

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 927 317**

51 Int. Cl.:

G02B 5/124 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.10.2012 PCT/US2012/062531**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.05.2013 WO13066844**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.10.2012 E 12813147 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.06.2022 EP 2773988**

54 Título: **Lámina retrorreflectante de grupo de prisma multidireccional reglable**

30 Prioridad:

01.11.2011 US 201113286505

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

04.11.2022

73 Titular/es:

**AVERY DENNISON CORPORATION (100.0%)
8080 Norton Parkway
Mentor, OH 44060, US**

72 Inventor/es:

**CHAPMAN, STEVEN R.;
WU, FENG y
GALICIA, ETHELBERT**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 927 317 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

Lámina retrorreflectante de grupo de prisma multidireccional reglable

Referencia cruzada al campo técnico de la solicitud relacionada

Campo técnico

- 5 Esta invención se refiere en general a láminas retrorreflectantes prismáticas, y se refiere específicamente a una lámina prismática reglable que tiene propiedades retrorreflectantes que parecen sustancialmente iguales a un observador independientemente de la orientación rotacional de la lámina.

Antecedentes de la invención

- 10 La capacidad de las láminas retrorreflectantes para tener el mismo brillo retrorreflectante observable, independientemente de la orientación angular de las láminas sobre la señal, ha sido durante mucho tiempo una característica deseable en las láminas retrorreflectantes prismáticas. Esta propiedad se denomina en lo sucesivo "insensibilidad rotacional". Las primeras láminas retrorreflectantes hechas con tecnología de perlas de vidrio tenían esta característica. Por el contrario, el rendimiento de las láminas retrorreflectantes prismáticas tiende a ser muy sensible a la rotación en el plano de la lámina. En consecuencia, si un observador dirigiera el haz de una linterna a una lámina
- 15 retrorreflectante de este tipo mientras la lámina giraba, al observador le parecería que la lámina se oscurece o se aclara al menos cada 180° a medida que la matriz de prismas de esquina cúbica en la lámina retrorrefleja una mayor o menor porcentaje del haz de luz de la linterna. Hay una serie de aplicaciones de este tipo de láminas retrorreflectantes en las que se aplica en una variedad de orientaciones (como placas de automóviles, conos de carreteras, tiras retrorreflectantes en camiones, cinta reflectante de alta visibilidad, etc.) y en consecuencia donde la insensibilidad rotacional es muy necesaria. También hay situaciones en las que se colocan diferentes piezas de láminas una al lado de la otra, como letras recortadas en letreros, una señal que usa más de una pieza de lámina o dos señales montadas una al lado de la otra. En tales situaciones, no es deseable introducir un contraste visual entre las piezas.

- 25 Se han propuesto y utilizado varias técnicas para minimizar la sensibilidad rotacional. Uno de los más comunes consiste en dividir la disposición de prismas de esquinas cúbicas en grupos adyacentes de matrices compactas de prismas de esquinas cúbicas denominados "mosaicos". Cada mosaico normalmente contiene pares de prismas con prismas en dos orientaciones opuestas. Los diferentes mosaicos pueden tener pares de prismas orientados de manera diferente, de modo que el efecto combinado de todos los mosaicos tenga menos sensibilidad a la rotación. Sin embargo, la fabricación de dichas matrices en mosaico es más difícil que la de las matrices sin mosaico. Además, los diferentes patrones retrorreflectantes generados por los diferentes mosaicos generan un contraste visual indeseable entre los
- 30 mosaicos cuando la lámina se ve a corta distancia. Otras técnicas incluyen el uso de cubos en láminas que tienen ejes ópticos inclinados hacia los lados con signo alterno, de tal manera que se reduce la sensibilidad a la orientación. Si bien esta técnica modera la sensibilidad rotacional, es probable que el producto resultante sea indeseablemente sensible a la rotación.

- 35 Las soluciones propuestas más recientes utilizan un montaje de elementos retrorreflectantes multidireccionales. En un enfoque, los montajes de cinco, siete o más elementos comparten dos bordes de base comunes y un vértice común. Este enfoque puede proporcionar una matriz de prismas que tenga diez o más orientaciones, lo que a su vez puede proporcionar una buena insensibilidad rotacional. También evita todo el trabajo que supone el enchapado, así como el contraste visual entre mosaicos que se aprecia cuando se observa la lámina desde una distancia suficientemente cercana.

40 Resumen de la invención

Aunque los enfoques más recientes superan algunas de las deficiencias de los intentos anteriores de proporcionar láminas retrorreflectantes prismáticas insensibles a la rotación, quedan muchos problemas. Para apreciar estos problemas, se requiere cierta comprensión de las técnicas de fabricación de láminas retrorreflectantes prismáticas.

- 45 Los prismas utilizados en las láminas retrorreflectantes prismáticas son típicamente prismas del tipo de esquinas cúbicas de forma triangular debido al hecho de que se pueden formar matrices compactas continuos de dichos prismas cortando un patrón de ranuras rectas en forma de V que se cruzan (en adelante denominadas "ranuras en V") en la superficie de un sustrato, una réplica de la cual se puede utilizar para moldear la lámina. Una matriz de esquinas cúbicas que puede estar formada por un patrón de ranuras en V que se cruzan se dice que es una matriz "reglable" cuando cada una de las ranuras en V es sustancialmente recta, y las direcciones de las ranuras en V son todas
- 50 sustancialmente paralelas a un plano común. El corte de las ranuras en V en la superficie del sustrato se logra con relativa facilidad mediante una herramienta de diamante en forma de V montada en un husillo giratorio. Por lo tanto, una matriz reglable de esquinas cúbicas es ventajosamente menos costosa de fabricar que una matriz no reglable.

- 55 Los solicitantes han observado que la fabricación de los montajes de la técnica anterior antes mencionados de cinco o siete o más esquinas cúbicas que comparten dos bordes de base comunes y un vértice común requiere (1) cortar algunas ranuras en V que no siguen líneas rectas continuas, sino líneas dobladas, o (2) cortar algunas ranuras en V que tienen una profundidad que varía a lo largo de la ranura. Debido a que las herramientas de diamante en forma de V

giratorias convencionales no se prestan al corte de tales ranuras en V dobladas, discontinuas o de profundidad variable, la fabricación de tales montajes de esquinas cúbicas de la técnica anterior es relativamente costosa. La solicitud de patente EP 1 965 232 A1 divulga un elemento retrorreflectante multidireccional. El elemento comprende clústeres de prismas retrorreflectantes separados de otros clústeres por prismas no retrorreflectantes.

5 La presente invención proporciona una lámina de prisma retrorreflectante, que comprende una pluralidad de clústeres discretos de esquinas cúbicas formadas a partir de un material transparente que están separados entre sí en todos los lados por una superficie, cada esquina cúbica tiene un borde base no colineal ni paralelo con los bordes de la base de las esquinas cúbicas a cada lado, en la que las esquinas cúbicas en cada clúster están definidas por un juego de ranuras en V rectas, cada ranura tiene sustancialmente la misma dirección en toda su longitud, en la que las esquinas cúbicas tienen diferentes orientaciones de tal manera que la retrorreflectividad de láminas es sustancialmente insensible a la rotación, y en la que las esquinas cúbicas están separadas por prismas no retrorreflectantes dentro de cada clúster discreto de esquinas cúbicas, y en la que cada una de las esquinas cúbicas y los prismas no retrorreflectantes tienen un vértice común. Una realización principal de un prisma retrorreflectante se define en la reivindicación 1. Otra realización principal se define en la reivindicación 11. Otra realización se define en la reivindicación 14, que se refiere a un método.

10 En las reivindicaciones dependientes se definen realizaciones adicionales. La presente invención se refiere a láminas de prismas retrorreflectantes, que comprenden una pluralidad de clústeres discretos de esquinas cúbicas formadas a partir de un material transparente, cada uno de los clústeres tiene lados poligonales rectos y los clústeres están separados entre sí en todos los lados por una superficie texturizada, las esquinas cúbicas en cada clúster están definidas por un juego de ranuras en V rectas, cada ranura en V tiene una dirección sustancialmente igual en toda su longitud, cada

15 esquina cúbica tiene un borde base que no es común con un borde base de otra esquina cúbica, y las esquinas cúbicas en los clústeres tienen diferentes orientaciones, de modo que la retrorreflectividad agregada de láminas es sustancialmente insensible a la rotación, y en la que las esquinas cúbicas están separadas por prismas no retrorreflectantes dentro de cada clúster discreto de esquinas cúbicas, y en la que cada una de las esquinas cúbicas y los prismas no retrorreflectantes tienen un vértice común. La invención resuelve los problemas antes mencionados al proporcionar una lámina retrorreflectante que tiene una matriz de prismas de esquinas cúbicas que es completamente

20 reglable y, por lo tanto, fácil de fabricar.

Cuatro o más de las esquinas cúbicas en cada clúster pueden tener bordes que convergen en un punto central dentro del clúster, y las esquinas cúbicas de los clústeres pueden incluir al menos dos pares simétricos de esquinas cúbicas. En algunas realizaciones de la invención, uno de los bordes de cada una de las esquinas cúbicas en los pares simétricos está en ángulo recto con uno de los bordes de las dos esquinas cúbicas a cada lado del mismo. Las formas de los clústeres de esquinas cúbicas pueden ser poligonales, y todas las esquinas cúbicas pueden compartir un vértice común ubicado en el centro de la forma poligonal. Las esquinas cúbicas dentro del clúster pueden disponerse en pares simétricos de esquinas cúbicas alrededor del vértice común.

30

La superficie que separa los clústeres discretos de esquinas cúbicas puede estar texturizada para que disperse la luz. La superficie que separa los clústeres puede ser plana o estar definida por una ranura en V o incluso por una superficie curva. Cuando la superficie de separación está definida por una ranura en V, la ranura puede ser una continuación de los lados de las esquinas cúbicas en diferentes clústeres. Los clústeres de esquinas cúbicas pueden estar espaciados uniformemente entre sí de manera que la superficie que separa los clústeres forme un patrón similar a una rejilla uniforme.

35

Las esquinas cúbicas se pueden recubrir con un metal especularmente reflectante, como el aluminio, o la lámina puede incluir una película de respaldo sellada que proporciona celdas de aire detrás de los clústeres. La película de respaldo sellada se puede unir a la superficie que separa los clústeres.

40

La invención abarca además un método para formar una lámina de prisma retrorreflectante insensible a la rotación que comprende: formar esquinas cúbicas en un material de sustrato al cortar una cara del material de sustrato con un patrón de ranuras en V sustancialmente rectas, cada ranura en V tiene la misma profundidad en toda su longitud, en la que las esquinas cúbicas resultantes tienen diferentes orientaciones; proporcionando una superficie texturizada en la cara de uno de los sustratos y una réplica del sustrato que define clústeres de esquinas cúbicas discretos rodeados por una superficie texturizada, y usando uno de los sustratos y una réplica del mismo para formar una lámina de prisma retrorreflectante a partir de un material transparente que tiene una pluralidad de clústeres discretos de esquinas cúbicas que están separados entre sí en todos los lados por una superficie texturizada, en el que cada esquina cúbica en los clústeres tiene un borde de base no colineal o paralelo con los bordes de base de las esquinas cúbicas en cualquiera de sus lados, y las esquinas cúbicas en cada clúster tienen orientaciones diferentes, y en la que las esquinas cúbicas están separadas por prismas no retrorreflectantes dentro de cada clúster discreto de esquinas cúbicas, y en la que cada una de las esquinas cúbicas y los prismas no retrorreflectantes tienen un vértice común.

45

50

Alternativamente, la superficie texturizada en la cara del sustrato se puede proporcionar primero, seguido de proporcionar áreas discretas de material elevado sobre la superficie texturizada, seguido por la etapa de cortar las áreas discretas de material elevado con un patrón reglable de ranuras en V rectas para formar los clústeres de esquinas cúbicas. Alternativamente, los canales podrían cortarse primero para definir las superficies entre los clústeres. Se podría proporcionar textura a estos canales y luego se podrían cortar los prismas.

55

El hecho de que las diferentes esquinas cúbicas dentro de los clústeres discretos estén orientadas de manera diferente y, por lo tanto, retroreflejen la luz en patrones que son complementarios entre sí, proporciona ventajosamente una lámina de prisma retroreflectante insensible a la rotación. La capacidad de los clústeres de esquinas cúbicas para fabricarse mediante un juego de ranuras en V rectas, cada una de las cuales mantiene una dirección constante a lo largo de su longitud, hace que la lámina sea completamente reglable y fácil de fabricar.

