



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 358 720**

(51) Int. Cl.:
B21D 13/10 (2006.01)
E04C 2/32 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **08701934 .5**
(96) Fecha de presentación : **24.01.2008**
(97) Número de publicación de la solicitud: **2091674**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **26.08.2009**

(54) Título: **Hoja de material laminado en frío y procedimiento para su fabricación.**

(30) Prioridad: **13.11.2007 GB 0722263**
21.12.2007 US 962564

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
13.05.2011

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
13.05.2011

(73) Titular/es: **HADLEY INDUSTRIES OVERSEAS
HOLDINGS LIMITED**
Downing Street
Smethwick Warley, West Midlands B66 2PA, GB

(72) Inventor/es: **Deeley, Geoffrey, Thomas;**
Humpage, Roy y
Castellucci, Michael

(74) Agente: **Curell Aguilá, Marcelino**

ES 2 358 720 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

La presente invención se refiere en general a un material de hoja y más en particular, a un material de hoja que presenta unas proyecciones sobre sus superficies, según el preámbulo de la reivindicación 1 y a un procedimiento para la formación de material de hoja según el preámbulo de la reivindicación 9 (véase, por ejemplo, el documento EP-08919234).

Tal se como menciona en la presente memoria, el material de hoja del tipo especificado se refiere a un material de hoja que presenta sobre ambas caras una pluralidad de hileras de proyecciones, estando formada cada proyección al deformar el material de hoja localmente para dejar una depresión correspondiente en la cara opuesta del material. Esta deformación se lleva a cabo mediante una herramienta formadora y da como resultado tanto un endurecimiento por deformación plástica como un incremento del espesor efectivo del mismo. El material de hoja del tipo especificado es más rígido que el material de hoja plano a partir del cual se forma y la masa de material requerida para una tarea particular se puede reducir utilizando material de hoja del tipo especificado, en lugar de material de hoja plano.

La magnitud y distribución de la deformación plástica ejercida sobre el material de hoja depende de un número de factores incluyendo, *inter alia*, la profundidad de penetración de las partes formadoras de la herramienta y la geometría de las partes formadoras.

Un ejemplo de material de hoja del tipo especificado se da a conocer en el documento EP0674551, que es propiedad del solicitante actual, en el que el material de hoja está provisto de las posiciones relativas de las proyecciones y depresiones, de tal manera que las líneas trazadas sobre una superficie del material entre hileras adyacentes de proyecciones y depresiones son no lineales. Las proyecciones están formadas mediante herramientas formadoras que presentan unos dientes con cuatro flancos, estando orientado cada flanco hacia una dirección entre las direcciones axial y circunferencial de los rodillos.

Un factor adicional que afecta a la magnitud y distribución de la deformación plástica en una disposición de este tipo es la disposición o concentración de dientes en la herramienta formadora.

Según un primer aspecto de la invención, está prevista una hoja de material laminado en frío, que presenta sobre sus dos superficies hileras de proyecciones e hileras de depresiones, correspondiendo las proyecciones sobre una superficie con las depresiones sobre la otra superficie opuesta a cada proyección, siendo las posiciones relativas de las proyecciones y depresiones tales que las líneas trazadas sobre una superficie de la hoja entre hileras adyacentes de proyecciones son no rectilíneas, presentando la hoja un espesor de base G, caracterizada porque cada proyección presenta una región sustancialmente continua de deformación plástica pico en su vértice o alrededor del mismo y/o es adelgazado en no más del 25% de su espesor de base G.

Preferentemente, la base de cada depresión puede comprender dos o más radios de curvatura diferentes.

Las proyecciones y/o depresiones están preferentemente dispuestas en hileras rectilíneas y/o helicoidales. La base de cada depresión puede comprender un primer radio dr_1 , por ejemplo en una primera dirección. Las depresiones pueden comprender un segundo radio dr_2 , por ejemplo, en una segunda dirección y/o dirección longitudinal y/o dirección de laminado con respecto a una longitud del material de hoja. La primera dirección puede ser diferente de la segunda dirección, por ejemplo a 45 grados de la misma. El radio de curvatura a lo largo del primer radio puede ser distinto del radio de curvatura a lo largo del segundo radio.

Las depresiones pueden comprender asimismo un tercer radio dr_3 , por ejemplo, en una tercera dirección ortogonal a la primera dirección. Las depresiones pueden comprender además un cuarto radio dr_4 , por ejemplo en una cuarta dirección ortogonal a la segunda dirección. El primer y tercer radios d_1 y dr_3 pueden ser iguales, siendo el segundo radio dr_2 y/o dr_4 diferente de los mismos, por ejemplo, menor que ellos, o el mismo que ellos.

El paso P entre las depresiones adyacentes o entre las proyecciones adyacentes en cada hilera puede ser por lo menos 2,5, es decir 3, veces el radio de curvatura a lo largo del primer radio dr_1 . Adicional o alternativamente, el paso P es preferentemente entre 2,5 y 3,9, por ejemplo aproximadamente 3,3, es decir 3,32, veces el radio de curvatura a lo largo del primer radio d_1 .

El material de hoja puede comprender una amplitud A. La altura de proyecciones que es suficiente para asegurarse de que las líneas trazadas sobre una superficie del material entre hileras adyacentes de proyecciones y depresiones no sean rectilíneas depende del paso de las proyecciones y del paso de las depresiones en las hileras.

Como se observa en cualquier sección transversal en un plano que es generalmente perpendicular al material de hoja, la amplitud A es de manera preferida sustancialmente mayor que el espesor de base G del material. En todas estas secciones transversales, el material de hoja según la invención es preferentemente ondulatorio y más preferentemente no hay ningún punto en el que el material pueda ser cortado a lo largo de una línea recta y la sección transversal resultante del material será rectilínea.

La amplitud A es preferentemente entre 1,5 a 4, es decir 2 y 3, veces el espesor de base G. El espesor de base G está preferentemente comprendido entre 0,2 mm y 3,0 mm, por ejemplo 0,7 mm o 1,5 mm.

La deformación plástica del material es preferentemente de 0,05 o más. La proporción de material de hoja que es sometido a deformación plástica importante, es decir plásticamente deformada hasta un valor de 0,05 o más, es preferentemente por lo menos el 65% y más preferentemente por encima del 80%, por ejemplo del 90% al 100%.

5 El material de hoja puede comprender acero, por ejemplo, acero dulce y puede ser galvanizado. Alternativamente, el material de hoja puede comprender cualquier otro material capaz de endurecimiento por deformación y/o deformación plástica.

El material de hoja puede comprender un perfil o sección transversal configurada tal como una sección de canal o similar para usarse como separación o husillo de canal o como parte de la misma. Las proyecciones pueden estar formadas sobre la totalidad o parte de la sección configurada.

10 Según un aspecto adicional de la invención, está previsto un procedimiento de formación de material de hoja según la reivindicación 12.

El procedimiento puede comprender asimismo conformar el material de hoja formado, por ejemplo, para que sea una sección de canal.

15 El procedimiento puede comprender impulsar el material de tal manera que el vértice o los picos de las proyecciones estén libres de contacto con la otra herramienta durante la formación.

El procedimiento puede comprender someter el material de hoja a una deformación plástica de 0,05 o más a través de por lo menos el 65% del área formada del mismo.

El espacio entre los dientes en una herramienta y los dientes en la otra herramienta durante la formación puede ser por lo menos 1,1 veces el espesor de base del material de hoja plano.

20 Una herramienta apta para poner en práctica el procedimiento según la invención puede comprender unas hileras de dientes en su superficie externa, comprendiendo cada diente una superficie de encaje de hoja redondeada.

La superficie de encaje de hoja redondeada de cada diente puede presentar un radio de curvatura, siendo el paso entre los dientes adyacentes en una hilera 2,5 veces y 3,9 veces el radio de curvatura.

25 Preferentemente, también hay un espacio libre mínimo, durante la utilización, entre el pico de cada diente en una herramienta y la superficie de raíz de la otra herramienta, por ejemplo para asegurar que el material que se va a formar no sea apretado entre los mismos.

El par de herramientas puede formar parte de un aparato.

30 El aparato además puede comprender unos medios de configuración para configurar el material de hoja. Los medios de configuración pueden comprender un par de rodillos y pueden estar dispuestos para configurar el material de hoja formado, por ejemplo, en una sección de canal.

Preferentemente, el paso P es entre 3 y 3,5, por ejemplo 3,32, veces el radio de curvatura R.

35 El radio de curvatura R es preferentemente por lo menos igual al espesor de base G de un material de hoja que se va a formar y más preferentemente por lo menos 1,1 veces el espesor de base G, por ejemplo por lo menos 2 veces el espesor de base G y/o menor que 3,33 veces el espesor de base. Por lo tanto, el paso es preferentemente entre 2,5 y 13 veces el espesor de base G, por ejemplo entre 2,75 y 7,8 veces el espesor de base y más preferentemente por lo menos 3,65 veces el espesor de base G.

40 Cada diente puede presentar una superficie de encaje de hoja redondeada con un primer radio r_1 en una primera dirección y/o un segundo radio r_2 en una segunda dirección a lo largo de las hileras. La primera dirección puede estar en un ángulo agudo en relación con la segunda dirección. El segundo radio r_2 puede ser menor o igual al primer radio r_1 .

45 Tal como se utiliza en la presente memoria, el término "radio" se refiere a la distancia entre el centro del plano de base del diente y la cara del diente medido a lo largo de un plano imaginario que se extiende en la dirección del radio r_1, r_2, r_3, r_4 mientras la expresión "radio de curvatura" se refiere al radio de superficie real en un punto específico sobre la superficie de la parte formadora de dientes. Por lo tanto, un "radio" r_1, r_2, r_3, r_4 puede ser un radio de curvatura combinado que presenta dos o más radios de curvatura mezclados entre sí.

Para evitar dudas, la "dirección" de un radio r_1, r_2, r_3, r_4 se refiere a la dirección, en la cual el plano de ese radio r_1, r_2, r_3, r_4 se extiende.

