

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 671 174**

51 Int. Cl.:

B32B 17/10 (2006.01)

B32B 27/30 (2006.01)

G02B 27/01 (2006.01)

B60J 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.07.2008 PCT/EP2008/005881**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.06.2009 WO09071135**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.07.2008 E 08784861 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.05.2018 EP 2217438**

54 Título: **Parabrisas curvado de vehículo hecho de vidrio laminado**

30 Prioridad:

07.12.2007 DE 102007059323
12.02.2008 DE 102008008758

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.06.2018

73 Titular/es:

SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE (100.0%)
39 QUAI LUCIEN LEFRANC
93300 AUBERVILLIERS, FR

72 Inventor/es:

LABROT, MICHAEL;
OFFERMANN, VOLKMAR y
DE SALINS, JEAN-EDOUARD

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 671 174 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

Parabrisas curvado de vehículo hecho de vidrio laminado

5 La presente invención se refiere a un parabrisas curvado de vehículo hecho de vidrio laminado, cuyas superficies exterior e interior forman un ángulo interno entre sí para prevenir o reducir las imágenes dobles interferentes al menos en zonas preferidas.

Para el conductor de un vehículo, las imágenes dobles, a las que también se hace referencia como imágenes fantasma, pueden ser muy molestas. En principio, existe una distinción entre dos tipos diferentes de imágenes dobles, es decir, por un lado, aquellas que surgen en la transmisión bajo ciertas condiciones de contraste específicas, y las imágenes dobles que se ven cuando se utilizan pantallas de visualización frontal.

10 Las imágenes dobles que surgen en la transmisión a través de parabrisas curvados aparecen, por regla general, durante la conducción por la noche procedentes de las imágenes de los faros delanteros de los vehículos que vienen en sentido contrario o de otras fuentes de luz brillantes. Surgen como resultado de múltiples reflexiones en las superficies del parabrisas cuando una parte de los haces de luz incidentes, el denominado haz secundario, sale del parabrisas con un ángulo con respecto al haz primario. Al ángulo entre el haz primario y el haz secundario se hace referencia como el ángulo de imagen doble. Dado que la intensidad del haz secundario es muy baja, y que es normalmente de menos del 1 % de la intensidad del haz primario, el haz secundario solo es visible si puede resaltar con respecto al entorno oscuro, es decir, por la noche o cuando se conduce a través de un túnel sin iluminar.

20 Especialmente molestas son las imágenes dobles que aparecen con las pantallas de visualización frontal (HUDs, head-up-displays, por sus siglas en inglés). Con las pantallas HUDs, una imagen que contiene datos importantes para el conductor se proyecta sobre el parabrisas por medio de un dispositivo óptico dispuesto en la parte superior del salpicadero en el lado del conductor. La imagen se refleja sobre el parabrisas y llega al conductor, el cual ve una imagen virtual que parece estar situada delante del vehículo. Sin embargo, el conductor ve dos imágenes separadas, es decir, una imagen que es generada por la reflexión sobre la superficie interior del parabrisas y una imagen adicional, la denominada imagen fantasma, que es generada por la reflexión sobre la superficie exterior del parabrisas.

25 Las imágenes dobles observables en la transmisión tienen lugar en hojas de vidrio que tienen los denominados errores internos y en hojas de vidrio curvadas. Dado que las hojas de vidrio flotado que se utilizan en la actualidad para la fabricación de parabrisas, a diferencia de las hojas de vidrio utilizadas antiguamente, prácticamente no tienen errores internos, las imágenes dobles se observan en la transmisión substancialmente sólo en hojas de vidrio curvadas. No obstante, dependiendo de la forma y de la correspondiente inclinación de la instalación de los parabrisas, las imágenes dobles pueden adquirir unas dimensiones bastante molestas.

30 Según J.P. Aclocque, "Doppelbilder als störender optischer Fehler der Windschutzscheibe [Double images as interfering optical errors in windshields]" en Z. Glastechn. Ber. 193 (1970) pp. 193 - 198, el ángulo de imagen doble se puede calcular como una función del radio de curvatura y del ángulo de incidencia del haz de luz según la siguiente ecuación:

$$\eta = \frac{2t}{R_c} \frac{\text{sen}\varphi}{\sqrt{n^2 - \text{sen}^2\varphi}} \quad [1]$$

- en donde η es el ángulo de imagen doble,
- n es el índice de refracción del vidrio,
- t es el grosor de la hoja de vidrio,
- 40 R_c es el radio de curvatura de la hoja de vidrio en la posición del haz de luz incidente, y
- φ es el ángulo de incidencia del haz de luz con respecto a la perpendicular a la hoja.

Dado que, con hojas de vidrio planas, el ángulo de imagen doble η depende, de acuerdo a la fórmula

$$\eta = 2\delta \frac{\sqrt{n^2 - \text{sen}^2\varphi}}{\cos\varphi} \quad [2]$$

45 del ángulo interno δ formado por las superficies de vidrio, es posible, al igualar las dos ecuaciones, calcular el ángulo interno δ que es necesario para la eliminación de la imagen doble con un radio de curvatura R_c dado y con un ángulo de incidencia φ dado, según la fórmula

$$\delta = \frac{t}{R_c} \cdot \frac{\text{sen} \varphi \cos \varphi}{n^2 - \text{sen}^2 \varphi} \quad [3]$$

De los documentos de patente de Alemania DE 19535053 A1 y DE 19611483 A1, es conocida la utilización de las relaciones físicas al objeto de reducir las imágenes dobles interferentes en hojas de vidrio curvadas, ya que para la fabricación de un parabrisas hecho de vidrio laminado se utiliza una película de unión que tiene una sección transversal con forma de cuña. El cálculo del ángulo interno se basa en un ángulo de incidencia promedio y en un radio de curvatura promedio del parabrisas. Por medio de las medidas propuestas en este documento, se asegura que la cantidad de ángulo de imagen doble, en base a todo el parabrisas, se puede reducir en al menos un 20 %, y, en particular, en al menos un 60 %. La zona de mayor grosor de la película de unión está en la parte superior, y con una curvatura creciente del parabrisas, se utiliza una película de unión con un ángulo interno mayor.