Breve descripción de los dibujos

- 5 La Fig. 1 es una vista en planta de una primera realización de las láminas retroreflectantes de la invención en la que los clústeres de esquinas cúbicas tienen forma cuadrada y las superficies de separación entre los clústeres de esquinas cúbicas son ranuras en V;
- 10 La Fig. 2 es una vista en planta de una segunda realización de las láminas retroreflectantes de la invención en la que las superficies de separación entre los clústeres de esquinas cúbicas son superficies planas dispuestas en un patrón similar a una rejilla;
- 15 La Fig. 3 es una vista en planta de una tercera realización de las láminas retroreflectantes de la invención en la que las superficies de separación entre los clústeres se han ensanchado para permitir el corte de prismas adicionales. Estos prismas adicionales son esquinas cúbicas; los prismas originales no lo son.
- La Fig. 4 es una vista en planta de una cuarta realización de las láminas retroreflectantes de la invención en la que los clústeres de esquinas cúbicas son octogonales y separados uniformemente con respecto a los ejes x e y y las superficies de separación entre los clústeres de esquinas cúbicas son superficies planas;
- 20 La Fig. 5 es una vista en planta de una quinta realización de las láminas retroreflectantes de la invención, en la que los clústeres de esquinas cúbicas son cuadrados y separados uniformemente con respecto a los ejes x e y y los prismas no retroreflectantes entre las esquinas cúbicas retroreflectantes están truncados;
- La Fig. 6 es un diagrama esquemático de trayectorias de corte que pueden crear clústeres de esquinas cúbicas que tienen esquinas cúbicas retroreflectantes con una inclinación de 0° ;
- 25 Las Figs. 7 y 8 son vistas en planta de las realizaciones sexta y séptima de láminas que tiene clústeres de esquinas cúbicas con esquinas cúbicas retroreflectantes de 0° de inclinación que pueden hacerse mediante el patrón de corte de la Fig. 7;
- La Fig. 9 es un diagrama esquemático de trayectorias de corte que pueden crear clústeres de esquinas cúbicas que tienen esquinas cúbicas retroreflectantes con una inclinación de -9.74° ;
- 30 La Fig. 10 es una vista en planta de una octava realización de las láminas retroreflectantes formada por el diagrama esquemático de la Fig. 10 que tiene clústeres de esquinas cúbicas que incluyen esquinas cúbicas que tienen una inclinación de -9.74° ;
- Las Figs. 11 y 12 son diagramas esquemáticos de trayectorias de corte que pueden crear clústeres de esquinas cúbicas que tienen esquinas cúbicas retroreflectantes con inclinaciones de 11.2° y -19.5° , respectivamente;
- 35 La Fig. 13 es un diagrama genérico de la geometría de realizaciones de la invención que tienen una rejilla cuadrada de clústeres de esquinas cúbicas;
- Las Figs. 14-16 son diagramas esquemáticos de trayectorias de corte que pueden crear una rejilla cuadrada de clústeres de esquinas cúbicas para Φ con valores de tangente de $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ y $\frac{2}{3}$;
- La Fig. 17A es un diagrama genérico de la geometría de realizaciones de la invención que tienen una rejilla rectangular de clústeres de esquinas cúbicas;
- 40 La Fig. 17B es un diagrama esquemático que ilustra un método de "estiramiento/compresión de rejilla" para determinar un esquema de cortador reglable para la fabricación de realizaciones de la invención que tienen una rejilla rectangular de clústeres de esquinas cúbicas;
- 45 La Fig. 18 ilustra una fórmula que determina la cantidad de estiramiento de la rejilla necesaria para igualar los ángulos de los vértices comunes de las esquinas cúbicas retroreflectantes en clústeres de esquinas cúbicas en una rejilla rectangular;
- Las Figs. 19A-19D son gráficos que ilustran la eficiencia retroreflectante en un rango de ángulos de orientación ω_s de 0° a 180° para diferentes ángulos de entrada β para realizaciones cuarteto con respaldo de aire e la lámina de la invención en la que las esquinas cúbicas retroreflectantes en los clústeres de esquinas cúbicas tienen inclinaciones de -19.47° , -9.74° , 0.00° , 5.26° , respectivamente;
- 50 Las Figs. 20A-20D son gráficos que ilustran la eficiencia retroreflectante en un rango de ángulos de orientación ω_s de 0° a 180° para diferentes ángulos de entrada β para realizaciones metalizadas en cuarteto de la lámina de la

invención en la que las esquinas cúbicas retrorreflectantes en los clústeres de esquinas cúbicas tienen inclinaciones de -19.47° , -9.74° , 0.00° , 5.26° , respectivamente;

La Fig. 21 es una tabla que compara las características retrorreflectantes y de reflexión diurna para realizaciones de láminas de la invención cuyas esquinas cúbicas retrorreflectantes en los clústeres de esquinas cúbicas tienen diferentes inclinaciones;

Las Figs. 22A y 22B son gráficos que ilustran la eficacia retrorreflectante en un rango de ángulos de orientación ω_s de 0° a 180° para realizaciones de octetos metalizados y con respaldo de aire de la lámina de la invención, respectivamente, en los que las esquinas cúbicas retrorreflectantes en ambas realizaciones tienen una inclinación de 15.79° , y

Las Figs. 23A y 23B son una vista en planta y en perspectiva ampliada de una realización de la lámina de la invención en los que ocho de los prismas de cada clúster son esquinas cúbicas retrorreflectantes.

Descripción detallada de las realizaciones

Con referencia a las Figs. 1 y 2, la lámina 1 retrorreflectante de la invención incluye una pluralidad de clústeres 3 de esquinas cúbicas separados por superficies 5 de separación que rodean completamente cada uno de los clústeres 3. Cada uno de los clústeres 3 incluye al menos cuatro esquinas 8 cúbicas retrorreflectantes separadas por prismas 10 no retrorreflectantes. En esta solicitud, los clústeres 3 que tienen cuatro esquinas 8 cúbicas retrorreflectantes se denominan clústeres de cuarteto. En todos los casos, cada una de las esquinas 8 cúbicas retrorreflectantes y los prismas 10 no retrorreflectantes tienen un vértice 12 común. En todos los casos, cada una de las esquinas 8 cúbicas retrorreflectantes incluye un borde 14 base que no es colineal ni paralelo a los bordes 15, 16 bases no contiguos de las esquinas 8 cúbicas a cada lado de la esquina 8 cúbica. En las realizaciones de la Fig. 1 y la Fig. 2, los clústeres 3 están formados por seis juegos de cortes paralelos y las esquinas 8 cúbicas retrorreflectantes tienen una inclinación de 5.26° (borde más paralelo).

Las superficies 5 de separación pueden tener la forma de una ranura 20 en V (formada en este caso a partir de cortes profundos de 60°) como se ilustra en la Fig. 1, o pueden ser planas 22 como se muestra en la Fig. 2. Se prefieren tales formas ya que son compatibles con procesos de fabricación reglables en los que se mueven cortadores giratorios en forma de V de punta afilada o plana a lo largo de una trayectoria recta para cortar juegos de ranuras en V paralelas en el sustrato. Sin embargo, la forma de las superficies 5 de separación no se limita a ranuras en V o formas planas y puede tener, por ejemplo, un perfil curvo o en forma de "C". Como se verá más adelante, las superficies 5 de separación no necesariamente separan los clústeres 3 de esquinas cúbicas en las mismas distancias a lo largo de diferentes ejes ortogonales, y no tienen necesariamente forma de rejilla cuadrada o rectangular, particularmente cuando los clústeres 3 de esquinas cúbicas no son ni cuadrados ni rectangulares. Preferentemente, las superficies 5 de separación proporcionan una reflexión difusa altamente eficaz (por ejemplo, de color blanco o recubiertas con un material reflectante especular como el aluminio y texturizadas para dispersar la luz reflejada). La eficiencia se puede aumentar mediante el uso de una textura con pendientes superficiales limitadas para reducir la aparición de dispersión de reflexión múltiple. La alta reflectividad difusa resultante de las superficies 5 de separación ayuda a aumentar la luminancia diurna (CapY) de las láminas 1. El aumento de la luminancia diurna de láminas 1 es particularmente deseable en los casos en los que la parte posterior de las láminas 1 está metalizada.

Cabe señalar que las superficies de separación de la realización de la Fig. 2 se pueden expandir en superficies 5 de separación más anchas para aumentar aún más la luminancia diurna (CapY) de la lámina 1, y también permitir que se formen pirámides triangulares adicionales en las esquinas de los clústeres 3 por dos juegos adicionales de cortes de 45° . En tal realización, dichos prismas de esquina no serían esquinas cúbicas a menos que los seis juegos anteriores de cortes en ángulo se hayan realizado con cortadores con un ángulo incluido diferente (83.6206° en lugar de 75.5225°), y los nuevos cortes de 45° se realicen con cortadores que tengan un ángulo incluido de 38.9424° . Si se siguiera dicho procedimiento de corte, entonces los cuatro prismas formados en las esquinas de los clústeres 3 serían esquinas cúbicas retrorreflectantes funcionales, como se muestra en la Fig. 3.

La Fig. 4 es una vista en planta de una cuarta realización de las láminas 1 retrorreflectantes e la invención en la que los clústeres 3 de esquinas cúbicas tienen una periferia 30 octogonal en lugar de una periferia de forma cuadrada y están separados uniformemente con respecto a los ejes x e y.

La Fig. 5 es una vista en planta de una quinta realización de las láminas 1 retrorreflectantes en la que los clústeres 3 de esquinas cúbicas son cuadrados y separados uniformemente con respecto a los ejes x e y y los prismas 10 no retrorreflectantes entre las esquinas 8 cúbicas retrorreflectantes tienen porciones 32 truncadas.

Las realizaciones de la lámina 1 ilustradas en las Figs. 1-5 ilustran que es posible cortar una matriz de prismas 8 de esquina cúbica retrorreflectantes con cuatro orientaciones presentes, separadas por 90° . Como se describe con más detalle a continuación, los prismas 8 pueden tener varias inclinaciones diferentes. También es posible crear clústeres 3 de prismas no inclinados 8 con cuatro orientaciones presentes, separadas por 90° . La Fig. 6 es un diagrama esquemático de trayectorias de corte que pueden crear clústeres de esquinas cúbicas que tienen esquinas cúbicas retrorreflectantes con una inclinación de 0° . Las Figs. 7 y 8 ilustran realizaciones sexta y séptima de láminas 1 que tiene

clústeres 3 de esquinas cúbicas con esquinas 8 cúbicas retrorreflectantes de 0° de inclinación que se pueden hacer mediante el patrón de corte de la Fig. 6.

En una modificación de la realización que se muestra en la figura 3, también es posible cortar una matriz de clústeres 3 de esquinas cúbicas de cuarteto que tienen prismas 8 retrorreflectantes con ocho orientaciones presentes (por ejemplo, algunos clústeres con cuatro prismas 8 centrales con una inclinación de 5.3° orientado 0°/90°/180°/270° y otros clústeres con cuatro prismas 8 con una inclinación de 15.8° orientado 45°/135°/225°/315°) con superficies 25 de separación y prismas 27. Esto podría hacerse utilizando dos cortadores de diferentes ángulos para los cortes que pasan por el centro de los clústeres 3. Un cortador (ángulo incluido = 75.5225°) sería adecuado para hacer prismas 8 con una inclinación de aproximadamente 5.3°. Otro cortador (ángulo incluido = 83.6206°) sería adecuado para fabricar prismas 10 con una inclinación de unos 15.8°. Al alternar entre estos cortadores en los cuatro juegos de ranuras que pasan por los centros de los clústeres 3, se pueden hacer dos tipos de clústeres, es decir, un primer tipo de clúster en el que los cuatro prismas centrales 8 están orientados 0°/90°/180°/270° son retrorreflectantes y un segundo tipo de clúster en el que los prismas 10 orientados 45°/135°/225°/315° son retrorreflectantes.

También es posible cortar prismas 8 de peralte negativo con cuatro orientaciones presentes, separadas 90°. La Fig. 9 es un diagrama esquemático de trayectorias de corte que pueden crear clústeres 3 de esquinas cúbicas que tienen esquinas 8 cúbicas retrorreflectantes con peralte negativo. La Fig. 10 es una vista en planta de una octava realización de las láminas 1 retrorreflectantes formada por el patrón de corte de la Fig. 9 que tiene clústeres 3 de esquinas cúbicas que incluyen esquinas 8 cúbicas que tienen una inclinación negativa de -9.74°. Tales esquinas 8 cúbicas llenan un área más grande del clúster 3 y, por lo tanto, pueden ser más eficientes que otras realizaciones divulgadas anteriormente. Las Figs. 11 y 12 son diagramas esquemáticos de trayectorias de corte que pueden crear clústeres 3 de esquinas cúbicas que tienen un cuarteto de esquinas 8 cúbicas retrorreflectantes separadas 90° con inclinaciones de 11.2° (borde más paralelo) y -19.5° (cara más paralela), respectivamente.

La Fig. 13 es un diagrama genérico de la geometría de las realizaciones de la invención que tienen clústeres 3 de esquinas cúbicas dispuestos en una rejilla cuadrada que incluyen un cuarteto de esquinas 8 cúbicas retrorreflectantes que tienen bases triangulares cuyas orientaciones están separadas por 90°. Las esquinas 8 cúbicas en dichos clústeres 3 de esquinas cúbicas de forma cuadrada son idénticas en forma y tamaño (aunque pueden tener pequeñas variaciones de ángulos diédricos). Tenga en cuenta que el ángulo de bisección del vértice Φ es el mismo para cada una de las esquinas 8 cúbicas del cuarteto. Como se indicó anteriormente, una matriz de tales clústeres 3 de esquinas cúbicas puede estar formada por seis juegos de reglas paralelas hechas por una máquina de torneado de diamante o reglado. Se puede determinar fácilmente un esquema de corte reglable para tales clústeres 3 de esquinas cúbicas de forma cuadrada cuando la tangente del ángulo de bisección del vértice Φ se fija en una fracción simple tal como 1/2, 1/3 y 2/3. Las Figs. 14-16 son diagramas esquemáticos de trayectorias de corte que pueden crear tales clústeres de esquinas cúbicas para tales valores de Φ .

Por supuesto, la facilidad en el diseño de un esquema de corte reglable para dichos clústeres debe equilibrarse con el rendimiento óptico general de las láminas 1 resultantes. De acuerdo con lo anterior, ahora se comparará el rendimiento óptico de tres realizaciones de láminas 1 que utilizan dichos clústeres 3 en los que $\tan \Phi = 1/2, 1/3$ y $2/3$, respectivamente. Al evaluar las propiedades ópticas de la matriz resultante de clústeres 3 de esquinas cúbicas, se consideraron los siguientes factores:

(1) Retro FF - (factor de llenado de retrorreflexión) La fracción del área total formada por prismas triangulares de esquinas cúbicas. Tenga en cuenta que esta fracción no es la relación del área total de los clústeres de prismas sobre el área total de la lámina; más bien, es la relación del área total de solo las esquinas cúbicas retrorreflectantes en los clústeres sobre el área total de la lámina.

(2) Factor de llenado de Cap-Y FF - Cap-Y. ¿Qué fracción del área total es adecuada para dispersar la luz para aumentar la luminancia diurna? En otras palabras, [áreas 5 que rodean los clústeres 3 + de prismas las áreas de los clústeres 3 que contribuyen a la luminancia diurna] dividida por [el área total de la lámina].

(3) Residuos: qué fracción del área total no contribuye a la retrorreflexión o la luminancia diurna.

