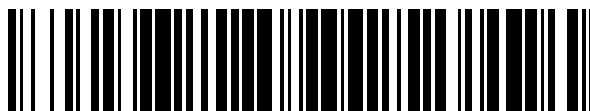


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 387 994**

51 Int. Cl.:  
**E04D 13/03** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **06758562 .0**  
96 Fecha de presentación: **25.04.2006**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1931837**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **18.06.2008**

54 Título: **Cúpula de claraboya tubular con prisma variable**

30 Prioridad:  
**03.10.2005 US 242460**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**05.10.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**05.10.2012**

73 Titular/es:  
**SOLATUBE INTERNATIONAL, INC.**  
**2210 OAK RIDGE WAY**  
**VISTA, CA 92083-8341, US**

72 Inventor/es:  
**JASTER, Paul y**  
**FUTHEY, John**

74 Agente/Representante:  
**Carpintero López, Mario**

ES 2 387 994 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

Cúpula de claraboya tubular con prisma variable

**I. Campo de la invención**

La presente invención se refiere a claraboyas.

**5 II. Antecedentes de la invención**

Las claraboyas se utilizan para iluminar edificios de una manera agradable y con conservación de energía. Las claraboyas tubulares, como las realizadas por el actual cesionario, típicamente tienen una cubierta o cúpula transparente montada en el tejado, un conjunto de tubos de transporte de la luz que se extienden hacia abajo desde la cúpula al interior del edificio, a un techo, y una placa difusora de luz que cubre la parte inferior de tubo en el techo. Un ejemplo de una claraboya tubular que tiene éxito comercialmente se desvela en la patente norteamericana número 5.099.622, cedida al mismo cesionario que la presente invención y que se incorpora a la presente memoria descriptiva por referencia. Otras patentes propiedad del actual cesionario que se refieren a diversas tecnologías de claraboyas se desvelan en las patentes norteamericanas números RE 36.496 (cúpula con reflector), 6.219.977 (adaptador de redondo a cuadrado), y 5.896.712 (cúpula con ranuras circulares), todas las cuales se incorporan a la presente memoria descriptiva por referencia.

El documento US 2 858 734 A desvela un sistema de iluminación de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

Como se reconoce en la presente memoria descriptiva, un objetivo difícil en el diseño de claraboyas es la provisión de una salida de luz tan constante como sea posible, con independencia de la hora del día. Esto es difícil de lograr debido a que, en las mañanas y en las tardes, el sol está con un ángulo bajo y menos luz entra en la claraboya que al mediodía, cuando el sol está con un ángulo alto. De hecho, en el diseño de una claraboya para maximizar la recogida de luz y el rendimiento durante las horas de la mañana y de la tarde, la claraboya resultante puede sobre iluminar una habitación a mediodía, produciendo los denominados "puntos calientes" (áreas en la habitación en las que la luz de la claraboya se podría concentrar de manera no deseada), siendo particularmente notable al mediodía. De esta manera, la presente invención reconoce la conveniencia de conseguir una salida de luz más constante, con independencia de la hora del día, así como la conveniencia de mezclar la luz lo suficiente a medida que se propaga hacia abajo en el tubo al interior de la habitación para evitar los "puntos calientes". Con la consideración de estos reconocimientos críticos, se proporciona el invento en la presente memoria descriptiva.

**Sumario de la invención**

La invención se refiere a un sistema de iluminación de acuerdo con la reivindicación 1. Un sistema de este tipo puede ser realizado por una claraboya tubular que incluye una cúpula transparente y un tubo de claraboya que pende hacia abajo desde la cúpula. La cubierta está formada con un prisma variable que dirige la luz de ángulo bajo al interior del tubo de claraboya y que refleja fuera algo de luz de ángulo alto, para lograr una salida de luz más constante a lo largo del curso del día.

El prisma está establecido por una serie de ranuras paralelas circulares, teniendo las ranuras más próximas a un vértice de la cubierta secciones transversales que son diferentes de las secciones transversales de las ranuras más próximas a la periferia de la cubierta. Las ranuras pueden ser moldeadas en la superficie interior de la cubierta. Las porciones no prismáticas de la cubierta, tales como su superficie exterior, refractan la luz con un primer ángulo y el prisma refracta la luz con un segundo ángulo que es diferente del primer ángulo.