50 El paso P entre unos dientes adyacentes en una hilera puede ser por lo menos 3,3, por ejemplo por lo menos 3,32, veces el primer y/o segundo radios r_1, r_2 . Preferentemente, el paso P entre unos dientes adyacentes en una hilera es por lo menos 3,3, por ejemplo por lo menos 3,32, veces el segundo radio r_2 medido en el punto del diente más próximo al diente adyacente de la otra herramienta. Se presupone que esta disposición proporciona suficiente espacio libre para evitar el apretado del material durante la utilización.

Preferentemente, el radio de curvatura R es inferior o igual a 6,7 mm y/o el paso es inferior a 15,6 mm, por ejemplo, entre 5 mm y 15,6 mm, por ejemplo, entre 5 mm y 7,8 mm.

La herramienta o herramientas pueden comprender una primera dimensión y una segunda dimensión, por ejemplo, en la que la segunda dimensión es ortogonal a la primera dimensión. Las hileras se pueden extender en la dirección de la primera y/o la segunda dimensiones. Alternativamente, las hileras se pueden extender en una dirección entre la primera y segunda dimensiones.

La herramienta o herramientas pueden comprender unos rodillos cilíndricos, por ejemplo que pueden girar alrededor de unos respectivos ejes, cuyos ejes pueden ser paralelos uno a otro. Los dientes pueden estar dispuestos en hileras helicoidales. Cada diente puede presentar una hoja que encaja la parte formadora que está sustancialmente libre de esquinas agudas y/o comprende la superficie de encaje de hoja. La primera dimensión puede comprender una dimensión circunferencial y/o la segunda dimensión puede comprender una dimensión axial. En esta forma de realización, está previsto preferentemente un espacio libre mínimo, durante la utilización, entre el pico de cada diente en una herramienta y el diámetro de raíz de la otra herramienta, por ejemplo, para asegurar que el material que debe ser formado no esté apretado entre los mismos.

La superficie de encaje de hoja está preferentemente libre de esquinas agudas. Los dientes pueden comprender la formación de unas partes libres de esquinas agudas.

Cada diente puede comprender asimismo un tercer radio r_3 , por ejemplo en la tercera dirección ortogonal a la primera dirección, y/o un cuarto radio r_4 , por ejemplo, en una cuarta dirección ortogonal a la segunda dirección. El tercer radio r_3 puede ser igual al primer radio r_1 y/o el cuarto radio r_4 puede ser igual al segundo radio r_2 .

El diente puede presentar unos radios de curvatura combinados o mezclados, de tal manera que el radio de curvatura en una parte de la periferia del diente se mezcle suave y continuamente en un segundo radio de curvatura en otra parte de la periferia del diente.

El paso P y/o los radios r_1 , r_2 , r_3 , r_4 y/o la separación de los rodillos se seleccionan preferentemente, de tal manera que las partes formadoras de dientes provoquen la deformación plástica mencionada y/o el adelgazamiento del material mencionados anteriormente en el material de hoja, durante la utilización.

A continuación, se describirá una forma de realización de la invención se describirá, únicamente a título de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

la figura 1 es una vista en perspectiva de un diente utilizado en el procedimiento según la técnica anterior;

la figura 2 es una representación de la distribución de la deformación a través de una proyección formada en el material de hoja usando el diente de la figura 1;

la figura 3 es una vista en planta de un fragmento de una forma de realización del material de hoja según la invención;

la figura 4 es una ilustración esquemática de la formación del material de hoja según una forma de realización del procedimiento de la invención;

la figura 5 es una vista en perspectiva de la cooperación de un grupo de dientes que presentan una primera forma de realización de unas partes formadoras de dientes;

la figura 6 es una vista lateral de las partes formadoras de dientes de la figura 5 de la dirección X;

la figura 7 es una vista en planta de las partes formadoras de dientes de la figura 5;

la figura 8 es una vista en sección transversal a lo largo de la línea B-B de la figura 7 que muestra el material de hoja que se ha formado entre las partes formadoras de dientes;

la figura 8A es una representación de la distribución de la deformación a través de una proyección formada en el material de hoja usando el diente de la figura 8;

la figura 9 muestra una segunda forma de realización de las partes formadoras de dientes;

la figura 10 muestra una tercera forma de realización de las partes formadoras de dientes;

la figura 11 muestra una cuarta forma de realización de las partes formadoras de dientes;

la figura 12 muestra una quinta forma de realización de las partes formadoras de dientes;

la figura 13 muestra una sexta forma de realización de las partes formadoras de dientes;

la figura 14A es una vista en sección transversal de una de las partes formadoras de dientes de la figura 13;

la figura 14B es una vista superior de una de las partes formadoras de dientes de la figura 13;

la figura 15 es una vista en perspectiva de material de hoja configurado en una primera forma de realización de sección de canal; y

la figura 16 es una vista en perspectiva de material de hoja configurada en una segunda forma de realización de sección de canal.

La figura 1 ilustra un diente de rodillo 1 de la técnica anterior del tipo utilizado en el procedimiento de la técnica anterior dado a conocer en el documento EP0891234 (que es propiedad del solicitante actual) para formar una proyección 2 en un material de hoja 3 tal como se muestra en la figura 2. El diente de rodillo 1 es un corte transversal de una forma de engrane de involuta que presenta cuatro flancos 4 que emergen hasta un pico sustancialmente plano 5. Los rodillos formadores (no representados) incluirán una pluralidad de dichos dientes 1, en los que los dientes 1 en rodillos adyacentes (no representados) se entremezclan para deformar el material de hoja 3.

La geometría y densidad de los dientes 1 a través de la superficie de los rodillos (no representados) dependen de los requisitos específicos de la aplicación. Por ejemplo, un aumento en la profundidad de entremezclado y/o un aumento de la densidad de dientes 1 dará como resultado un mayor grado de endurecimiento por medios mecánicos, así como una mayor reducción en la longitud global del material.

Se ha observado gracias a una amplia experimentación que el intervalo práctico de profundidad y/o densidad de dientes 1 en el rodillo (no representado) para producir material de hoja útil del tipo especificado también está limitado por el grado resultante de adelgazamiento de material, que empeora las propiedades mecánicas del material. El equipo y procedimientos destinados a producir material de hoja del tipo especificado para el mismo requieren un equilibrio entre la densidad y el entremezclado de los dientes con respecto al grado de adelgazamiento de material para optimizar el procedimiento de formación.

En investigaciones posteriores, se ha determinado sorprendentemente que las esquinas agudas 6 entre los flancos 4, que se forman como resultado del procedimiento de fabricación, causan unas áreas 7 de deformación plástica pico.

Como resultado, se experimenta un mayor grado de endurecimiento por medios mecánicos y de adelgazamiento del material en estas áreas 7. La distribución de deformación resultante se ilustra en la figura 2. Sin duda estar limitados por ninguna teoría en particular, actualmente es posible presuponer que las dificultades en la formación de material de hoja del tipo especificado usando un material de hoja relativamente grueso, por ejemplo, que presenta un espesor superior a 1.5 mm, pueden ser atribuidas a este fenómeno.

A partir de estos sorprendentes hallazgos, se ha concebido y se ha desarrollado la presente invención.

Haciendo referencia a continuación a la figura 3, se muestra un fragmento de material de hoja 10 formado que comprende acero dulce que presenta en ambas de sus caras un gran número de proyecciones 11 y depresiones 12, correspondiendo cada proyección 11 en una cara a una depresión 12 en la otra cara. Las proyecciones 11 y depresiones 12 presentan sustancialmente forma cuadrada con esquinas redondeadas.

Las proyecciones 11 y depresiones 12 en una cara están dispuestas en unas hileras rectilíneas R11 y unas columnas C11, comprendiendo cada hilera R11 y cada columna C11 unas proyecciones 11 y depresiones 12 alternas. También están previstas unas respectivas hileras alternas R12, R13 de unas proyecciones 11 y depresiones 12 que se extienden a lo largo de una línea entre las direcciones de las hileras R11 y columnas C11. Las hileras R12, R13 se extienden a 45° de las hileras R11 y las columnas C11 en esta forma de realización. En la presente memoria, se hace referencia a estas hileras como hileras helicoidales R12, R13. El ángulo puede estar comprendido entre 0° y 180°.

Las proyecciones 11 y depresiones 12 adyacentes están suficientemente próximas entre sí para que no haya áreas de material de hoja sustancialmente planas entre ellas. Por lo tanto, el material de hoja 10 tal como se observa en cualquier sección transversal que es generalmente perpendicular al plano nominal o real del material de hoja 10 es ondulatorio, dando como resultado un espesor efectivo, o amplitud A1 que es mayor que el espesor de base G del material.

El material de hoja 10 formado ilustrado en la figura 3 está formado mediante el procedimiento ilustrado en la figura 4. En este procedimiento, el material de hoja 17 plano o de base que tiene un espesor de base G es extraído de un rollo (no representado) y pasa entre un par de rodillos 18 y 19, cada uno de los cuales presenta en su periferia una serie de dientes 30. Los rodillos 18, 19 son girados alrededor de unos respectivos ejes paralelos 20 y 21 y el material de hoja 17 de base es encajado y deformado por los dientes 30 de los rodillos 18, 19. Cada diente 30 empuja una parte del material de hoja 17 de base dentro de un espacio entre los dientes 30 en el otro rodillo 18, 19 para formar una proyección 11 enfrentada al otro rodillo 18, 19 y una depresión 12 correspondiente enfrentada al otro rodillo 18, 19, estando previsto de este modo el material de hoja 10 formado. Por lo tanto, el espesor global del material de hoja 17 de base aumenta por la presencia de unas proyecciones 11 en ambas de sus caras y proporcionando un espesor efectivo, o amplitud A, en el material de hoja 10 formado.

A partir del par de rodillos 18 y 19, el material de hoja 10 puede pasar entre unos pares de rodillos adicionales 22, 23 y 24 para configurar el material de hoja 10 formado en una sección de canal 27 en esta forma de realización. También se pueden formar otros elementos configurados alargados (no representados).

El par de rodillos 18 y 19 y los otros pares de rodillos 22, 23 y 24 son todos ellos impulsados por unos medios impulsores comunes 25 de forma conocida e incluyendo preferentemente un motor eléctrico 26. Los pares de rodillos 18 y 19, 22, 23, 24 son impulsados sustancialmente a la misma velocidad periférica, de manera que el material de hoja 17 de base pase continuamente y a la misma velocidad entre los rodillos 18 y 19 que a la que el material de hoja 10 formado pasa entre los pares de rodillos adicionales 22, 23, 24 posteriores.

