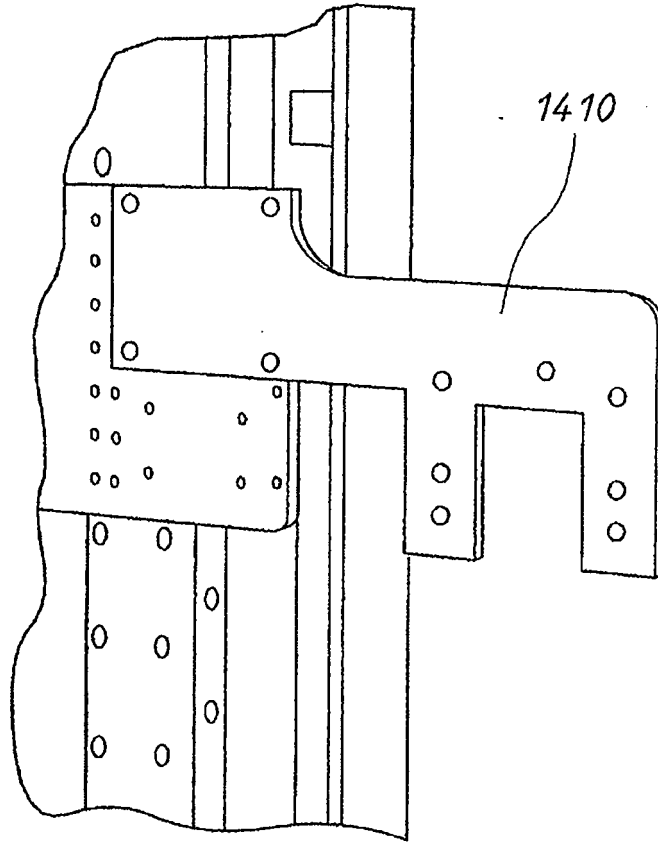


FIG. 15