	Retro FF	Cap Y FF	Residuos
$\tan \phi = 1/2$	0.32	0.36	0.32
$\tan \phi = 1/3$	0.12	0.64	0.24
$\tan \phi = 2/3$	0.14	0.79	0.07

A partir de la tabla anterior, ciertas ventajas y desventajas en el rendimiento óptico son claramente evidentes. Por ejemplo, la lámina 1 retrorreflectante que tiene una matriz de rejilla cuadrada de clústeres 3 en la que $\tan \phi = 1/2$ tiene el área más grande de retrorreflectividad (0.32) pero el área más pequeña que contribuye a la luminancia diurna (0.36) y la mayor cantidad de área residual (0.32) que contribuye ni a la retrorreflectividad ni a la luminancia diurna. Mientras que las otras dos realizaciones de láminas 1 en las que $\tan \phi = 1/3$ y $\tan \phi = 2/3$ tienen cantidades mucho mayores de área que contribuyen a la luminancia diurna (0.64 y 0.79 respectivamente) y áreas de desechos mucho más pequeñas (0.24 y 0.07, respectivamente) también tienen áreas de retrorreflectividad mucho más pequeñas (0.12 y 0.14, respectivamente). Los valores de la tabla se basan en la suposición de que los prismas 10 de esquinas no cúbicas de los clústeres 3 no contribuyen a Cap-Y. Esta suposición puede no ser válida, especialmente si las esquinas 10 no cúbicas tienen respaldo de aire y la lámina tiene una película de respaldo. Los valores de la tabla también se basan en la suposición de que los clústeres 3 de esquinas cúbicas están dispuestos en una rejilla con un espaciado mínimo posible, para maximizar Retro FF. El espacio entre los clústeres 3 se puede aumentar opcionalmente, aumentando así Cap-Y FF y reduciendo proporcionalmente tanto Retro FF como el Residuo.

Hasta ahora hemos considerado principalmente clústeres de esquinas cúbicas cuadrados 3 que incluyen un cuarteto de esquinas 8 cúbicas retrorreflectantes que tienen bases triangulares del mismo tamaño y forma que están separadas por 90° . Estos clústeres 3 están dispuestos en una rejilla de cuadrados de tal manera que hay un espacio igual en las direcciones x e y entre los centros de los cuartetos 8. Es posible que no todos los puntos de intersección en una rejilla cuadrada estén ocupados por clústeres 3. La Fig. 17A es un diagrama genérico de la geometría de realizaciones de la invención que tienen clústeres 35 de esquinas cúbicas de forma rectangular en una rejilla cuadrada. En contraste con los clústeres 3 de esquinas cúbicas discutidos previamente, las esquinas 37 cúbicas en dichos clústeres 35 de esquinas cúbicas de forma rectangular no son idénticos en forma y tamaño. Tenga en cuenta que los ángulos de bisectriz de vértice ϕ_1 y ϕ_2 son diferentes. Además, tales clústeres 35 rectangulares están dispuestas en una rejilla de cuadrados de manera que está presente un espaciado igual en las direcciones x e y entre los centros de los cuartetos. Tal disposición puede ser útil, pero no es ideal para lograr la insensibilidad rotacional. Sin embargo, al estirar o apretar la rejilla, los ángulos ϕ_1 y ϕ_2 pueden hacerse iguales, y las cuatro esquinas 37 cúbicas pueden tener la misma forma y tamaño, y la rejilla se vuelve rectangular.

Las Figs. 17B y 18 ilustran un método de "estiramiento/compresión de rejilla" para generar un diagrama de corte esquemático para fabricar dichos clústeres 35 a través de cortes reglables para diferentes valores iniciales de ϕ_1 y ϕ_2 . En este método, determinamos la cantidad en la que se debe "estirar" o "apretar" la rejilla en la que hemos dibujado el clúster 35 hasta que $\phi_1 = \phi_2$, como se muestra en la Fig. 17B. La cantidad de estiramiento o compresión se denomina "s". Como se indica en la Fig. 18,

$$s = \sqrt{\tan \phi_1 / \tan \phi_2}$$

En un caso donde $\tan \phi_1 = 1.0$ y $\tan \phi_2 = 1/2$, $s = \sqrt{2}$. Por lo tanto, el espaciado de las reglas horizontales tendrá que ser mayor que el espacio de las reglas verticales por un factor de s o alrededor de 1.4142 para definir la rejilla rectangular, mientras que los otros cuatro juegos de reglas paralelas (en ángulo en $\phi = \tan^{-1}(1/\sqrt{2})$ y todos los ángulos negativos y complementarios al mismo) deberán pasar por los centros de los rectángulos por el esquema de corte. En la figura 10 se ilustra el patrón de corte esquemático final. El mismo método de "estiramiento/compresión de rejilla" se puede usar fácilmente para determinar un patrón de corte esquemático para los clústeres 35 de prismas en los que ϕ_1 y ϕ_2 son valores diferentes. Esto también se puede hacer para los casos en los que el caso inicial sin estirar es una rejilla cuadrada con esquinas cúbicas de igual tamaño.

Las Figs. 19A-19D son gráficos que ilustran la eficiencia retrorreflectante en un rango de ángulos de orientación ω_s de 0° a 180° para ángulos de entrada β que van desde 0° a 80° para realizaciones de cuarteto respaldadas por aire de láminas de la invención en el que las esquinas cúbicas retrorreflectante en los clústeres de esquinas cúbicas tienen inclinaciones de -19.47° , -9.74° , 0.00° , 5.26° , respectivamente. Cabe señalar que estos gráficos indican la eficiencia general de la lámina. Debido a que la eficiencia retrorreflectante de las diversas láminas es simétrica entre 0° a 180° y 180° a 360° , cada uno de estos gráficos se ha trazado solo para un ángulo de orientación ω_s de 0° a 180° . El gráfico de la Fig. 19B indica que una lámina con clústeres de tipo cuarteto 3 que tienen esquinas cúbicas retrorreflectantes inclinadas en un ángulo de -9.74° tiene la mayor eficiencia retrorreflectante en ángulos de entrada bajos (β), mientras que el gráfico de la Fig. 19A indica que tal lámina que tiene esquinas cúbicas retrorreflectantes inclinadas en un ángulo de -19.47° tiene la eficiencia retrorreflectante más baja en ángulos de entrada bajos (β).

Las Figs. 20A-20D son gráficos que ilustran la eficiencia retrorreflectante en un rango de ángulos de orientación ω_s desde 0° a 180° para ángulos de entrada β que van desde 0° a 80° para realizaciones de cuarteto metalizadas de lámina de la invención en la que las esquinas cúbicas retrorreflectantes en los clústeres de esquinas cúbicas tienen inclinaciones de -19.47° , -9.74° , 0.00° , 5.26° , respectivamente. Nuevamente, el gráfico de la Fig. 20B indica que una lámina con clústeres 3 de tipo cuarteto que tienen esquinas cúbicas retrorreflectantes inclinadas en un ángulo de -9.74° tiene la mayor eficiencia retrorreflectante en ángulos de entrada bajos, mientras que el gráfico de la Fig. 20A indica que tal una lámina que tiene esquinas cúbicas retrorreflectantes inclinadas en un ángulo de -19.47° tiene la eficiencia retrorreflectante más baja en ángulos de entrada bajos.

La Fig. 21 es una tabla que compara las características retrorreflectantes y de reflexión diurna para las realizaciones de cuarteto de lámina de la invención cuyas esquinas cúbicas retrorreflectantes en los clústeres de esquinas cúbicas tienen

inclinaciones diferentes. Al igual que la tabla discutida anteriormente, la Fig. 21 compara diferentes láminas sobre la base de Retro FF, Cap-Y FF y Residuos. La Fig. 21 también compara estas diferentes láminas sobre la base de un cuarto factor, "Residuo retro", que se define como la fracción del área de la lámina que no contribuye a la luminancia diurna y que tampoco contribuye a la retrorreflexión. Los resultados comparativos de la tabla de la Fig. 21 cuentan una historia diferente a los gráficos de eficiencia retrorreflectante de las Figs. 19A-19D y 20A-20D. A diferencia de la Fig. 21, las Figs. 19A-19D y 20A-20D incluyen efectos de reflexión y/o transmisión del respaldo del prisma de aire o metálico, y la eficiencia geométrica de los prismas de esquinas cúbicas inclinadas de diversas formas para diferentes direcciones de luz incidente. Por ejemplo, la Fig. 21 indica que un cuarteto de láminas que tiene clústeres 3 que incluyen esquinas 8 cúbicas retrorreflectantes que tienen una inclinación de -19.47° tiene pequeñas cantidades de residuos y retrorresiduos y, para los diez tipos de láminas comparadas, el segundo valor más alto para Retro FF. Sin embargo, esta lámina muestra la eficiencia retrorreflectante más baja en ángulos de entrada bajos de todas las láminas consideradas en la Fig. 20, principalmente debido a la baja eficiencia geométrica. Por lo tanto, la clasificación de la lámina cuyas esquinas cúbicas retrorreflectantes tienen una inclinación de -19.47° cambia del primero o del segundo al último cuando se mide mediante un juego más amplio de criterios ópticos.

Las Figs. 22A y 22B son gráficos que ilustran la eficiencia retrorreflectante en un rango de ángulos de orientación ω_s de 0° a 180° y para ángulos de entrada β que van de 0° a 80° para realizaciones de octetos metalizados y con respaldo de aire de lámina de la invención, respectivamente. En ambos casos, las esquinas cúbicas retrorreflectantes de los clústeres tienen una inclinación de 15.79° . Mientras que la lámina de octeto metalizada tiene una sensibilidad direccional extremadamente baja para todos los ángulos de entrada, la eficiencia retrorreflectante de la lámina de octeto con respaldo de aire es mayor para los ángulos de entrada β que van desde 0° a 40° . Las Figs. 23A y 23B son una vista en planta y en perspectiva ampliada de la lámina de octetos en la que se modelaron las medidas de los gráficos de las Figs. 22A y 22B.

La invención abarca además un método para formar la lámina 1 de prisma retrorreflectante insensible a la rotación de la invención. En una implementación de este método, la superficie de un primer sustrato de herramienta se texturiza primero de manera que promueva un alto Cap-Y FF en el producto final. Dicha superficie de sustrato de herramienta texturizada puede obtenerse por adelantado o crearse sobre una superficie de herramienta continua y lisa mediante grabado químico o eléctrico, galvanoplastia, grabado láser, esmerilado, electroerosión o similar. A continuación, se forma un patrón de huecos en la superficie texturizada donde van a estar los clústeres 3 retrorreflectantes. Se pueden formar rebajes individuales correspondientes a cada uno de los clústeres de esquinas cúbicas deseados en la superficie texturizada utilizando, por ejemplo, fotolitografía/grabado o molienda iónica. Alternativamente, en una situación donde los clústeres de esquinas cúbicas deseadas en el producto final deban estar estrechamente espaciados a lo largo de una dirección, los rebajes pueden adoptar la forma de canales paralelos utilizando, por ejemplo, torneado de diamante, reglaje, cable o electroerosión por inmersión. En cualquier caso, se forma una copia "negativa" de la superficie rebajada texturizada a partir de un material cortable, por ejemplo, electroformado, creando así una superficie de herramienta cortable que tiene "islas" de material elevado que delimitan los clústeres, o tiras de material elevado que pueden cortarse transversalmente para formar las islas deseadas de material elevado que delimitan los clústeres de esquinas cúbicas. Finalmente, en ambos casos, los clústeres 3 de esquinas cúbicas se forman cortando un patrón de ranuras en V sustancialmente rectas (como las ilustradas en las Figuras 6, 9, 10, 11, 12, 14, 15 y 16) en las islas de material elevado en la cara del sustrato cortable. Ventajosamente, cada ranura en uve es recta y tiene la misma profundidad en toda su longitud. En el caso de que se cortaran canales paralelos en el primer sustrato de la herramienta en lugar de rebajes discretos, se puede agregar textura entre los clústeres de esquinas cúbicas en las regiones de la superficie de la herramienta donde la textura fue borrada por el corte transversal de los canales paralelos.

En una implementación alternativa del método de la invención, los canales se cortan en la cara lisa de un sustrato de herramienta cortable donde deberían estar las áreas texturizadas. El corte puede realizarse con un cortador de ranuras en V con punta afilada, punta plana o punta curva. Alternativamente, los canales se pueden cortar con cable o electroerosión por inmersión. El corte de estos canales no solo define la superficie texturizada, sino que también forma islas elevadas de material que perfilan la forma de los clústeres de esquinas cúbicas. A continuación, se texturizan las superficies inferiores de los canales. Esto normalmente se lograría texturizando todo el sustrato cortado. Dicho texturizado se puede lograr, por ejemplo, mediante grabado químico o eléctrico, galvanoplastia o grabado con láser. Finalmente, los clústeres de esquinas cúbicas se forman cortando un patrón de ranuras en V sustancialmente rectas (como las ilustradas en las Figs. 6, 9, 10, 11, 12, 14, 15 y 16) en el material elevado formado en la cara del sustrato cortable por los canales.