La sección transversal de al menos una ranura más próxima al vértice define caras sucesivas de aproximadamente la misma longitud, mientras que la sección transversal de al menos una ranura más próxima a la periferia define caras largas y cortas sucesivamente. Las caras cortas pueden estar orientadas en general perpendicularmente a la superficie exterior de la cubierta. Si se desea, un borde interior de una periferia inferior de la cubierta puede estar separado radialmente de una superficie exterior de tubo.

En otro aspecto, un sistema de iluminación incluye una cubierta de claraboya transparente, un difusor de luz, y una estructura tubular extensible entre la cubierta y el difusor. La cubierta está formada con un primer par de caras de prisma y un segundo par de caras de prisma que tienen una configuración diferente que las del primer par. Uno de los pares está más próximo a un vértice de la cubierta que es el otro par. Las caras de un par convergen una hacia la otra para definir una ranura entre ellas, siendo cada cara circular y siendo paralela a la periferia de la cubierta.

Una cubierta para una claraboya incluye un cuerpo transparente que tiene una superficie exterior, una superficie interior, un vértice, y una periferia abierta opuesta al vértice. El cuerpo está formado con un primer par de caras opuestas convergentes que definen una primera forma de sección transversal. Además, el cuerpo está formado con un segundo par de caras opuestas convergentes que definen una segunda forma de sección transversal que es diferente que la primera forma, estando más próximo al vértice un par de caras que el otro par.

Los detalles de la presente invención, tanto en su estructura como en su funcionamiento, se pueden entender mejor con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que los mismos números de referencia se refieren a las mismas partes, y en los que:

**Breve descripción de los dibujos**

- 5 La figura 1 es una vista lateral en sección transversal parcial de una claraboya tubular;
- La figura 2 es una vista en perspectiva de una cubierta no limitativa;
- La figura 3 es una vista lateral de la cubierta en un tubo, que muestra esquemáticamente los rayos de luz solar con un ángulo bajo, tal como podría ocurrir temprano y tarde en el día;
- 10 La figura 4 es una vista lateral de la cubierta que muestra la forma de la sección transversal de las ranuras en un círculo de detalle "B" en la figura 3;
- La figura 5 es una vista lateral de la cubierta que muestra la forma de la sección transversal de las ranuras en un círculo de detalle "A" en la figura 3;
- La figura 6 es una vista lateral de la cubierta en un tubo, que muestra esquemáticamente los rayos de luz solar con un ángulo alto, tal como podría ocurrir durante el mediodía;
- 15 La figura 7 es una vista lateral de la cubierta que muestra la forma de la sección transversal de las ranuras en un círculo de detalle "B" en la figura 6; y
- La figura 8 es una vista lateral de la cubierta que muestra la forma de la sección transversal de las ranuras en un círculo de detalle "A" en la figura 6.