Con parabrisas con una curva relativamente sencilla, se pueden obtener resultados satisfactorios con estos métodos conocidos, es decir, con una película de unión con un ángulo interno constante. Con los denominados parabrisas panorámicos, sin embargo, que son más curvados en la zona superior y eventualmente también en las zonas laterales, las imágenes dobles no se pueden reducir adecuadamente de esta forma. En consecuencia, al menos con hojas de vidrio curvadas de forma compleja, las imágenes dobles que pueden molestar al conductor de forma significativa siguen siendo visibles en la transmisión.

Además, para las pantallas HUDs es conocido, por ejemplo a partir del documento de patente europea EP 0420228 B1, para la reducción de las imágenes fantasma, la disposición de una capa de película intermedia con una sección transversal con forma de cuña entre las dos hojas de vidrio. Por lo tanto, se consigue que las dos superficies del parabrisas no sean paralelas entre sí, sino que formen un pequeño ángulo de tal manera que las dos imágenes reflejadas desde la superficie de vidrio interior y exterior se superponen entre sí y, de forma ideal, se cubren por completo entre sí. El ángulo interno óptimo depende en este caso, además del grosor del parabrisas, del coeficiente de refracción del vidrio, de la posición del observador y de la posición de la fuente de imagen de la pantalla HUD, los cuales se pueden suponer que tienen valores constantes en el caso individual, del ángulo de incidencia de los haces de luz y del radio de curvatura del parabrisas en la zona del campo de visualización con pantalla HUD. Según las fórmulas matemáticas indicadas en dicha patente, el ángulo interno se puede calcular de acuerdo a leyes físicas conocidas.

Para parabrisas planos, las imágenes fantasma se pueden eliminar en gran medida por medio de dichas capas intermedias con una sección transversal con forma de cuña. Sin embargo, normalmente, los parabrisas están curvados en la dirección vertical y en la horizontal. Con parabrisas curvados, evidentemente, el efecto de las imágenes fantasma ya se reduce en cierta medida por medio de la curvatura vertical, y se obtiene una mejora adicional por medio de una capa intermedia con forma de cuña. Sin embargo, las imágenes dobles interferentes no quedan eliminadas por completo dado que el ángulo interno elegido para la capa intermedia solo da lugar a una cobertura completa de las imágenes reflejadas para un único punto o para una línea dentro de la zona del campo de visualización con pantalla HUD.

La fabricación de las películas intermedias con un perfil de grosor con forma de cuña que se extiende de forma continua a lo largo de la anchura de la banda de película, de borde a borde, no presenta problemas técnicos. No obstante, cuando las bandas de película fabricadas se enrollan en bobinas para su almacenamiento y transporte, las bobinas adoptan una forma que cada vez es más cónica, lo cual da lugar a dificultades en el manejo y transporte de las bobinas. Para evitar estas dificultades, del documento de patente europea EP 0647329 se conoce la fabricación de bandas de película que tienen, en ambos bordes, un perfil de grosor uniforme a lo largo de una anchura de al menos el 20 % de la anchura de la banda, seguido de un perfil de grosor con forma de cuña que se extiende en cada caso hasta el centro de la banda de película. Estas bandas de película que tienen forma de cuña sólo en la zona central pueden ser enrolladas en núcleos cilíndricos convencionales. Las bandas se separan en el centro para un procesamiento posterior, se cortan según la forma deseada y se combinan con las hojas de vidrio individuales de tal manera que la parte con forma de cuña de la banda queda dispuesta en la zona inferior del parabrisas en la que está dispuesta la ventana de visualización con pantalla HUD.

Con unas capas intermedias de este tipo, con una sección transversal superior de planos paralelos y una inferior con forma de cuña, las distorsiones ópticas se producen en la hoja de vidrio laminada final en la zona de transición, es decir, a lo largo de la frontera entre la sección transversal de planos paralelos y la de forma de cuña. Para evitar esta desventaja, del documento de patente europea EP 1063205 se conoce una película intermedia para la fabricación de parabrisas con un campo de visualización con pantalla HUD, la cual incluye un perfil de sección transversal que disminuye en grosor como una curva. Esta capa intermedia conocida tiene, en la zona inferior del parabrisas en la que está ubicado el campo de visualización con pantalla HUD, una sección transversal con forma de cuña, y en la zona superior del parabrisas un grosor constante, aunque el cambio de grosor no es abrupto, sino que, en su lugar, disminuye en forma de curva. Sin duda, las distorsiones ópticas que tienen lugar en esta zona de transición se reducen de esta forma; no obstante, la evolución con forma de curva del perfil de la sección transversal queda por encima del campo de visualización con pantalla HUD y, por lo tanto, no tiene influencia adicional sobre las imágenes fantasma dado que en el propio campo de visualización con pantalla HUD, la película intermedia continua teniendo un ángulo interno constante.

El documento de patente de EE.UU. nº 5.945.199 A describe una hoja de vidrio de vehículo con una lámina de poliuretano con forma de cuña fijada a su superficie interior al objeto de eliminar las imágenes fantasma en la pantalla HUD.

5 La evolución en el campo del automóvil está dirigida a poner cada vez más datos a disposición del conductor a través de la pantalla de visualización frontal. Esto significa, por un lado, que los anchos de línea de las pantallas se hacen más pequeños. Sin embargo, con anchos de línea más pequeños, las líneas de las imágenes fantasma se presentan separadas de las líneas de las imágenes reales y, en consecuencia, se perciben de forma separada por parte del observador, de manera que las imágenes fantasma se soportan de forma particularmente molesta. Por otro lado, se necesitan unos campos de visualización con pantalla HUD mayores para datos adicionales, de manera que la aparición de imágenes fantasma aumenta en el borde superior e inferior del campo de visualización con pantalla HUD. Por estas razones, aumenta la demanda de calidad en las imágenes de pantalla HUD en lo que se refiere a la minimización adicional de las imágenes fantasma.