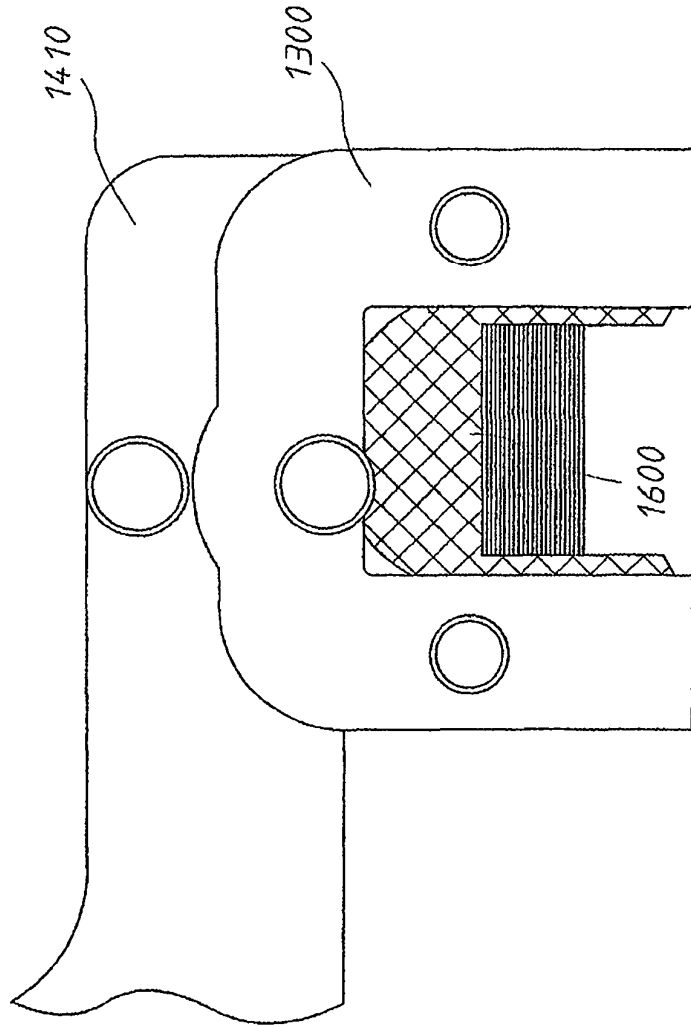
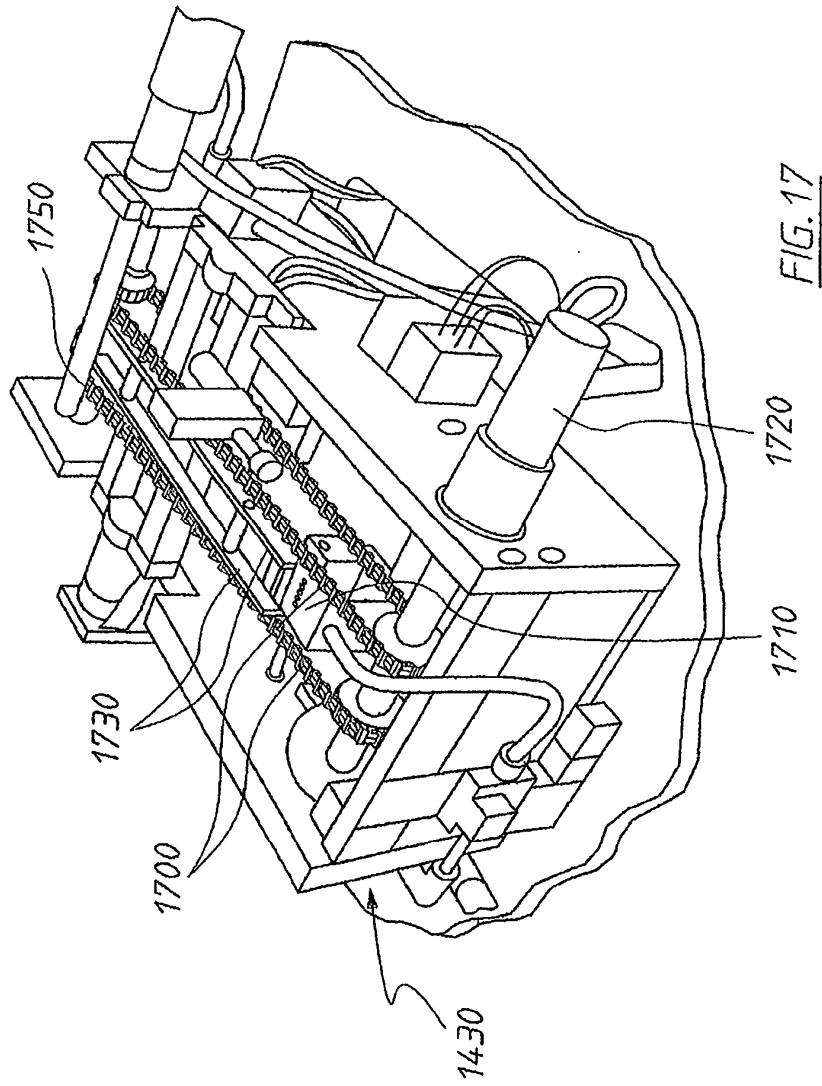