Tras configurar el material de hoja 10 formado en un canal u otra sección 27, puede ser cortado en longitudes (no representadas) para su transporte y utilización.

Ambos rodillos 18, 19 presentan sustancialmente la misma forma con una primera dimensión, o longitud axial en esta forma de realización, y una segunda dimensión ortogonal a la primera dimensión o dimensión circunferencial en esta forma de realización. Cada rodillo 18, 19 incluye una pluralidad de dientes 30 idénticos en su periferia, cada uno de los dientes 30 incluye una parte formadora de dientes 30a tal como se muestra en la figura 5. Los dientes 30 están dispuestos en una pluralidad de hileras que corresponden a las hileras R11, R12, R13 y columnas C11 del material de hoja formado. Se apreciará que las hileras helicoidales R12, R13 de dientes 30 se extienden a lo largo de las líneas que se extienden entre las líneas que están a lo largo de la primera y segunda dimensiones. En esta forma de realización, las hileras helicoidales (no representadas) son inclinadas hacia el eje 20, 21 del rodillo 18, 19 a un ángulo de 45°.

Cada parte formadora de dientes 30 está formada de una sola pieza con una parte de base de diente (no representada) que a su vez está formada de una sola pieza o fijada a la periferia de uno de los rodillos 18, 19. Se apreciará que las partes de base de diente (no representadas) están ajustadas y dimensionadas de tal manera que no impidan la deformación del material durante la utilización.

La primera forma de realización de las partes formadoras de dientes 30a presenta una geometría y trazo cooperante tal como se ilustra en parte en las figuras 5 a 8. Cada parte formadora de dientes 30a incluye un plano de base 31 que es sustancialmente de forma cuadrada con unas esquinas redondeadas 32 y una depresión alisada 33 en el punto medio de cada borde lateral 34, formando de este modo una forma tetralobular. Las superficies laterales 35 de la parte formadora de dientes 30 sobresalen hacia arriba desde los bordes laterales 34 de la base 31 y se curvan hacia un vértice alisado común 36, formando de este modo una superficie de encaje de hoja redondeada. Se observará que no hay ninguna esquina aguda presente en las partes formadoras de dientes 30a.

Las características de la forma de la parte formadora de dientes 30a están definidas por una serie de radios r_1 , r_2 , r_3 , r_4 , cada uno de los cuales presenta un radio de curvatura constante en esta forma de realización. Sin embargo, el primer y tercer radios r_1 , r_3 son diferentes del segundo y cuarto radios r_2 , r_4 en esta forma de realización.

Tal como se utiliza en la presente memoria, el término "radio" se refiere a la distancia entre el centro del plano de base del diente 31 y la cara del diente 35 medido a lo largo de un plano imaginario que se extiende en la dirección del radio r_1 , r_2 , r_3 , r_4 (tal como se muestra más claramente en la figura 6) mientras que la expresión "radio de curvatura" se refiere al radio de superficie real en un punto específico sobre la superficie de la parte formadora de dientes 30a. Por lo tanto, un "radio" r_1 , r_2 , r_3 , r_4 puede ser un radio de curvatura combinado que tiene dos o más radios de curvatura combinados entre sí.

Para evitar cualquier duda, la "dirección" de un radio r_1 , r_2 , r_3 , r_4 se refiere a la dirección en la cual el plano de ese radio r_1 , r_2 , r_3 , r_4 se extiende.

El primer y tercer radios r_1 , r_3 son ortogonales entre sí y cada uno se extiende en una dirección entre la primera y segunda direcciones (es decir, entre las direcciones axial y circunferencial de los rodillos 18, 19). Tal como se muestra, r_1 , r_3 ambos se extienden a 45° a la primera dirección en esta forma de realización. El segundo y cuarto radios r_2 , r_4 se extienden respectivamente a lo largo de la dirección axial y circunferencial (es decir, de rodamiento). El paso P entre dientes adyacentes 30 es igual en esta forma de realización a lo largo de las hileras rectilíneas R11 y columnas C11.

Durante la utilización, el material de hoja 10 se hace pasar a través de los rodillos 18, 19 en la dirección de rodamiento RD (representada en la figura 7). Cada parte formadora de dientes 30 de uno de los rodillos 18, 19 se mueve hacia adentro y hacia afuera de la alineación con el espacio entre unas partes formadoras de dientes 30 adyacentes en el otro de los rodillos 18, 19 tal como se muestra más claramente en la figuras 5 a 8. Como se puede observar en la figura 8, la amplitud A del material de hoja 10 formado está en función de la profundidad D de penetración, o traslape, entre las partes formadoras 30a, que a su vez dependen de la separación de los rodillos 18, 19.

La separación y geometría de los dientes 30 en esta forma de realización son de tal manera que el vértice o pico de una proyección 11 que se forma por uno de los dientes 30 en uno de los rodillos 18, 19 está libre de contacto con el otro rodillo 18, 19. Esto se puede observar, por ejemplo, en la figura 8.

La amplitud A del material de hoja que abandona los rodillos 18 y 19 es preferentemente entre 1.5 y 4, es decir 2 y 3, veces el espesor de base G del material de hoja. Sin embargo, se apreciará que la configuración posterior del material de hoja por los pares de rodillos 22, 23 y 24 puede reducir la amplitud A del material de hoja 10 formado.

Tal como se mencionó anteriormente, las mejoras en las propiedades físicas de material de hoja del tipo especificado se atribuyen principalmente al incremento en el espesor efectivo del material de hoja y al efecto de endurecimiento de deformación que es una consecuencia de la deformación plástica del material. Por lo tanto, es deseable aumentar al máximo el espesor o amplitud A efectivos del material 10 formado y aumentar al máximo tanto la magnitud como el área de deformación plástica. Al incrementar la amplitud A, se incrementará la magnitud de deformación plástica y al reducir el paso P se incrementará el área de deformación plástica debido a un incremento en densidad de proyección.

Sin embargo, cuanto mayor sea la magnitud de la deformación plástica, mayor será el nivel de adelgazamiento de material, que afecta de manera adversa a las propiedades físicas del material de hoja.

Se ha determinado que hay un radio R de superficie de encaje de hoja preferido u óptimo que proporciona un equilibrio entre aumentar al máximo el endurecimiento por medios mecánicos y minimizar el adelgazamiento del material.

Sin embargo, tal como se mencionó anteriormente, es deseable minimizar el paso P para aumentar al máximo el área de la deformación plástica. Se ha observado que el material de hoja es "apretado" cuando el espacio entre las partes formadoras adyacentes 30a se aproxima y es menor que el espesor de base G durante la utilización. Aunque el apriete del material es beneficioso en términos de deformación plástica y por lo tanto, el endurecimiento por medios mecánicos del material formado, puede dar como resultado el adelgazamiento local del material de hoja y causa problemas en la fabricación debido a cargas excesivas y a problemas de desgaste de los rodillos. Por lo tanto, es preferible evitar el apriete de material.

Se consigue una forma de diente que permite que haya un equilibrio entre estos factores en competencia. Esto se logra al proporcionar una superficie de encaje de hoja redondeada que presenta un radio de curvatura igual al radio R de superficie preferido en algunas áreas, mientras que el radio de curvatura en otras áreas se ajusta para evitar apriete.

El apriete de material se produce en las regiones en las que existe la menor distancia entre los dientes entremezclados. En el caso de la primera forma de realización de la parte formadora de dientes 30a, ésta está en la dirección de las hileras rectilíneas R11 y columnas C11 (es decir, dirección de r_2 y r_4).

Por consiguiente, en esta forma de realización, los radios r_1 , r_3 de la superficie de encaje de hoja presentan un radio de curvatura igual al radio R de superficie preferido, mientras que los radios r_2 , r_4 disminuyen gradualmente desde el pico a la parte de base (no representada). Esto proporciona un perfil que permite a un paso reducido P aumentar al máximo el área deformada, al tiempo que proporciona un grado de espacio adicional para evitar el apriete del material.

Se ha determinado que al asegurar que el paso P sea por lo menos 2,5 veces, preferentemente por lo menos 3 veces, por ejemplo 3,32 veces, el radio R de superficie preferido (es decir, el primer y tercer radios, r_1 , r_3 en esta forma de realización) el nivel de deformación se puede maximizar.

El radio de superficie a lo largo de los radios r_1 , r_2 , r_3 y r_4 debe ser por lo menos igual al espesor de base G, preferentemente 1,1 o más veces el espesor de base G, del material de hoja para asegurar una distribución de deformación relativamente uniforme en toda la proyección 11 y minimizar el adelgazamiento. La figura 8A muestra una representación de la deformación plástica de una parte del material de hoja 10 formado usando la geometría de dientes representada en las figuras 5 a 8. Como se muestra en la figura 8A, hay un área continua de deformación plástica pico PP alrededor del vértice de la proyección 11, mientras que la deformación plástica en la región cuacuaversal QQ que rodea al área PP disminuye el movimiento en alejamiento de esa región. El material de hoja es adelgazado en menos de 25%.

La base de la depresión 12 incluye cuatro radios dr_1 , dr_2 , dr_3 y dr_4 , que corresponden generalmente a los cuatro radios r_1 , r_2 , r_3 y r_4 de la superficie de encaje de hoja del diente.

Para demostrar la flexibilidad de la invención, se hace referencia a las formas de diente adicionales representadas en las figuras 9 a 13.

La figura 9 muestra una segunda forma de realización de diente 130 que incluye una parte formadora 130a de forma hemisférica y una parte de base cilíndrica 130b formada de manera solidaria con la parte formadora 130a. En este caso, todos los radios r_1 , r_2 , r_3 y r_4 son iguales al radio R de superficie preferida y el paso P_2 es tal que no se produce el apriete de material. Se apreciará que el paso P_2 requerido para evitar el apriete de material será mayor para esta forma de realización ya que el segundo y cuarto radios r_2 , r_4 son iguales al primer y tercer radios r_1 , r_3 .