En aún otra implementación alternativa del método, la superficie texturizada en la cara del primer sustrato puede proporcionarse primero, seguido de proporcionar áreas discretas de material elevado en la superficie texturizada, seguido por la etapa de cortar las áreas discretas de material elevado con un patrón de reglaje de ranuras en V rectas (como las ilustradas en las Figs. 6, 9, 10, 11, 12, 14, 15 y 16) para formar los clústeres de esquinas cúbicas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Lámina (1) de prisma retrorreflectante, que comprende una pluralidad de clústeres (3) discretos de esquinas (8) cúbicas formadas a partir de un material transparente que están separados entre sí en todos los lados por la superficie (5), cada esquina cúbica tiene una base borde no colineal o paralelo con los bordes de la base de las esquinas cúbicas a cada lado del mismo, en la que las esquinas cúbicas en cada clúster están definidos por un juego de ranuras en V rectas, cada ranura tiene sustancialmente la misma dirección en toda su longitud, en la que las esquinas cúbicas tienen diferentes orientaciones de manera que la retrorreflectividad de la lámina es sustancialmente insensible a la rotación, y en la que las esquinas cúbicas están separadas por prismas (10) no retrorreflectantes dentro de cada clúster discreto de esquinas cúbicas, y en la que cada una de las esquinas cúbicas y los prismas no retrorreflectantes tienen un vértice común (12). Z
- 10 2. La lámina de prisma retrorreflectante definida en la reivindicación 1, en la que la superficie que separa los clústeres discretos de esquinas cúbicas está texturizada para dispersar la luz.
3. La lámina de prisma retrorreflectante definida en la reivindicación 1, en la que cuatro o más de las esquinas cúbicas de cada clúster tienen bordes que convergen en un punto central dentro del clúster.
- 15 4. La lámina de prisma retrorreflectante definida en la reivindicación 1, en la que las esquinas cúbicas de los clústeres incluyen pares simétricos de esquinas cúbicas, opcionalmente en la que las esquinas cúbicas de cada clúster incluyen al menos dos pares simétricos de esquinas cúbicas, y en el que uno de los bordes de cada una de las esquinas cúbicas en los pares simétricos forma ángulos rectos con uno de los bordes de las dos esquinas cúbicas a cada lado.
- 20 5. La lámina de prisma retrorreflectante definida en la reivindicación 1, en la que los clústeres de esquinas cúbicas tienen lados rectos.
6. La lámina de prisma retrorreflectante definida en la reivindicación 5, en la que las formas de los clústeres de esquinas cúbicas son poligonales, y todas las esquinas cúbicas comparten un vértice común que está situado en el centro de la forma poligonal.
- 25 7. La lámina de prisma retrorreflectante definida en la reivindicación 6, en la que las esquinas cúbicas dentro del clúster están dispuestas en pares simétricos de esquinas cúbicas alrededor del vértice común.
8. La lámina de prisma retrorreflectante definida en la reivindicación 1, en la que la superficie alrededor de los clústeres está definida por una ranura en V, opcionalmente en la que la ranura en V que define la superficie es una continuación de los lados de las esquinas cúbicas en diferentes clústeres; o en el que la superficie alrededor de los clústeres está definida por una superficie plana o una superficie curva.
- 30 9. La lámina de prisma retrorreflectante definida en la reivindicación 1, en la que los clústeres de esquinas cúbicas están espaciados uniformemente entre sí de manera que la superficie que separa los clústeres forma un patrón similar a una rejilla uniforme; o en la que las esquinas cúbicas en los clústeres están inclinadas; o en la que las esquinas cúbicas de los clústeres están recubiertas por un lado con una lámina metálica especularmente reflectante.
- 35 10. La lámina de prisma retrorreflectante definida en la reivindicación 1, que comprende además una película de respaldo sellada que proporciona celdas de aire detrás de los clústeres, en el que opcionalmente la película de respaldo sellada está unida a la superficie que separa los clústeres.
- 40 11. Lámina (1) de prisma retrorreflectante, que comprende una pluralidad de clústeres (3) discretos de esquinas (8) cúbicas formados a partir de un material transparente cada uno de los clústeres tiene lados poligonales rectos y los clústeres están separados entre sí en todos los lados por una superficie (5) texturizada, las esquinas cúbicas en cada clúster están definidas por un juego de ranuras en V rectas, cada ranura en V tiene una dirección sustancialmente igual en toda su longitud, cada esquina cúbica tiene un borde de base que no es común con un borde base de otra esquina cúbica, y las esquinas cúbicas en los clústeres tienen diferentes orientaciones, de modo que la retrorreflectividad agregada de la lámina es sustancialmente insensible a la rotación, y en la que las esquinas cúbicas están separadas por prismas (10) no retrorreflectantes dentro de cada clúster discreto de esquinas cúbicas, y en la que cada una de las esquinas cúbicas y los prismas no retrorreflectantes tienen un vértice (12) común.
- 45 12. La lámina de prisma retrorreflectante definida en la reivindicación 11, en la que las esquinas cúbicas comparten un vértice común que está centralmente ubicado dentro de la forma poligonal de los clústeres definidos por los lados rectos y dispuestos en pares opuestos simétricos con respecto al vértice común; o en el que los clústeres de esquinas cúbicas están espaciados uniformemente entre sí de manera que las superficies texturizadas ópticamente que rodean los clústeres forman un patrón similar a una rejilla uniforme.
- 50 13. La lámina de prisma retrorreflectante definida en la reivindicación 11, en la que la superficie texturizada alrededor de los clústeres está definida por una ranura en V, opcionalmente en la que la ranura en V que define la superficie texturizada es una continuación de los lados de las esquinas cúbicas en diferentes clústeres; o en el que la superficie texturizada alrededor de los clústeres está definida por una superficie plana o una superficie curva.

14. Un método para formar una lámina (1) de prisma retrorreflectante insensible a la rotación que comprende:

formar esquinas (8) cúbicas) en un sustrato al cortar una cara del sustrato con un patrón de ranuras en V rectas, cada ranura en V sustancialmente tiene la misma dirección en toda su longitud, en la que las esquinas cúbicas resultantes tienen orientaciones diferentes;

5 proporcionar una superficie (5) texturizada en la cara de uno de los sustratos y una réplica del sustrato que define clústeres (3) de esquinas cúbicas discretos rodeados por una superficie texturizada, y

10 utilizar uno de los sustratos y una réplica del mismo para formar una lámina de prisma retrorreflectante a partir de un material transparente que tiene una pluralidad de clústeres discretos de esquinas cúbicas que están separados entre sí en todos los lados por una superficie texturizada, en el que cada esquina cúbica de los clústeres tiene un borde de la base no colineal o paralelo con los bordes de la base de las esquinas cúbicas a cada lado del mismo, y las esquinas cúbicas en cada clúster tienen orientaciones diferentes, y en la que las esquinas cúbicas están separadas por prismas (10) no retrorreflectantes dentro de cada clúster discreto de esquinas cúbicas y en la que cada una de las esquinas cúbicas y los prismas no retrorreflectantes tienen un vértice (12) común.

15 15. El método para formar láminas de prismas retrorreflectantes definido en la reivindicación 14, en el que primero se proporciona la superficie texturizada en la cara del sustrato, luego se proporcionan áreas discretas de material elevado en la superficie texturizada, seguido por dicha etapa de cortar las áreas discretas de material elevado con un patrón de reglaje de ranuras en V rectas para formar dichos clústeres de esquinas cúbicas; o en el que el corte de las esquinas cúbicas en el sustrato se logra al cortar un primer juego de ranuras en V con un cortador ligeramente inclinado, girando el sustrato 180° y luego cortando un segundo juego de ranuras en V para crear un reflejo en las esquinas cúbicas resultantes que da como resultado una mayor divergencia de la luz que regresa de la lámina, opcionalmente en el que el primer juego de ranuras en V son las ranuras irregulares, y el segundo juego de ranuras en V son las ranuras uniformes; o incluir además la etapa de texturizar ranuras en V entre las esquinas cúbicas para aumentar la angularidad de observación.