El objeto de la invención es la obtención de una superposición mayor de las imágenes dobles en parabrisas curvados.

15 Este objeto se consigue según la invención, ya que las dos superficies de vidrio tienen unos ángulos internos continuamente cambiantes que dependen del ángulo de incidencia local correspondiente de los haces de luz y del radio de curvatura local correspondiente del parabrisas.

20 Dado que, en última instancia, sólo la evolución del ángulo interno formado por las superficies de vidrio es responsable de las imágenes dobles y de su compensación, es posible, en principio, incorporar la evolución del ángulo interno requerida al interior de una de las hojas de vidrio individuales utilizadas en la fabricación del vidrio laminado, o al interior de ambas hojas de vidrio. La invención, no obstante, se puede realizar de forma económica cuando los ángulos internos continuamente cambiantes requeridos se incorporan dentro de la película termoplástica intermedia que se utiliza para la fabricación del parabrisas.

25 Las curvas relativamente fuertes de las hojas de vidrio se asocian frecuentemente con ligeros cambios en el grosor como resultado del estiramiento del vidrio en la zona. En consecuencia, es aconsejable, para la determinación del ángulo interno continuamente cambiante, tener en cuenta los cambios en el grosor originados por la deformación de las hojas de vidrio individuales.

30 Los parabrisas curvados de forma compleja que tienen además curvas relativamente fuertes en la dirección horizontal también, por ejemplo, en las zonas extremas laterales, y que, en consecuencia, dan lugar a molestas imágenes dobles en la transmisión en estas zonas, se distinguen en una oportuna mejora de la invención en que las superficies del parabrisas también tienen ángulos internos continuamente cambiantes en la dirección horizontal. Para dichos parabrisas, se pueden obtener unas películas intermedias con un perfil de grosor complejo, por ejemplo, por medio del apilamiento de dos películas con cuña cruzadas, o incluso por medio del revestimiento superficial posterior de la película intermedia.

35 Con geometrías de las hojas de vidrio complejas, que tienen una curva relativamente fuerte tanto vertical como horizontalmente, se debe tener en cuenta, no obstante, en el cálculo de la evolución de los ángulos internos de compensación, que la trayectoria del haz ya no queda dispuesta en un plano, sino que es tridimensional.

40 La evolución requerida de los ángulos internos y el perfil de grosor resultante de la película intermedia se deben calcular de forma independiente para cada forma de hoja de vidrio. De forma ventajosa, la forma y la inclinación de la instalación del parabrisas a lo largo de la línea central vertical del parabrisas son el fundamento para el cálculo de los ángulos internos de compensación que se requieren para la eliminación de las imágenes dobles que surgen en la transmisión. A lo largo de esta línea, comenzando desde el borde inferior del parabrisas, los ángulos internos de compensación que se requieren en casa caso en estas posiciones se determinan por medio de la utilización de la ecuación [3] mencionada con anterioridad. Estos cálculos se continúan haciendo hasta el borde superior del parabrisas. De esta forma, se determina la evolución completa de los ángulos internos a lo largo de toda la altura de la hoja de vidrio. A partir de la evolución del ángulo interno así determinada, se calcula entonces el perfil del grosor de la capa termoplástica intermedia con la que las hojas de vidrio individuales se unen entre sí utilizando calor y presión. Este perfil de grosor se trasfiere a la hoja de vidrio laminado final tras la unión de las hojas de vidrio.

50 Por lo tanto, el parabrisas curvado de vehículo, que tiene un borde inferior y un borde superior y que está curvado en una dirección vertical, tiene normalmente unos ángulos internos continuamente cambiantes que cambian continuamente desde el borde inferior hasta el borde superior del parabrisas. En particular, los ángulos internos disminuyen continuamente desde el borde inferior hasta el borde superior del parabrisas.

55 Para el cálculo de los ángulos de imagen doble y de los correspondientes ángulos internos de compensación local, se puede seleccionar la configuración recomendada en la especificación de prueba del Anexo 3 del ECE R43 para la determinación del ángulo de imagen doble. Con esta configuración, se determinan los ángulos de imagen doble cuando la cabeza del conductor se mueve en vertical desde una posición inferior hasta una posición extrema superior. Dicho de otro modo, la dirección de visión del conductor siempre permanece horizontal. Sin embargo, preferiblemente, se elige una configuración mediante la que el ángulo de imagen doble se calcula a partir de una

posición central constante del conductor (punto ocular), con lo que cambia el ángulo de visión del conductor a través del parabrisas. Ha resultado que esta configuración se corresponde más con la práctica que la configuración proporcionada en la especificación de prueba.

5 El perfil del grosor según la invención se puede obtener por medio de la utilización de una boquilla ranurada apropiada durante la extrusión de la película, o incluso por medio de un estiramiento selectivo de la película calentada con el apropiado perfil de temperatura. También es posible, no obstante, generar el perfil de grosor deseado por medio de un revestimiento posterior del film. Estos métodos también se pueden combinar al generar, por ejemplo, el perfil de grosor en una dirección con una boquilla ranurada apropiada durante la extrusión y en la otra dirección por medio de un estiramiento apropiado posterior de la película.

10 Al objeto de eliminar las imágenes dobles que aparecen en el campo de visualización en un dispositivo de pantalla HUD, el parabrisas necesita tener el perfil de cuña según la invención sólo en la zona del campo de visualización con pantalla HUD. Dicho de otro modo, la superficie exterior e interior del parabrisas tienen en este campo de visualización en la dirección vertical un ángulo interno que cambia continuamente desde el borde inferior del campo de visualización con pantalla HUD hasta el borde superior del campo de visualización con pantalla HUD y que
15 compensa las imágenes dobles en todo punto situado en la línea central vertical del campo con pantalla HUD.

