

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 462 746**

51 Int. Cl.:

B28D 1/22 (2006.01)

C03B 33/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.01.2008** **E 08702475 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.02.2014** **EP 2121260**

54 Título: **Disco de corte para formar una línea trazada y método de fabricación del mismo**

30 Prioridad:

19.01.2007 ZA 200700584

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.05.2014

73 Titular/es:

**AWIN DIAMOND TECHNOLOGY CORPORATION
(100.0%)
6F. No., 156, Sec. 1, Wenxing Road, Zhubei City,
Hsinchu County 302
Taiwan, CN**

72 Inventor/es:

**TANG, XIAO;
GODFRIED, HERMAN PHILIP y
KRIELE, PAULUS ADRIANUS CORNELIS**

74 Agente/Representante:

MARTÍN SANTOS, Victoria Sofia

ES 2 462 746 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

Disco de corte para formar una línea trazada y método de fabricación del mismo

5 **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

10 Esta invención se refiere a un disco de corte de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 que se puede utilizar para trazar una línea sobre una superficie de un cuerpo u objeto, tal como un cuerpo de vidrio, un semiconductor, una gema, un cuerpo de material cristalino o un cuerpo de cerámica. También se refiere a un método de fabricación de dicho disco de corte de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 18.

Un disco de corte similar se conoce a partir del documento US 2003/0153297 A1 y un método parecido se conoce a partir del documento WO 2004 08 2906 A1.

15 Los discos de corte o de trazado están típicamente soportados por un eje o husillo que está montado de forma giratoria en un extremo de un mango u otro elemento de apoyo. El borde del disco se pone en contacto con la superficie que se ha descrito y se mueve con respecto a la superficie de manera que el disco de corte rueda sobre la superficie, dejando una línea trazada en la superficie, a lo largo de la que el objeto o cuerpo se puedan romper limpiamente.

20 Mediante la aplicación de una fuerza adecuada a través del asa o de medios de soporte, el borde u orilla de corte del disco de trazado se encausa para generar grietas o ranuras en la superficie.

25 Tales discos de corte se pueden usar con productos de vidrio tales como placas de vidrio, cristal de ventanas, botellas o frascos, por ejemplo. Una aplicación particular de los discos de corte de este tipo es en el trazado de líneas en los paneles de vidrio plano utilizados en las pantallas de televisión, monitores de ordenador y otras pantallas, tanto grandes como pequeñas. Además, pueden ser utilizados para trazar obleas de material semiconductor o de cerámica y en piedras preciosas o semipreciosas y otros materiales cristalinos, tales como el zafiro y otros óxidos duros.

30 Los anteriores discos de corte utilizados para el trazado de vidrio tenían un borde continuo que resultaba en una grieta continua, muy limpia en la superficie del vidrio que tenía una profundidad bastante superficial debajo de la línea de trazado en el vidrio. Para placas de vidrio delgadas, los discos de este tipo siguen siendo la herramienta de trazado más ampliamente utilizada. Para placas más gruesas la grieta resultante puede no ser lo suficientemente profunda y por lo tanto la fuerza de rotura puede ser excesivamente fuerte, la superficie podría mostrar excesivo astillado o el vidrio podría no romper con precisión a lo largo de la línea trazada. En todos estos casos, esto daría lugar a pérdidas de rendimiento excesivas y que requieren ajustes importantes para evitar la interrupción del proceso de producción.

40 El documento EP 1 092 686 describe un disco o rueda de corte de vidrio que está biselado en su periferia para definir un reborde circunferencial en la que se forman los dientes o salientes, con depresiones o huecos entre los dientes. Cuando la rueda de trazado se coloca sobre una superficie de vidrio los dientes tocan la superficie del vidrio de forma secuencial, causando una presión intensificada en la superficie del vidrio en el punto de contacto y provocando una grieta más profunda llamada grieta mediana antes de la rotura.

45 Las depresiones o huecos entre los dientes o proyecciones no definen de forma pronunciada superficies de intersección y por lo tanto no contribuyen al trazado del cristal. De hecho, los fondos de estas depresiones o huecos en general, no están en contacto con el vidrio durante el proceso de trazado. En este sentido, se puede observar que el disco de corte generalmente sólo penetra en el vidrio unas pocas micras, mientras que los huecos son típicamente de 10 micras de profundidad.

50 Debido al hecho de que en cualquier momento en tiempo varios dientes están penetrando el cristal, una grieta que se propaga es causada en el cristal desde un diente al siguiente que de este modo da una grieta continua a lo largo de una línea definida por trayecto de rodadura del disco de corte sobre la superficie del cristal. La grieta que se propaga, resultante de la acción de trazado y la presión ejercida por el disco de corte, puede ir a varios cientos de micras de profundidad en el cristal. Sin embargo, la grieta muestra un patrón típico de puramente grietas de línea (donde los fondos de los huecos se han movido por encima de la superficie del vidrio) y áreas donde además las grietas del vidrio han sido empujadas a un lado por los dientes. Alrededor de estas áreas el cristal también muestra un fenómeno indeseable de grietas laterales que se propagan desde los bordes de las áreas que han sido apartadas. Como consecuencia después de la rotura, los bordes de la placa de cristal resultante pueden necesitar un pulido para eliminar las áreas agrietadas. Además hay algún astillado indeseable alrededor de estas áreas y la grieta inicial que se ha propagado entre los dientes no siempre es lineal, o a veces no es sólo una grieta de una sola línea, sino que se compone de múltiples grietas lineales, y pueden dar lugar a desviaciones de la grieta una vez que se propaga en la profundidad del vidrio.

60 Un objeto de la invención es proporcionar un disco de corte o de trazado alternativo, que aborda al menos algunos de los problemas anteriormente mencionados.

65

RESUMEN DE LA INVENCION

La presente invención, en sus diversos aspectos, será como se establece en las reivindicaciones que se acompañan.

5 De acuerdo con la invención, se proporciona un disco de corte para formar una línea trazada sobre una superficie de un cuerpo u objeto, el disco de corte comprende un cuerpo generalmente en forma de disco que tiene una porción periférica que comprende una primera y segunda superficies circunferencialmente cónicas que se extiende y convergen radialmente hacia fuera, la porción periférica que define un borde de trazado que tiene circunferencialmente elementos de corte que se extienden adyacentes elevados y hundidos, con una pluralidad de ranuras que se extienden hacia el exterior estando formadas en la primera y segunda superficies cónicas, los extremos exteriores de las ranuras opuestas en las superficies cónicas respectivas estando alineadas para definir entre ellas los elementos de corte empotrados.

10 Por tanto, el borde de trazado definido por el disco de corte es un borde afilado continuo que tiene elemento de corte alternos elevados y hundidos, alineados circunferencialmente uno con el otro corte.

15 El cuerpo o el objeto pueden ser, por ejemplo, un cuerpo de vidrio, un semiconductor, una gema, un cuerpo de material cristalino o un cuerpo cerámico.

20 Las ranuras que se extienden hacia el exterior pueden estar alineadas radialmente o pueden estar inclinadas con relación a un radio del disco de corte.

Las ranuras pueden ser de igual anchura y profundidad, o pueden tener anchuras y/o profundidades diferentes.

25 La separación entre ranuras adyacentes puede ser regular o irregular.

Preferiblemente, las ranuras tienen una profundidad que aumenta en una dirección radialmente hacia fuera y hacia la periferia del disco de corte, teniendo las ranuras una profundidad máxima adyacente a los bordes de corte empotrados.

30 La anchura de las ranuras puede ser constante a lo largo de su longitud, o puede variar.

En la última forma de realización, el material de las superficies cónicas opuestas en la periferia del disco se retira preferible y selectivamente para definir bordes de corte levantados que tienen un perfil curvado, de modo que la generalidad del borde de trazado del disco de corte tenga un perfil sinuoso.

35 El perfil sinuoso puede corresponder a una onda sinusoidal o de otra forma periódica.

El disco de corte puede comprender uno de una serie de materiales duros, incluyendo grano de diamante sinterizado o cementado. En el primer caso el cobalto se puede utilizar como un aglutinante, mientras que en el último caso se puede utilizar SiC como un aglutinante, por ejemplo.

40 Cuando el disco de corte comprende polvo de diamante, el grano tiene preferiblemente un tamaño menor de 3 μm , más preferiblemente menor de 1,5 μm , incluso más preferiblemente menos de 1 μm y aún más preferiblemente menor de 0,8 μm .

45 El disco de corte puede comprender otros materiales duros, incluyendo (pero no limitado a) un solo cristal de diamante o diamante policristalino.

Además, según la invención, se proporciona un método de fabricación de un disco de corte para formar una línea trazada sobre una superficie de un cuerpo u objeto, el método que comprende:

50 soportar un disco formado en blanco que tiene una porción periférica que comprende una primera y segundas superficies circunferencialmente cónicas que se extienden y convergen radialmente hacia el exterior;

55 generar un haz de luz enfocado desde una fuente de láser;

enmascarar el haz de luz según un patrón de corte predeterminado;

enfocar el haz de luz hacia el blanco; y

60 mover el blanco y el haz de luz con relación una a la otra para hacer que el haz de luz forme una pluralidad de ranuras se extienden hacia fuera en las primera y segundas superficies cónicas, los extremos exteriores de las ranuras opuestas en las respectivas superficies cónicas son alineados para definir entre elementos de corte empotrados con elementos elevados entre ellos corte de manera que la porción periférica del disco de corte define un borde de trazado que tiene elementos de corte adyacentes elevados y hundidos que se extienden circunferencialmente, elementos alineados circunferencialmente uno con el otro corte.

65

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es una vista en perspectiva de una primera realización de un disco de corte de acuerdo con la invención;

5 Las Figuras 2 y 3 son vistas parciales laterales e isométricas, respectivamente, del disco de corte de la figura 1;

Las Figuras 4 y 5 son vistas parciales laterales e isométricas, respectivamente, de una segunda forma de realización de un disco de corte;

10 Las figuras 6 y 7 son vistas parciales laterales e isométricas, respectivamente, de una tercera realización del disco de corte;

15 Las figuras 8 y 9 son vistas parciales laterales e isométricas, respectivamente, de una cuarta realización del disco de corte;

Las figuras 10, 11 y 12 son una vista lateral parcial, una vista isométrica y una vista en extremo, respectivamente, de una quinta forma de realización del disco de corte; y

20 Figura 13 es un diagrama esquemático de un aparato utilizado para la fabricación de los discos de corte.

DESCRIPCIÓN DE LAS REALIZACIONES

25 Las figuras 1 a 3, 4 y 5, 6 y 7, 8 y 9, y 10, 11 y 12 muestran cinco formas de realización diferentes de discos de corte (también conocidos como ruedas de trazado) de acuerdo con la presente invención. Los prototipos de discos de corte se fabrican a partir de polvo de diamante sinterizado, que se sinteriza usando un aglutinante de cobalto. Este material se conoce a veces como diamante de cobalto-cementado. Otro material preferido, utilizado en ciertas realizaciones, es diamante cementado, utilizando SiC como aglutinante. Se apreciará por los expertos en la técnica que los discos de corte se pueden fabricar a partir de otros materiales conocidos, incluyendo de cristal individual de diamante (natural o sintético), diamante policristalino, tales como el diamante policristalino-CVD, nitruro de boro cúbico, carburo de tungsteno, de zafiro, u otros materiales cristalinos duros y materiales cementados y sinterizados.

35 Haciendo referencia primero a las figuras 1, 2 y 3, una primera forma de realización del disco de corte comprende un cuerpo de diamante en forma de disco 10 con un orificio central 12 que puede recibir un eje o husillo de soporte. El disco de corte tiene superficies extremas planas 14 y 16 opuestas. En una porción periférica del disco, se forman primeras superficies de forma cónica o biseladas 18 y 20 que convergen radialmente hacia fuera hacia un borde de trazado 22. La manera en que se forma el borde de trazado 22 se describe con mayor detalle a continuación.