**Descripción detallada de la realización preferida**

- 20 Haciendo referencia inicialmente a la figura 1, se muestra una claraboya tubular ejemplar no limitativa realizada de acuerdo con la presente invención, designada en general como 10, para iluminar, con luz natural solar, una habitación interior 12 que tiene una superficie de techo 14, por ejemplo, yeso, azulejo acústico, etc., en un edificio, designado generalmente por 16. La figura 1 muestra que el edificio 16 tiene un tejado 18 y una o más vigas 20 que soportan el tejado 18 y la superficie de techo 14.
- 25 Como se muestra en la figura 1, la claraboya 10 incluye una cubierta rígida de plástico duro 21 montada en el tejado que puede estar realizada, por ejemplo, de material acrílico o policarbonato o de vidrio. La cubierta 21 es transmisiva ópticamente y preferiblemente es transparente, y los detalles relativos a la misma se explicarán más adelante.
- La cubierta 21 puede estar montado en el tejado 18 por medio de una banda de recubrimiento metálica 22 en forma de anillo que está unida al tejado 18 por medios bien conocidos en la técnica. La banda de recubrimiento metálica 22 puede estar angulada como sea apropiado para que el peralte del tejado 18 se aplique y mantenga la cubierta 21 en la orientación erguida generalmente vertical que se muestra.
- 30 Como se muestra además en la figura 1, un conjunto de tubo metálico reflectante interiormente, designado en general por 24, pende hacia abajo desde la cubierta 21. El conjunto 24 puede estar conectado a la banda de recubrimiento 22. El conjunto de tubo 24 se extiende hasta el techo 14 de la habitación interior 12. En algunas realizaciones, el conjunto de tubo 24 dirige la luz que entra en el conjunto de tubo 24 hacia abajo a un conjunto difusor de luz, designado generalmente por 26, que está dispuesto en la habitación 12 y que está montado en el techo 14 o en una viga 20.
- 35 El conjunto de tubo 24 puede estar realizado de un metal tal como una aleación de aluminio, o el conjunto de tubo 24 puede estar realizado de fibra o plástico u otro material apropiado. El interior del conjunto de tubo 24 se puede hacer reflectante, por ejemplo, por medio de galvanoplastia, anodización, recubrimiento de película de plástico metalizado, u otros medios adecuados. En una realización no limitativa, el conjunto de tubo 24 se hace reflectante interiormente por medio de la laminación de la superficie interior del conjunto de tubo con una película polimérica multicapa fabricada por Minnesota Mining and Manufacturing (3M). Una única capa de una película de este tipo es transparente, pero cuando cientos de capas se colocan a ras y a continuación son laminadas en la superficie interior del conjunto de tubo 24, la combinación es altamente reflectante.
- 40 En una realización, el conjunto de tubo 24 puede ser establecido por un único tubo. Sin embargo, como se muestra en la figura 1, si se desea, en implementaciones no limitativas el conjunto de tubo 24 puede incluir múltiples segmentos, cada uno de los cuales es reflectante interiormente. Específicamente, el conjunto de tubo 24 puede incluir un tubo superior 28 que se aplica a la banda de recubrimiento 22 y que está cubierto por la cubierta 21. Además, el conjunto de tubo 24 puede incluir un tubo superior intermedio 30 que es contiguo al tubo superior 28 y que puede estar en ángulo con respecto al mismo en un codo 31, si se desea. Además, el conjunto de tubo 24 puede incluir un tubo inferior intermedio 32 que se puede aplicar de manera deslizante al tubo superior intermedio 30 para absorber las tensiones térmicas en el conjunto de tubo 24. Y un tubo inferior 34 puede ser contiguo al tubo inferior intermedio
- 45
- 50

32 y unirse al tubo inferior intermedio 32 en un codo 35, estando cubierta la parte inferior del tubo inferior 34 por el conjunto difusor 26. El codo 35 está inclinado como sea apropiado al edificio 16 de tal manera que el conjunto de tubo 24 conecta la cubierta 21 montada en el tejado al conjunto difusor 26 montado en el techo. Se debe entender que cuando sea apropiado, ciertas juntas entre los tubos pueden ser cubiertas con cinta de acuerdo con principios conocidos en la técnica.

Haciendo referencia a continuación a la figura 2, como se muestra, la cubierta 21 puede ser generalmente de forma semiesférica y puede definir un vértice cerrado 40 y una periferia abierta, generalmente circular 42 opuesta al vértice 40. Se debe entender, sin embargo, que la cubierta puede ser diseñada alternativamente en forma de un cilindro con lados rectos y una parte superior plana o curva. Puede ser configurada para que tenga una forma continuamente curvada o una serie de lados planos y curvados. En consecuencia, mientras que la periferia 42 que se muestra en la figura 2 es circular, alternativamente también puede ser elíptica, rectangular o de múltiples lados.

La figura 2 muestra que un patrón prismático está formado en la cubierta 21, preferiblemente moldeándolo dentro de la superficie interior de la cubierta 21, aunque en realizaciones menos preferidas, el prisma puede estar en la superficie exterior. Como se expondrá con mayor detalle más adelante, los prismas son establecidos por ranuras circulares 44 que son paralelas a la periferia 42 y que están definidas por las caras opuestas que preferiblemente son planas en sección transversal, aunque en algunas realizaciones pueden ser curvadas en sección transversal. Como se describirá más adelante, las ranuras 44 pueden variar en profundidad y en paso. Mientras la figura 2 muestra que cada ranura es completamente circular y que toda la superficie interior de la cubierta está rayada con ranuras, las ranuras 44 puede ser parcialmente circulares y / o se pueden extender en toda la altura de la cubierta, es decir, los prismas pueden cubrir la cubierta entera o sólo una porción de la misma. Las ranuras 44 se muestran orientadas como líneas de latitud. En cualquier caso, si se desea, como se muestra en la figura 3, para incrementar el rendimiento, el diámetro de la cubierta en la periferia 42 puede variar desde 100% a 150% o más del diámetro exterior del tubo, y la altura de la cubierta puede variar desde un mínimo del 26% o menos del diámetro de tubo a un máximo del 100% o más del diámetro exterior de tubo. De esta manera, el borde interior de la periferia 42 puede estar separado radialmente de la superficie exterior del tubo.