FIG. 16



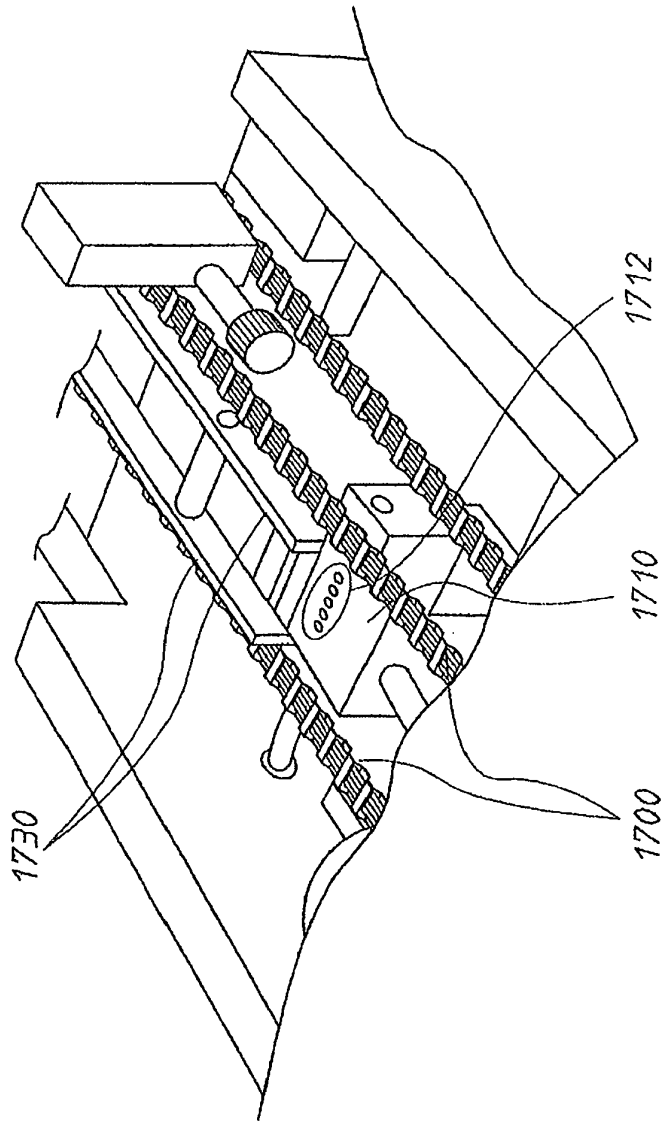


FIG. 18

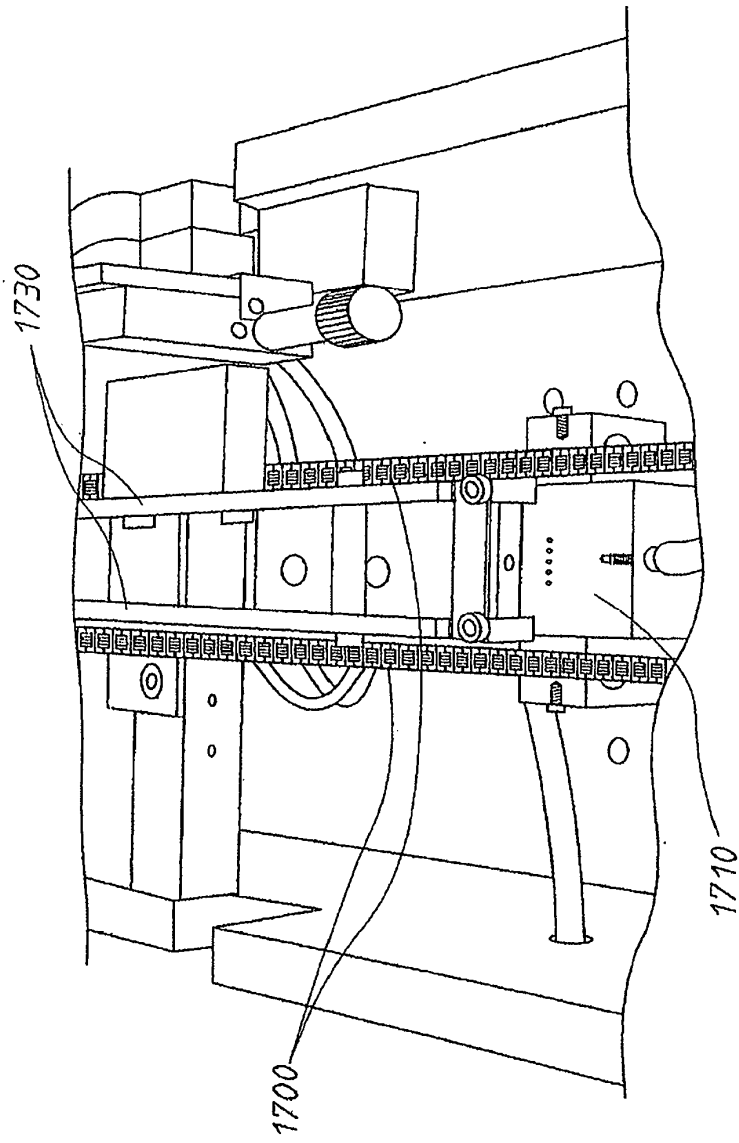