40 El disco de corte tiene típicamente un diámetro en el intervalo de 1 a 20 mm, un espesor en el intervalo de 0,4 a 5 mm, y un ángulo de convergencia entre las primera y segunda superficies cónicas 18 y 20 de 80 a 160 grados.

Las figuras 2 y 3 son vistas parciales en sección e isométricas, respectivamente, de la porción periférica del disco de corte de la figura 1, mostrando el borde de trazado 22 más claramente.

45 Formado en las porciones más exteriores de las superficies cónicas 18 y 20 hay una serie de ranuras 24 que se extienden radialmente hacia fuera hasta el borde de trazado 22. Hay alineadas ranuras correspondientes 24 sobre las superficies cónicas 18 y 20 y definen en su línea de intersección elementos de cortes empotrados 26 que tienen una curvatura cóncava. En otras formas de realización, los elementos de corte empotrados definidos en la línea de intersección pueden ser de forma convexa (o más compleja) curvada, o pueden ser rectos. Entre las ranuras 24 hay lomos 28 que también se extienden radialmente hacia fuera y que se cortan para definir un elemento de corte en relieve 30 con una ligera curvatura convexa que corresponde a la curvatura circunferencial del cuerpo en forma de disco 10. Una vez más, la forma de los elementos de corte levantados 30 pueden ser diferentes en otras formas de realización. Las ranuras y lomos se alternan, tal y como se ilustra, de modo que el borde de trazado 22 comprende una serie alternativa de elementos de corte elevados y hundidos, que definen un borde trazado que se extiende continuo circunferencialmente.

55 Las figuras 4 y 5 muestran una variación de la realización de las figuras 1 a 3, en la que la separación entre ranuras adyacentes 24 es desigual o irregular. Como se ve mejor en la figura 4, el espaciado en la dirección de la circunferencia del disco de corte entre las ranuras 24.1 y 24.2 es mayor que la separación entre las ranuras 24.2 y 24.3. Como consecuencia de esto, la longitud del elemento de corte elevado 30.1 es correspondientemente mayor que el del elemento de corte elevado 30.2.

60 El espacio entre las ranuras puede ser escalonado, como se ilustra en la realización de las figuras 4 y 5, con separaciones alternas que pueden ser mayores o menores, o pueden seguir un patrón más complejo que tiene una naturaleza periódica, cuasi-periódica o pseudo aleatoria, por ejemplo.

65

En el caso de un disco de corte que tiene una corta periodicidad en la separación de las ranuras (por ejemplo uno que ha alternando distancias más pequeñas y más grandes entre las ranuras) la aplicabilidad de tal disco de corte, para diferentes trabajos de trazado se ha mejorado con respecto a la técnica anterior en discos de corte, y también a los discos de corte con igual separación entre las ranuras de acuerdo con esta invención. Para discos de corte con el mismo espaciado entre las ranuras es habitual el uso de diferentes discos de corte con diferentes ajustes de trazado para los diferentes tipos y espesores de los objetos o cuerpos para ser trazadas. Por ejemplo, un disco de corte que se utiliza para trazar un panel de vidrio con un espesor de 0,5 mm con ciertos ajustes para el trazado de presión, velocidad y durabilidad de trazado y calidad del proceso, el rendimiento en general no se pueden utilizar con los mismos ajustes, de durabilidad y calidad del proceso y el rendimiento en un panel hecho con el mismo vidrio con un espesor de 0,4 mm. La forma de realización descrita anteriormente con ranuras no equidistantes permite la optimización para más tipos de vidrio o grosores en un disco de corte, al mismo tiempo, debido a la diferente profundidad y la forma de las impresiones en función de las distancias entre ranuras.

En el caso de un disco de corte que tiene una larga periodicidad en la separación de ranuras (por ejemplo un disco de corte que tiene una distancia constante a lo largo la mitad de su arista de corte y una distancia diferente, pero de nuevo constante en su segunda mitad, o de manera similar una variación sinusoidal de la distancia de ranura con un período igual a la circunferencia del disco de corte) la grieta media resultante tiene una profundidad diferente, con una periodicidad igual a la circunferencia (aproximadamente 6,3 mm para un disco de corte de diámetro 2 mm en el ejemplo dado) del disco de corte. Cuando se trazan paneles de vidrio, por ejemplo, y para ciertas configuraciones de la presión de trazado y la velocidad de trazado, esto permite conseguir una grieta mediana que sea tan profunda que la grieta resultante propagada esté completamente o casi completamente a propagada a través del grosor del cristal en los tramos donde la grieta media era relativamente profunda, mientras que en otras secciones, donde la grieta media era relativamente poco profunda, la grieta propagada aún no se propaga a través o lo más cercano posible a la superficie opuesta.

Por lo tanto la ventaja sobre la primera realización reside en el hecho de que con el disco de corte que tiene ranuras desigualmente espaciadas uno no necesita un control muy preciso sobre la profundidad propagada, que es necesaria para los discos de corte de la técnica anterior y los discos de corte de acuerdo con esta invención con ranuras igualmente separadas. En lugar de ello, para los discos de corte con ranuras no equidistantes la variación normal del proceso sólo resulta en secciones más largas o más cortas, donde la grieta se ha propagado hasta o muy cerca de la superficie opuesta, pero un rompimiento exacto después del trazado es posible en una ventana más grande de trazado de ajustes en comparación con los discos de corte de la técnica anterior y los discos de corte de acuerdo con esta invención con ranuras igualmente espaciadas.

Una tercera forma de realización de un disco de corte de acuerdo con la presente invención se muestra en las figuras 6 y 7. En esta forma de realización, las ranuras 24 tienen un extremo interior 32 y un extremo exterior que define los elementos ranurados 26 del borde de trazado 22.

Entre las ranuras adyacentes 24 hay lomos 34, los extremos más exteriores finales 36 de los cuales están achaflanados o cortados a distancia en cada lado de una línea central que se extiende radialmente para definir una cresta en forma sinusoidal. El extremo más exterior del lomo se corta de modo que el elemento de corte elevado 30 tiene una forma sinusoidal curvada, definiendo un borde afilado que se extiende circunferencialmente elevado que es continuo con el elemento de corte rebajado adyacente 26. Por lo tanto, el borde de trazado definido por esta forma de realización del disco de corte tiene una forma ondulada, generalmente sinusoidal u "ondulado" en el perfil, pero que es continuo y con bordes afilados, tanto en los picos de los elementos de corte elevados y en las porciones más bajas de los elementos de corte adyacentes empotrados. Esto se puede ver mejor en la figura 7.

En los extremos más exteriores 36 de los lomos 34, entre las ranuras 24, la anchura de los lomos se estrecha a un punto en el plano de las superficies cónicas 18 y 20.

La forma ondulante u "ondulada" del borde trazado puede ser verdaderamente sinusoidal, cuasi sinusoidal o parcialmente sinusoidal, o puede tener una forma periódica compleja o cuasi compleja, por ejemplo. Esta forma está influenciada por la separación entre las ranuras adyacentes 24, así como la conformación de los elementos de corte elevados en sí mismos.

Las figuras 8 y 9 muestran una cuarta forma de realización de un disco de corte de acuerdo con la invención. En esta forma de realización, las ranuras 24 tienen una anchura que aumenta ligeramente hacia la periferia del disco de corte, y una curvatura cóncava en la dirección de la circunferencia del disco de corte, que corresponde a la forma curvada de forma cóncava de los elementos de corte 26 empotrados en el borde de trazado 22 del disco de corte. Entre las ranuras adyacentes 24 se extienden radialmente crestas 38 que tienen una curvatura convexa en sus picos que corresponde a la forma curvada convexa de los elementos de corte elevados 30 en el borde de trazado 22. Se apreciará que la curvatura de las ranuras y los nervios adyacentes definen la curvatura de los correspondientes elementos de corte empotrados y alzados en el borde de trazado del disco de corte, donde se encuentran las ranuras y las crestas sobre las superficies cónicas opuestas 18 y 20.

Las figuras 10, 11 y 12 muestran otra variación de la realización de las figuras 1 a 3, en el que el borde de trazado o el canto de corte está dispuesto asimétricamente entre el extremo plano de las superficies opuestas 14 y 16. En una porción periférica del disco, se forman primeras y segundas superficies de forma cónica o biseladas 18 y 20 que convergen radialmente hacia fuera hacia un borde de trazado 22. En esta realización, la intersección de la superficie de forma cónica o biselada 18 con la superficie plana 14 es un círculo con un radio que es mayor que el radio del círculo definido por la intersección de la superficie de forma cónica o biselada 20 con la superficie plana 16. Los ángulos entre las superficies de forma cónica 18 y 20, respectivamente, y un plano a través de su intersección se crean para ser aproximadamente iguales. Como resultado, el borde 22 de trazado se desplaza desde una mitad plana a medio camino entre las superficies opuestas de los extremos finales 14 y 16 hacia la superficie plana final 14.

Como en la primera forma de realización ilustrada en las figuras 1 a 3, se forman una serie de ranuras 24 en las porciones más exteriores de las superficies cónicas 18 y 20, que se extienden radialmente hacia fuera hasta el borde de trazado 22. Ranuras correspondientes 24 sobre las superficies cónicas 18 y 20 están alineadas y definen en sus líneas de intersección elementos empotrados 26 que tienen una curvatura cóncava de corte. En otras formas de realización, los elementos de corte empotrados definidos en la línea de intersección pueden ser de forma convexamente (o más complejamente) curvada, o pueden ser rectos. Entre las ranuras 24 hay lomos 28 que también se extienden radialmente hacia fuera y que se cortan para definir un elemento de corte en relieve 30 con una ligera curvatura convexa que corresponde a la curvatura circunferencial del cuerpo en forma de disco 10. Los surcos y lomos son alternativos como se ilustra, de modo que el borde de trazado 22 comprende una serie alterna de elemento de corte elevados y hundidos, que definen un borde trazado continuo que se extiende circunferencialmente.

Esta forma de realización se puede utilizar, por ejemplo, para líneas de marcado en obleas u otros sustratos frágiles que llevan múltiples dispositivos semiconductores, para separar los dispositivos. La ubicación asimétrica del borde de trazado 22 hacia una cara del disco de corte hace que sea posible para trazar una línea más cerca de una estructura o presentación de la oblea o sustrato de lo que sería posible con un disco de corte simétrico con un espesor total similar, que es necesario para una resistencia adecuada del disco de corte.

Cuando se utilizan ruedas de corte de la técnica anterior, se encontró que eran un problema para obtener paneles de corte de alta calidad cuando se trazan líneas curvas. En el documento JP2000-219527 se describe un disco de corte en forma de disco o rueda de trazado que aborda este problema mediante la formación de ranuras en la cresta del borde de la cuchilla de la rueda, que están inclinados en un ángulo prescrito con respecto a la dirección axial central de la rueda. Sin embargo, cuando se trazan líneas curvas con discos de corte de acuerdo con la presente invención se encontró que, debido a al borde de trazado continuo de tales discos y la difusión suave del material por los elementos de corte de estos discos, el problema observado en el trazado anterior del documento JP2000-219527 se redujo significativamente. En particular, el craqueo lateral que se produce cuando se utilizan discos de corte de la técnica anterior cuando se utilizan discos de corte o ruedas de trazado de la tercera o cuarta forma de realización de esta invención, donde el borde de trazado sinuoso permitió el trazado curvado fácil y de una alta calidad para los bordes después del rompimiento o separación final del material. Para radios de curvatura mayor, la primera, la segunda y la quinta realización aquí descritas, producen bordes curvos de alta calidad después del rompimiento.