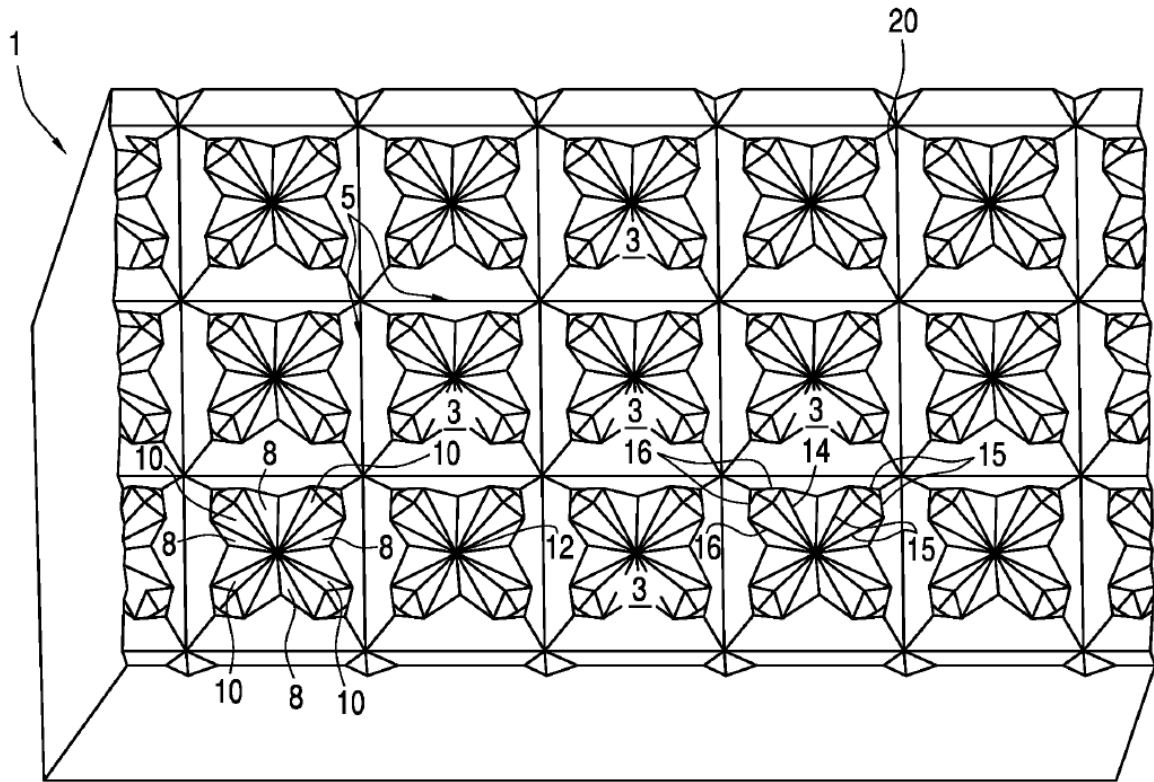


FIG. 1

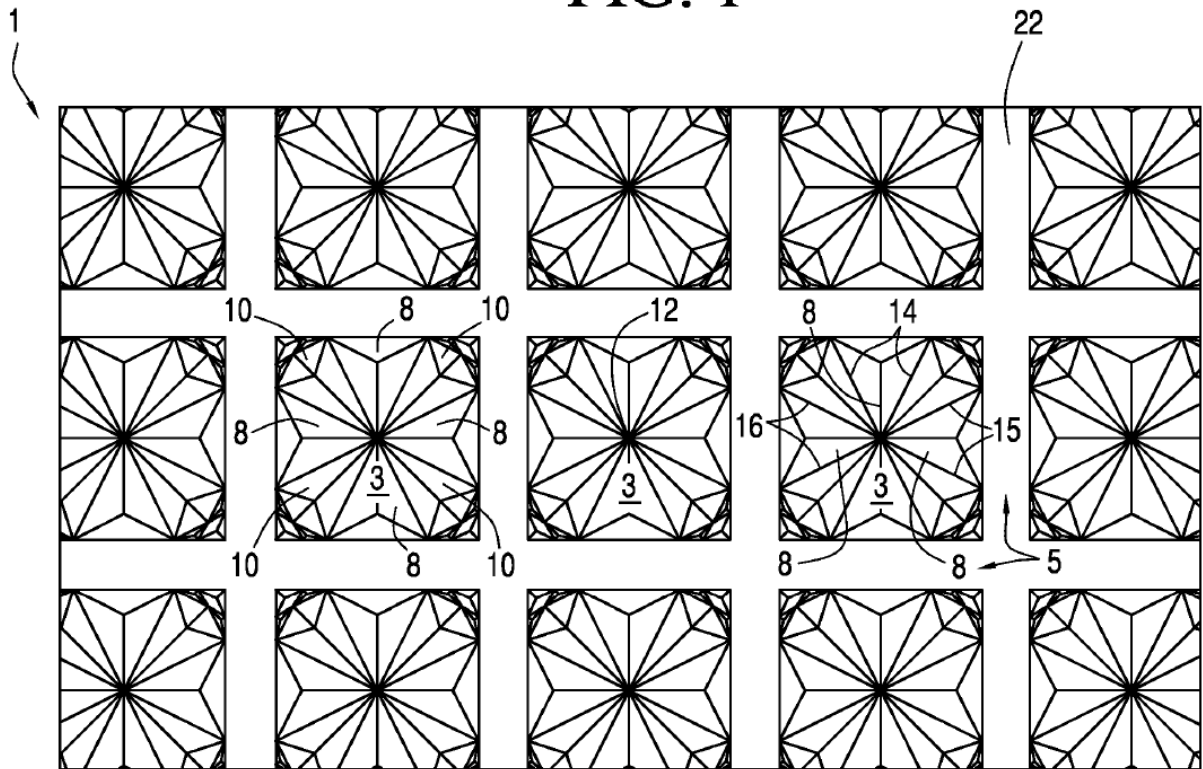


FIG. 2

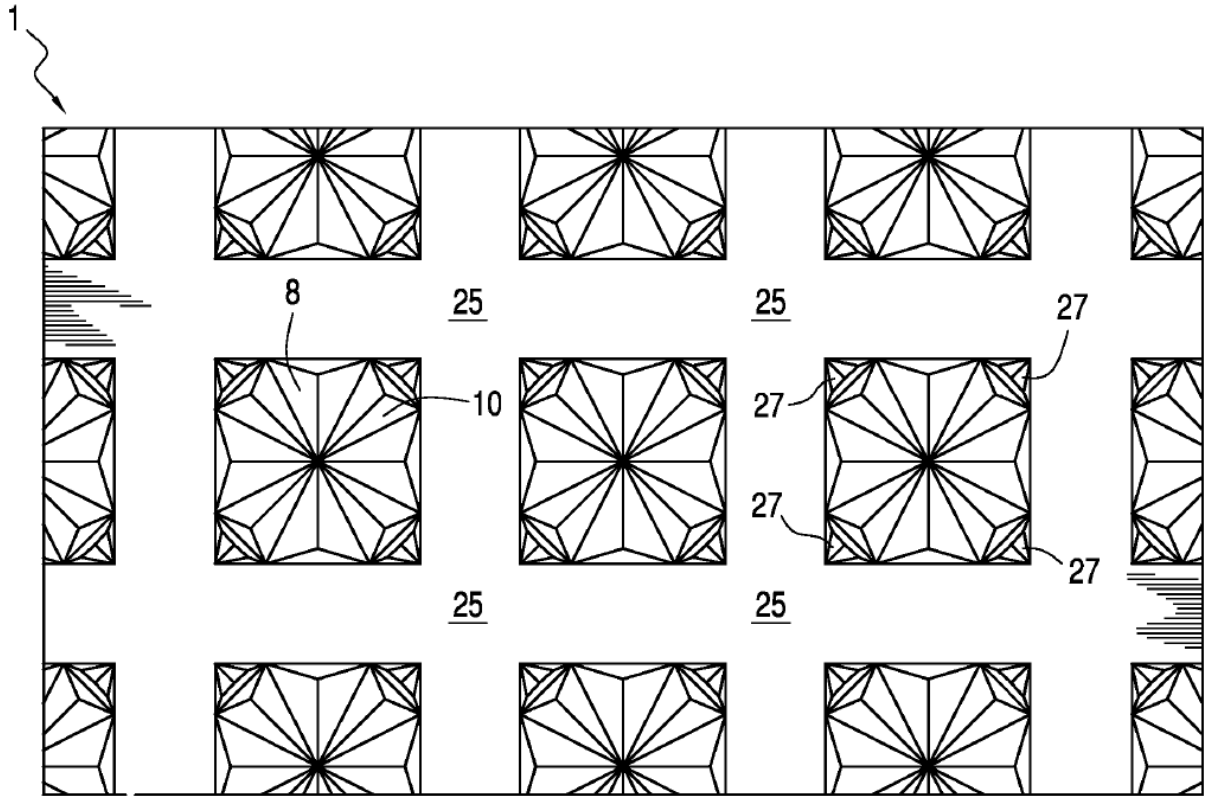


FIG. 3

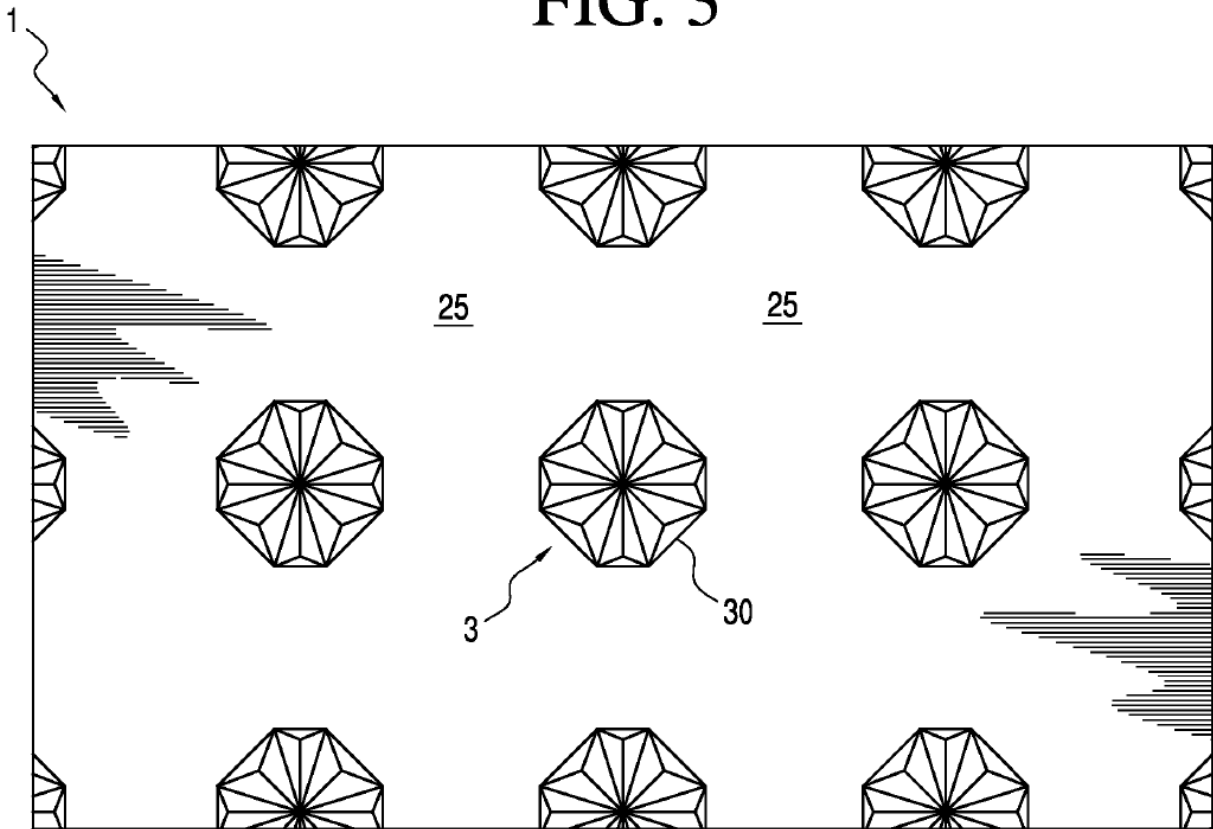


FIG. 4

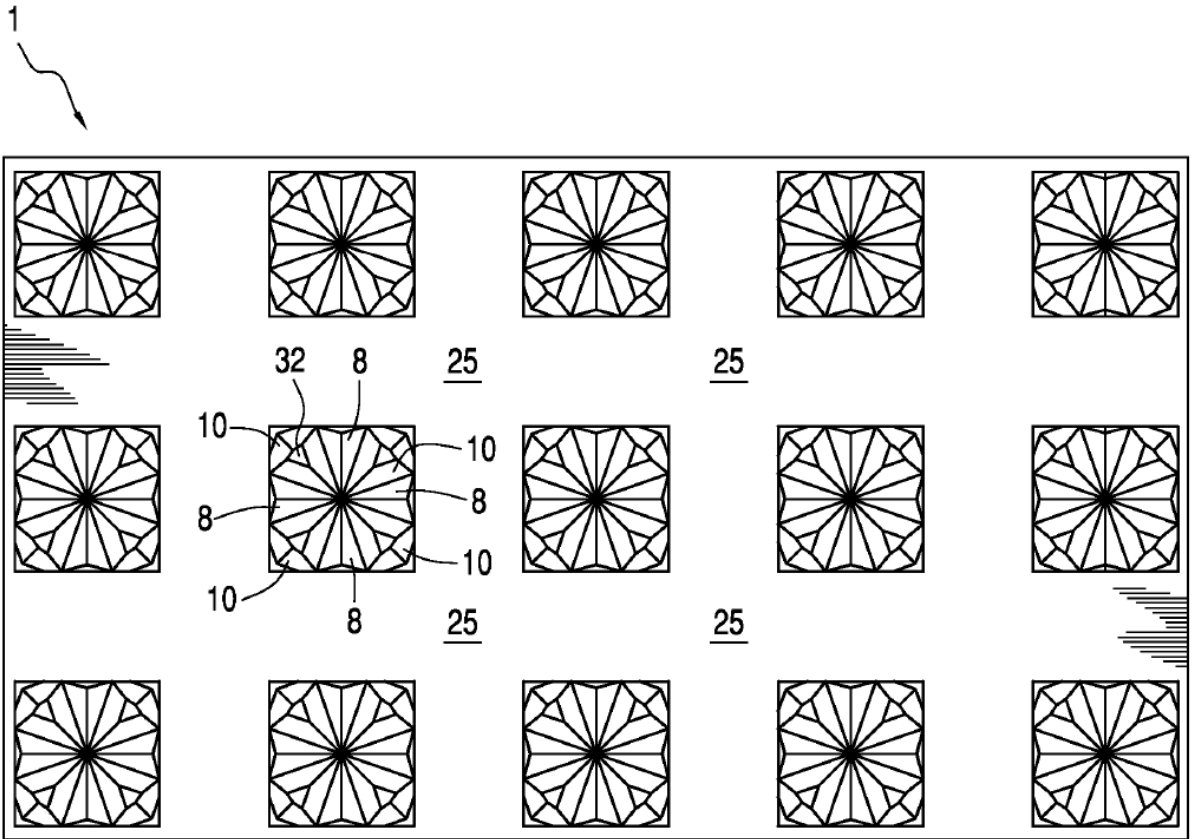


FIG. 5

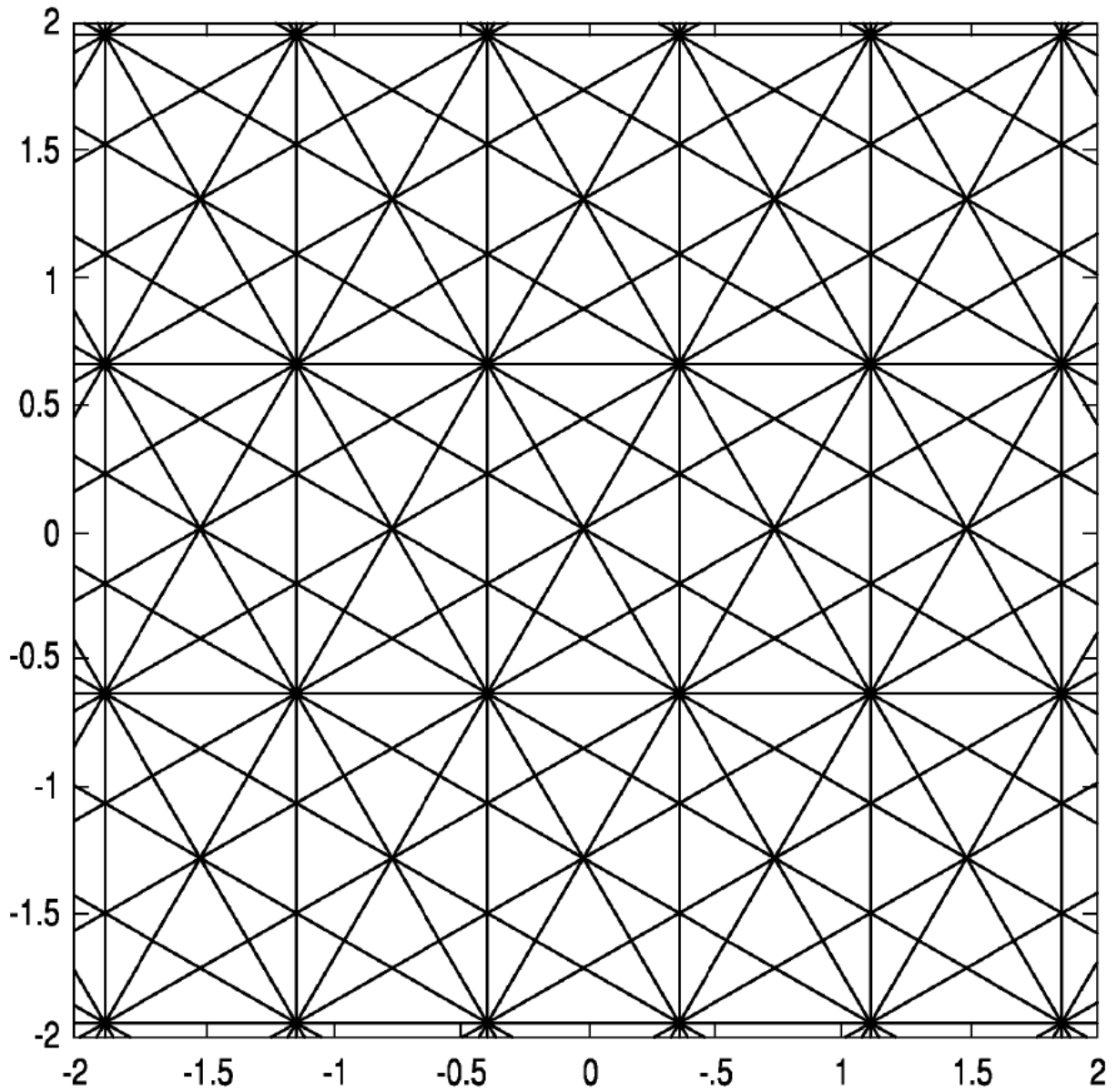


FIG. 6

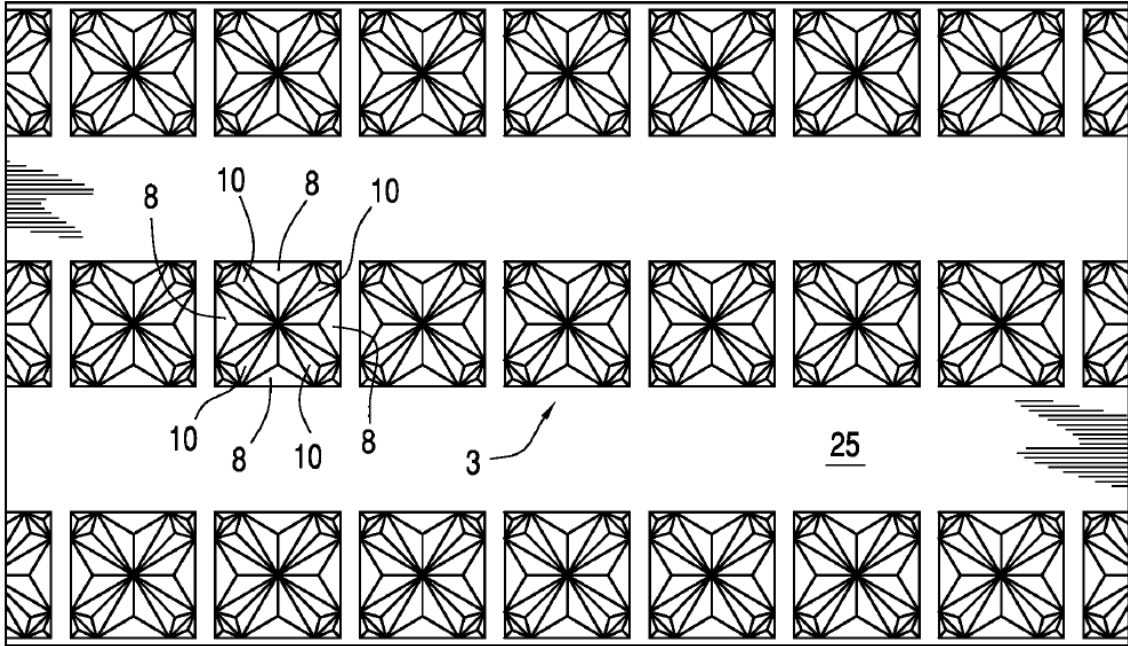


FIG. 7

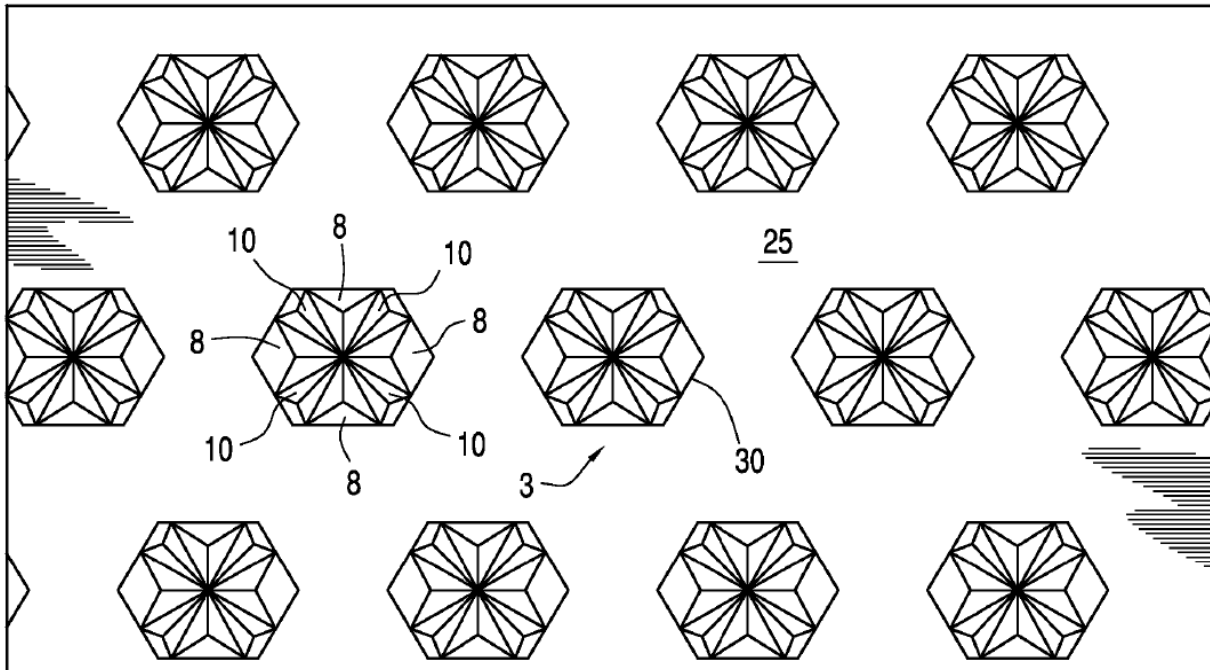


FIG. 8

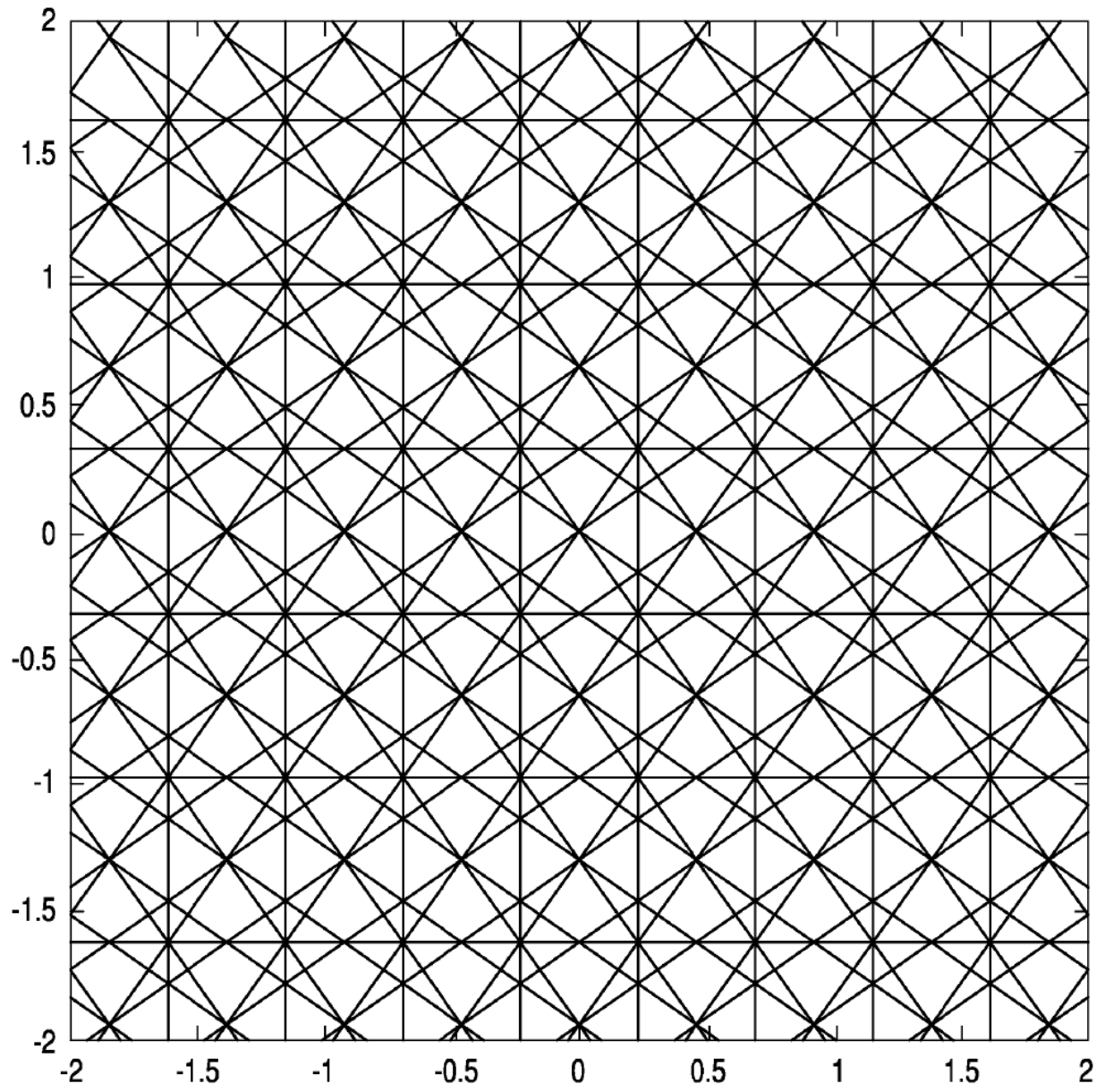


FIG. 9

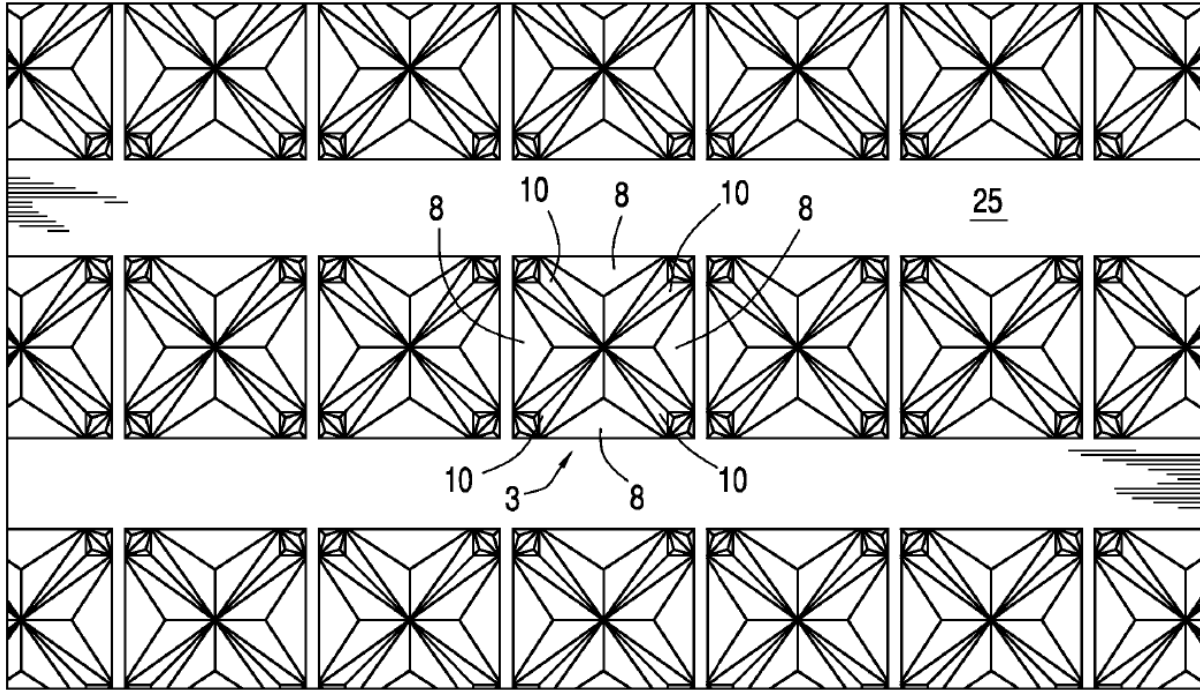


FIG. 10

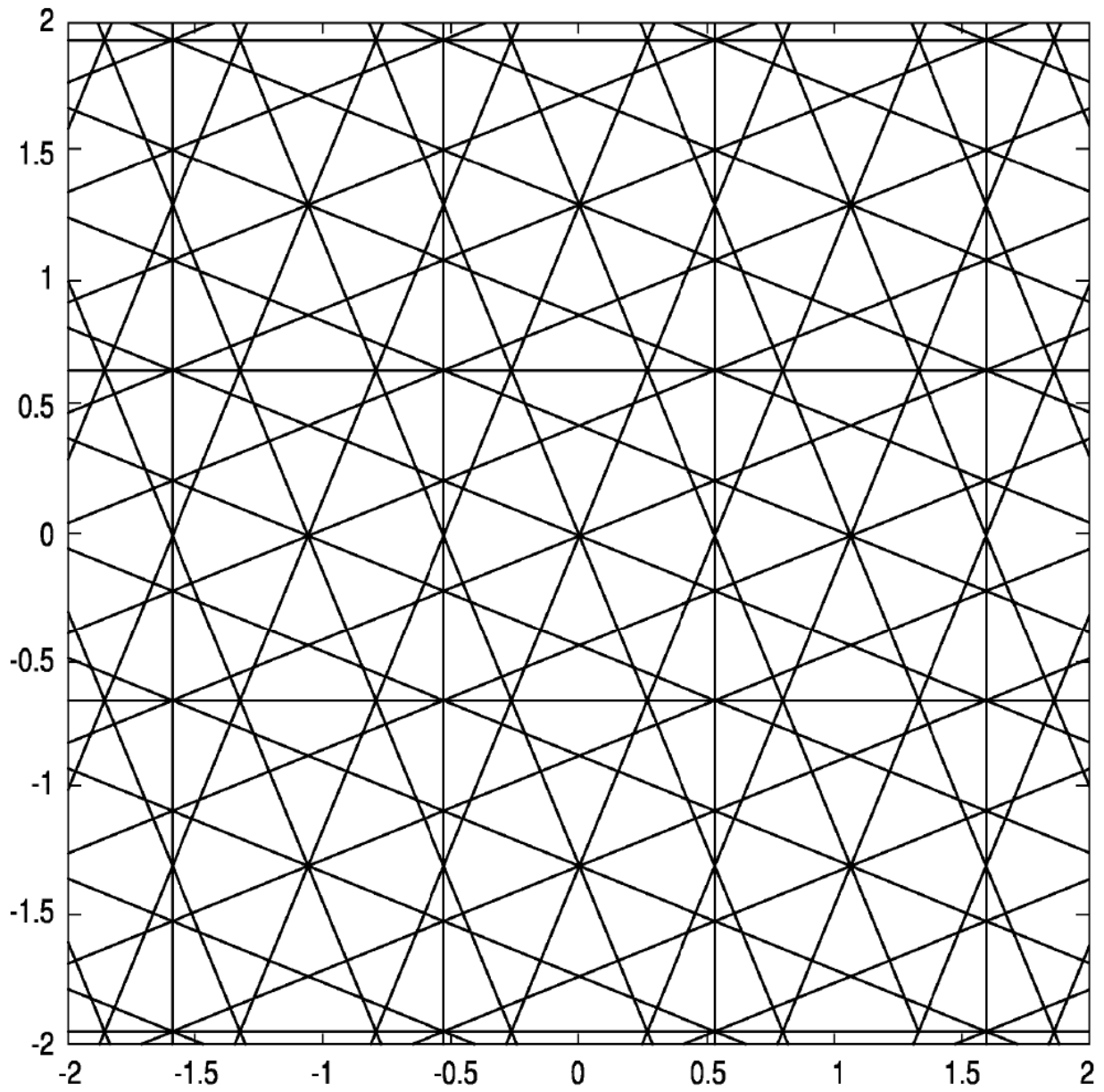


FIG. 11

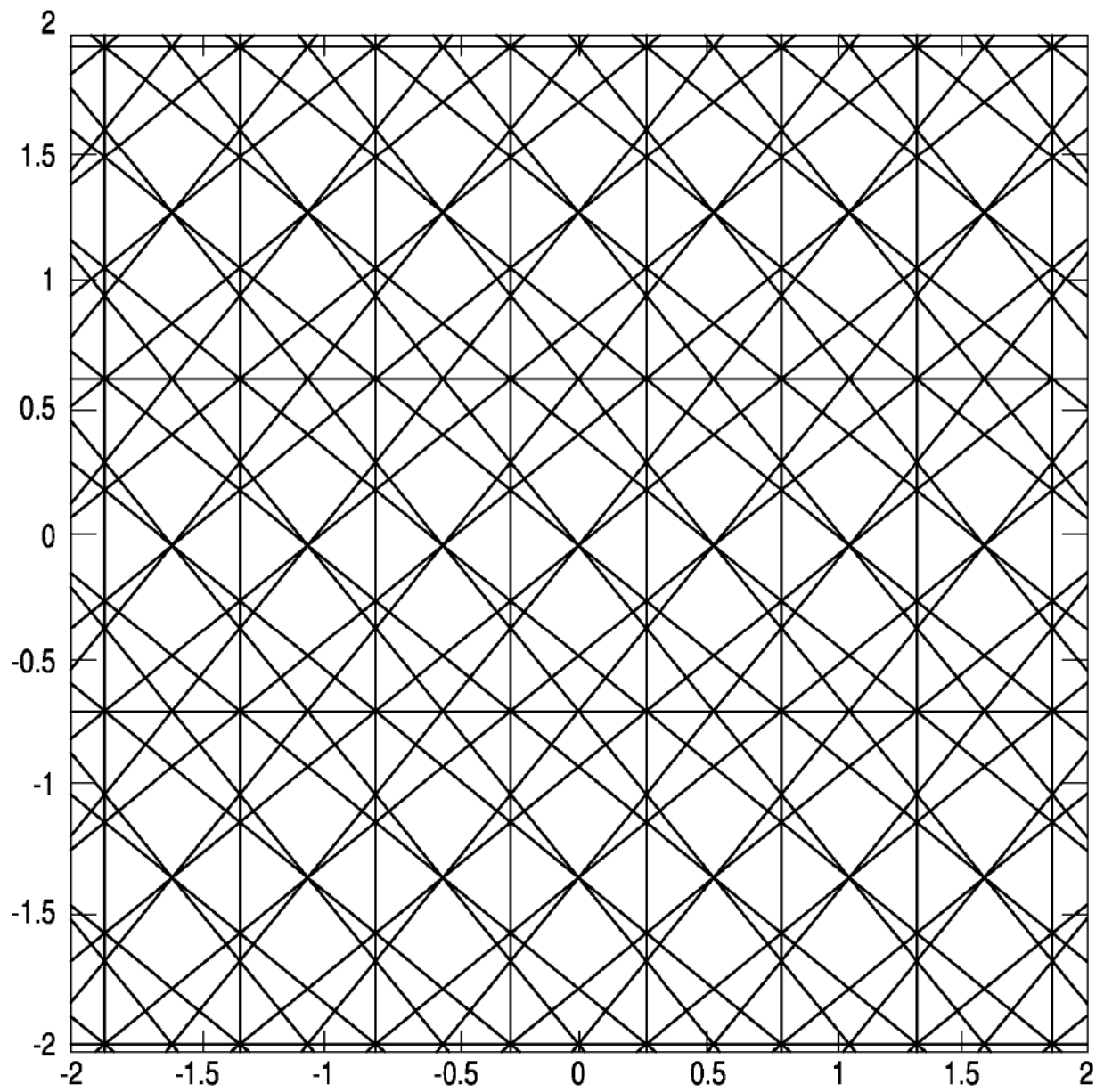


FIG. 12

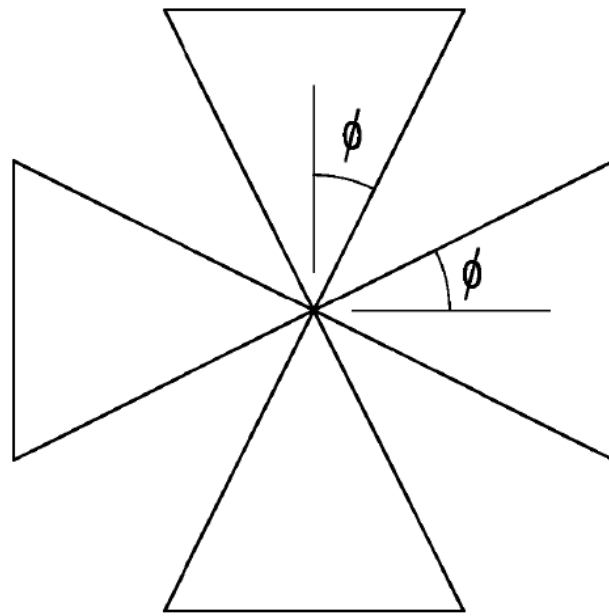


FIG. 13

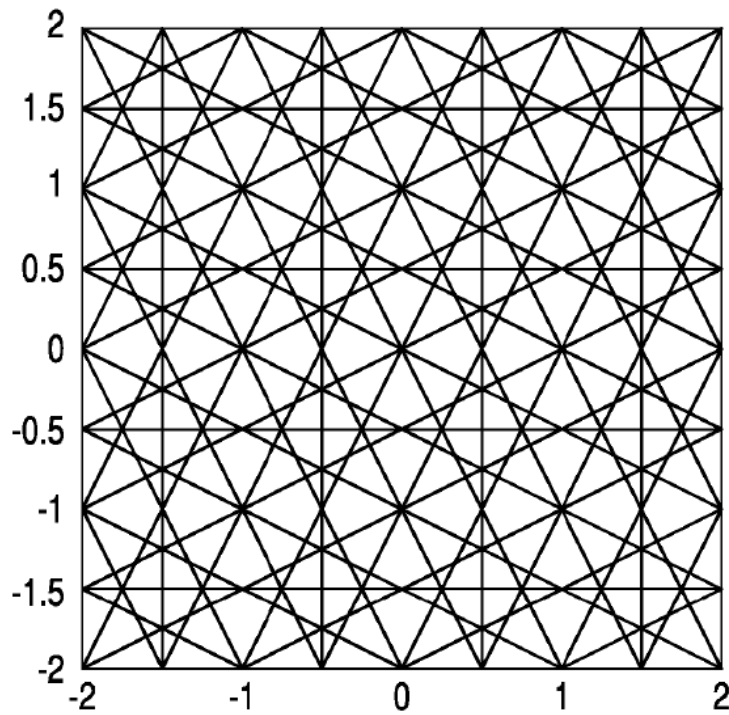


FIG. 14

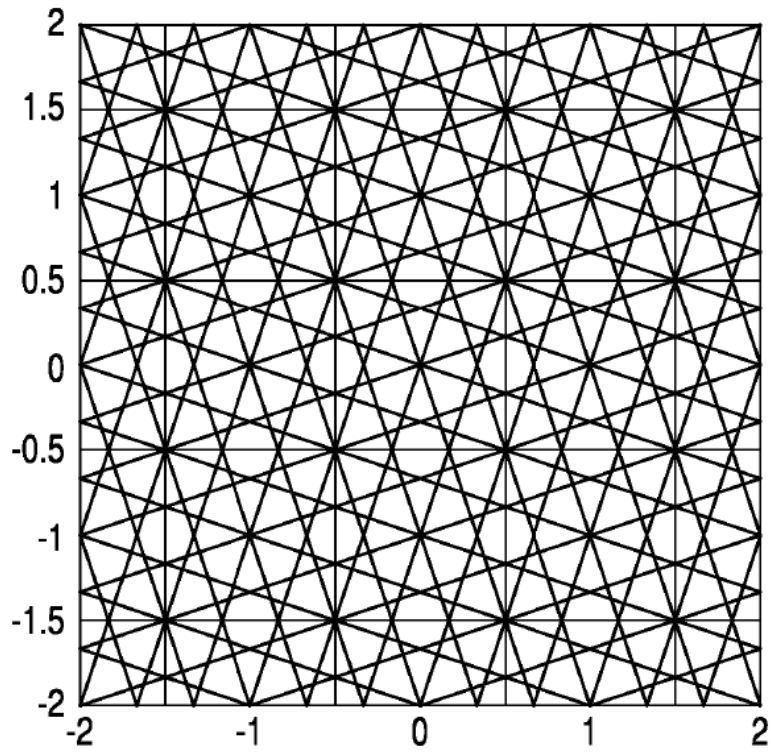