FIG.19

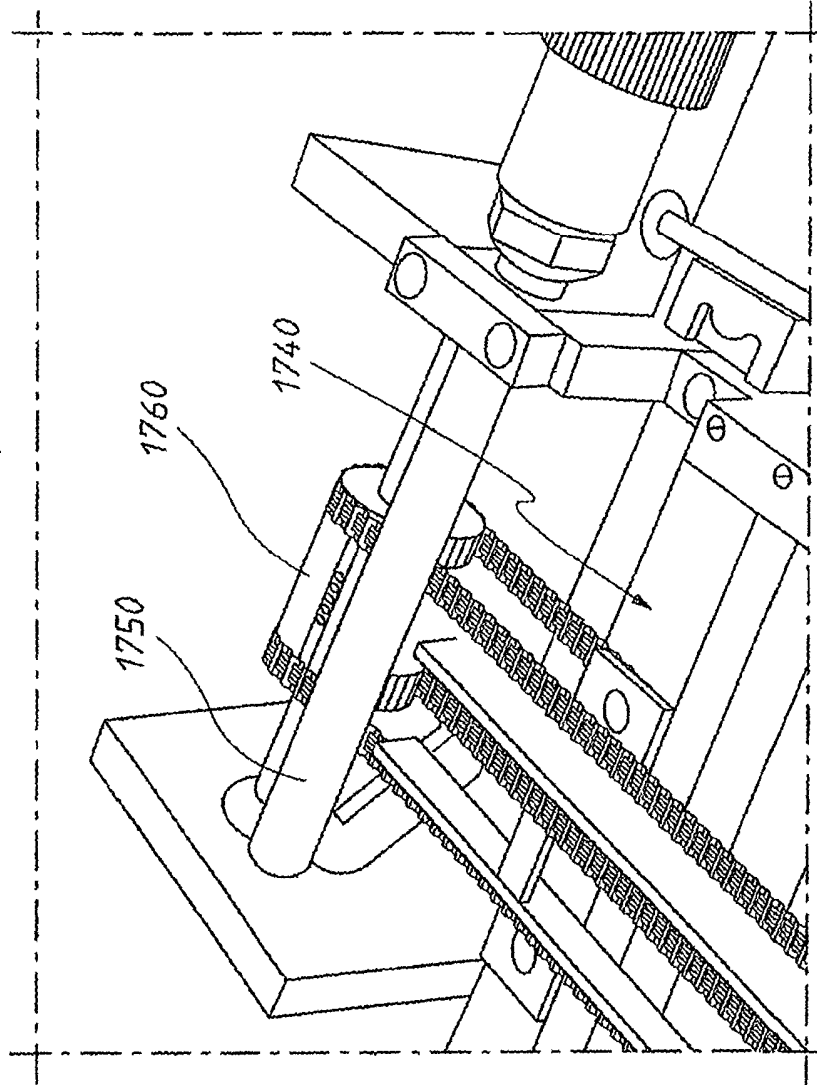
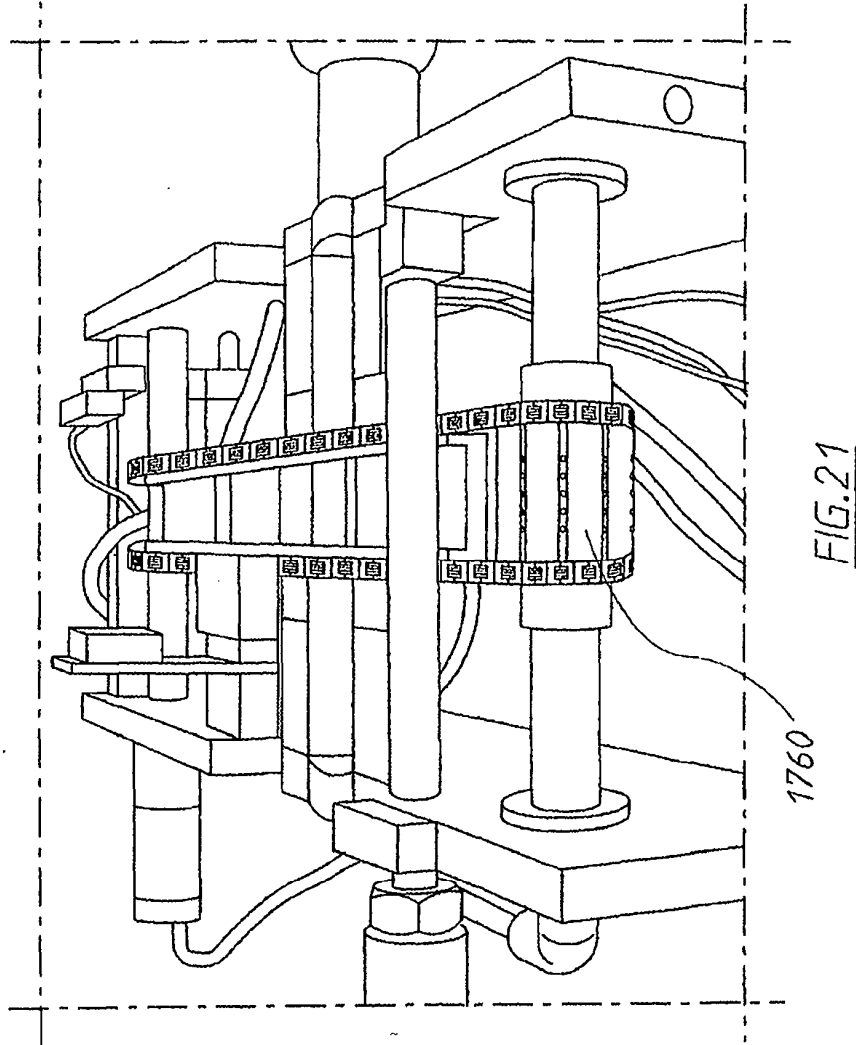