Volviendo a los prismas, de acuerdo con los actuales principios, la cubierta 21 está formada con un prisma variable que dirige la luz de ángulo bajo al interior del tubo 24 de la claraboya y refleja fuera algo de la luz de ángulo alto, para lograr una salida de luz más constante durante el curso del día. Las ranuras 44 más próximas al vértice 40 de la cubierta tienen secciones transversales que son diferentes de las secciones transversales de las ranuras 44 más próximas a la periferia 42. Las ranuras 44 están definidas por las caras opuestas 46, 48.

En referencia cruzada a las figuras 3 - 5, la luz de ángulo bajo (por ejemplo, 20°) que entra en la cúpula es reflejada hacia abajo por la superficie exterior plana debido a la diferencia de ángulo incidente y al diferencial de índice de aire a polímero.

Como se muestra en las figuras 3 - 5, la luz solar puede entrar en la cubierta con ángulos bajos durante la mañana temprano y por la tarde, por ejemplo, con una altitud solar de 20° con relación a la horizontal. La Tabla 1 a continuación proporciona una tabulación de configuraciones de prismas no limitativas relacionadas con este ejemplo. (Nota: los ángulos están referenciados a la horizontal, a menos que se indique lo contrario).

Tabla 1

Sección de cubierta	ángulo de superficie exterior "α" de la cubierta (grados)	ángulo de la luz "β" después de la refracción sin prisma a través de la superficie de la cubierta exterior (grados)	ángulo de prisma "γ" (desde la vertical) de la cara inferior del prisma (grados)	Añadir 1 "δ" de refracción a través de la cara del prisma (grados)	cambio de dirección total del haz de luz (grados)
B (figura 4)	61	23 (refracción 3°)	10	4	7
A (figura 5)	22,5	38 (refracción 18°)	20	7	25

Considerando la tabla anterior y mirando a las figuras 3 - 5, se puede apreciar ahora que en la realización ejemplar que se muestra como ilustración, virtualmente toda la luz solar de ángulo bajo que entra en la porción superior de la cubierta, es decir, en el detalle "A", en ausencia de la presente invención se propagaría a través de la cubierta sin entrar en el tubo, pero con la disposición de prisma que se muestra, entra en el tubo, aumentando así la apertura efectiva de tubo. Además, debido a la configuración no limitativa de los prismas que se muestran en la presente memoria descriptiva, las pérdidas por reflexión en el tubo y las pérdidas de transmisión en el difusor se reducen con alturas solares bajas. Específicamente, como se entiende en la presente memoria descriptiva, la reducción del ángulo

lo de incidencia a la superficie de la abertura del tubo reduce el número de reflexiones que se desplazan hacia abajo en el tubo.

5 Volviendo a la figura 6 - 8, que muestra la luz solar entrando en la cubierta con un ángulo alto (por ejemplo, sesenta grados), como podría ocurrir al mediodía, el ángulo de entrada  $\beta$  de la luz con ángulos de luz solar más altos cambia de manera significativa debido a los ángulos y a la refracción de la superficie de la cubierta exterior más altos. Se debe hacer notar que las ranuras 44 más cerca del vértice 40 están definidas por las caras opuestas 46, 48 que convergen una a la otra y que pueden tener aproximadamente la misma longitud una que la otra, definiendo aproximadamente los lados de un triángulo equilátero. En contraste, las ranuras 44 más cerca de la periferia 42 están definidas por caras largas y cortas respectivas 50, 52, definiendo esencialmente la cara larga la hipotenusa de un triángulo rectángulo y definiendo la cara corta la base y estando orientada en general perpendicularmente a la superficie exterior de la cubierta.