El método preferido de fabricación de los discos de corte de la presente invención implica la producción de las ranuras en las porciones periféricas cónicas del disco de corte mediante la proyección de un láser a través de una máscara sobre las superficies cónicas del disco de corte, con la dirección de propagación de la luz sustancialmente perpendicular al eje de la rueda de corte y en una dirección radial. Mediante la rotación de la rueda de corte alrededor de su eje a través de un ángulo predeterminado y, a continuación exponer de nuevo la rueda de corte a la luz láser un patrón periódico o cuasi-periódico de ranuras se puede efectuar en las porciones cónicas. En una forma de realización la proyección de la máscara en la rueda de corte se mantiene estacionario mientras que en otros la proyección máscara se escanea sobre las superficies cónicas, efectuando así un perfil en las ranuras que pueden tener una variación en profundidad en relación con el tiempo de exposición a la luz láser. Preferentemente, el láser utilizado en este método es un láser UV con un perfil de intensidad sustancialmente plana en el plano de la máscara, y preferiblemente de proyección de la luz que se propaga a través de la máscara se efectúa mediante un lente diseñado para proyectar una imagen de-ampliada de la máscara en un plano de imagen en el que se llevan a cabo las partes cónicas del disco de corte. Por la elaboración de una máscara cuya imagen se proyecta de forma simultánea las zonas iluminadas de forma idéntica en varios discos de corte en un momento en que este método proporciona una pequeña capacidad de procesamiento por lotes.

Los discos de corte prototipo de la invención se fabricaron con polvo de diamante sinterizado. Mediante el uso de material de diamante con un grano muy pequeño, el efecto de "chipouts" se reduce y la exactitud de la forma, especialmente para el corte de los bordes con un pequeño radio de curvatura, se mejora. Por lo tanto, se mejora la vida útil de los discos de corte de diamante sinterizado. Para la rueda de corte se utiliza preferiblemente un material de diamante cementado de nuevo desarrollo, consistente en polvo de diamante consolidado con SiC, que tiene la ventaja de que los espacios entre los granos de diamante están llenos de un material que es casi tan duro como el diamante y por lo tanto, la diferencia en la dureza del diamante y aglutinante es mucho más pequeña que en el diamante cementado tradicional. Esto ha resultado en una mayor resistencia al desgaste de estos discos de corte con respecto a los discos de corte que forman parte del estado de la técnica formadas por diamante sinterizado o por diamante cementado.

En la fabricación de los prototipos de los discos de corte de la invención, los discos fabricados con una forma similar a los discos del estado de la técnica anterior, pero en algunos casos fabricados a partir de polvo de diamante de grano pequeño o aglutinante utilizado de SiC para explotar la mayor resistencia al desgaste de estos materiales prototipo, se utilizaron como discos de corte en bruto. Este disco perteneciente al estado de la técnica se caracteriza por ser un disco plano y redondo con un agujero central y con porciones biseladas o cónicas que interseccionan en un reborde periférico exterior, definiendo el trazado de corte. Todas las superficies, incluyendo la superficie del agujero central, son bien de grano molido o pulido que resulta en una rugosidad con un valor de la raíz cuadrada media sustancialmente por debajo de 10 micras, y en la mayoría de los casos sustancialmente por debajo de 1 micra. Ciertamente, las partes biseladas exhibieron una rugosidad baja, con un valor de la raíz cuadrada media típicamente menos de 1 m, ya que era un requisito de diseño que tenía su intersección para formar un borde de corte bien definido con un radio de menos de 3 micras.

La figura 13 muestra en forma esquemática simplificada la disposición de aparatos utilizados para fabricar los discos de corte anteriormente descritos. El aparato incluye una platina rotatoria 50 compuesto de un motor paso a paso en combinación con una caja de cambios de reducción, capaz de hacer medidas con una precisión y repetibilidad de menos de 0,01 grados. Alternativamente, una corriente continua o un motor síncrono con codificador, en combinación con una caja de cambios se podrían también utilizar, por ejemplo. Un eje 52 se puede montar en la platina giratoria y los espacios en bruto de la rueda de corte se montan en el eje, que pasa a través de su orificio central.

Se proporcionó una estación de trabajo láser UV, que comprende un láser 54 KrF capaz de producir radiación UV pulsada a 248 nm hasta 400 mJ con una distribución de intensidad cercana a la parte superior tipo sombrero de hasta 250 impulsos por segundo. La luz del láser 54 se guía a una máscara 56 por medio de un sistema de conformación del haz incluyendo espejos, lentes u otros elementos ópticos de conformación del haz, representado esquemáticamente en la figura 13 por un espejo 58. Posteriormente, la luz transmitida a través de la máscara se proyecta sobre el disco de corte por medio de una lente de proyección especialmente diseñada 60 que reduce la imagen de la máscara del disco de corte aproximadamente 20x. Con diferentes lentes de proyección, valores de reducción de entre 10 y 30x podrían alcanzarse. La fluencia típica en el plano de la imagen de la lente de proyección es entre 1 y 5 Joule / cm² en pulsos con una duración del orden de 10-20 ns. La platina giratoria que sostiene el disco de corte se monta en una base de trabajo 62 cuya altura y la posición en el plano XY perpendicular a la dirección de la luz incidente puede ser controlada por medio de un ordenador digital.

Después de la limpieza química para eliminar el polvo y la suciedad residual de sus superficies, los discos de corte en bruto 64 se montan en el eje de la platina giratoria. Las ruedas de corte se fabrican exponiendo repetidamente los discos de corte en bruto a la luz láser transmitida a través de la máscara y, a continuación situando la platina giratoria en una nueva posición, formando de este modo las ranuras 24 y, en su caso, la configuración de las porciones de extremo 36 de los elementos cortantes sobresalientes 30.

Al exponer el disco de corte a la luz láser de la máscara de imagen se proyecta sobre las partes biseladas o cónicas del disco de corte, en una dirección alineada con un radio de la pieza en bruto del disco de corte. En algunos casos, la imagen de máscara coincide con el área completa de la ranura, y entonces la profundidad de la ranura se determinó por el número de pulsos de láser a los que estas partes biseladas fueron expuestas.

En otros casos, la base de trabajo se mueve de forma lineal en el plano XY con el fin de exponer una traza en la superficie biselada o cónica del disco de corte y otra vez la formación de una ranura cuya profundidad local se determina por la energía del pulso del láser, la tasa de repetición de impulsos del láser, la velocidad del movimiento de exploración y la forma de la máscara. La principal ventaja de este método era la simple alineación del disco de corte en la estación de trabajo ya que la profundidad de las ranuras no está determinada por las tolerancias estrechas en el posicionamiento de un láser o herramientas con respecto al disco de corte, sino por la duración de la exposición a la luz láser. También la posición de las ranuras no es crítica, ya que esto se determina simplemente por una platina rotatoria moderadamente precisa.

En algunos casos, los discos de corte se producen secuencialmente en un proceso de paso y repetición mediante el montaje de varios discos de corte bruto en un solo eje y la exposición de las partes biseladas de los discos de corte en bruto a la luz láser de una manera secuencial. De nuevo, ninguna alineación es necesaria entre la exposición de varios discos de corte en bruto aparte de encontrar el plano medio de uno de ellos y medir el grosor aproximado de los discos. Además, una pequeña variación en el diámetro de los discos (normalmente entre 10 a 20 micras) carece de importancia y no requirió la realineación, como hubiera sido necesario en la producción de los discos de corte del estado de la técnica.

En otros casos se utilizaron máscaras que proyectaban múltiples imágenes idénticas sobre las porciones biseladas de varios discos de corte, que de nuevo se montaron sobre un solo eje, por lo tanto exponiendo simultáneamente los discos en bruto a la luz láser y, simultáneamente, la producción de las ranuras. Esto permitió una pequeña capacidad de procesamiento por lotes, donde de nuevo, la baja exigencia de los requisitos de alineación dio cabida a las variaciones individuales en las dimensiones y posiciones de los discos de corte.

Alternativamente, se utilizaron máscaras que proyectaban imágenes múltiples en uno o más discos al mismo tiempo, procurando así el procesamiento simultáneo de más de una ranura en cada disco de corte. Esto permite el procesamiento de diferentes formas para diferentes ranuras o de diferente profundidad de los surcos individuales, o simplemente, permite diferentes separaciones entre ranuras adyacentes. Ello también podría obtenerse variando el tamaño de paso de la platina giratoria.

Con el sistema perteneciente al estado de la técnica es muy difícil de producir discos de corte con características mucho más pequeñas que el tamaño del foco del láser o el espesor de la muela abrasiva. Con el método de proyección de láser con máscara descrito es posible producir fácilmente características en el borde de corte con dimensiones de menos de 10 micras y la precisión de la profundidad de menos de 1 micra, donde de nuevo la tolerancia de alineación no es crítica.

Mediante la variación de las condiciones de la exposición a rayos UV se pueden crear ranuras de diferentes formas. A sí fue posible variar la forma de la máscara y la velocidad de exploración de la etapa XY, en combinación con la tasa de repetición de la radiación UV-de láser pulsado, para conseguir discos de corte con bordes de trazado de forma sinusoidal y con forma de U, triangular o ranuras rectangulares. El número de ranuras podría cambiar fácilmente cambiando el tamaño de la máscara y la forma en combinación con el factor de desmagnificación de la lente de proyección y el tamaño del paso angular de la platina giratoria.

Con el método actual también era posible variar de forma independiente la profundidad y la forma de las ranuras sin cambiar simultáneamente su anchura, simplemente ajustando el número de impulsos de la luz láser a las que se expone a los discos en bruto. Esto ilustra la libertad que el método actual proporciona en el diseño del disco de corte para obtener un rendimiento óptimo para el trazado. Para el vidrio trazado este último puede depender de diversos factores, como el tipo de vidrio, espesor del vidrio, la carga de trazado, velocidad de trazado, el rendimiento y la fiabilidad del proceso deseada y muchos más que son conocidos para los expertos en la materia.

Por lo tanto, era posible producir discos de corte de formas diferentes que mostraron un mejor rendimiento de trazado cuando se utilizaron para trazar y romper placas de vidrio. El mejor rendimiento se consigue con un disco en el que el borde de corte mostró una variación sinusoidal en altura con la parte superior del seno coincidiendo con el reborde periférico original de la hoja. Para el trazado en vidrio, la línea trazada mostró menos grietas laterales y, después de romper el cristal, la zona de recalcado se ve a través de un microscopio con polarizadores cruzados más pequeños en extensión y con menor estrés. También se encontró que la rugosidad del borde después de romper se reduce y se produce menos polvo de vidrio. Una mejora similar se encontró para el trazado de otros materiales además del vidrio.

Posteriormente se descubrió mediante la modelización de la penetración del disco de corte en la superficie de un objeto de vidrio, un cuerpo de material semiconductor, una gema, un cuerpo de material cristalino o un cuerpo de cerámica, que durante el trazado el material modelizado se dispersaba en menor medida que con los discos de corte del estado de la técnica anterior que tienen dientes con huecos no cortantes entre ellos. Otro factor que contribuye a la mejora del rendimiento de trazado es la extensión de la superficie de corte a las regiones estriadas o regiones ahuecadas, que en los discos de corte de la técnica anterior no contribuyen al trazado ya que no definen un borde de corte afilado en las partes deprimidas del reborde periférico.