La figura 10 muestra una tercera forma de realización de diente 230 que incluye una parte formadora 230a formada de manera solidaria con una parte de base 230b que es generalmente cuadrada en el plano con esquinas

redondeadas. El primer y tercer radios r_1 , r_3 en esta forma de realización son ambos iguales al radio R de la superficie preferible, mientras que el segundo y cuarto radios r_2 , r_4 comprenden cada uno de ellos un radio combinado que disminuye gradualmente hacia la parte de base 230b para proporcionar espacio adecuado y de esta manera, reducir el potencial de apriete de material. Esta forma de diente 230 permite un paso reducido P_3 con respecto al paso P_2 de la segunda forma de realización, aumentando de este modo la densidad de las proyecciones 11 y mejorando la proporción del material de hoja 10 que es endurecido por deformación.

La figura 11 muestra una cuarta forma de realización de diente 330 que incluye una parte formadora 330a formada de manera solidaria con una parte de base 330b que también es generalmente cuadrada en plano con unas esquinas redondeadas. El primer y tercer radios r_1 , r_3 en esta forma de realización son ambos iguales al radio R de superficie preferible en el pico 311a del diente 330 o adyacente al mismo y comprenden un radio combinado que disminuye gradualmente hacia la parte de base 330b. El segundo y cuarto radios r_2 , r_4 tienen un solo radio de curvatura y son más pequeños que el primer y tercer radios r_1 , r_3 para proporcionar un espacio adecuado y de esta manera reducir el potencial de apriete de material. Esta forma de diente 330 permite un paso reducido P_4 con respecto al paso P_2 de la segunda forma de realización ya que el tamaño de la parte de base 330b puede ser reducido para un radio R de superficie preferible determinado, incrementando de este modo el área trabajada del material de hoja 10.

La figura 12 muestra una quinta forma de realización de un diente 430 que incluye una parte formadora 430a formada de manera solidaria con una parte de base 430b que también es generalmente cuadrada en plano con unas esquinas redondeadas. El primer y tercer radios r_1 , r_3 en esta forma de realización son ambos iguales al radio R de superficie preferible en el pico 411a del diente 430 o adyacente al mismo y comprende un radio combinado que disminuye gradualmente hacia la parte de base 430b. El segundo y cuarto radios r_2 , r_4 comprenden cada uno un radio combinado que disminuye gradualmente hacia la parte de base 430b para proporcionar una región con un espacio adecuado y reducir de este modo el potencial de apriete del material. Los cuatro radios combinados r_1 , r_2 , r_3 , r_4 de la forma de diente 430 proporcionan la máxima flexibilidad para optimizar el equilibrio entre el grado de endurecimiento por medios mecánicos y evitar el apriete de material.

Las figuras 13, 14A y 14B muestran una sexta forma de realización de un diente 630 que incluye una parte formadora 630a formada de manera solidaria con una parte de base 630b que es generalmente cuadrada en plano con unas esquinas redondeadas. Todos los radios r_1 , r_2 , r_3 , r_4 en esta forma de realización son iguales al radio R de superficie preferida en el pico 611a del diente 430 o adyacente al mismo para proporcionar una superficie esferoidal de la parte 631 y comprende un radio combinado que disminuye gradualmente hacia la parte de base 430b que se extiende desde y que se combina con la superficie esferoidal de la parte 631. El segundo y cuarto radios r_2 , r_4 comprenden cada uno de ellos un radio combinado que disminuye gradualmente hacia la parte de base 430b por un gradiente más inclinado que el primer y tercer radios r_1 , r_3 , proporcionando de este modo una región que presenta un espacio adecuado para reducir el potencial de apriete de material.

Como se muestra más claramente en las figuras 14A y 14B, la superficie esferoidal de la parte 631 o área de punta 631 está definida por un segmento cónico con un ángulo A comprendido entre 0 y 180°. Claramente, si el ángulo A se aproxima a 180° entonces la forma de diente 160 se aproximará a la de la figura 9.

El material de hoja configurado 27 que resulta del procedimiento ilustrado en la figura 4 es apto para ser utilizado como tal o en forma de un elemento estructural 27a, 27b como se muestra en las figuras 15 y 16, por ejemplo un poste o una viga. Para estos propósitos, el material de hoja 10 de forma de canal 27a, 27b es particularmente adecuado, el canal 27a, 27b presentando unas pestañas 270a, 271a, 270b y una malla 272a, 272b que mantiene las pestañas 270a, 271a, 270b a una distancia predeterminada en separación.

Las superficies de las pestañas 270a, 271a, 270b y la malla 272a, 272b incluyen unas hileras (R11, R12, R13) de unas proyecciones 11 y unas depresiones 12. En ciertos casos, las proyecciones 11 y depresiones 12 pueden ser necesarias sólo sobre una parte de la superficie del material de hoja 10. La invención es aplicable con especial ventaja a unos husillos 27a, 27b usados en separaciones de husillo y panel y a las longitudes de canal 27b en las cuales son recibidas unas partes extremas de los husillos 27a, 27b.

Para otros fines, el material o sección generalmente planos distinta a un canal 27 son útiles, por ejemplo, en secciones en C, secciones en U, secciones en Z, secciones en I y así sucesivamente.

El material de hoja del tipo especificado formado según la presente invención es mucho más rígido que el material de hoja plano a partir de cual se forma. En particular, la resistencia al doblez de dicho material se incrementa de manera drástica.

Ejemplo 1

Una muestra de material de hoja con un espesor de base G de 0,45 mm se formó usando una herramienta que comprendía la forma de diente representada en la figura 10. El paso de los dientes sobre la herramienta fue de 5,1 mm, el primer y tercer radios r_1 , r_3 tenían un radio de curvatura constante de 1,5 mm, mientras que el segundo y cuarto radios r_2 , r_4 tenían un radio de curvatura mixto.

El material de hoja se formó con una amplitud A de 2,5 veces el espesor de base G del material 17 con una proporción de deformación plástica significativa del 70% y un adelgazamiento de material del 15%. El material de hoja formado 10 dio como resultado un 33% de incremento en resistencia al dobléz sobre el material de hoja plano a partir del cual se formó, tal como se midió por una prueba de dobléz de tres puntos con desplazamiento de 5 mm.

Ejemplo 2

Una muestra adicional de material de hoja con un espesor de base G de 0,45 mm se formó usando una herramienta que comprendía la misma forma de diente y que tenía el mismo paso que en el ejemplo 1.

El material de hoja se formó con una amplitud A de 3 veces el espesor de base G del material 17 con una proporción de deformación plástica significativa del 88% y un adelgazamiento de material del 23%. El material de hoja formado 10 dio como resultado un incremento del 36% en resistencia al dobléz sobre el material de hoja plano a partir del cual se formó, tal como se midió por una prueba de dobléz de tres puntos con desplazamiento de 5 mm.

Ejemplo 3

Una muestra de material de hoja con un espesor de base G de 0,7 mm se formó usando una herramienta que comprendía la misma forma de diente y que tenía el mismo paso que en el ejemplo 1.

El material de hoja se formó con una amplitud A de 2 veces el espesor de base G del material 17 con una proporción de deformación plástica significativa del 88% y un adelgazamiento de material de 11%. El material de hoja formado 10 dio como resultado un incremento de 48% en resistencia al dobléz sobre el material de hoja plano a partir del cual se formó, tal como se midió por una prueba de dobléz de tres puntos con desplazamiento de 5 mm.

Ejemplo 4

Una muestra de material de hoja con un espesor de base G de 0,7 mm se formó usando una herramienta que comprendía la misma forma de diente y que tenía el mismo paso que en el ejemplo 1.

El material de hoja se formó con una amplitud A de 2,5 veces el espesor de base G del material 17 con una proporción de deformación plástica significativa del 96% y un adelgazamiento de material del 22%. El material de hoja formado 10 dio como resultado un incremento del 62% en resistencia al dobléz sobre el material de hoja plano a partir del cual se formó, tal como se midió por una prueba de dobléz de tres puntos con desplazamiento de 5 mm.

Ejemplo 5

Una muestra de material de hoja con un espesor de base G de 2 mm se formó usando una herramienta que comprendía la forma de diente representada en la figura 9. El paso de los dientes sobre la herramienta fue de 9,5 mm y el primer, segundo, tercer y cuarto radios r_1 , r_2 , r_3 , r_4 todos ellos tenían un radio de curvatura constante de 2,5 mm.

El material de hoja se formó con una amplitud A de 1,8 veces el espesor de base G del material 17 con una proporción de deformación plástica significativa del 76% y un adelgazamiento de material del 24%. El material de hoja formado 10 dio como resultado un incremento de 35% en resistencia al dobléz sobre el material de hoja plano a partir del cual se formó, tal como se midió por una prueba de dobléz de tres puntos con desplazamiento de 5 mm.

Se apreciará que algunas variaciones a la forma de realización descrita se contemplan sin apartarse, por ello, del alcance de la invención. Por ejemplo, la herramienta o herramientas formadoras no necesitan comprender rodillos de interacoplamiento. Se puede utilizar cualquier herramienta adecuada tal como, por ejemplo, una prensa u otros medios de estampado.

En vez de los rodillos 18, 19 se pueden utilizar un par de rodillos que no sean idénticos, por ejemplo, uno que tenga dientes cuadrados (no representados) y otro que tenga dientes alargados (no representados).

En lugar de los pares de rodillos 22, 23 y 24, puede estar previsto un dispositivo o dispositivos alternativos para modificar el material de hoja de alguna otra manera o alternativamente, la hoja puede estar prevista sin modificación.

Aunque las hileras helicoidales se inclinan a 45 grados en relación con el eje de los rodillos, se pueden inclinar a un ángulo y/o no es necesario que estén dispuestas en hileras helicoidales. La herramienta no necesariamente tiene que ser rodillos, podrían ser, por ejemplo, un bloque con una cara plana y/o sustancialmente plana.

El material de hoja es preferentemente acero dulce, que puede ser galvanizado o revestido para la protección contra la corrosión. La modificación de hojas de acero suave galvanizado, inicialmente plano, en la manera descrita anteriormente deja intacto el revestimiento protector. El espesor de base G del material de hoja plano está típicamente en el intervalo comprendido entre 0,3 y 3 mm.

5

Se ha descubierto sorprendentemente que la presente invención se puede usar para formar material con un espesor de base G de 3 mm al tiempo que aún muestra una resistencia mejorada y no presente un apriete de material notable.