10 En la figura 7, la luz es refractada en la cara larga 50 con un ángulo agudo, hacia abajo a la parte exterior de tubo. En contraste, el ángulo de entrada de luz en la cara corta 52 excede el ángulo crítico de refracción y es reflejada interiormente totalmente (TIR) con un ángulo llano en el tubo. En la figura 8, la luz que entra más cerca del vértice de la cúpula es TIR por ambas caras 46, 48 con el resultado de que la luz se dirige tanto hacia abajo dentro del tubo (en 46) y es rechazada (en 48).

15 La cubierta está diseñada para refractar la luz de manera eficiente hacia abajo hasta la abertura de tubo desde las alturas solares de  $10^\circ - 50^\circ$ . Por encima de  $50^\circ$  la superficie externa y los ángulos de la cara del prisma pueden establecerse para reflejar la luz separándola del tubo o refractarla hacia abajo del tubo con una serie de ángulos, como se muestra mejor en las figuras 7 y 8. Esta reducción de la eficiencia de la captura de la luz solar compensa el aumento de la superficie efectiva y la intensidad de la luz solar en relación con los ángulos altos solares para mantener una iluminación media en el interior. Los múltiples ángulos de la luz también eliminan el resplandor, los puntos calientes y las aberraciones cromáticas asociadas con luz solar directa intensa. Esto también reduce el riesgo de incendio asociado con los materiales combustibles que permanecen en el interior de un tubo en los puntos focales en el tubo. Mientras que sólo se muestran por simplicidad dos secciones transversales "A" y "B" discretas de las ranuras, se debe entender que las secciones transversales de las ranuras pueden cambiar de forma incremental, de ranura a ranura, desde la configuración que se muestra en la figura 4 a la configuración que se muestra en la figura 5.

20 Aunque que la CÚPULA DE CLARABOYA TUBULAR CON PRISMA VARIABLE particular que se muestra y se describe en detalle en la presente memoria descriptiva es totalmente capaz de alcanzar los objetos de la invención que se han descrito más arriba, se debe entender que es la realización actualmente preferida de la presente invención y por tanto es representativa de la materia que está ampliamente contemplada por la presente invención, y que el alcance de la presente invención, por consiguiente, solamente debe ser limitado por las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de iluminación que comprende:
  - 5 una cubierta de claraboya transparente (21) formada por un primer par de caras de prisma (46, 48) y un segundo par de caras de prisma (50, 52) que tiene una configuración diferente del primer par, estando el primer par más cerca de un vértice (40) de la cubierta (21) que el segundo par, siendo el primer par de caras aproximadamente de la misma longitud una que la otra y comprendiendo el segundo par de caras una cara larga y una corta, estando dispuestos ambos pares entre el vértice y el perífera,  
**que se caracteriza porque** las caras de prisma están establecidas por una pluralidad de ranuras circulares (44) paralelas a la perífera, orientadas como las líneas de latitud.
- 10 2. Un sistema de iluminación como se reivindica en la reivindicación 1, **que se caracteriza porque** el sistema de iluminación es una claraboya tubular, y:
  - en el que la cubierta transparente (21) define una pared que pende hacia abajo desde el vértice hasta terminar en la perífera abierta; y
  - comprendiendo, además, un tubo de claraboya (24) que pende hacia abajo desde la cubierta (21), y
  - 15 en el que al menos algunas de las caras del prisma definen círculos completamente cerrados.
3. El sistema de iluminación de la reivindicación 2, en el que la cubierta (21) está fabricada de un material acrílico o policarbonato o vidrio y es transparente.
4. El sistema de iluminación de la reivindicación 2, en el que las caras del prisma están moldeadas en la superficie interior de la cubierta (21).
- 20 5. El sistema de iluminación de la reivindicación 2, que comprende una banda de recubrimiento (22) que acopla la cubierta (21) con el tubo (24).
6. El sistema de iluminación de la reivindicación 3, en el que las porciones no de prisma de la cubierta (21) refractan la luz con un primer ángulo y las caras del prisma refractan la luz con un segundo ángulo.
- 25 7. El sistema de iluminación de la reivindicación 2, en la que las caras cortas (52) están orientadas en general perpendicularmente a la superficie exterior de la cubierta (21).
8. El sistema de iluminación de la reivindicación 2, en el que un borde interior de una perífera inferior (42) de la cubierta (21) está separado radialmente de una superficie exterior de tubo (24).