Aunque el mejor rendimiento se consigue con un disco de corte con una variación sinusoidal en altura del borde de corte, discos de corte ranurados simples también se comportaron bien, y mejor que los discos de corte del estado de la técnica anterior, debido a la difusión más suave del material descrito y la extensión del borde de corte a la zona de las ranuras, es decir, a la provisión de un borde de corte continuo. Las ranuras se pueden hacer con sección transversal circular o elíptica, o con formas más complicadas, tales como una forma triangular. Además, se hicieron discos ranurados en el que la distancia entre las ranuras era variable a lo largo del perímetro del disco de corte.

El número de ranuras puede ser fácilmente modificado y se produjeron discos de corte con entre 100 y 200 ranuras, dependiendo de la aplicación y el tamaño del disco de corte. Para algunas aplicaciones, puede ser necesario un mayor o menor número de ranuras.

Se produjeron diferentes tipos de discos de corte a partir de diferentes materiales sinterizados o cementados de diamante. En el estado de la técnica se había empleado material de diamante sinterizado de cobalto, pero se ha demostrado que se puede mejorar la resistencia al desgaste añadiendo partículas de sub-micras de polvo de diamante muy finas en el material sinterizado, que era debido al tamaño más pequeño de los volúmenes entre las partículas de diamante lleno de metal aglutinante y el menor tamaño de las partículas de diamante. Si una partícula tal, a través de desgaste del aglutinante o fuerza local excesiva sobre la partícula, se suelta de la matriz de cemento, el vacío resultante tenía un efecto mucho menor sobre la calidad de trazado resultante que en el caso cuando se utilizó diamante sinterizado con partículas más grandes. Así, se descubrió que también para el corte de discos en la forma tradicional se mejora la resistencia al desgaste de manera sustancial usando un polvo de diamante más fino, con un tamaño preferiblemente menor de 3 micras y más preferiblemente menor de 1,5 m, y aún más preferiblemente menor a 1 micras y más preferiblemente menor que 0,8 micras. Lo mismo puede decirse de los discos de corte de acuerdo con la presente invención en la que el mejor rendimiento se obtuvo con el grano de tamaño más pequeño.

También se descubrió que se podría obtener una mejora considerable en la resistencia al desgaste de los discos de corte mediante el uso de un aglutinante más duro y más resistente al desgaste. Esta mejor resistencia al desgaste, en comparación con el material de diamante sinterizado o cementado con un aglutinante de metal tradicional y con grano de tamaño similar para cortar discos en forma tanto de acuerdo con la técnica anterior o de acuerdo con la forma de la actual invención se obtuvo para el diamante cementado utilizando un ligante SiC, como producido por Element Six Ltd de Springs, Sudáfrica.

Ejemplos

1. Disco de corte con 110 ranuras y borde de corte afilado utilizando grano fino de diamante sinterizado con cobalto.

Se prepararon discos de corte en bruto con una cresta periférica continua, conformada de acuerdo con el estado de la técnica anterior, utilizando grano fino de carburo de silicio unido por diamante cementado. El tamaño del polvo de diamante utilizado fue sustancialmente inferior a 1 micra. Una placa de este material fue pulida primero a un espesor de 0,6 mm, a continuación se cortaron cilindros con un agujero central mediante mecanizado por descarga eléctrica y en cada uno de estos cilindros, secciones cónicas biseladas con un ángulo total incluido de 125° se pulieron posteriormente en ambos lados que se cruzan en un reborde periférico. El radio de curvatura en la intersección estaba sustancialmente por debajo de 1 micra. Los discos de corte en bruto tenían un agujero central de 0,8 mm y un diámetro de 2,0 +/- 0,02 mm. Cinco de estos discos, conformados de acuerdo con la técnica anterior a la presente invención, se limpiaron para eliminar el polvo y la contaminación y se montaron posteriormente en un eje con un diámetro de 0,78 mm y se colocaron en la platina giratoria. La alineación se realiza de manera sencilla mediante la búsqueda de la superficie de corte del disco central y el centrado de que la cuchilla con respecto a la imagen UV-láser. Una máscara con una abertura sinusoidal fue colocada en la trayectoria de luz del haz de láser UV y se proyectó la luz láser UV sobre las partes biseladas del disco de corte con la luz incidente sustancialmente perpendicular a la dirección axial del eje de la platina giratoria. La fluencia del láser en la superficie del disco de corte era aproximadamente 2 J/cm² con una tasa de repetición de impulsos de 50 pulsos por segundo. Una lente con un objetivo de 15X de aumento se usó para proyectar una imagen de la máscara en el disco de corte. Mientras que la luz del láser incidía sobre los discos de corte éstos se mueven con una velocidad de aproximadamente 4 mm/min a lo largo de una dirección paralela al eje de rotación sobre una distancia de aprox.0,3 mm para obtener una ranura larga de 0,32 mm. Después de hacer una ranura, la descarga de láser se apagó y la platina giratoria se pasó por encima de un ángulo de aproximadamente 3,27°. Posteriormente se hizo otra ranura y se repitió este proceso hasta que se produjeron un disco de corte con ranuras en todas sus secciones cónicas. De esta manera se procesaron los cinco discos de corte. Los bordes de corte resultantes tenían una forma sinusoidal con un período de aproximadamente 57 micras y para uno de estos discos de corte se midió una diferencia de altura con un microscopio objetivo 100x y una cámara digital calibrada entre los puntos más altos y los más bajos en la superficie de corte de 7,5 +/- 0,5 micras. Se encontraron valores similares para todos los demás discos de corte. Estos discos se utilizaron posteriormente en pruebas para evaluar su rendimiento de corte sobre placas de vidrio de 0,5 mm de espesor, y se observó que sustancialmente se redujo el agrietamiento lateral, la mejora de la rectitud de las grietas intermedias, la profundidad de la grieta reproducible y reducir el astillado del borde de la placa de vidrio con respecto al rendimiento obtenido con los discos del estado de la técnica anterior.

2. Disco de corte de disco con 110 ranuras equidistantes y borde de corte afilado utilizando grano fino de diamante sinterizado con cobalto.

Se prepararon discos de corte en bruto con una cresta periférica continua, conformada de acuerdo con la técnica anterior, utilizando grano fino de carburo de silicio unido por diamante cementado. El tamaño del polvo de diamante utilizado fue sustancialmente por debajo de 1 micra. Una placa de este material fue pulida primero a un espesor de 0,65 mm, a continuación se cortaron cilindros con un agujero central mediante mecanizado por descarga eléctrica y en cada uno de estos cilindros, secciones cónicas biseladas con un ángulo total incluido de 125° se pulieron posteriormente en ambos lados que se cruzan en un reborde periférico. El radio de curvatura en la intersección era sustancialmente por debajo de 1 micra. Los discos de corte presentan un agujero central de 0,8 mm y un diámetro de 2,0 +/- 0,02 mm. Cuatro de estos discos, conformados de acuerdo al estado de la técnica anterior, se limpiaron para eliminar la adhesión de polvo y la contaminación y fueron montados posteriormente en un eje con un diámetro de 0,78 mm y colocados en la platina giratoria. La alineación se realiza de manera sencilla mediante la búsqueda del filo de corte del primer disco y el centrado de la cuchilla con respecto a la imagen UV-láser. Una máscara con una abertura circular se coloca en la trayectoria de luz del haz de láser UV y ésta se proyecta sobre las partes biseladas del disco de corte con la luz incidente que es sustancialmente perpendicular a la dirección axial del eje de platina giratoria. La fluencia del láser en la superficie del disco de corte era aproximadamente 4 J / cm² con una tasa de repetición de impulsos de 100 pulsos por segundo. Una lente reductora por 20X se usa para proyectar una imagen de la máscara en el disco de corte. Mientras que la luz del láser incide sobre los discos de corte, fueron sometidos a una velocidad de aproximadamente 6 mm/min a lo largo de una dirección paralela al eje de rotación sobre una distancia de aprox.0,3 mm para obtener una ranura de 0.32 mm de largo. Después de hacer un surco, la descarga de láser se apaga y la platina giratoria se pasó por encima de un ángulo de aprox.3,27 °. Posteriormente se hace otra ranura, repitiendo el proceso hasta que el disco de corte tenga ranuras en todas sus secciones cónicas. De esta manera se procesaron los cuatro discos de corte. Los bordes de corte resultantes tenían una forma circular con una distancia de centro a centro de la ranura de aprox. 57 micras. El ancho era de 34 micras. Para uno de estos discos de corte se midió una diferencia de altura con un microscopio objetivo 100x y una cámara digital calibrada entre los puntos más altos y los más bajos en la vanguardia de 8,7 +/-0,5 m. Se

encontraron valores similares para los otros discos de corte. Estos discos se utilizaron posteriormente en pruebas para evaluar su rendimiento de corte sobre placas de vidrio de 0,5 mm de espesor, y se observó que sustancialmente se redujo el agrietamiento lateral, mejoró la rectitud de las grietas intermedias, la profundidad de la grieta reproducible y se redujo el astillado del borde de la placa de vidrio, con respecto al rendimiento corte de la técnica anterior en estas placas.

3. Disco de corte con 110 ranuras desigualmente espaciadas y borde de corte afilado utilizando grano fino de diamante sinterizado unido por cobalto.

Se prepararon discos de corte en bruto con una cresta periférica continua, conformada de acuerdo con la técnica anterior, utilizando grano fino de diamante sinterizado unido por cobalto. El tamaño del polvo de diamante utilizado fue sustancialmente por debajo de 1 micra. Una placa de este material fue pulida primero a un espesor de 0,65 mm, a continuación se cortaron cilindros con un agujero central mediante corte por láser y en cada uno de estos cilindros, secciones cónicas biseladas con un ángulo total incluido de 125° se pulieron posteriormente en ambos lados que se cruzan en un reborde periférico. El radio de curvatura en la intersección era sustancialmente por debajo de 1 micra. Los discos de corte presentan un agujero central de 0,8 mm y un diámetro de 2,0 +/- 0,02 mm. Cuatro de estos discos, conformados de acuerdo al estado de la técnica anterior, se limpiaron para eliminar la adhesión de polvo y la contaminación y fueron montados posteriormente en un eje con un diámetro de 0,78 mm y colocados en la platina giratoria. La alineación se realiza de manera sencilla mediante la búsqueda del filo de corte del primer disco y el centrado de la cuchilla con respecto a la imagen UV-láser. Una máscara con dos aberturas circulares adyacentes se coloca en la trayectoria de luz del haz de láser UV y ésta se proyecta sobre las partes biseladas del disco de corte con la luz incidente que es sustancialmente perpendicular a la dirección axial del eje de platina giratoria. La fluencia del láser en la superficie del disco de corte era aprox. 4 J / cm² con una tasa de repetición de impulsos de 100 pulsos por segundo. Una lente de objetivo reductora 20X se usa para proyectar una imagen de la máscara en el disco de corte. Mientras que la luz del láser incide sobre los discos de corte, fueron sometidos a una velocidad de aprox. 4 mm / min a lo largo de una dirección paralela al eje de rotación sobre una distancia de aprox. 0,3 mm para obtener una ranura de 0,32 mm de largo. Después de hacer una ranura doble, la descarga de láser se apaga y la platina giratoria se pasó por encima de un ángulo de aprox. 6,55°. Posteriormente se hacen otro par de ranuras y se repite este proceso hasta obtener un disco de corte con ranuras en todas sus secciones cónicas. De esta manera se procesaron los cuatro discos de corte. Los bordes de corte resultantes tenían una forma elíptica con un período de aprox. 114 m y una alternancia de centro a centro de la distancia entre surco 53 y 61 micras. El ancho era de 34 micras. Para uno de estos discos de corte se midió una diferencia de altura con un microscopio objetivo 100x y una cámara digital calibrada entre los puntos más altos y los más bajos en la vanguardia de 13,5 +/- 1 m. Se encontraron valores similares para los otros discos de corte. Estos discos se utilizaron posteriormente en pruebas para evaluar su rendimiento de corte sobre placas de vidrio de 0,5 mm de espesor, y se observó que sustancialmente se redujo el agrietamiento lateral, mejoró la rectitud de las grietas intermedias, la profundidad de la grieta reproducible y se redujo el astillado del borde de la placa de vidrio, con respecto al rendimiento corte de la técnica anterior en estas placas.