FIG. 20



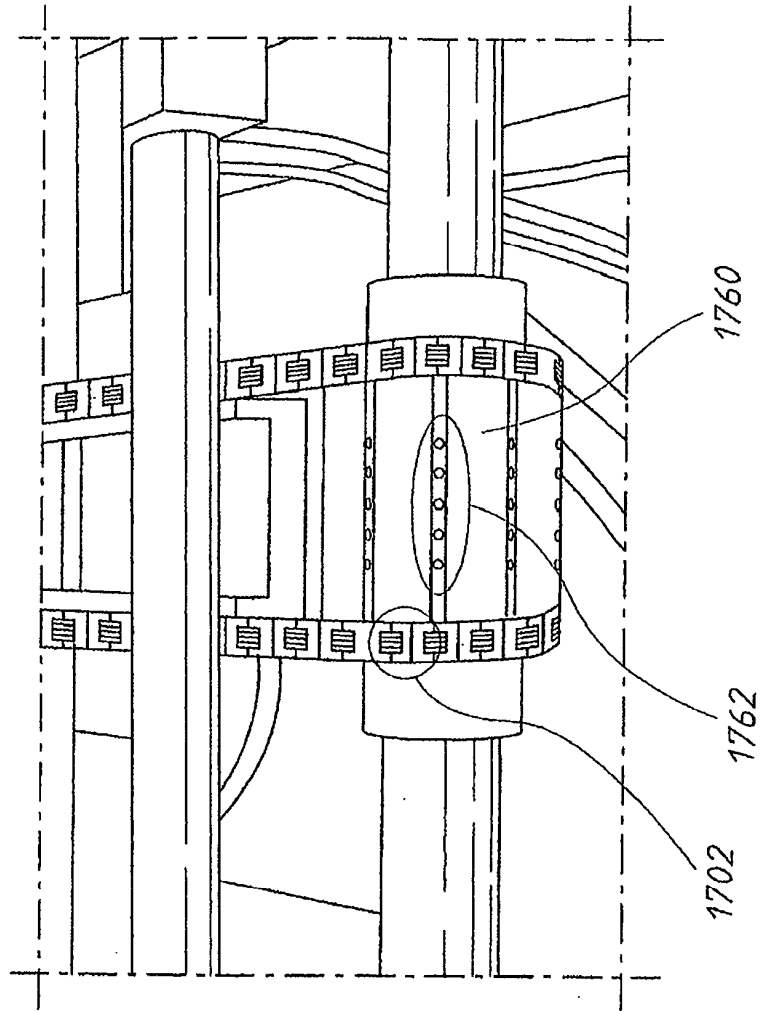


FIG.22

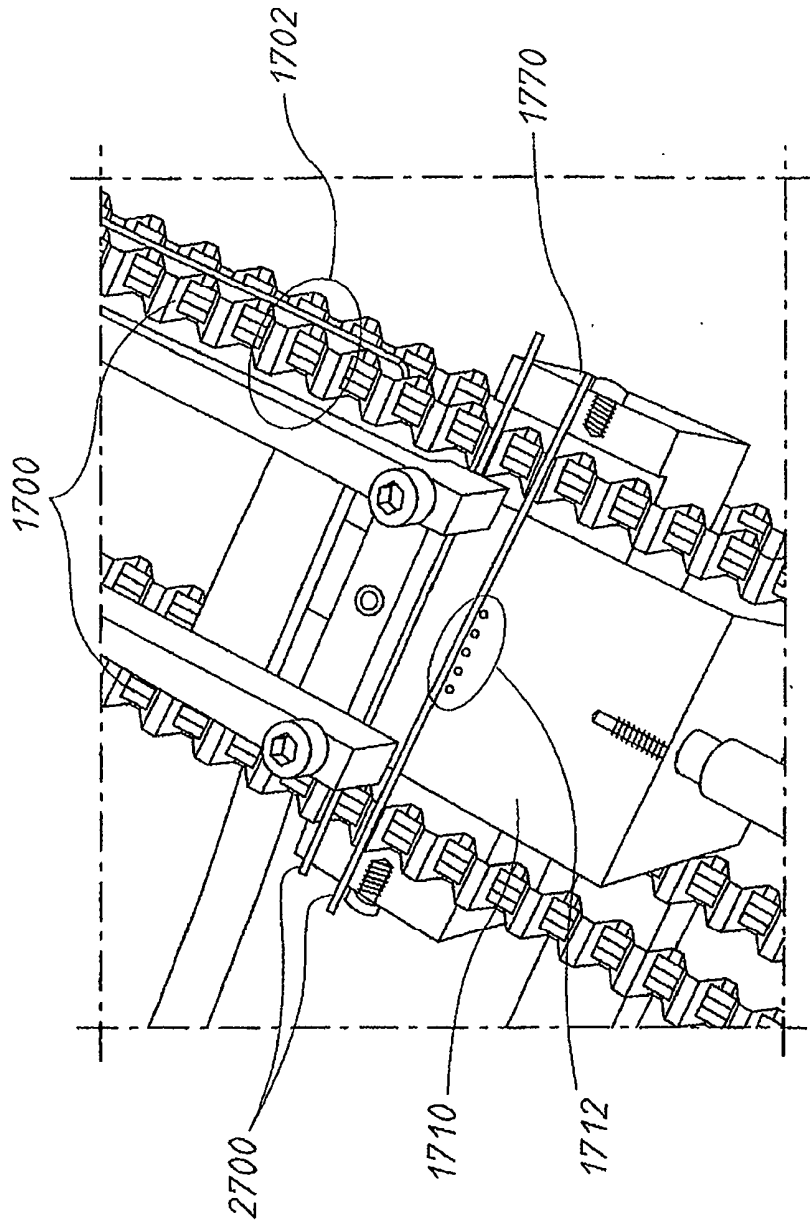


FIG. 23

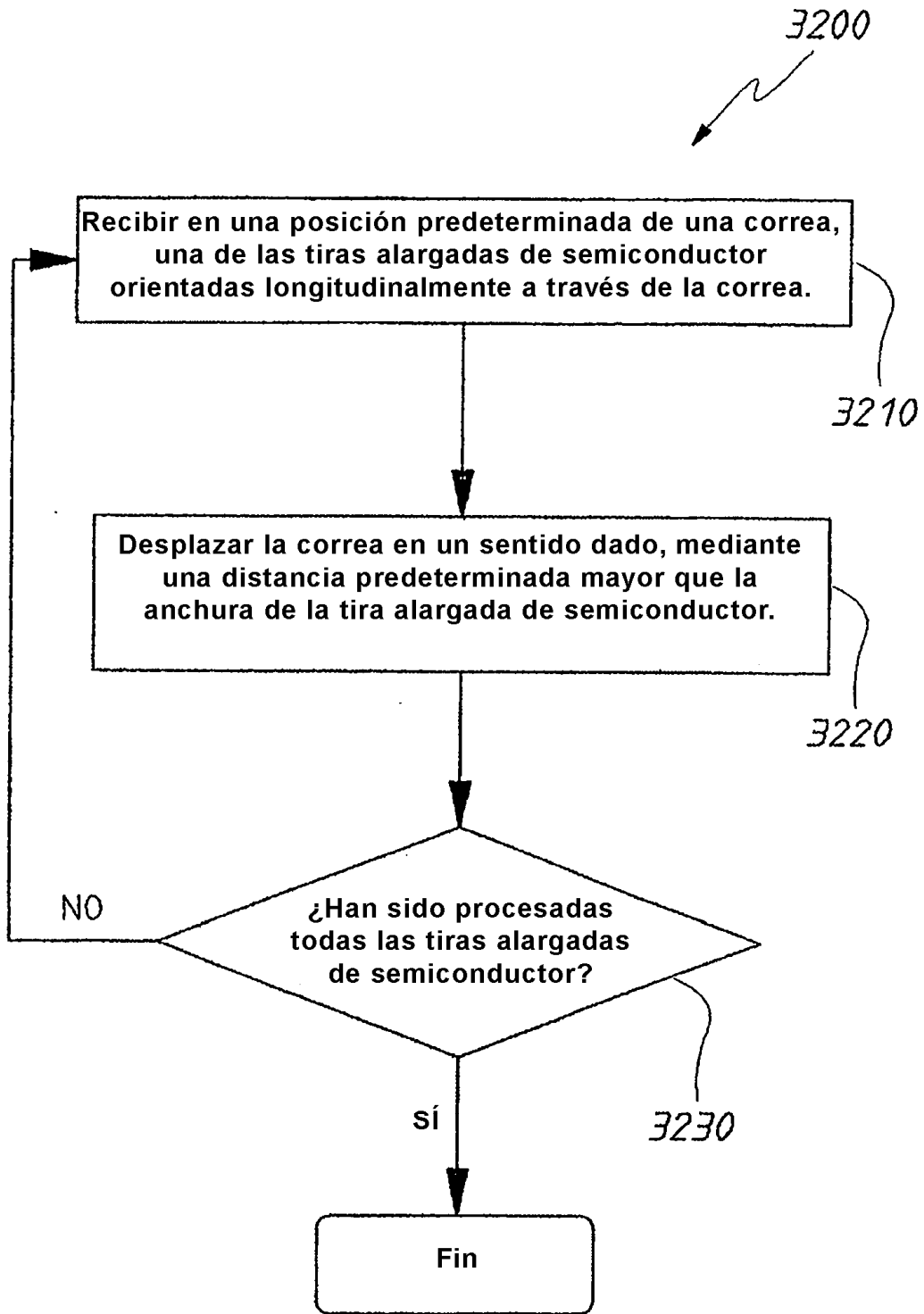