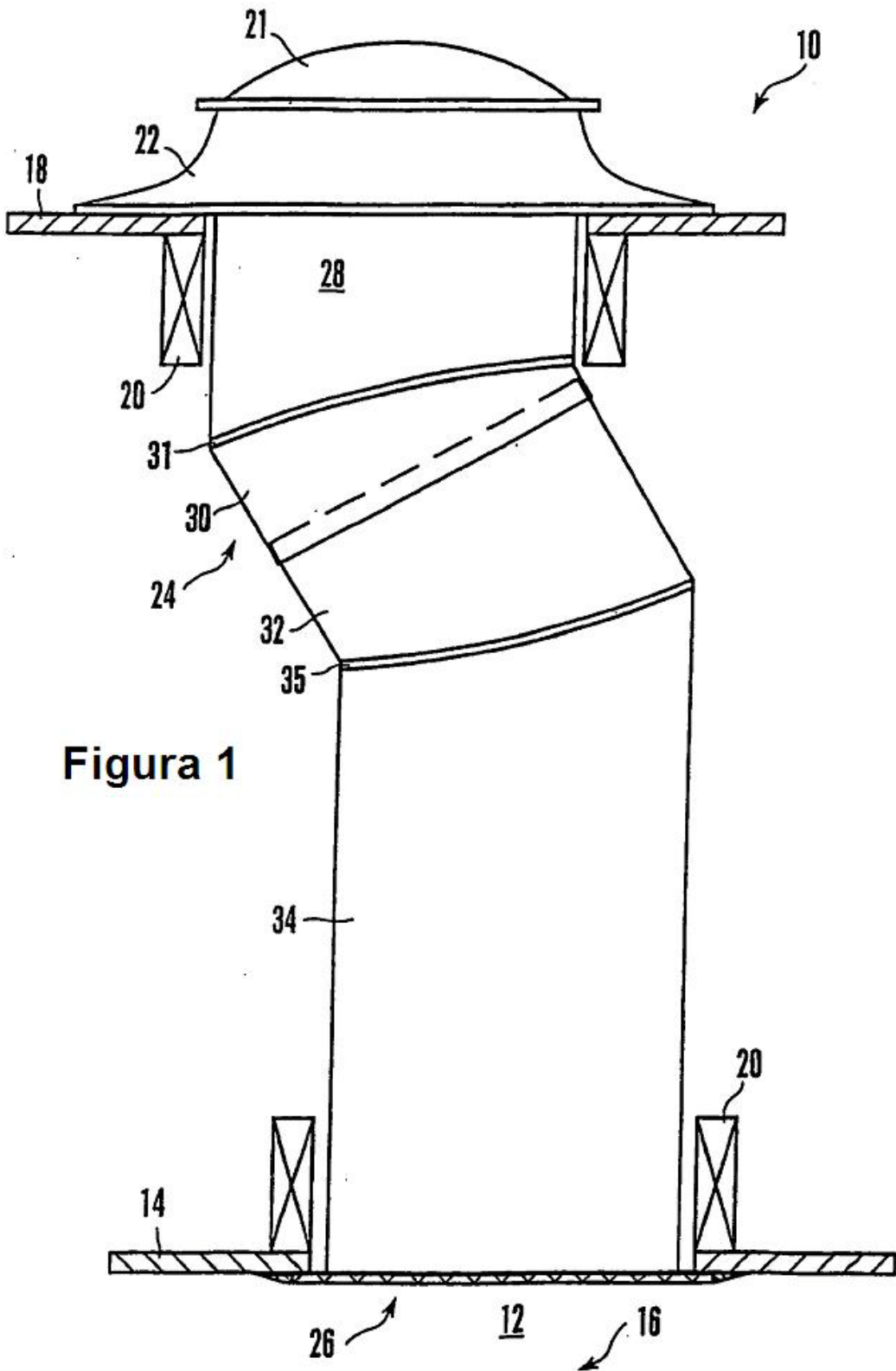


Figura 1

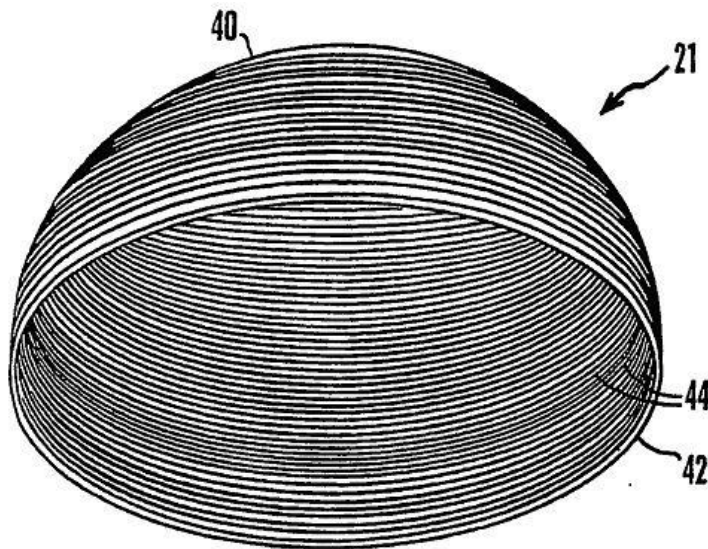


Figura 2

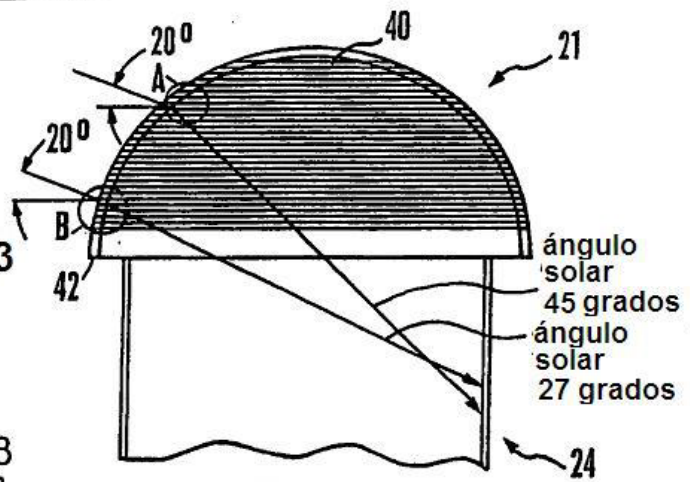