4. Disco de corte con 140 ranuras espaciadas homogéneamente y borde de corte afilado utilizando grano fino de diamante sinterizado con cobalto.

Se prepararon discos de corte en bruto con una cresta periférica continua, conformada de acuerdo con el estado de la técnica anterior, utilizando grano fino de diamante sinterizado unido por cobalto. El tamaño de las partículas de diamante utilizado fue sustancialmente inferior a 1 micra. Una placa de este material fue pulida primero a un espesor de 0,65 mm, a continuación se cortaron cilindros con un agujero central mediante mecanizado por descarga eléctrica y en cada uno de estos cilindros, secciones cónicas biseladas con un ángulo total incluido de 115° se pulieron posteriormente en ambos lados que se cruzan en un reborde periférico. El radio de curvatura en la intersección era sustancialmente por debajo de 1 micra. Los discos de corte presentaban un agujero central de 0,8 mm y un diámetro de 2,2 +/- 0,02 mm. Tres de estos discos, conformados de acuerdo al estado de la técnica, se limpiaron para eliminar la adhesión de polvo y la contaminación y fueron montados posteriormente en un eje con un diámetro de 0,78 mm y colocados en la platina giratoria. La alineación se realiza de manera sencilla mediante la búsqueda del filo de corte del disco central, centrándose en ella, y el centrado de la cuchilla con respecto a la imagen UV-láser. Una máscara con una abertura redonda fue colocada en la trayectoria del haz de luz láser UV y ésta se proyectó sobre las partes biseladas del disco de corte con la luz incidente de manera sustancialmente perpendicular a la dirección axial del eje de platina giratoria. La fluencia del láser en la superficie del disco de corte era aprox. 4 J / cm² con una tasa de repetición de impulsos de 70 pulsos por segundo. Una lente con un objetivo amplificador de 20X se usó para proyectar una imagen de la máscara en el disco de corte. Mientras que la luz del láser incidía sobre los discos de corte fueron sometidos a una velocidad de aproximadamente 6 mm/min a lo largo de una dirección paralela al eje de rotación sobre una distancia de aproximadamente 0,2 mm para obtener una ranura de 0,22 mm de largo. Después de hacer una ranura, la descarga de láser se apagó y la platina giratoria se pasó por encima de un ángulo de aproximadamente 2,43°. Posteriormente se hace otra ranura y se repite este proceso hasta que el disco de corte tenga ranuras en todas sus secciones cónicas. De esta manera se procesaron los tres discos de corte. Los bordes de corte resultantes tenían una forma circular con una distancia de centro a centro de la ranura de aproximadamente 49 micras y una anchura de la ranura de 28 micras. Para uno de estos discos de corte se midió una diferencia de altura con un microscopio con un objetivo de 100x y una cámara digital calibrada entre los puntos más altos y los más bajos en el borde de corte de 5,8 +/- 0,4 micras. Se encontraron valores similares para los otros discos de corte. Estos discos se utilizaron posteriormente en pruebas para evaluar su

rendimiento de corte sobre placas de vidrio de 0,5 mm de espesor, y se observó que sustancialmente se redujo el agrietamiento lateral, mejoró la rectitud de las grietas intermedias, la profundidad de la grieta reproducible y se redujo el astillado del borde de la placa de vidrio, con respecto al rendimiento corte de la técnica anterior en estas placas.

5. Disco de corte con 170 ranuras equidistantes y borde de corte afilado utilizando grano fino de diamante sinterizado unido por cobalto.

Se prepararon discos de corte en bruto disco con una cresta periférica continua, conformada de acuerdo con la técnica anterior, utilizando de grano fino, de diamante sinterizado unido con cobalto. El tamaño del polvo de diamante utilizado fue sustancialmente por debajo de 1 micra. Una placa de este material fue pulida primero a un espesor de 0,5 mm, a continuación se cortaron cilindros con un agujero central mediante corte por láser y en cada uno de estos cilindros, secciones cónicas biseladas con un ángulo total incluido de 95° se pulieron posteriormente en ambos lados que se cruzan en un reborde periférico. El radio de curvatura en la intersección estaba sustancialmente por debajo de 1 micra. Los discos de corte tenían un agujero central de 0,8 mm y un diámetro de 1,7 +/- 0,02 mm. Cuatro de estos discos, en forma de acuerdo con la técnica anterior, se limpiaron para eliminar la adhesión de polvo y la contaminación y se montaron posteriormente en un eje con un diámetro de 0,78 mm y se colocaron en la platina giratoria. La alineación se realizó de manera sencilla buscando el borde de corte del primer disco y centrando dicho borde de corte con respecto a la imagen UV-láser. Se coloca una máscara con una abertura circular en la trayectoria de la luz del haz de láser UV y se proyecta luz láser UV sobre las partes biseladas del disco de corte con la luz incidente que es sustancialmente perpendicular a la dirección axial del eje de la platina giratoria. La fluencia del láser en la superficie del disco de corte era aproximadamente 4 J/cm² con una tasa de repetición de impulsos de 100 pulsos por segundo. Una lente con un objetivo de 25X de aumento se usa para proyectar una imagen de la máscara en el disco de corte. Mientras que la luz del láser era incidente en los discos de corte, el disco de corte se mantuvo estacionario y por lo tanto se obtuvo una ranura de forma rectangular con una longitud de 0,27 mm. Después de que se hizo otra ranura, la descarga de láser se apaga y el la platina giratoria se pasó por encima de un ángulo de aproximadamente 2,12°. Posteriormente otra se hizo otra ranura y entonces este proceso se repitió hasta que un disco de corte fue producido con ranuras en todo sus secciones cónicas. De esta manera se procesaron todos los cuatro discos de corte. Los bordes de corte resultantes tenían una forma rectangular con una distancia de centro a centro de la ranura de aproximadamente 31 micras. El ancho de la ranura fue de 19 micras. Para uno de estos discos de corte se midió una diferencia de altura con un microscopio con un objetivo de 100x y una cámara digital calibrada entre los puntos más altos y los más bajos del borde de corte de 3,8 +/- 0,3 micras. Se encontraron valores similares para los otros discos de corte. Estos discos se utilizaron posteriormente en pruebas para evaluar su rendimiento de corte sobre placas de vidrio de 0,5 mm de espesor, y se observó que sustancialmente se redujo el agrietamiento lateral, mejoró la rectitud de las grietas intermedias, la profundidad de la grieta reproducible y se redujo el astillado del borde de la placa de vidrio, con respecto al rendimiento corte de la técnica anterior en estas placas.

6. Disco de corte con 110 ranuras equidistantes y borde de corte redondeado utilizando grano grueso de diamante sinterizado unido con cobalto.

Se prepararon discos de corte en blanco con una cresta periférica continua, con una forma de acuerdo con la técnica anterior, utilizando grano grueso de carburo de silicio unido por diamante cementado. El tamaño del polvo de diamante utilizado fue entre 2 y 3 micras. Una placa de este material fue pulida primero a un espesor de 0,68 mm, a continuación se cortaron cilindros con un agujero central mediante corte por láser y en cada uno de estos cilindros, secciones cónicas biseladas con un ángulo total incluido de 130° se pulieron posteriormente en ambos lados que se cruzan en un reborde periférico. El radio de curvatura en la intersección estaba sustancialmente por debajo de 3 micras. Los discos de corte tenían un agujero central de 0,8 mm y un diámetro de 2,0 +/- 0,02 mm. Tres de estos discos, con una forma de acuerdo con la técnica anterior, se limpiaron para eliminar la adhesión de polvo y la contaminación y se montaron posteriormente en un eje con un diámetro de 0,78 mm y se colocan en la platina giratoria. La alineación se realizó de manera sencilla buscando el borde de corte del primer disco y centrando dicho borde de corte con respecto a la imagen UV-láser. Se coloca una máscara con una abertura circular en la trayectoria de la luz del haz de láser UV y se proyecta luz láser UV sobre las partes biseladas del disco de corte con la luz incidente que es sustancialmente perpendicular a la dirección axial del eje de la platina giratoria. La fluencia del láser en la superficie del disco de corte era aproximadamente 4 J/cm² con una tasa de repetición de impulsos de 100 pulsos por segundo. Una lente con un objetivo de 15X de aumento se usó para proyectar una imagen de la máscara en el disco de corte. Mientras que la luz del láser fue incidente sobre los discos de corte, estos se trasladaron a una velocidad de aproximadamente 6 mm/min a lo largo de una dirección paralela al eje del eje de la platina giratoria sobre una distancia de aproximadamente 0,3 mm para obtener una ranura larga de 0.32. Después de que se hiciera un juego de ranuras, la descarga de láser se apagó y la platina giratoria se pasó por encima de un ángulo de aproximadamente 3,27°. Posteriormente se hizo otro juego de ranuras y entonces este proceso se repitió hasta que se produjeron tres discos de corte con ranuras en todas sus secciones cónicas. De esta manera se procesaron todos los tres discos de corte de manera simultánea. Los bordes de corte resultantes tenían una forma circular con una distancia de centro a centro de la ranura de aproximadamente 57 micras. El ancho de la ranura era de 32 micras. Para uno de estos discos de corte se midió una diferencia de altura con un microscopio con un objetivo de 100x y una cámara digital calibrada entre los puntos más altos y los más bajos sobre el borde de corte de 9,5 +/- 0,8 micras. Se encontraron valores similares para los otros discos de corte. Estos discos se utilizaron posteriormente en pruebas para evaluar su rendimiento de corte sobre placas de vidrio de 0,6 mm de espesor, y se observó que sustancialmente se redujo el agrietamiento lateral, mejoró la rectitud de las grietas intermedias, la

profundidad de la grieta reproducible y se redujo el astillado del borde de la placa de vidrio, con respecto al rendimiento corte de la técnica anterior en estas placas.

5 7. Disco de corte con 110 ranuras equidistantes y borde de corte afilado utilizando grano grueso, de carburo de silicio unido por diamante cementado.