Tal como se apreciará, están previstos muchos radios alternativos r_1 , r_2 , r_3 , r_4 que darán como resultado un número de diferentes formas de superficie de encaje de hoja redondeadas que son consistentes con la invención.

10

El paso P entre unos dientes adyacentes 30 en unas hileras R11 puede ser diferente del paso P en las columnas C11.

15

Tal como se utiliza en la presente memoria, la expresión "material de hoja" abarca generalmente material plano, por ejemplo, tal como el que se describe en las solicitudes de patente europeas mencionadas anteriormente, así como productos realizados al doblar o configurar generalmente el material de hoja plano, ejemplos de dichos productos se representan en las figuras 9 y 10 y se mencionan en la solicitud de patente internacional publicada como WO82/03347.

REIVINDICACIONES

1. Hoja (10) de material laminado en frío que presenta sobre ambas de sus superficies unas hileras (R12) de unas proyecciones (11) y unas hileras (R13) de depresiones (12), correspondiendo las proyecciones (11) sobre una superficie con las depresiones (12) sobre la otra superficie, siendo las posiciones relativas de las proyecciones (11) y las depresiones (12) tales que las líneas trazadas sobre una superficie de la hoja (10) entre unas hileras (R12) adyacentes de las proyecciones (12) son no rectilíneas, presentando la hoja (10) un espesor de base (G), caracterizada porque cada proyección (11) presenta una región sustancialmente continua de deformación plástica pico (PP) en su vértice o alrededor del mismo y es adelgazada en no más del 25% de su espesor de base (G).

2. Hoja (10) según la reivindicación 1, en la que la base de cada depresión (12) comprende dos o más radios de curvatura diferentes.

3. Hoja (10) según la reivindicación 1 o 2, en la que la base de cada depresión (12) comprende un primer radio en una primera dirección, un segundo radio en una segunda dirección a lo largo de la longitud del material de hoja (10), siendo la primera dirección diferente de la segunda dirección, siendo el radio de curvatura a lo largo del primer radio diferente del radio de curvatura a lo largo del segundo radio.

4. Hoja (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el paso (P) entre unas depresiones (12) adyacentes o entre unas proyecciones (11) adyacentes en cada hilera (R12, R13) es por lo menos 2,5 veces el radio o un radio de curvatura a lo largo del primer radio o de un primer radio.

5. Hoja (10) según la reivindicación 4, en la que el paso (P) es entre 2,5 y 3,9 veces el radio de curvatura a lo largo del primer radio.

6. Hoja (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el radio o un radio de curvatura es por lo menos igual al espesor de base (G).

7. Hoja (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la amplitud (A) de la hoja (10) es entre 1,5 y 4 veces el espesor de base (G) del material (17) a partir del cual se formó la hoja (10).

8. Hoja (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la proporción de material de hoja que es sometida a una deformación plástica de 0,05 o más es por lo menos del 65%.

9. Hoja (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el espesor de base G (g) es 2 mm o mayor.

10. Hoja (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que presenta un paso (P) inferior a 26 mm.

11. Hoja (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el paso (P) entre las depresiones (12) adyacentes o entre las proyecciones (11) adyacentes en cada hilera (R12, R13) es entre 2,5 y 13 veces el espesor de base (G).

12. Procedimiento para la formación de un material de hoja (17), comprendiendo el procedimiento proporcionar un material de hoja (17) que presenta un espesor de base (G), proporcionar un par de herramientas opuestas (18, 19) que presentan unas hileras de dientes (30) sobre su superficie externa, colocar el material de hoja (17) entre las herramientas (18, 19) y mover las herramientas (18, 19) de tal manera que las superficies de encaje de hojas redondeadas de los dientes (30) en una herramienta (18) impulsen las partes del material de hoja (17) en los espacios entre los dientes (30) en la otra herramienta (19) para formar unas proyecciones (11) sobre ambas superficies del material de hoja (17), caracterizado porque las posiciones relativas de las proyecciones (11) y de las correspondientes depresiones (12) en las superficies es tal que las líneas trazadas sobre una superficie de la hoja (10) entre unas hileras (R12) adyacentes de las proyecciones (12) son no rectilíneas, y porque las proyecciones presentan una región sustancialmente continua de deformación plástica pico (PP) en su vértice o alrededor del mismo y es adelgazada en no más del 25% de su espesor de base (G).

13. Procedimiento según la reivindicación 12, que comprende impulsar el material (17), de tal manera que el vértice o el pico de las proyecciones no estén en contacto (11) con la otra herramienta (19) durante la formación.

14. Procedimiento según la reivindicación 12 o 13, que comprende someter el material de hoja (17) a una deformación plástica de 0,05 o más a través de por lo menos el 65% del área formada del mismo.

15. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, en el que el espacio entre los dientes (30) en una herramienta (18) y los dientes (30) en la otra herramienta (19) durante la formación es por lo menos 1,1 veces el espesor de base (G) del material de hoja (17) plano.

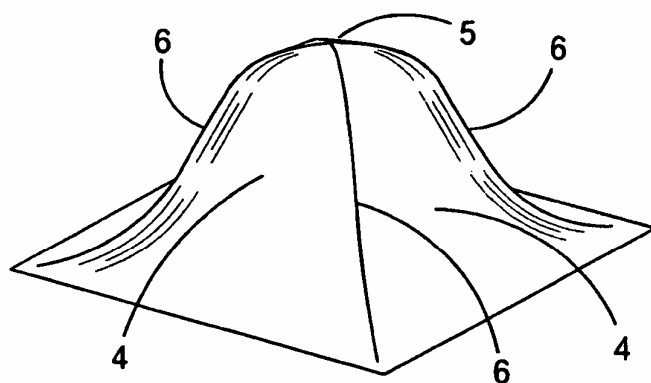


FIGURA 1 TÉCNICA ANTERIOR

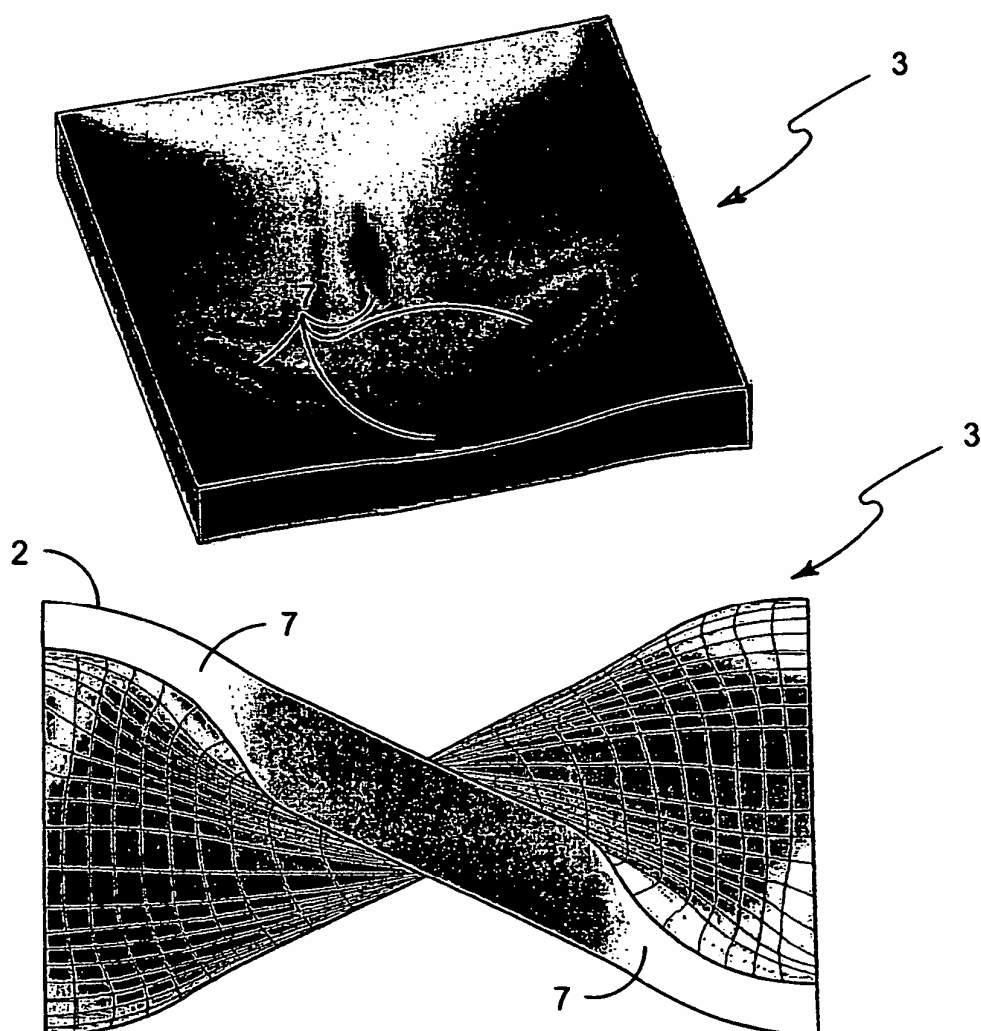
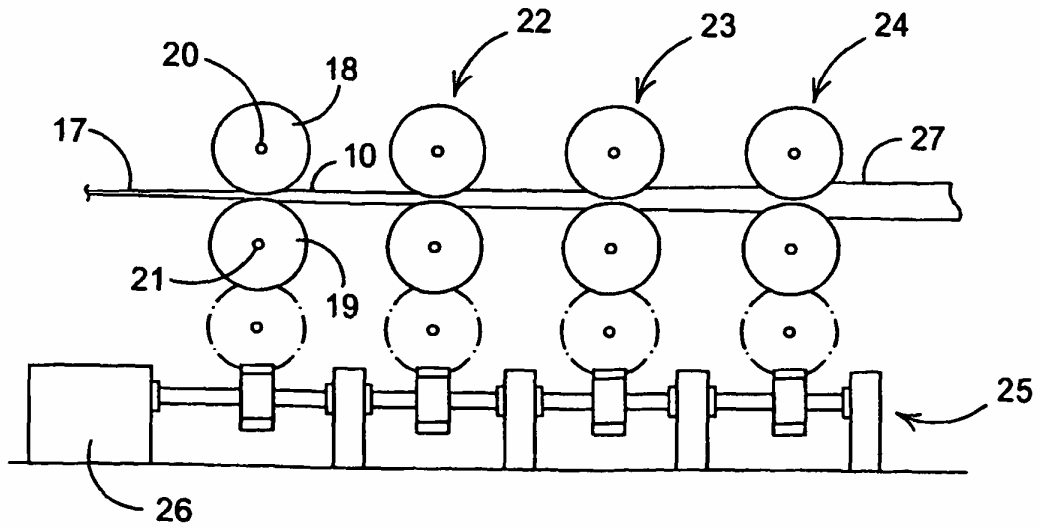
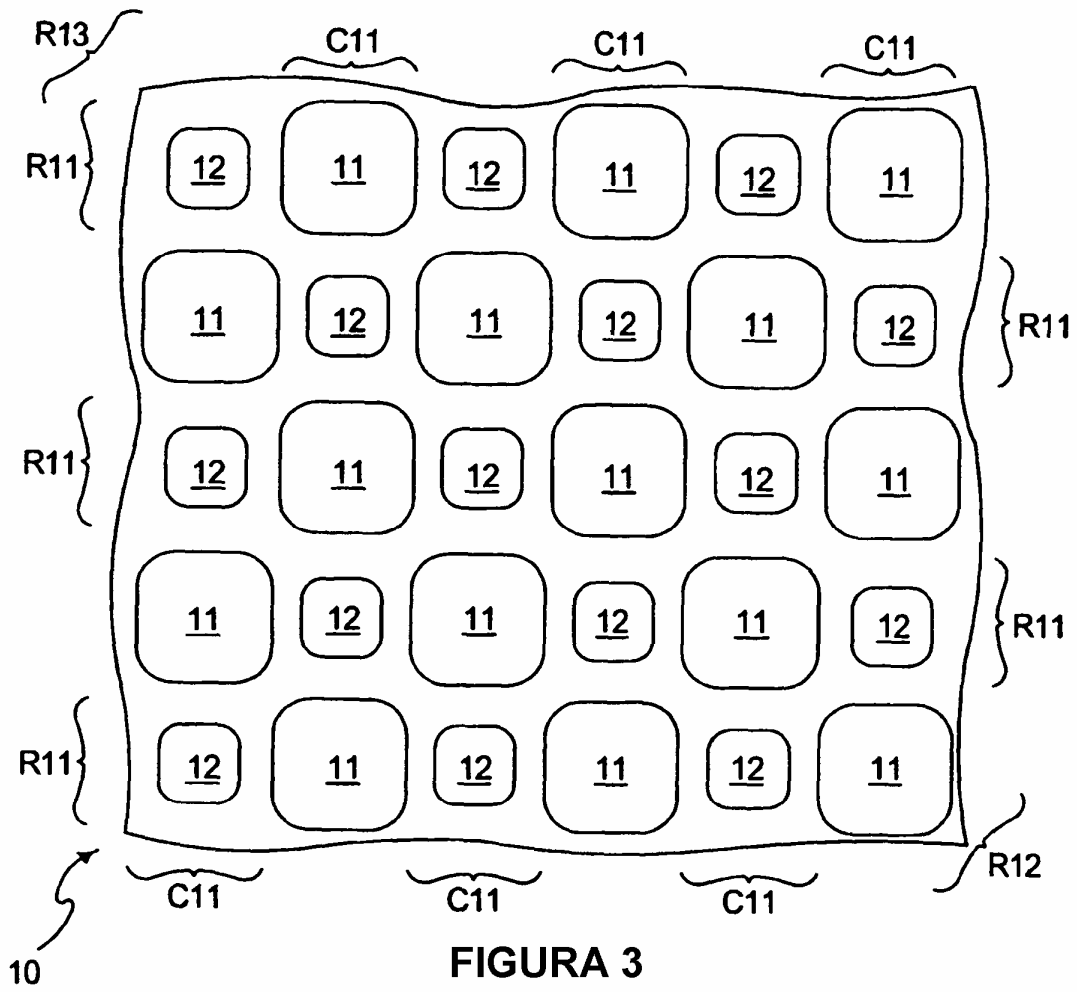