FIG. 15

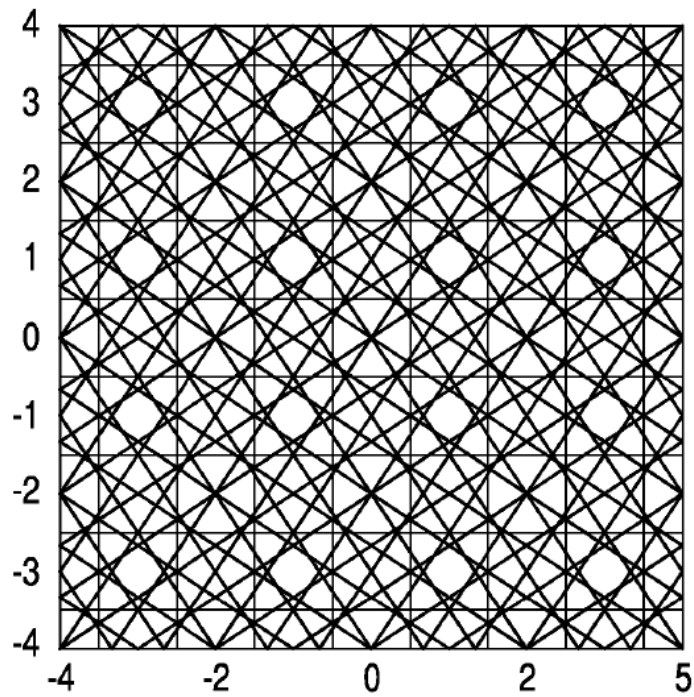
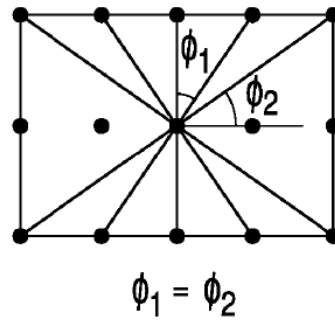
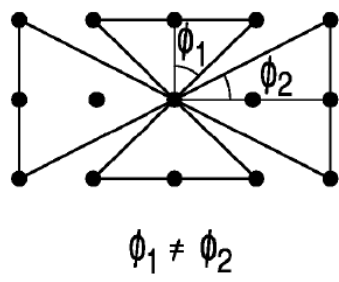


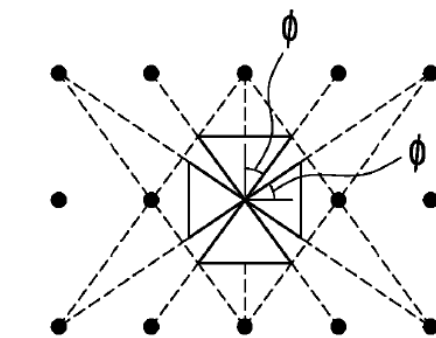
FIG. 16



Estiramiento

FIG. 17A

FIG. 17B



$$\tan \phi = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

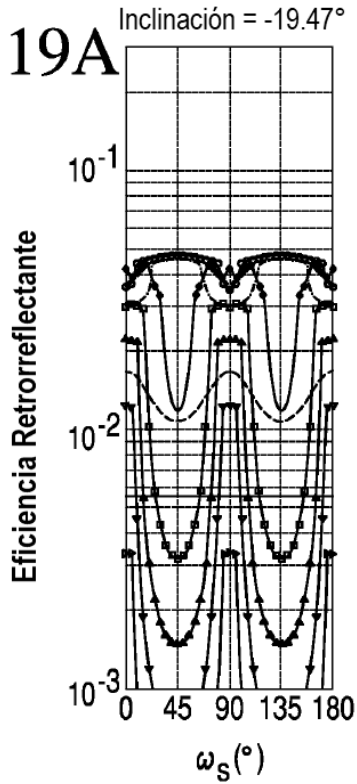
$$\tan \phi_1 = 1/1 \quad \tan \phi_2 = 1/2$$

$$s = \sqrt{\frac{\tan \phi_1}{\tan \phi_2}} = \sqrt{2}$$

$$\tan \phi = \frac{1}{s} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

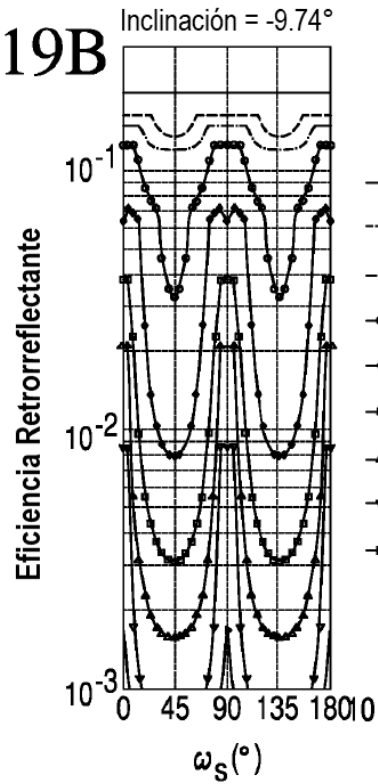
FIG. 18

FIG. 19A



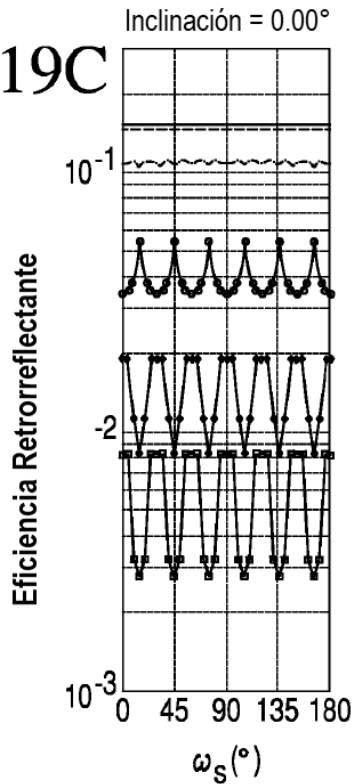
- $\beta = 0^\circ$
- - $\beta = 10^\circ$
- - $\beta = 20^\circ$
- $\beta = 30^\circ$
- $\beta = 40^\circ$