10 Se prepararon discos de corte en blanco con una cresta periférica continua, con una forma de acuerdo con la técnica anterior, utilizando grano fino de carburo de silicio unido por diamante cementado. El tamaño del polvo de diamante utilizado fue entre 2 y 3 micras. Una placa de este material fue pulida primero a un espesor de 0,68 mm, a continuación se cortaron cilindros con un agujero central mediante mecanizado por descarga eléctrica y en cada uno de estos cilindros, secciones cónicas biseladas con un ángulo total incluido de 130° se pulieron posteriormente en ambos lados que se cruzan en un reborde periférico. El radio de curvatura en la intersección estaba sustancialmente por debajo de 3 micras. Los discos de corte tenían un agujero central de 0,8 mm y un diámetro de 2,0 +/- 0,02 mm. Tres de estos discos, con una forma de acuerdo con la técnica anterior, se limpiaron para eliminar la adhesión de polvo y la contaminación y se montaron posteriormente en un eje con un diámetro de 0,78 mm y se colocan en la platina giratoria. La alineación se realizó de manera sencilla buscando el borde de corte del primer disco y centrando dicho borde de corte con respecto a la imagen UV-láser. Se coloca una máscara con una abertura circular en la trayectoria de la luz del haz de láser UV y se proyecta luz láser UV sobre las partes biseladas del disco de corte con la luz incidente que es sustancialmente perpendicular a la dirección axial del eje de la platina giratoria. La fluencia del láser en la superficie del disco de corte era aproximadamente 4 J/cm² con una tasa de repetición de impulsos de 100 pulsos por segundo. Una lente con un objetivo de 15X de aumento se usó para proyectar una imagen de la máscara en el disco de corte. Mientras que la luz del láser fue incidente sobre los discos de corte, estos se trasladaron a una velocidad de aproximadamente 6 mm/min a lo largo de una dirección paralela al eje del eje de la platina giratoria sobre una distancia de aproximadamente 0,3 mm para obtener una ranura larga de 0,32. Después de que se hiciera un juego de ranuras, la descarga de láser se apagó y la platina giratoria se pasó por encima de un ángulo de aproximadamente 3,27°. Posteriormente se hizo otro juego de ranuras y entonces este proceso se repitió hasta que se produjeron tres discos de corte con ranuras en todas sus secciones cónicas. De esta manera se procesaron los tres discos de corte de forma simultánea. Los bordes de corte resultantes tenían una forma circular con una distancia de centro a centro de la ranura de aproximadamente 57 micras. El ancho de la ranura era de 40 micras. Para uno de estos discos de corte se midió una diferencia de altura con un microscopio con un objetivo de 100x y una cámara digital calibrada entre los puntos más altos y los más bajos sobre el borde de corte de 12 +/- 1 micras. Se encontraron valores similares para los otros discos de corte. Estos discos se utilizaron posteriormente en pruebas para evaluar su rendimiento de corte sobre placas de vidrio de 0,6 mm de espesor, y se observó que sustancialmente se redujo el agrietamiento lateral, mejoró la rectitud de las grietas intermedias, la profundidad de la grieta reproducible y se redujo el astillado del borde de la placa de vidrio, con respecto al rendimiento corte de la técnica anterior en estas placas:

20

25

30

35

8. Disco de corte con 110 ranuras equidistantes y borde de corte afilado utilizando grano fino, de carburo de silicio unido por diamante cementado.

40 Se prepararon discos de corte en blanco con una cresta periférica continua, con una forma de acuerdo con la técnica anterior, utilizando silicona de carburo de silicio unido por diamante cementado. Una placa de este material fue pulida primero a un espesor de 0,6 mm, a continuación se cortaron cilindros con un agujero central mediante corte por láser y en cada uno de estos cilindros, secciones cónicas biseladas con un ángulo total incluido de 120° se pulieron posteriormente en ambos lados que se cruzan en un reborde periférico. El radio de curvatura en la intersección estaba sustancialmente por debajo de 1 micra. Los discos de corte tenían un agujero central de 0,8 mm y un diámetro de 1,8 +/- 0,02 mm. Tres de estos discos, con una forma de acuerdo con la técnica anterior, se limpiaron para eliminar la adhesión de polvo y la contaminación y se montaron posteriormente en un eje con un diámetro de 0,78 mm y se colocan en la platina giratoria. La alineación se realizó de manera sencilla buscando el borde de corte del primer disco y centrando dicho borde de corte con respecto a la imagen UV-láser. Se coloca una máscara con una abertura circular en la trayectoria de la luz del haz de láser UV y se proyecta luz láser UV sobre las partes biseladas del disco de corte con la luz incidente que es sustancialmente perpendicular a la dirección axial del eje de la platina giratoria. La fluencia del láser en la superficie del disco de corte era aproximadamente 5 J/cm² con una tasa de repetición de impulsos de 50 pulsos por segundo. Una lente con un objetivo de 15X de aumento se usó para proyectar una imagen de la máscara en el disco de corte. Mientras que la luz del láser fue incidente sobre los discos de corte, estos se trasladaron a una velocidad de aproximadamente 2 mm/min a lo largo de una dirección paralela al eje del eje de la platina giratoria sobre una distancia de aproximadamente 0,2 mm para obtener una ranura larga de 0,22. Después de que se hiciera una ranura, la descarga de láser se apagó y la platina giratoria se pasó por encima de un ángulo de aproximadamente 3,27°. Posteriormente se hizo otra ranura y entonces este proceso se repitió hasta que se produjo un disco de corte con ranuras en todas sus secciones cónicas. De esta manera se procesaron todos los tres discos de corte. Los bordes de corte resultantes tenían una forma circular con una distancia de centro a centro de la ranura de aproximadamente 51 micras. El ancho de la ranura era de 32 micras. Para uno de estos discos de corte se midió una diferencia de altura con un microscopio con objetivo de 100x y una cámara digital calibrada entre los puntos más altos y los más bajos sobre el borde de corte de 6,5 +/- 0,5 micras. Se encontraron valores similares para los otros discos de corte. Estos discos se utilizaron posteriormente en pruebas para evaluar su rendimiento de corte sobre placas de vidrio de 0,5 mm de espesor, y se observó que sustancialmente se redujo el agrietamiento lateral, mejoró la rectitud de las grietas intermedias, la profundidad de la grieta reproducible y se redujo el astillado del borde de la placa de vidrio, con respecto al rendimiento

45

50

55

60

65

corte de la técnica anterior en estas placas. En las pruebas de vida útil sólo se pudo observar un desgaste insignificante en la forma de la rueda y el rendimiento de corte de las ruedas estaba íntegro después de un trazado prolongado de paneles de vidrio.

5 Formas de realización de discos de corte como los descritos anteriormente tenían la característica deseable de la producción de grietas de trazado "limpias" y similares a las producidas por los discos de corte más antiguos, de borde continuo, mientras que todavía proporcionan una grieta lo suficientemente profunda para permitir la rotura fiable del cuerpo u objeto trazado después del trazado. Formas de realización de discos de corte de acuerdo con la invención también reducen los problemas de agrietamiento lateral experimentados en la técnica anterior con discos de corte dentados, así como también reducen el astillado y la propagación de grietas no rectas como ocurre cuando se utiliza este tipo de discos de corte de la técnica anterior. Esto se puede atribuir en gran parte al borde de trazado que se extiende circunferencialmente continuo de estos discos, con elementos de corte adyacentes elevadas y hundidos.

10 El método antes descrito de producir los discos de corte tiene requisitos inherentemente más bajos en la exactitud de la alineación de los discos de corte en bruto con respecto al aparato de producción, permitiendo así el procesamiento de múltiples discos de corte sin necesidad de alineación individual de los equipos de producción para cada disco de corte individual. El método y el aparato descritos también permiten la producción de discos de corte en una manera que permiten un cierto grado de procesamiento por lotes, es decir, la fabricación de más de un disco de corte a la vez.

15 Por último, cabe señalar que el tiempo de vida de ambos los discos de corte producidos de acuerdo con el método descrito anteriormente, así como de los discos de corte de la técnica anterior se maximiza adecuadamente por la adaptación preferida de la composición del material de diamante sinterizado o cementado y utilizado para la fabricación de los discos.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un disco de corte para formar una línea trazada sobre una superficie de un cuerpo u objeto, el disco de corte que comprende un cuerpo generalmente en forma de disco (10) que tiene una porción periférica que comprende una primera y segunda superficies cónicas (81, 20) que se extienden circunferencialmente y que convergen radialmente hacia fuera, la porción periférica que define un borde de trazado (22) que tiene elementos de corte (30, 26) adyacentes levantados y rebajados que se extienden circunferencialmente, caracterizado porque una pluralidad de ranuras que se extienden hacia el exterior (24) se forman en la primera y segunda superficies cónicas (18,20), los extremos exteriores de las ranuras opuestas (24) en las respectivas superficies cónicas (18, 20) están alineados para definir entre ellos la
- 10 elementos de corte rebajados (26) de tal manera que el borde de trazado (22) es un borde afilado continuo que tiene alternando elementos de corte elevados y hundidos (30, 26), alineados circunferencialmente uno con el otro.
- 15 2. Un disco de corte de acuerdo con la reivindicación 1 que es adecuado para trazar una línea en un cuerpo de vidrio, un semiconductor, una piedra gema, un cuerpo de material cristalino o un cuerpo cerámico.
3. Un disco de corte de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2 en el que las ranuras que se extienden hacia el exterior (24) están alineadas radialmente.
- 20 4. Un disco de corte de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2 en el que las ranuras que se extienden hacia el exterior (24) están inclinadas con respecto a un radio del disco de corte.
5. Un disco de corte de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que las ranuras (24) son de igual anchura y profundidad.
- 25 6. Un disco de corte de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que las ranuras (24) tienen anchuras y/o profundidades diversas.
7. Un disco de corte de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la separación entre ranuras adyacentes (24) es regular.
- 30 8. Un disco de corte de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la separación entre ranuras adyacentes (24) es irregular.
- 35 9. Un disco de corte de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 en el que las ranuras (24) tienen una profundidad que aumenta en una dirección radialmente hacia fuera hacia la periferia del disco de corte, teniendo las ranuras (24) una profundidad máxima adyacente a los elementos de corte (26) cóncavos.
- 40 10. Un disco de corte de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 en el que la anchura de las ranuras (24) es constante a lo largo de su longitud.
11. Un disco de corte de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 en el que la anchura de las ranuras (24) varía a lo largo de su longitud.
- 45 12. Un disco de corte de acuerdo con la reivindicación 11 en el que el material de las superficies cónicas opuestas en la periferia del disco se elimina selectivamente para definir bordes de corte elevados que tienen un perfil curvado, de modo que el borde de trazado general (22) del disco de corte tiene un perfil sinuoso.
- 50 13. Un disco de corte de acuerdo con la reivindicación 12 en el que el perfil sinuoso corresponde en forma a una onda sinusoidal o a otra forma periódica.
14. Un disco de corte de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, que comprende polvo de diamante sinterizado o cementado.
- 55 15. Un disco de corte de acuerdo con la reivindicación 14 que comprende polvo de diamante con un tamaño menor que 3 micras.
16. Un disco de corte de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, que comprende diamante monocristalino.
- 60 17. Un disco de corte de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, que comprende diamante policristalino.
- 65 18. Un método de fabricación de un disco de corte para formar una línea trazada sobre una superficie de un cuerpo u objeto, cuyo método comprende:

apoyar un disco formado en blanco (64) que tiene una porción periférica que comprende una primera y segunda superficies cónicas (18, 20) que se extienden circunferencialmente y que convergen radialmente hacia el exterior;

5 generar un haz de luz enfocado desde una fuente de láser (54);

enmascarar el haz de luz según un patrón de corte predeterminado; y

10 enfocar el haz de luz hacia el espacio en blanco (64);

caracterizado porque el blanco y el haz de luz se mueven uno con relación al otro para hacer que el haz de luz forme una pluralidad de ranuras que se extienden hacia el exterior (24) en las primera y segunda superficies cónicas (18, 20), los extremos exteriores de las ranuras opuestas (24) en las superficies cónicas respectivas (18, 20) están alineados para definir entre ellos elementos de corte cóncavos (26) con elementos de corte elevados (30) entre ellos de modo que la porción periférica del disco de corte define un borde de trazado afilado y continuo (22) que tiene adyacentes y alternos, elevados y hundidos elementos de corte (30, 26) que se extienden circunferencialmente, alineados circunferencialmente entre sí.