FIGURA 2 TÉCNICA ANTERIOR



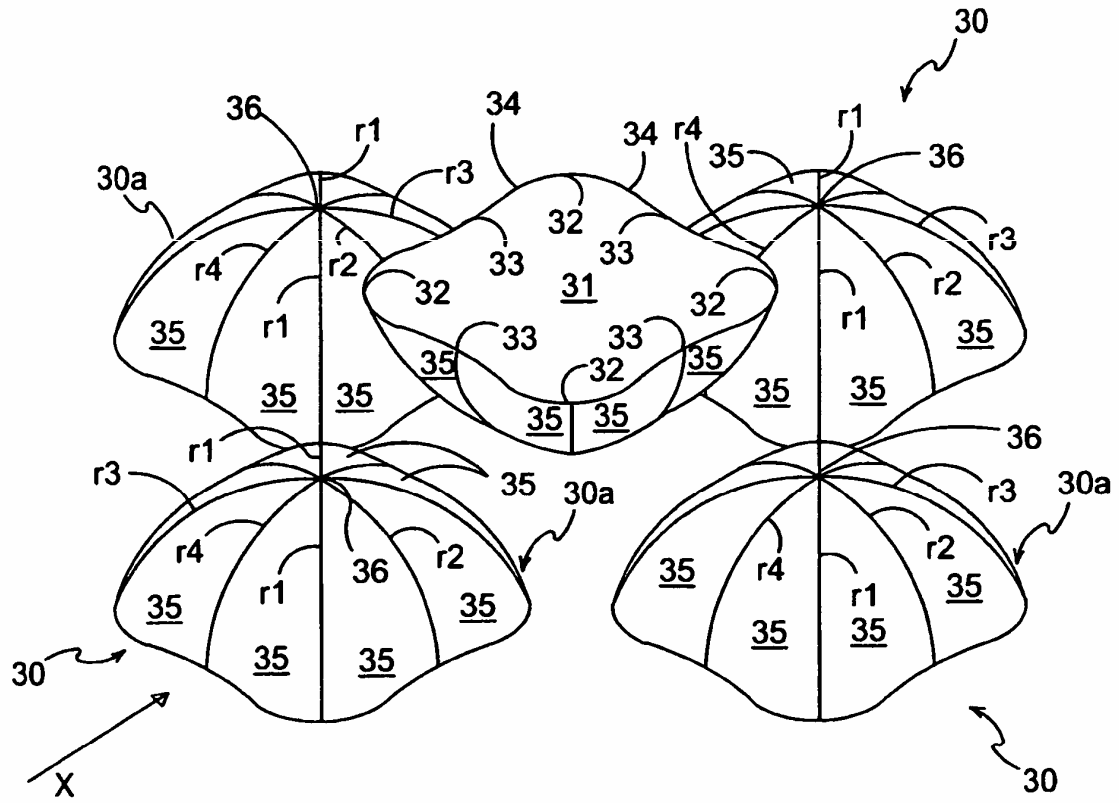


FIGURA 5

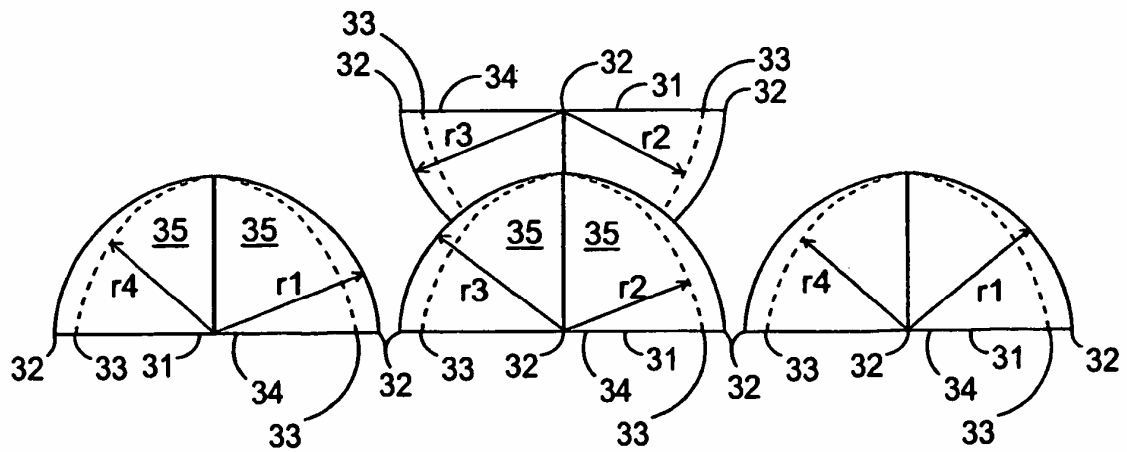


FIGURA 6

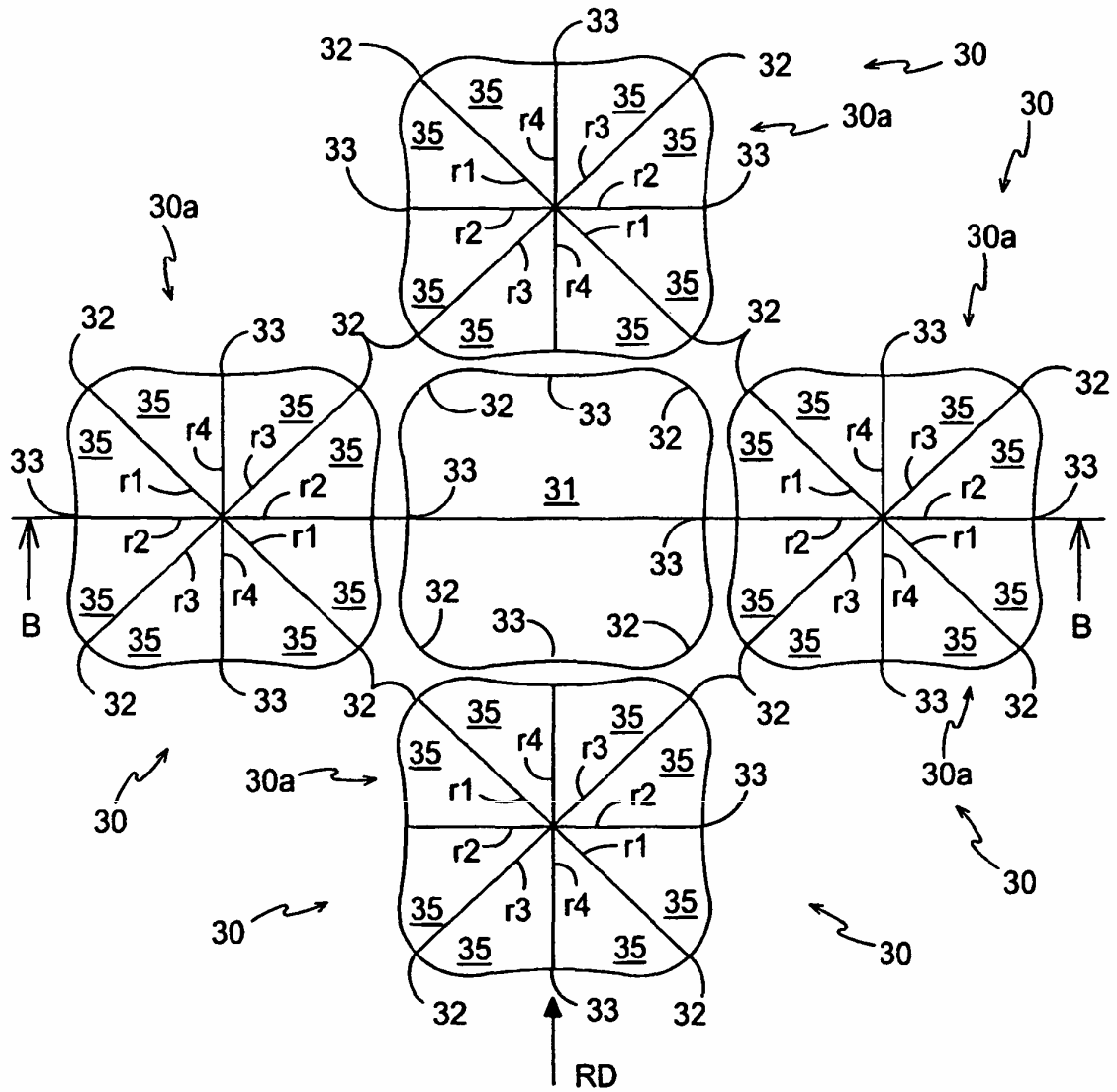


FIGURE 7