FIG. 24

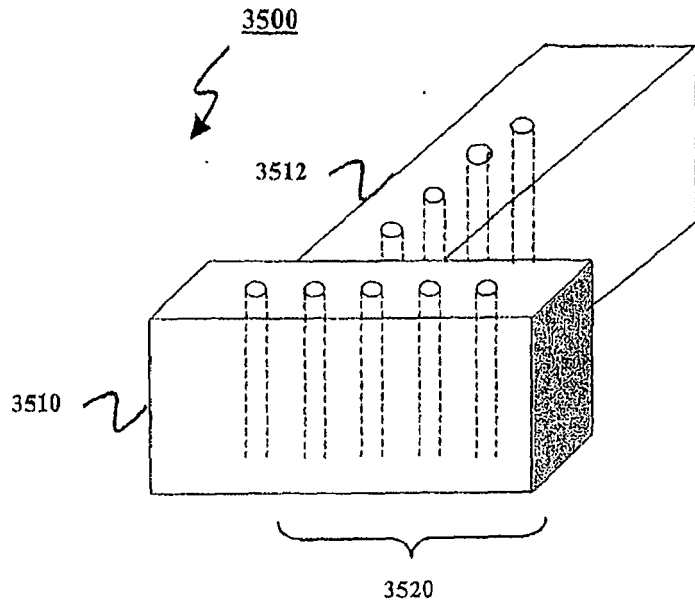


FIG. ~~25~~ 25

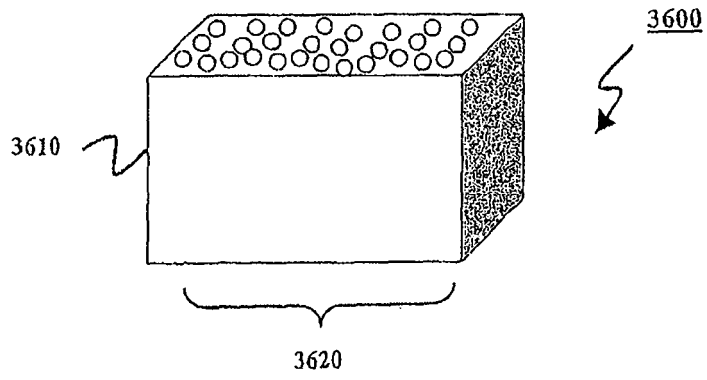