Los ángulos internos continuamente cambiantes de esta forma dan lugar, en la zona del campo de visualización con pantalla HUD, no a un cambio lineal, sino a un cambio con forma de curva calculado con precisión en el grosor del parabrisas. La evolución del ángulo interno requerida para una superposición completa de las imágenes se puede determinar a lo largo de la altura del campo de visualización con pantalla HUD.

20 Para los parabrisas que tienden a formar imágenes dobles en la transmisión como resultado de sus curvaturas verticales (curvatura transversal) y de la inclinación de sus instalaciones, y que tienen además un campo de visualización con pantalla HUD, la evolución del ángulo interno en el campo de visualización con pantalla HUD se calcula, en una mejora de la invención, por medio de la utilización de las fórmulas que se presentan más adelante en detalle, de tal manera que se evitan las imágenes dobles que aparecen en la reflexión, a la vez que, en la superficie
25 restante de la hoja de vidrio, la evolución del ángulo interno se determina utilizando las ecuaciones mencionadas con anterioridad de J.P. Acloque, de manera que por fuera del campo de visualización con pantalla HUD se evitan las imágenes dobles que aparecen en la transmisión.

Dado que en los parabrisas que tienen sólo una ligera curvatura transversal el peligro de la generación de imágenes dobles es muy pequeño, esto quiere decir que el ángulo interno para la compensación de las imágenes dobles en la
30 transmisión por fuera del campo de visualización con pantalla HUD es prácticamente cero. Sin embargo, ya que las películas que tienen la evolución del ángulo interno requerida en el campo de visualización con pantalla HUD frecuentemente tienen también, por razones de fabricación, un ángulo interno por fuera de este campo, el efecto puede dar lugar a que, en estas zonas, las imágenes dobles que no estarían presentes con una película sin un ángulo interno, es decir, con superficies paralelas, aparecen en este caso en la transmisión debido a una
35 sobrecompensación. Este efecto se puede evitar por medio de una conformación apropiada de las películas de unión.

A continuación, se explica en detalle la invención haciendo referencia en cada caso a una realización a modo de ejemplo y a los dibujos. Los dibujos representan

40 La figura 1 una ilustración esquemática simplificada de la evolución de los haces que da lugar a la generación de la imagen doble en la transmisión;

La figura 2 un diagrama que representa, para una forma específica de parabrisas, la evolución de los ángulos de imagen doble a lo largo de la altura del parabrisas que se observan desde el punto ocular;

La figura 3 un diagrama que representa la evolución de los ángulos internos de compensación calculados a lo largo de la altura del parabrisas (no reivindicado);

45 La figura 4 la evolución del perfil del grosor de la película intermedia correspondiente a los ángulos internos de compensación (no reivindicado);

La figura 5 una ilustración esquemática de la trayectoria del haz que da lugar a la generación de imágenes fantasma con una pantalla de visualización frontal;

50 La figura 6 la misma trayectoria del haz que en la figura 5, pero con una conformación del parabrisas según la invención en el campo de visualización con pantalla HUD;

La figura 7 la evolución según la invención del ángulo interno entre la superficie de vidrio interior y exterior en la zona del campo de visualización con pantalla HUD, y

La figura 8 la evolución del perfil del grosor de la película intermedia en la zona del campo de visualización con pantalla HUD, cuando la evolución del ángulo interno deseada se ha de obtener exclusivamente por medio del perfil

del grosor de la película intermedia.

La figura 1 representa la evolución básica del haz cuando éste da lugar, con el paso del haz a través de un parabrisas 1 curvado, a la generación de imágenes dobles en la transmisión al ojo 2 del conductor. El haz de luz primario P, el cual llega al ojo del conductor 2 como el haz primario P' después de una deflexión doble sobre las dos superficies de la hoja de vidrio 1, proviene de la fuente de luz 3. Sin embargo, el ojo ve la fuente de luz 3 brillante como la imagen primaria 3' que es extensión del haz primario P'. En el interior de la hoja de vidrio 1, una pequeña parte del haz primario P se refleja dos veces sobre las superficies de vidrio y sale de la hoja de vidrio como el haz secundario S. El ojo del conductor 2 ve la imagen doble 3'' como extensión del haz secundario S. En la zona en la que el haz primario que proviene de la fuente de luz 3 incide en la hoja de vidrio 1, la hoja de vidrio 1 tiene una curvatura con radio de curvatura R_C . El ángulo formado por el haz primario P' y el haz secundario S es el denominado ángulo de imagen doble η .

En lo que sigue, los cálculos para la determinación de la evolución del ángulo interno se realizan para un modelo específico de parabrisas que ha sido diseñado para un vehículo en desarrollo.

El cálculo se lleva a cabo de tal manera que los ángulos de imagen doble η que se generan en el ojo del conductor se calculan a lo largo de una sección vertical en el centro del parabrisas de acuerdo a la fórmula [1] mencionada con anterioridad, teniendo en cuenta el ángulo de instalación real y una posición media del ojo.

En la tabla 1 siguiente, los puntos sobre la línea vertical central del parabrisas, en los que se ha llevado a cabo el cálculo del ángulo de imagen doble, quedan definidos por su distancia en mm con respecto a la marca del borde del capó. En estos puntos de medición, se determinan los siguientes valores en cada caso: por un lado, el ángulo de inclinación φ determinado por la perpendicular a la tangente a la hoja de vidrio curvada; por otro lado, el radio de curvatura R_C de la hoja de vidrio. A partir de estos datos, utilizando la ecuación [1] mencionada con anterioridad, en primer lugar, se calcula el ángulo de imagen doble η ; y, a continuación, utilizando la ecuación [3], el ángulo interno δ que se requiere en esa posición para la compensación de la imagen doble. En las fórmulas de cálculo, el índice de refracción del vidrio se supone que es de 1,52, y el grosor t del parabrisas de 4,96 mm. El grosor de la película se determina por medio de la utilización de los valores calculados para los ángulos internos.