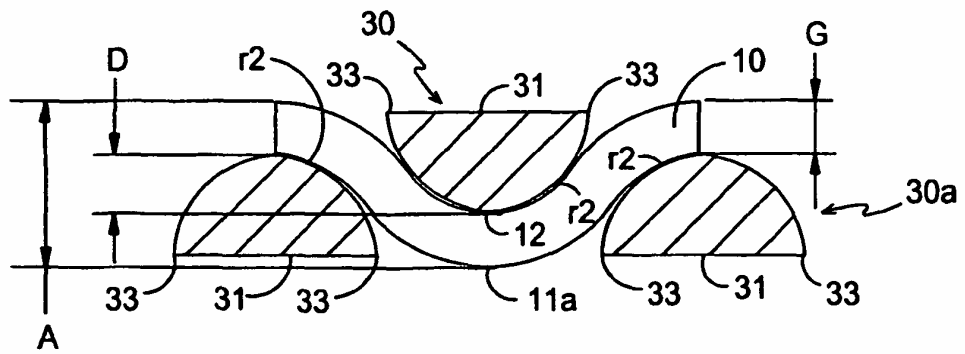


FIGURE 8

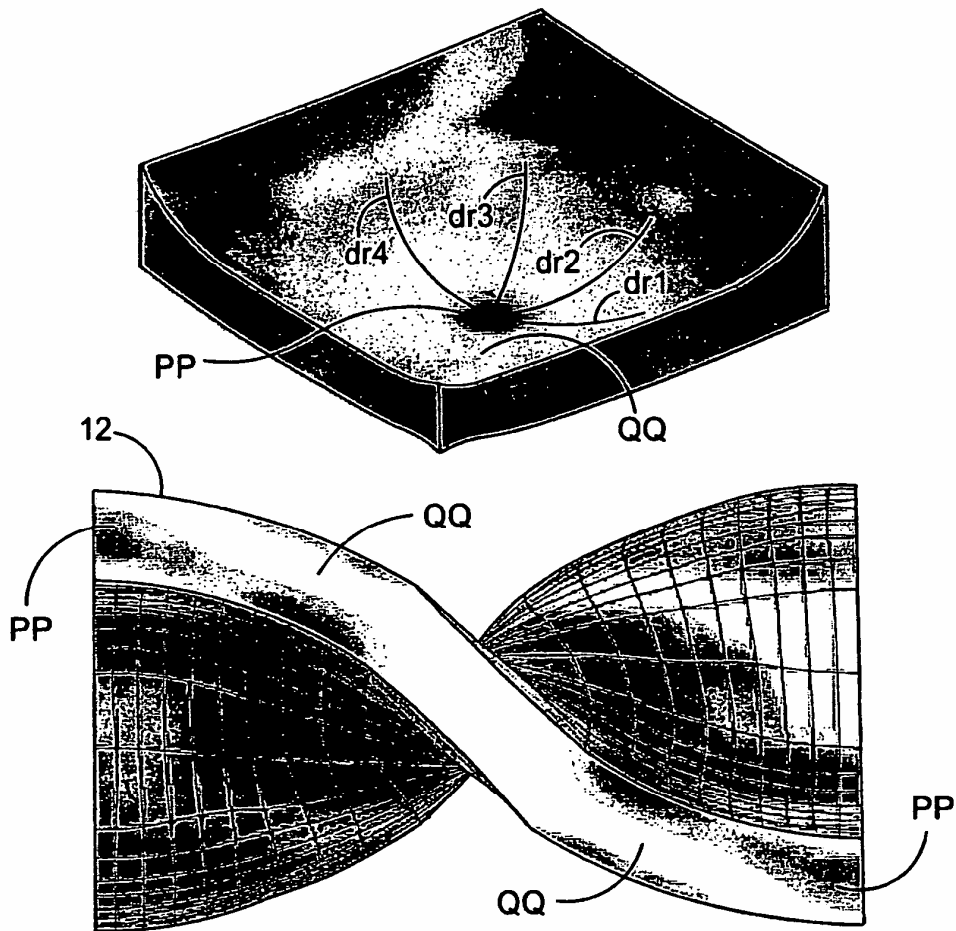


FIGURE 8A

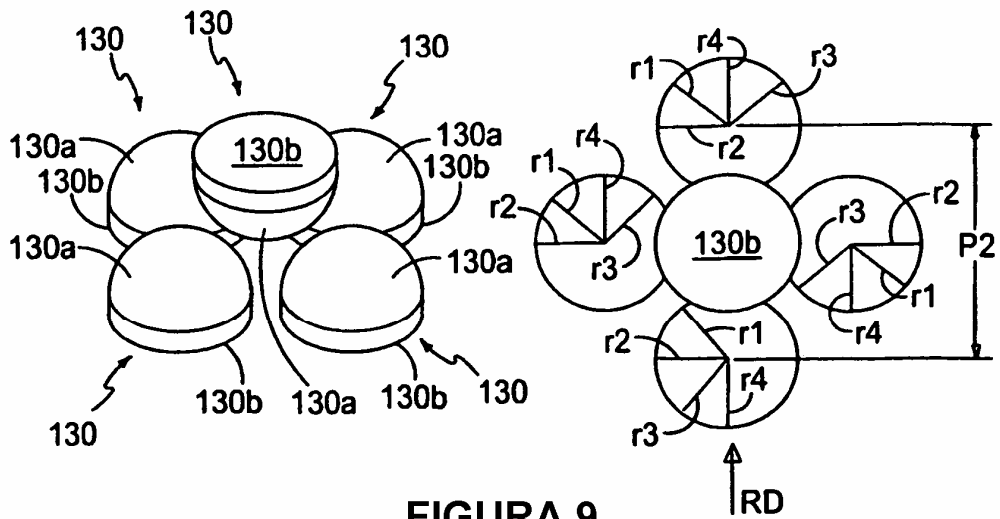
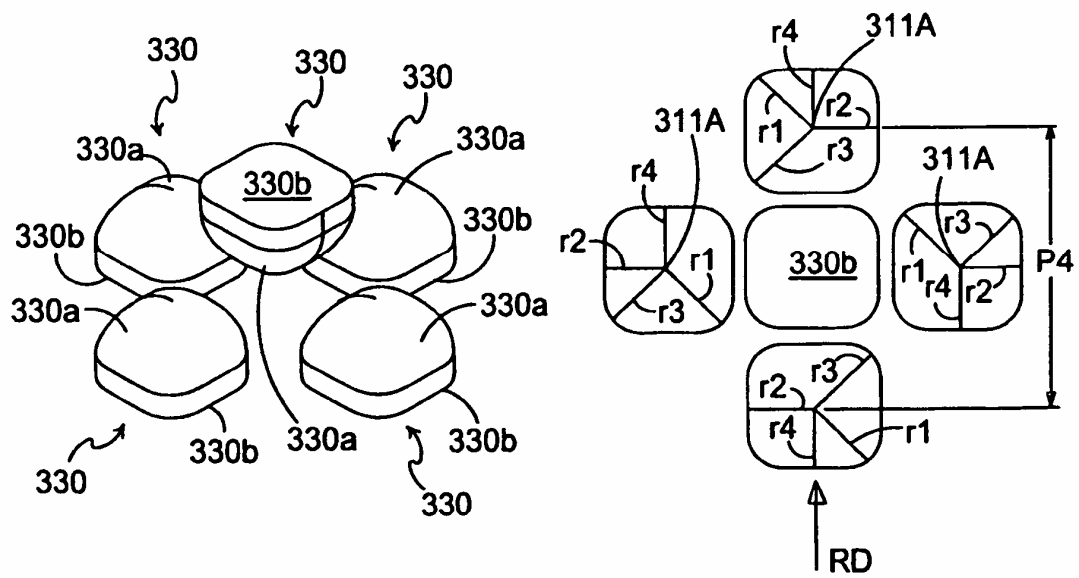
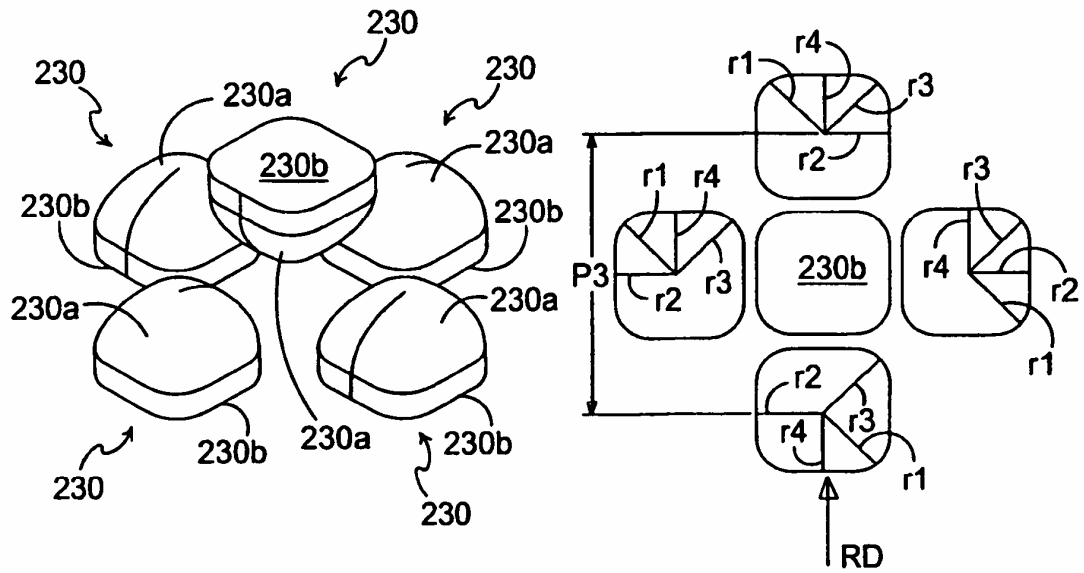