15

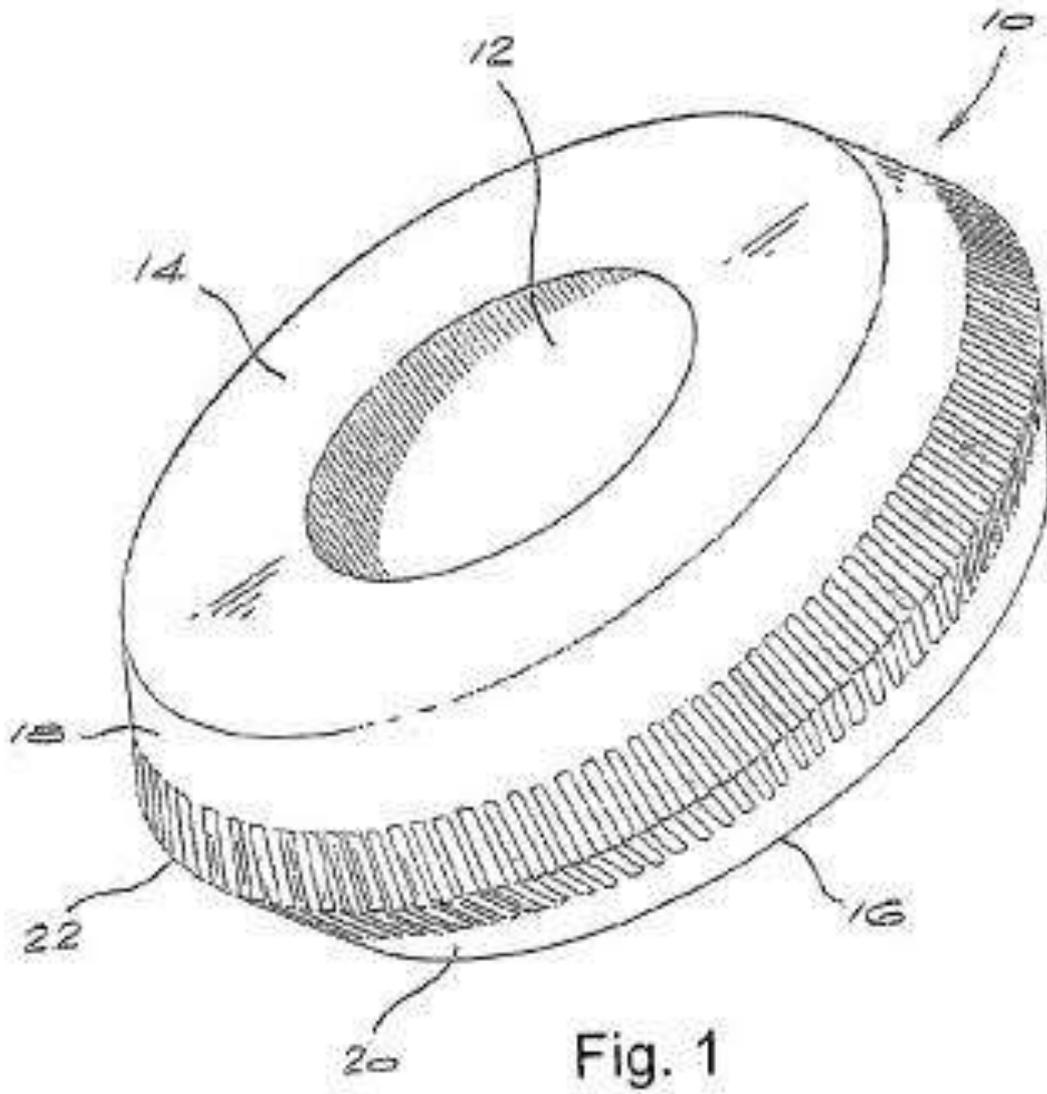


Fig. 2

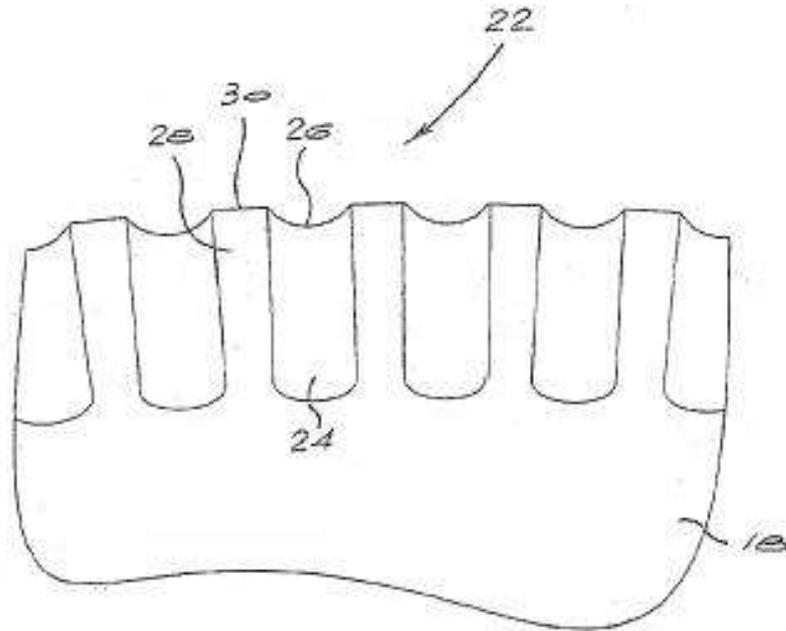


Fig. 3

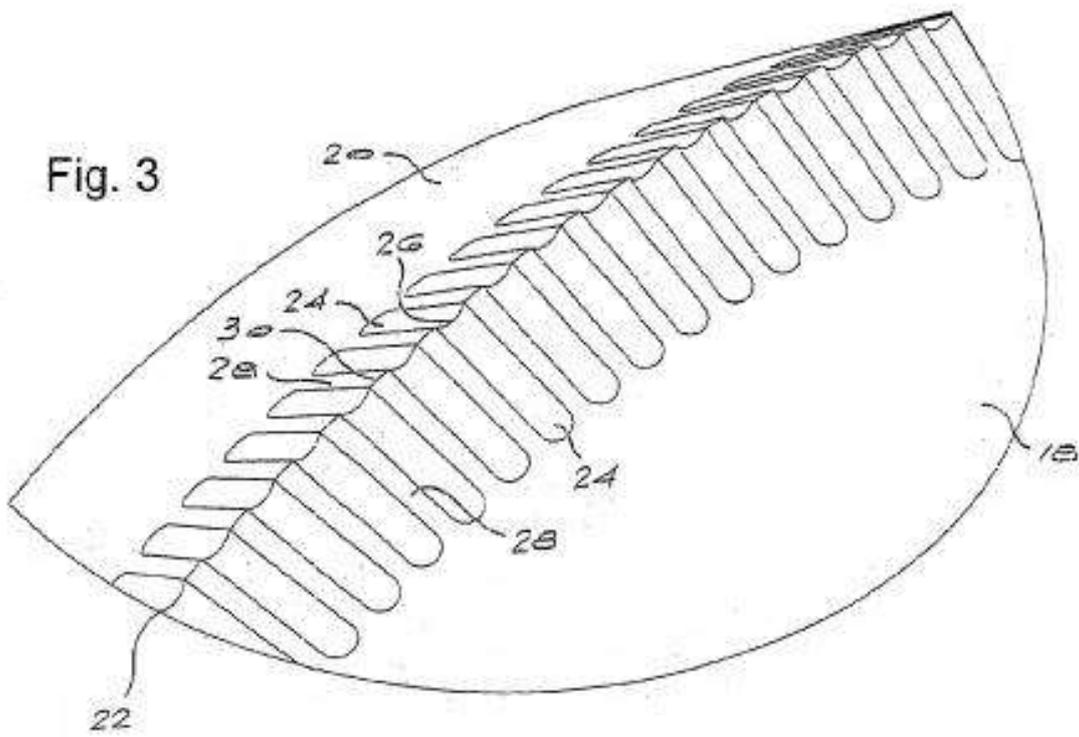


Fig. 4

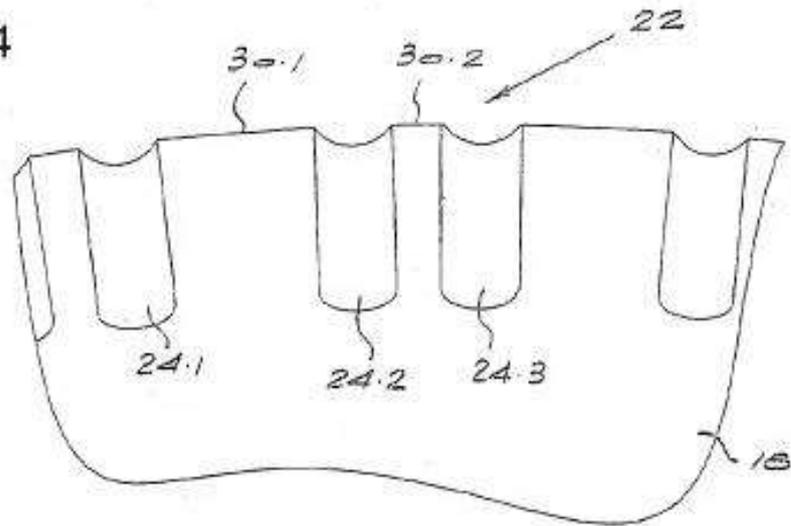


Fig. 5

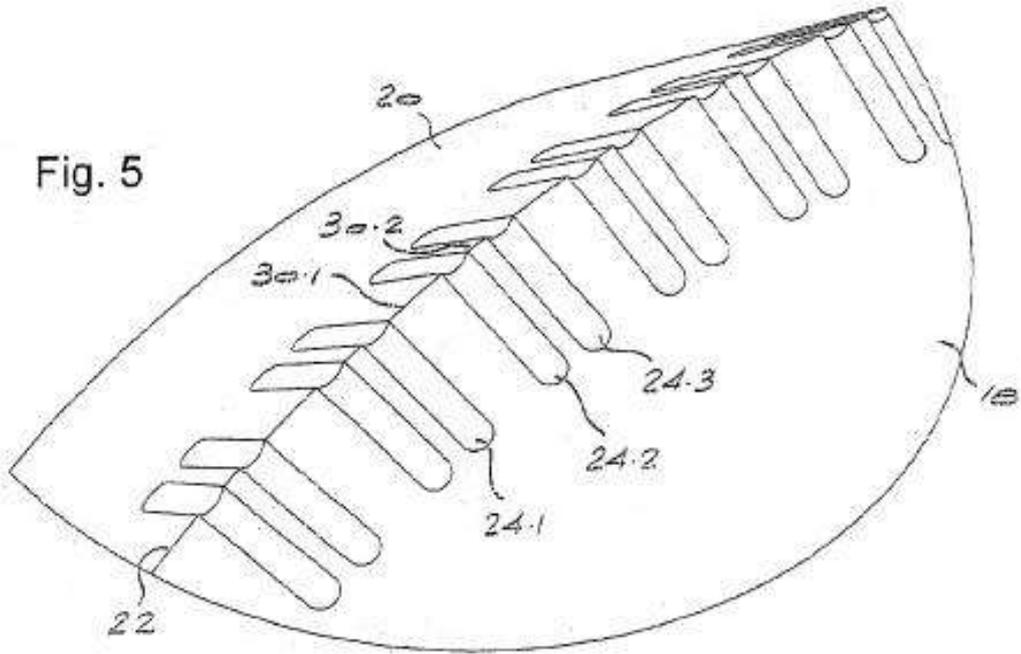


Fig. 6

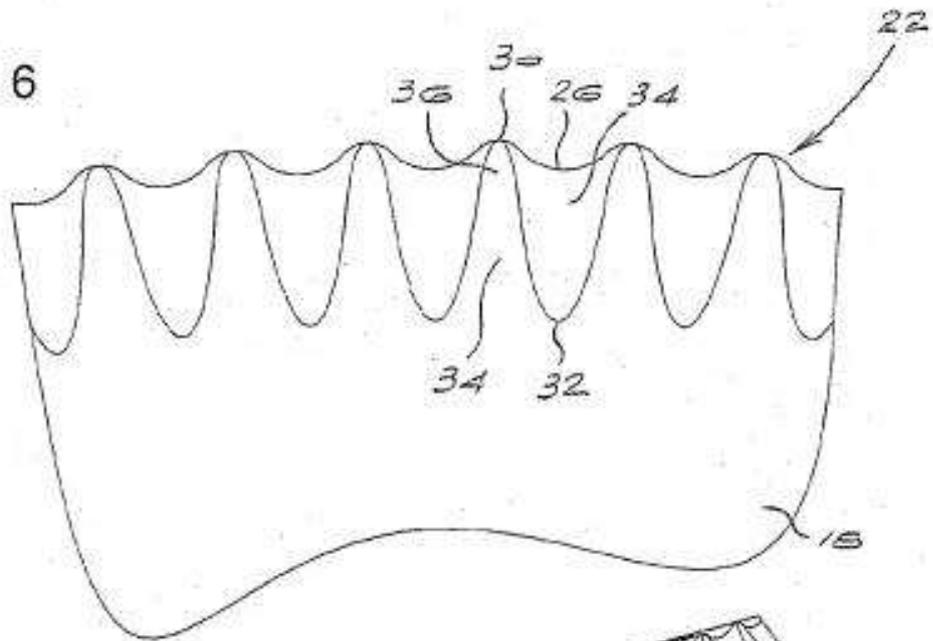


Fig. 7