Tabla 1

Distancia a la marca (mm)	φ (°)	R_C (mm)	η (')	Δ (mrad)	Grosor de la película (mm)
1.531	68,17	3.464	2,484	0,228	1,399
1.429	59,95	3.481	3,418	0,300	1,375
1.327	53,18	3.482	4,201	0,350	1,345
1.225	47,75	3.468	4,850	0,383	1,309
1.123	43,43	3.439	5,392	0,404	1,270
1.021	40,02	3.397	5,855	0,417	1,229
919	37,34	3.343	6,259	0,426	1,186
817	35,24	3.279	6,625	0,434	1,143
714	33,61	3.207	6,964	0,441	1,098
612	32,37	3.127	7,286	0,449	1,053
510	31,45	3.042	7,602	0,459	1,008
408	30,80	2.952	7,911	0,470	0,961
306	30,38	2.859	8,220	0,483	0,913
204	30,17	2.765	8,529	0,499	0,864
102	30,14	2.670	8,836	0,516	0,813
0	30,12	2.575	9,165	0,535	0,760

Dado que con las películas estándar convencionales, por razones de resistencia a la perforación del parabrisas, el grosor es de 0,76 mm, con la capa intermedia según la invención el grosor de la película en su punto más delgado tiene también el valor de 0,76 mm. El grosor aumenta de forma continua hasta 1,399 mm en el borde superior del

parabrisas.

Los valores así calculados para el ángulo de imagen doble η , el ángulo interno de compensación δ y para el grosor de la película se muestran en las figuras 2 a 4 en forma de unos diagramas correspondientes. Mientras que la figura 2 muestra la evolución del ángulo de imagen doble η (en minutos angulares) con respecto al aumento de la distancia a la marca del borde del capó, la figura 3 muestra la evolución del ángulo interno de compensación δ en mrad, también con respecto al aumento de la distancia a la marca del borde del capó. Y por último, la figura 4 muestra el perfil del grosor de la película intermedia que da lugar al ángulo interno constantemente cambiante requerido entre las superficies del vidrio cuando las hojas de vidrio individuales se unen entre sí con dicha película intermedia utilizando calor y presión.

- 5
- 10 En la figura 4, la curva en línea continua representa el perfil del grosor de la película intermedia correspondiente a la tabla. Por el contrario, la curva en línea de puntos muestra la evolución lineal del perfil del grosor de la película intermedia correspondiente a la técnica anterior, con un ángulo interno constante.

Durante el proceso de curvado de las hojas de vidrio, es decir, en la transición desde la forma bidimensional hasta la forma tridimensional, dependiendo del grado de la curvatura, las hojas de vidrio se expanden ligeramente en algunas zonas, lo cual está inevitablemente asociado a los cambios en el grosor. Estos cambios de grosor pueden llegar, en el caso de hojas de vidrio curvadas de forma esférica, hasta unos pocos μm , en las zonas que hayan sido sometidas localmente a un calentamiento mayor. Estos cambios inevitables en el grosor que afectan a la evolución del ángulo interno en una dirección o en otra, dependiendo de la forma del parabrisas, se deben tener en cuenta en consecuencia para la determinación final de la evolución del ángulo interno. Incluso la mínima expansión de la película intermedia que tiene lugar durante el proceso de unión, es decir, durante la transición desde la forma bidimensional hasta la forma tridimensional, se debe considerar en la determinación de la evolución del ángulo interno.

- 15
- 20

Incluso las pequeñas desviaciones geométricas pueden tener un efecto significativo en las imágenes dobles. No obstante, normalmente es posible durante la fase de prototipo de la ingeniería del automóvil ajustar aún más el perfil del ángulo interno de forma precisa a la situación dada.

- 25

Mientras que la realización previamente descrita a modo de ejemplo está relacionada con la eliminación de las imágenes dobles que se observan en la transmisión con parabrisas curvados; en lo que sigue, haciendo referencia a las figuras 5 a 8, se describe una realización a modo de ejemplo que está relacionada con la eliminación de las imágenes dobles que se generan en un campo de visualización con pantalla HUD.

- 30 En las figuras 5 y 6, el parabrisas 11 se ilustra únicamente por medio de su superficie interior 12 y su superficie exterior 13, ya que, en este caso de nuevo, sólo estas dos superficies son las responsables de la reflexión de las imágenes. El grosor del parabrisas tiene el valor t . El haz de luz R_i que proviene de la fuente de luz 14 incide en la superficie interior 12 de la hoja de vidrio, la cual tiene en ese punto un radio de curvatura R_C desde el centro 16 del círculo, con un ángulo de incidencia θ . El haz de luz es reflejado con el mismo ángulo θ de esta superficie de vidrio, llegando al ojo 15 del observador como el haz de luz R_r . El ojo 15 del observador ve la fuente de luz 14 como una imagen virtual 18 situada en el exterior delante del parabrisas 11. Al mismo tiempo, el haz de luz R_i' que proviene de la fuente de luz 14 penetra en la hoja de vidrio 11 según un ángulo correspondiente al índice de refracción de la hoja de vidrio (dado que el índice de refracción del vidrio de silicato y el índice de refracción de la película intermedia son muy parecidos, es posible suponer un índice de refracción uniforme para la hoja de vidrio laminada) y llega al ojo 15 del observador después de haber sido refractado de nuevo en la superficie interior del vidrio como el haz de luz reflejado R_r' . El ojo 15 del observador ve esta imagen reflejada que es extensión del haz de luz R_r' como la imagen doble 17.