FIG. 26

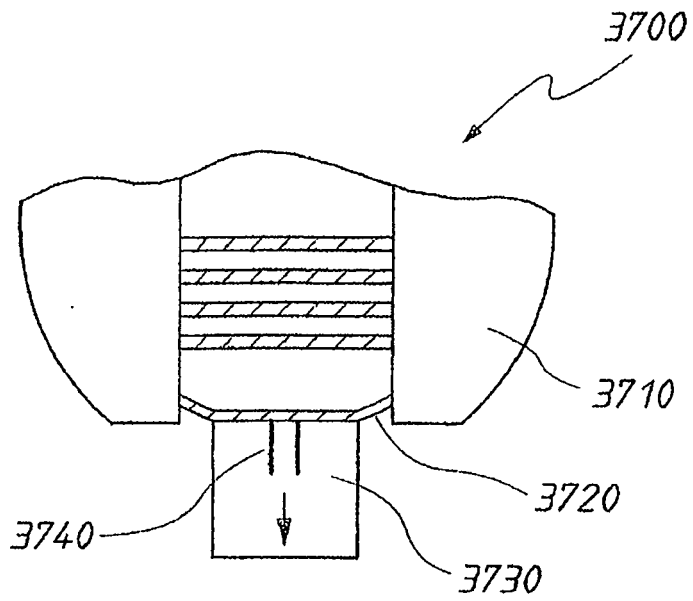


FIG. 27

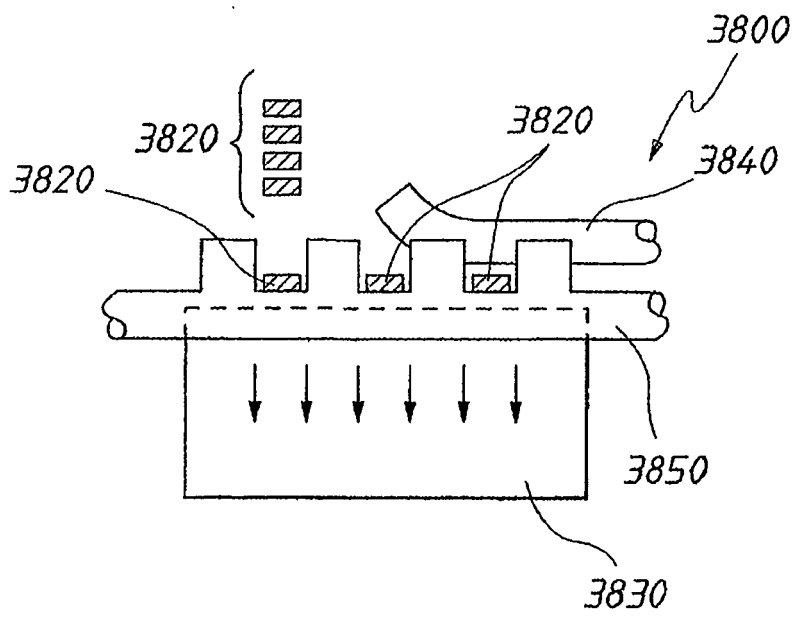


FIG. 28

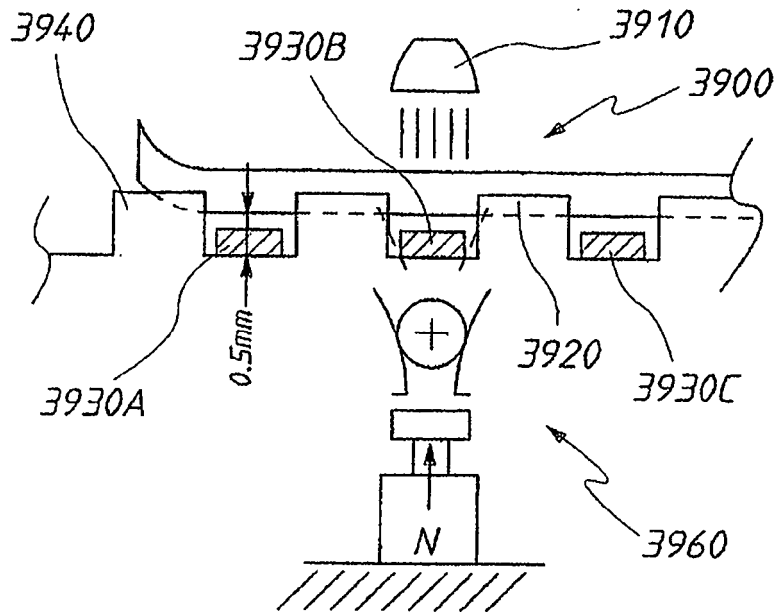