Figura 3

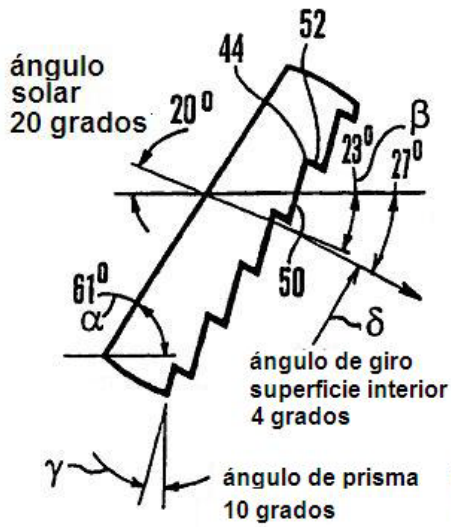


Figura 4

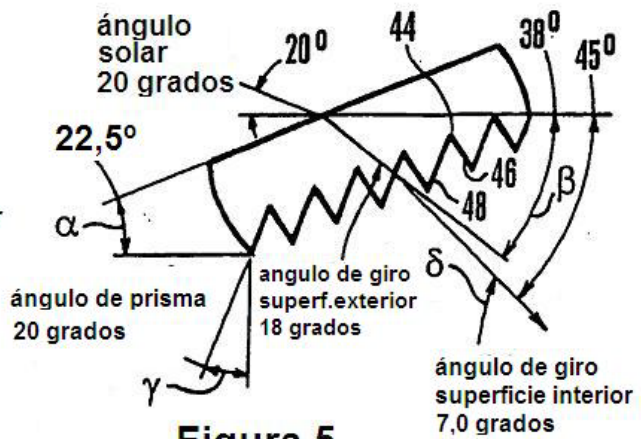


Figura 5