- 35
- 40
- 45 La figura 6 ilustra cómo, a través del reposicionamiento angular de la superficie de vidrio exterior 13 en un ángulo interno α_0 hasta la posición 13', el haz de luz reflejado sobre la superficie de vidrio exterior se puede desplazar de manera que coincida con el haz de luz R_v reflejado sobre la superficie interior 12, de tal forma que la imagen doble se superpone por completo con la imagen virtual 18.

Tal y como se puede apreciar a partir de los dibujos, el ángulo interno α_0 depende del ángulo de incidencia θ , del radio de curvatura local R_C del parabrisas en ese punto, de la distancia R_i de la fuente de luz al parabrisas, del grosor t y del índice de refracción del parabrisas. Los parámetros siguientes ilustrados en los dibujos, aparecen también en las fórmulas para el cálculo del ángulo interno óptimo que da lugar a una superposición total de la imagen fantasma y la imagen virtual:

- 50

- R_v la distancia entre el observador y la imagen virtual
- R_g la distancia entre el observador y la imagen fantasma
- θ_i el ángulo de incidencia del haz secundario
- 55 θ_r el ángulo del haz secundario que sale de la superficie de vidrio interior

- η_1 el ángulo entre la perpendicular en el punto de reflexión del haz primario y la perpendicular en el punto en el que el haz secundario penetra en la hoja de vidrio
- η_2 el ángulo entre la perpendicular en el punto de reflexión del haz primario y la perpendicular en el punto de reflexión del haz secundario sobre la superficie de vidrio exterior
- 5 η_3 el ángulo entre la perpendicular en el punto de reflexión del haz primario y la perpendicular en el punto en el que el haz secundario sale de la superficie de vidrio interior
- φ_i el ángulo entre la horizontal y el haz secundario en el interior de la hoja de vidrio, y
- φ_r el ángulo entre la horizontal y el haz secundario reflejado sobre la superficie de vidrio exterior en el interior de la hoja de vidrio.

10 En este caso, "haz primario" hace referencia al haz de luz reflejado sobre la superficie de vidrio interior 12, y "haz secundario" hace referencia al haz de luz reflejado sobre la superficie de vidrio exterior 13, los cuales tienen el mismo punto de origen y son vistos de forma simultánea por el observador.

La determinación de las imágenes virtuales de la trayectoria óptica del haz ilustrada en la figura 5 se realiza por medio de la utilización de la ley de refracción para el haz primario y secundario según las ecuaciones siguientes:

15
$$\text{sen}(\theta_i + \eta_1) = n \cdot \text{sen}(\varphi_i + \eta_1) \quad \text{y} \quad \text{sen}(\theta_r + \eta_3) = n \cdot \text{sen}(\varphi_r + \eta_3)$$

Se ignoran las reflexiones sobre las superficies límites entre las dos hojas de vidrio individuales y sobre la capa de PVB intermedia dado que tienen aproximadamente el mismo índice de refracción de $n = 1,52$.

La proyección del haz primario y del haz secundario sobre el eje vertical da lugar a la ecuación

$$(R_i + R_r) \text{sen} \theta = (R_i \tan \theta_i + R_r \tan \theta_r) \cos \theta + t(\tan \varphi_i + \tan \varphi_r)$$

20 El ángulo interno se lleva a la práctica por medio del giro de la superficie de vidrio exterior alrededor de la intersección con el eje primario. Girar un ángulo α da lugar también a un giro del haz reflejado en un ángulo 2α . Esto da lugar a

$$2\alpha = \varphi_r - \varphi_i + 2\eta_2$$

25 La determinación del ángulo η requiere unas aproximaciones que son estrictamente válidas sólo para pequeños ángulos:

$$\tan \eta_1 = \frac{R_i \text{sen}(\theta - \theta_i)}{R_c \cos \theta_i} \quad \tan \eta_2 = \frac{t \tan \varphi_i - R_c \tan \eta_1}{R_c + t} \quad \tan \eta_3 = \frac{t(\tan \varphi_i + \tan \varphi_r) - R_c \tan \eta_1}{R_c}$$

Este conjunto de ecuaciones se puede resolver numéricamente, por ejemplo, por medio de intervalos anidados. El ángulo interno óptimo $\alpha_0 = \alpha_0(R_i, R_c, t, \theta, n)$ para la eliminación de la imagen doble es independiente de la distancia R_r del observador 15.

30 En la realización a modo de ejemplo que se presenta a continuación, se han utilizado los datos correspondientes a un parabrisas curvado real y a una posición de instalación real. El grosor del parabrisas es de 4,46 mm, y el índice de refracción de 1,52. Los cálculos se han realizado para un campo de visualización con pantalla HUD con una altura de aproximadamente 225 mm, con los parámetros requeridos calculados en 11 posiciones diferentes sobre la línea vertical central del campo de visualización con pantalla HUD. Los datos individuales y los valores de los ángulos internos requeridos se presentan en la tabla 2.

Tabla 2

Campo de visualización con pantalla HUD	Posición (mm)	Ángulo de incidencia	R_c (mm)	R_i (mm)	Ángulo interno
Parte superior	224,76	59,45	5.948	1.096	0,37
	203,19	60,01	6.290	1.077	0,38
	181,62	60,55	6.683	1.057	0,39
	160,05	61,07	7.135	1.038	0,401

ES 2 671 174 T3

	138,47	61,58	7.671	1.019	0,411
Centro	116,9	62,08	8.301	1.000	0,422
	93,52	62,61	9.132	979	0,434
	70,14	63,12	10.164	959	0,446
	46,76	63,62	11.481	939	0,458
	23,38	64,12	13.213	918	0,47
Parte inferior	0	64,61	15.587	898	0,482

- En la figura 7, la evolución del ángulo interno calculado se presenta como una función de la posición en el campo de visualización con pantalla HUD. Todos los valores se refieren a la línea vertical central en el campo de visualización con pantalla HUD, haciendo referencia los datos de las abscisas a la distancia en mm desde el borde inferior del campo de visualización con pantalla HUD, y presentándose los ángulos internos asociados en mrad. El ángulo interno disminuye linealmente en la zona del campo de visualización con pantalla HUD desde 0,482 mrad en el borde inferior del campo de visualización hasta 0,370 mrad en el borde superior. Al fabricar la película termoplástica, se puede conseguir una evolución del ángulo interno de este tipo por medio del correspondiente diseño de las boquillas de extrusión.
- 5 El cómo afecta esta evolución del ángulo interno al perfil del grosor de la capa termoplástica intermedia queda determinado por medio de la correspondiente conversión. La tabla 3 presenta los valores del grosor de la película para las posiciones individuales dentro del campo de visualización con pantalla HUD.