- $\beta = 50^\circ$
- $\beta = 60^\circ$
- $\beta = 70^\circ$
- $\beta = 80^\circ$

FIG. 19B



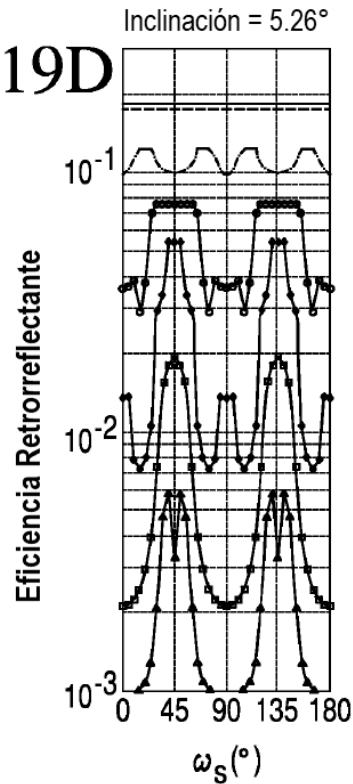
- $\beta = 0^\circ$
- - $\beta = 10^\circ$
- - $\beta = 20^\circ$
- $\beta = 30^\circ$
- $\beta = 40^\circ$
- $\beta = 50^\circ$
- $\beta = 60^\circ$
- $\beta = 70^\circ$
- $\beta = 80^\circ$

FIG. 19C



- $\beta = 0^\circ$
- - $\beta = 10^\circ$
- - $\beta = 20^\circ$
- $\beta = 30^\circ$
- $\beta = 40^\circ$
- $\beta = 50^\circ$
- $\beta = 60^\circ$
- $\beta = 70^\circ$
- $\beta = 80^\circ$

FIG. 19D



- $\beta = 0^\circ$
- - $\beta = 10^\circ$
- - $\beta = 20^\circ$
- $\beta = 30^\circ$
- $\beta = 40^\circ$
- $\beta = 50^\circ$
- $\beta = 60^\circ$
- $\beta = 70^\circ$
- $\beta = 80^\circ$