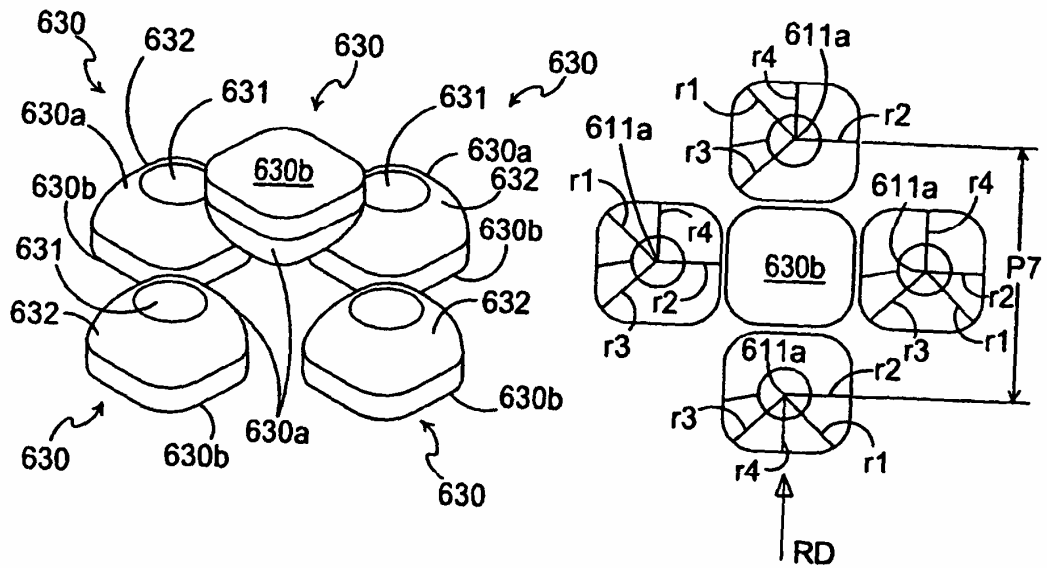
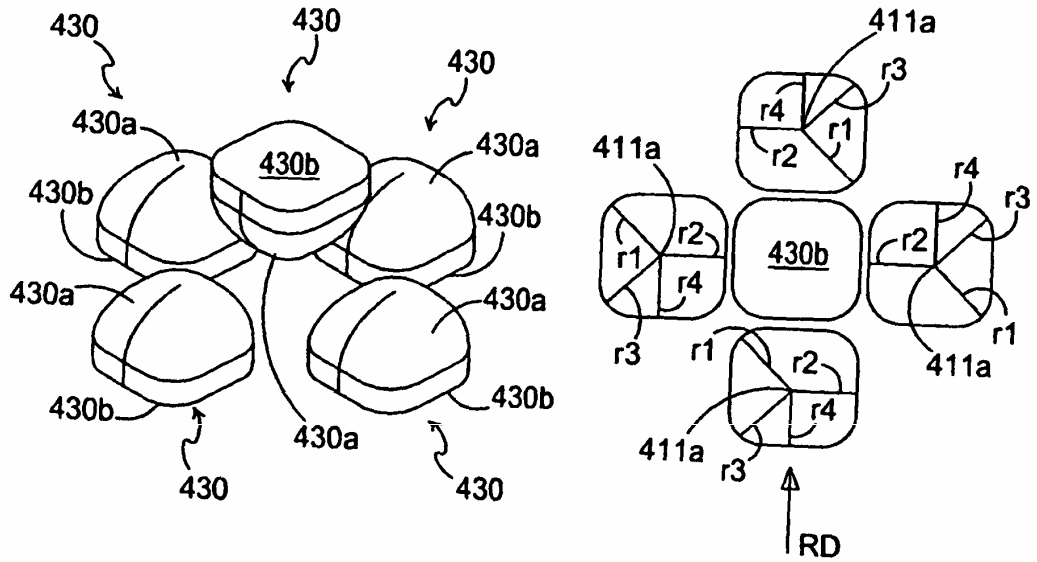


FIGURE 9





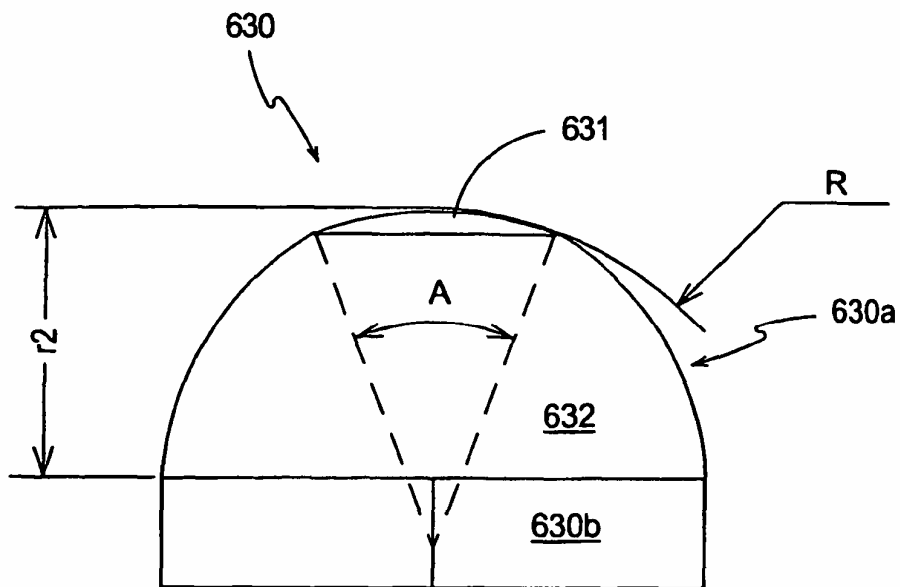


FIGURA 14A

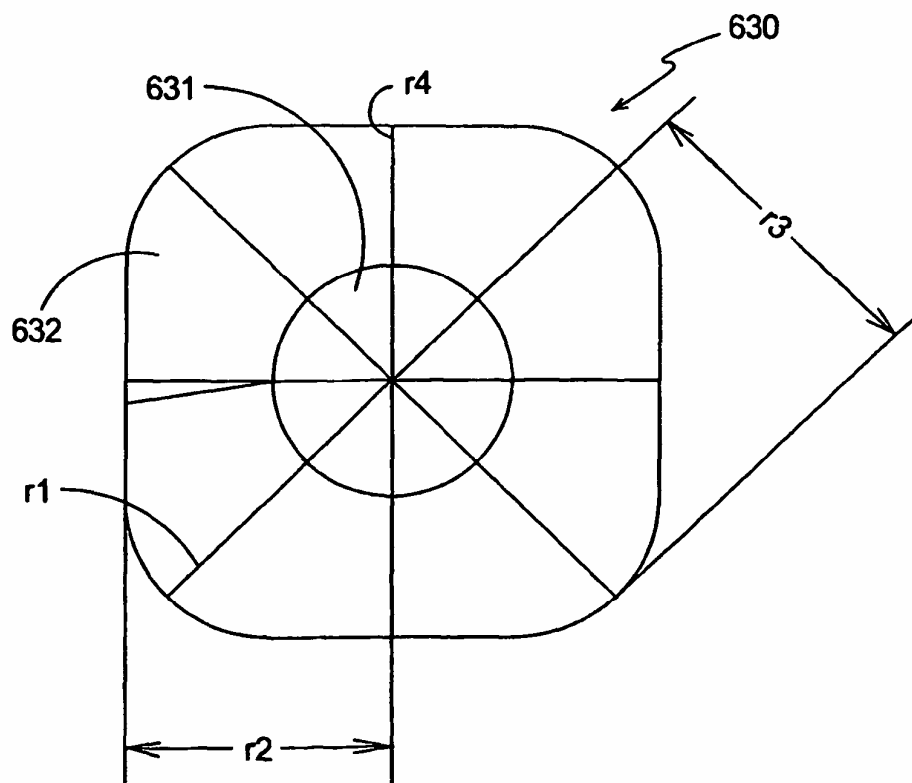


FIGURA 14B