Tabla 3

	Posición (mm)	Grosor de la película (mm)
Parte superior	224,76	0,999
	203,19	0,991
	181,62	0,983
	160,05	0,974
	138,47	0,966
Centro	116,90	0,957
	93,52	0,947
	70,14	0,937
	46,76	0,926
	23,38	0,916
Parte inferior	0,00	0,905
	-300	0,760

- 15 El cálculo se basa en las suposiciones de que el campo con pantalla HUD comienza a una distancia de 300 mm del borde inferior del parabrisas y de que el ángulo interno en esta zona inferior es constante y se corresponde con el valor en el borde inferior del campo con pantalla HUD. Bajo estos supuestos, el grosor de la película en el borde inferior del parabrisas se corresponde con el grosor convencional de 0,76 mm. Por encima y por debajo del campo de visualización con pantalla HUD, también se supone un ángulo interno constante en este ejemplo, de tal forma
- 20 manera que el grosor de la película en estas zonas aumenta de forma lineal.

Sin embargo, si las imágenes dobles en la transmisión no se compensan de forma adecuada en la parte exterior al campo con pantalla HUD, es posible, en particular en la zona superior del parabrisas, modificar de forma continua la evolución del ángulo interno según el método de cálculo descrito, de tal manera que el peligro de la generación de imágenes dobles en la transmisión se evita en gran medida de esta forma.

Si aparecen ángulos internos muy diferentes en la zona de transición que va desde el campo con pantalla HUD hasta la zona superior de la hoja de vidrio, es posible adaptar la transición de la curva dentro de una determinada zona de transición al objeto de evitar interferencias ópticas. La zona de transición debe estar situada por fuera del campo con pantalla HUD al objeto de que la función de pantalla HUD no se reduzca en el campo con pantalla HUD.

5 En la figura 8, la curva 20 representa el perfil del grosor de la película intermedia correspondiente a la tabla 3. Por el contrario, la curva 21 muestra la evolución lineal del perfil del grosor de la película intermedia con un ángulo interno constante. Mientras que la cura 20 es lineal por encima y por debajo del campo de visualización con pantalla HUD de altura 225 mm, es decir, tiene un ángulo interno constante, en la zona del campo de visualización con pantalla HUD, tiene una evolución con forma curvada que es claramente diferente de una línea recta.

10 También en este caso, los cambios en el grosor de las hojas de vidrio que ocurren inevitablemente durante el proceso de curvado, y asimismo las mínimas expansiones de la película intermedia que tienen lugar durante el proceso de unión, se deben tener en cuenta adecuadamente para la determinación final de la evolución del ángulo interno.

15 Incluso las pequeñas desviaciones geométricas pueden tener un efecto significativo sobre las propiedades ópticas del campo de visualización con pantalla HUD. No obstante, normalmente es posible durante la fase de prototipo de la ingeniería del automóvil ajustar aún más el perfil del ángulo interno de forma precisa a la situación dada.

20 En resumen, las imágenes dobles interferentes que se generan en la transmisión con los parabrisas curvados hechos de vidrio laminado durante la conducción por la noche y con las pantallas de visualización frontal en la reflexión se pueden reducir por medio de una película termoplástica intermedia con forma de cuña. El perfil del ángulo interno requerido para la compensación de las imágenes dobles se determina localmente como una función de la forma de la hoja de vidrio y de la situación de instalación (no se reivindica como tal). Según la invención, la evolución del ángulo interno se puede determinar en el campo con pantalla HUD de tal manera que se evitan las imágenes dobles en la reflexión. No obstante, por fuera del campo con pantalla HUD, se elige una evolución del ángulo interno que compensa las imágenes dobles en la transmisión. El perfil del ángulo interno específicamente adaptado hace posible una mejor compensación de las imágenes dobles que la que es posible obtener con una película con un ángulo interno constante.

25 En consecuencia, lo que se ha presentado es un parabrisas curvado de vehículo hecho de vidrio laminado y sus métodos relacionados. A pesar de que el parabrisas y los métodos se han descrito por medio de realizaciones específicas y aplicaciones de los mismos, se entiende que se podrían realizar en las mismas numerosas modificaciones y variaciones por parte de los expertos en la técnica sin salirse de la invención. Por lo tanto, se ha de entender que dentro del alcance de las reivindicaciones, la invención se puede poner en práctica de una manera distinta a la específicamente descrita en la presente memoria.