FIG. 20A

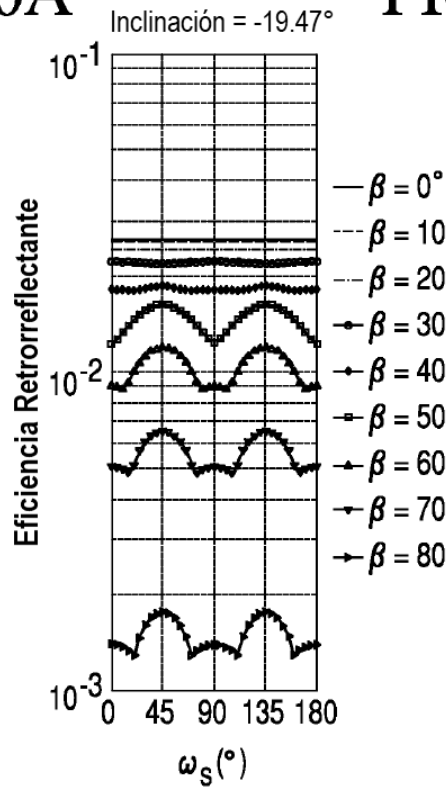


FIG. 20B

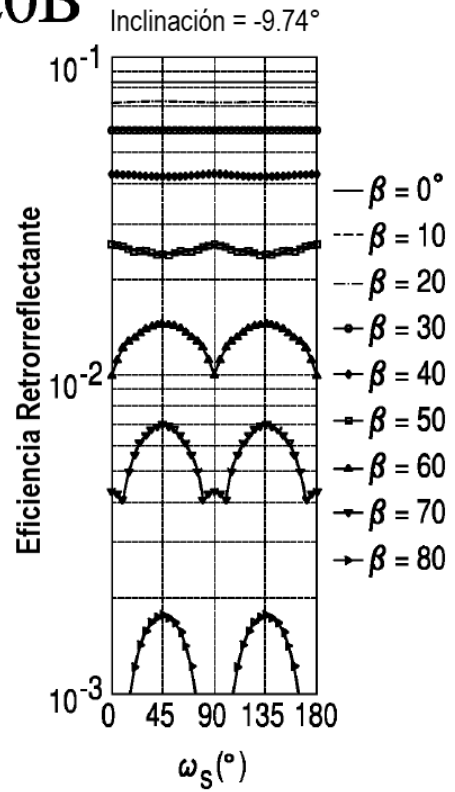


FIG. 20C

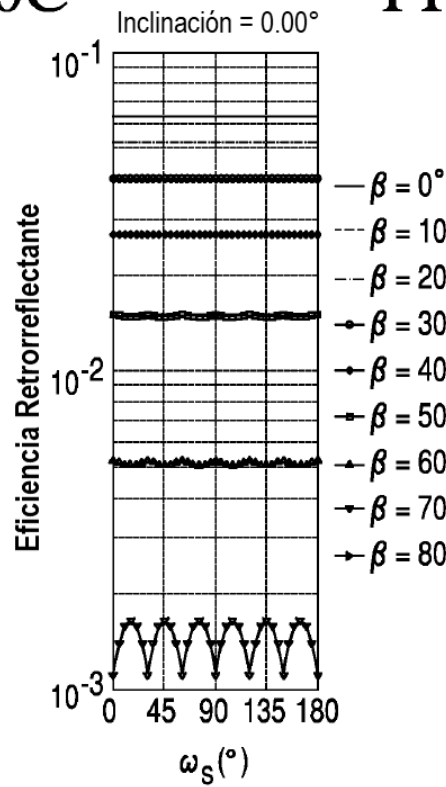
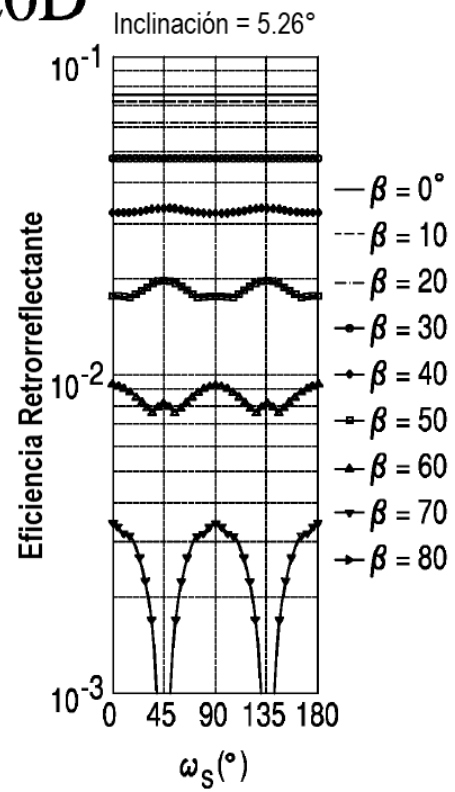


FIG. 20D



Eficiencia de cuartetos

Inclinación (°)	Retro FF	Cap-Y FF	Residuo	Retro Residuo
-19.47	0.320	0.608	0.072	0.183
-13.33	0.077	0.898	0.026	0.250
-9.74	0.444	0.372	0.184	0.293
-6.55	0.142	0.787	0.071	0.333
0.00	0.250	0.567	0.183	0.423
5.26	0.320	0.360	0.320	0.500
11.17	0.163	0.600	0.237	0.592
14.56	0.099	0.721	0.181	0.646
15.79	0.120	0.640	0.240	0.667
20.79	0.055	0.779	0.166	0.750

FIG. 21

FIG. 22A

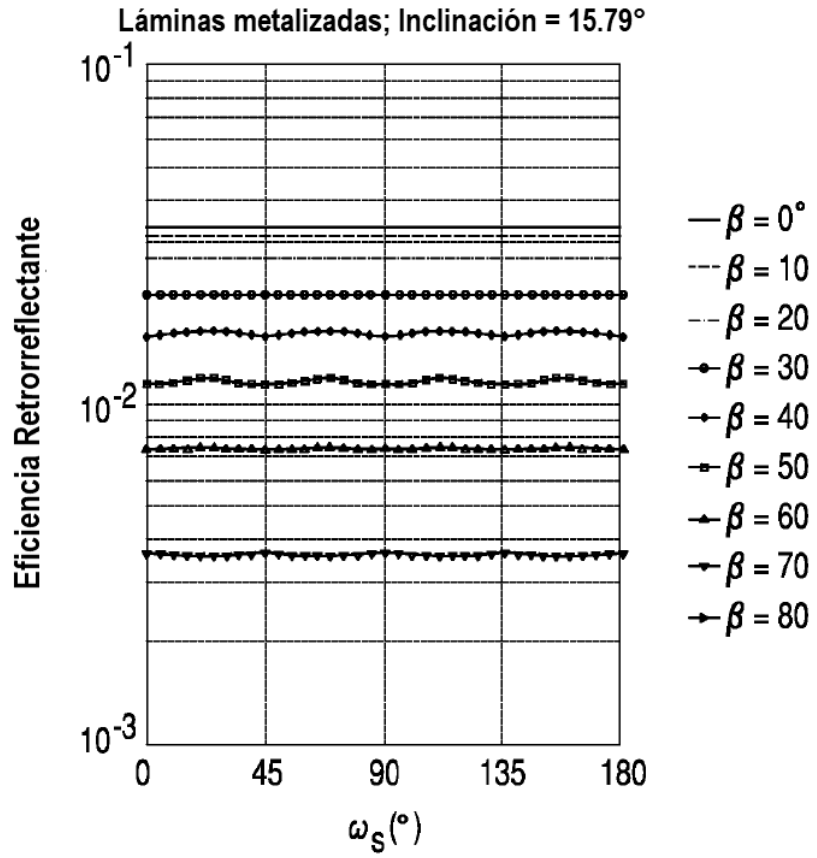
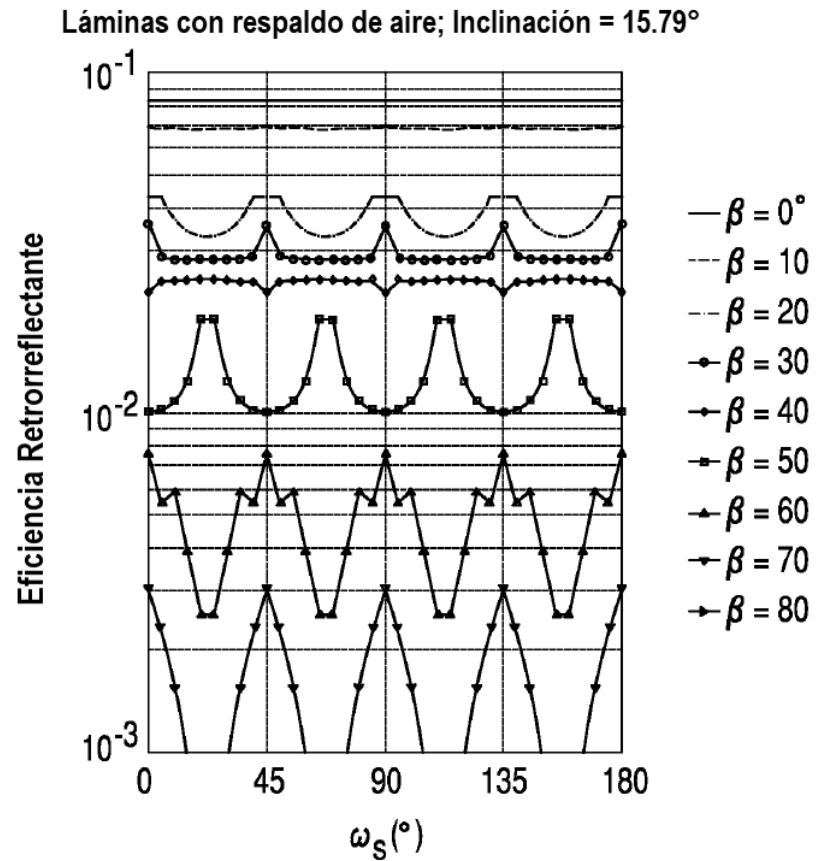


FIG. 22B



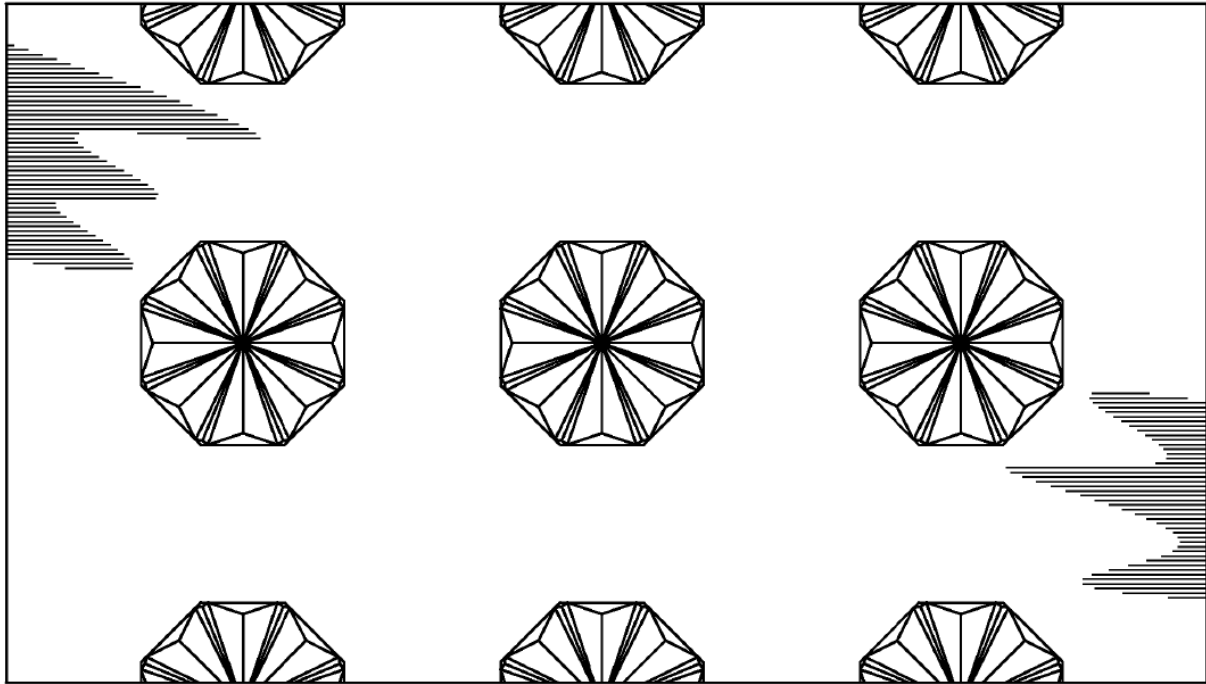


FIG. 23A

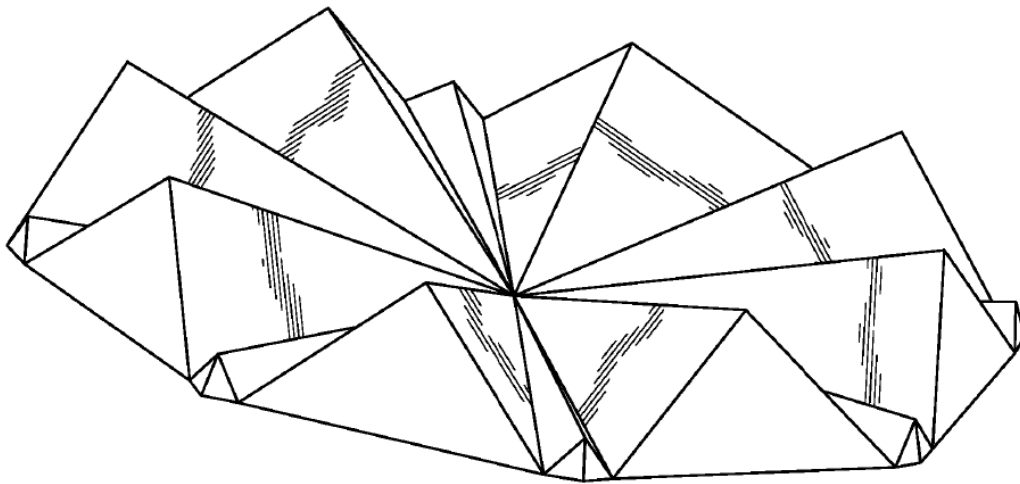


FIG. 23B