FIG. ~~28~~ 29

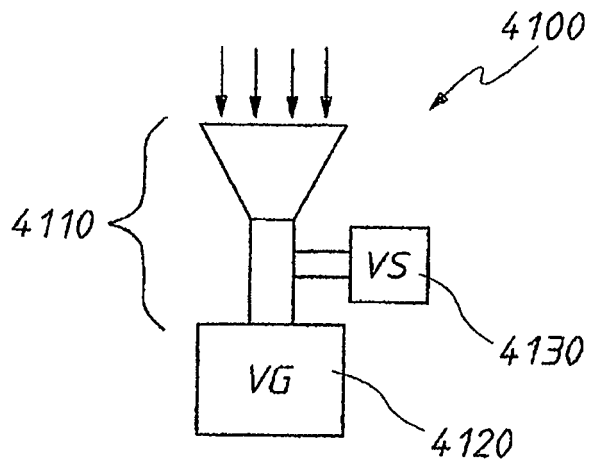


FIG. 31

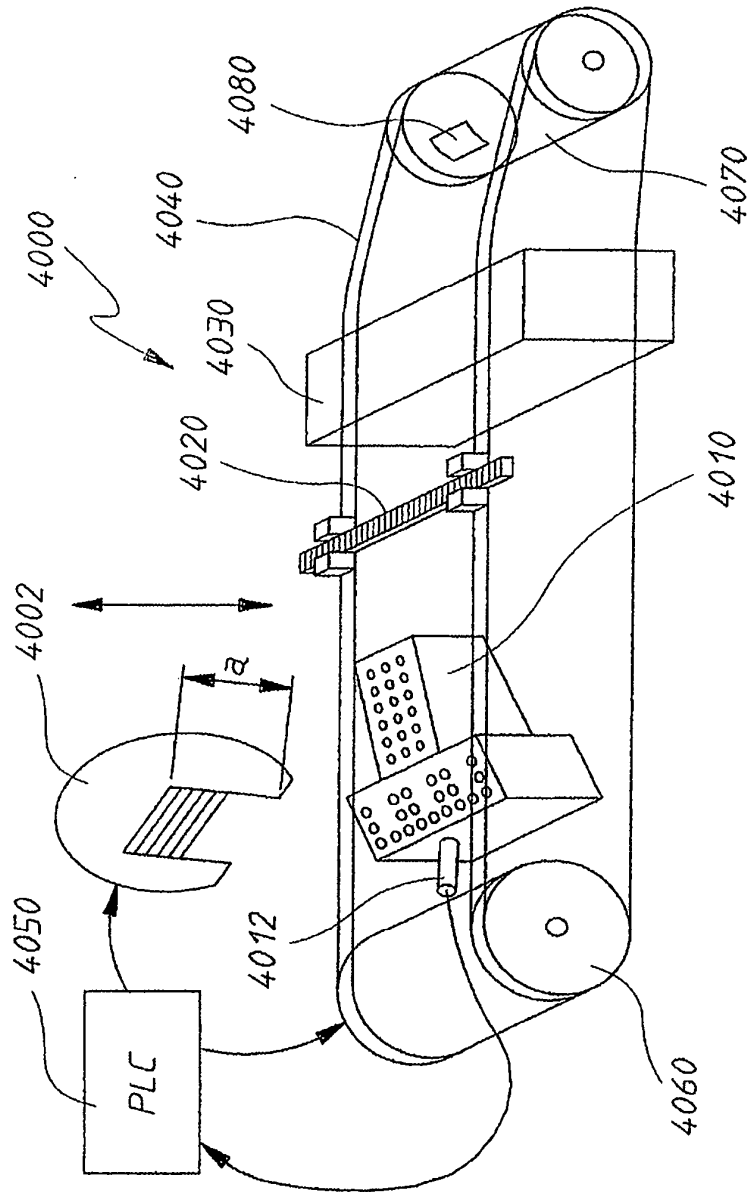


FIG. 20