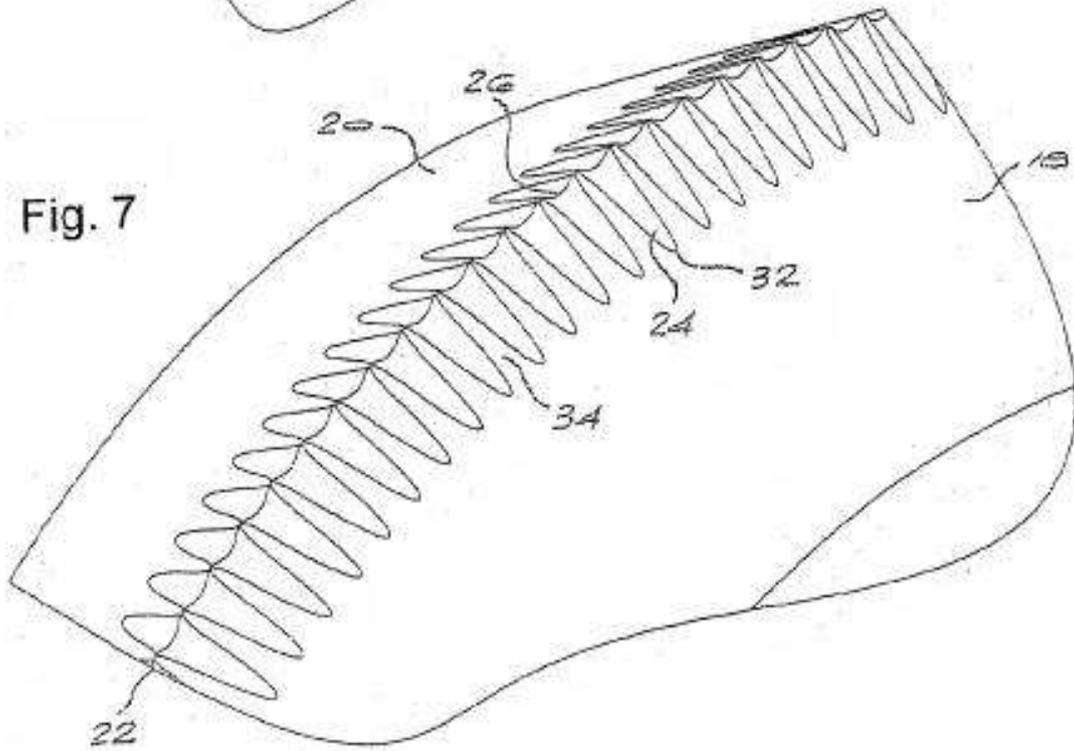


Fig. 8

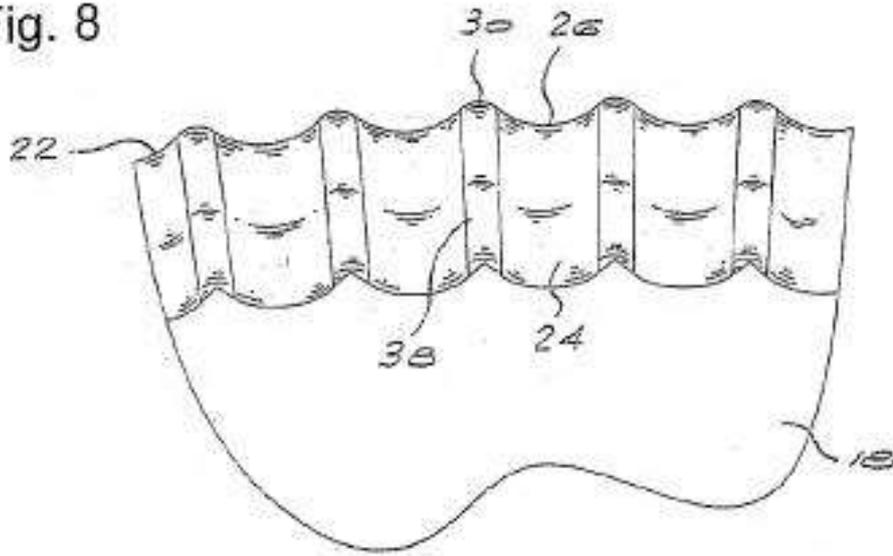


Fig. 9

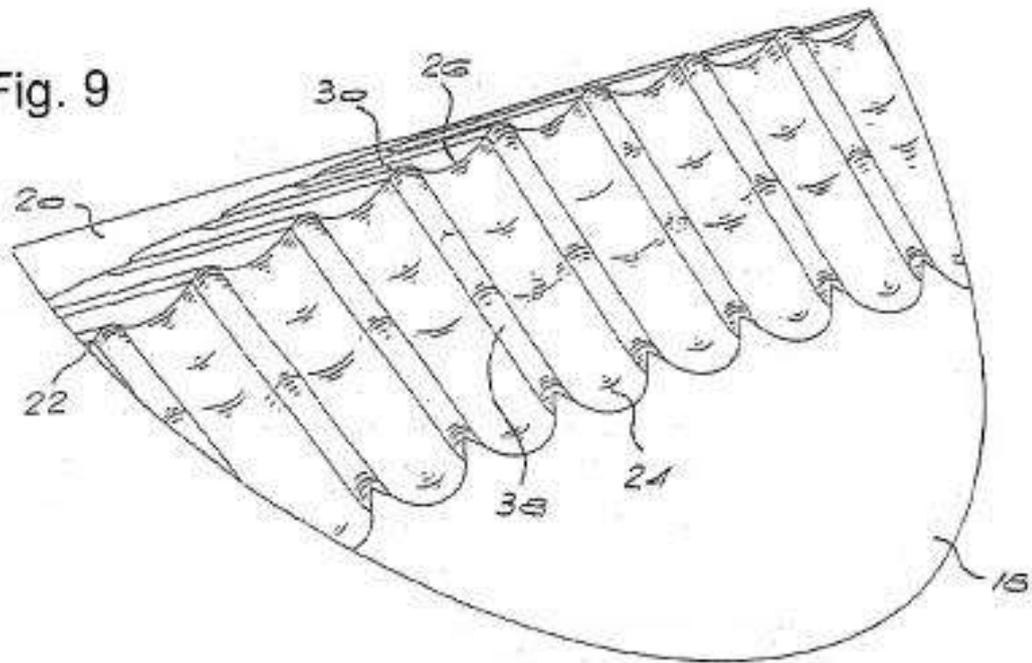


Fig. 10

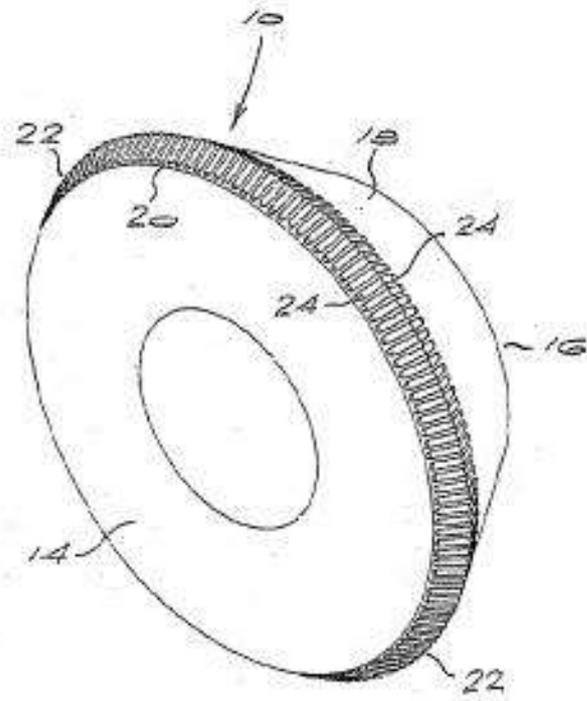
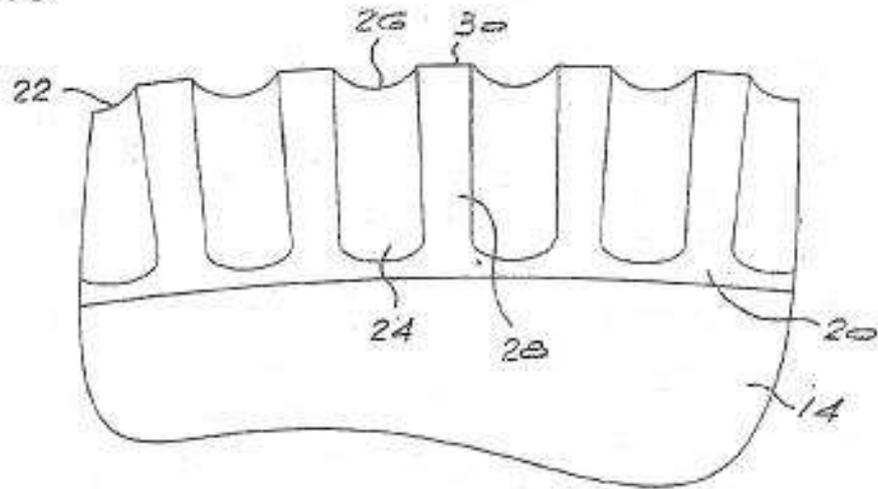


Fig. 11

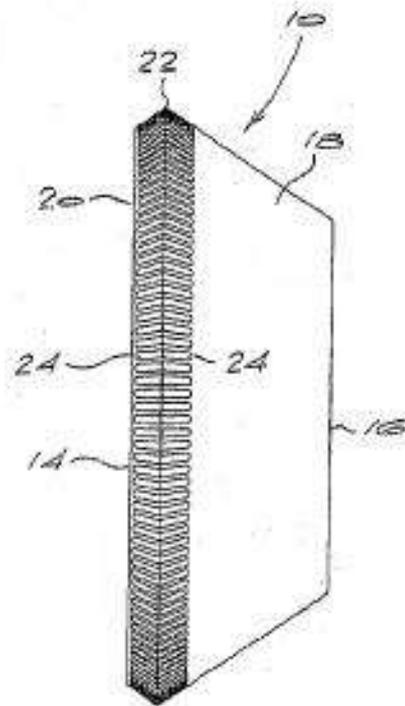


Fig. 12

Fig. 13