30

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un parabrisas curvado de vehículo hecho de vidrio laminado, comprendiendo el parabrisas curvado de vehículo una superficie exterior y una superficie interior, formando la superficie exterior y la superficie interior un ángulo interno entre sí continuamente cambiante en una o más zonas al objeto de prevenir o reducir las imágenes dobles interferentes,
- dependiendo los ángulos internos de un ángulo de incidencia local correspondiente de los haces de luz y de un radio de curvatura local correspondiente del parabrisas curvado de vehículo,
- 10 teniendo el parabrisas curvado de vehículo un campo de visualización con pantalla de visualización frontal (HUD), en el que los ángulos internos continuamente cambiantes cambian de forma continua desde el borde inferior hasta el borde superior del campo de visualización con pantalla HUD, de tal manera que compensa las imágenes dobles en cualquier punto de la línea central vertical del campo de visualización con pantalla HUD.
2. El parabrisas curvado de vehículo según la reivindicación 1, en el que los ángulos internos continuamente cambiantes también cambian de forma continua en una dirección horizontal de la zona del campo de visualización con pantalla HUD.
- 15 3. El parabrisas curvado de vehículo según la reivindicación 1 o 2, en el que los ángulos internos continuamente cambiantes están incorporados en el interior de una película intermedia.
4. El parabrisas curvado de vehículo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que los cambios en el grosor causados por la deformación de las láminas de vidrio individuales se tienen en cuenta cuando se determinan los ángulos internos continuamente cambiantes.
- 20 5. El parabrisas curvado de vehículo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, teniendo dicho parabrisas curvado de vehículo un campo de visualización con pantalla de visualización frontal (HUD) con un ángulo interno continuamente cambiante que evita las imágenes dobles en la reflexión y, por fuera del campo de visualización con pantalla HUD, unos ángulos internos continuamente cambiantes que evitan que las imágenes dobles aparezcan en la transmisión.

25

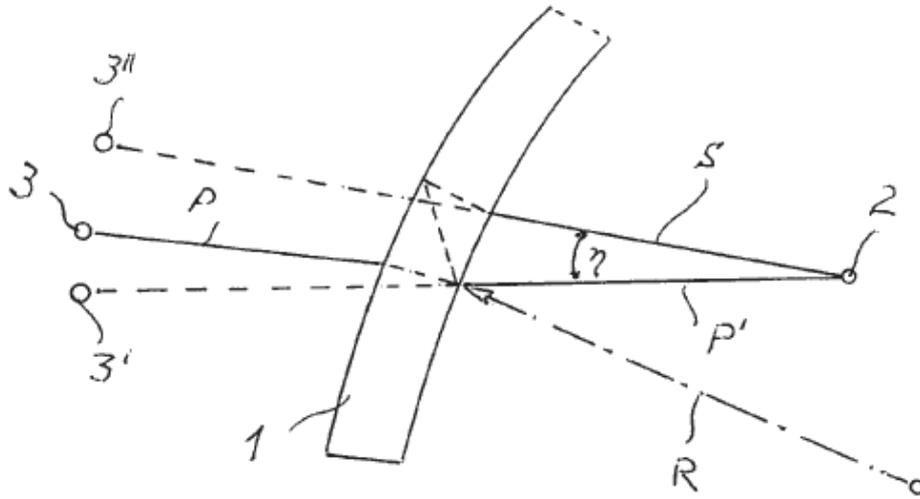


Fig. 1

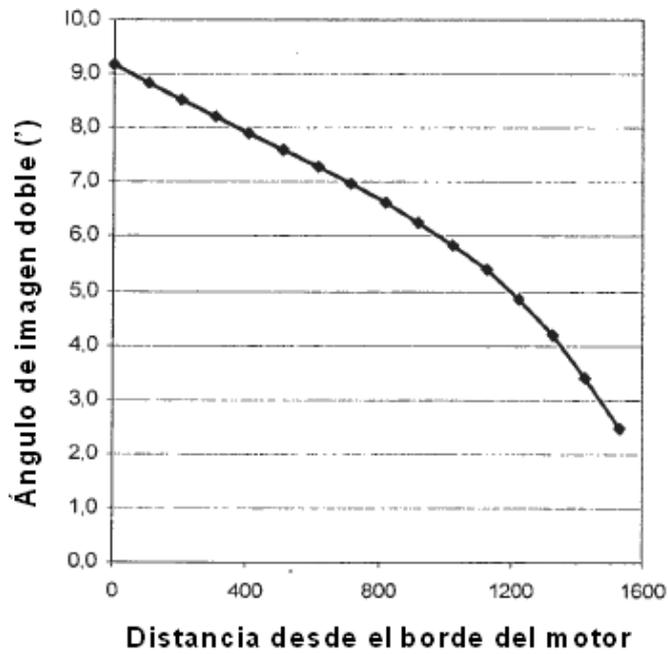


Fig. 2

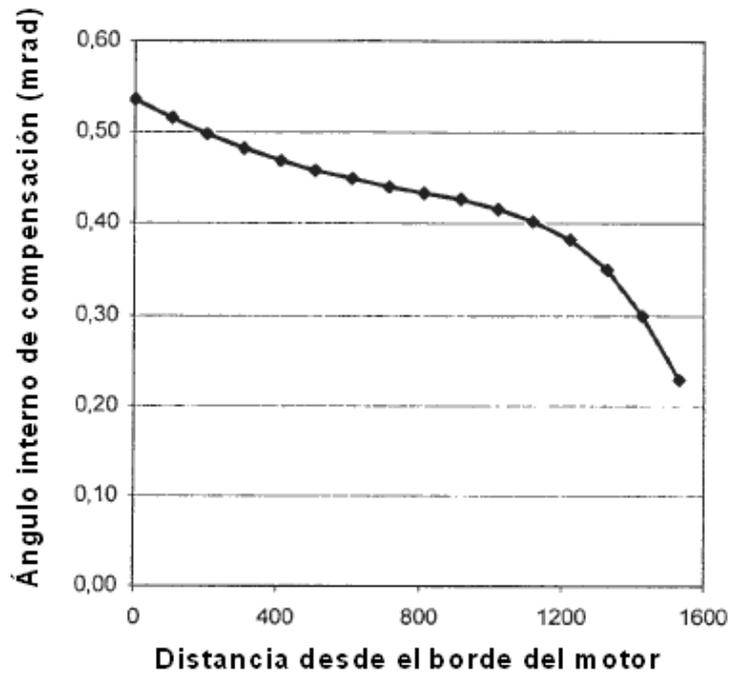


Fig. 3

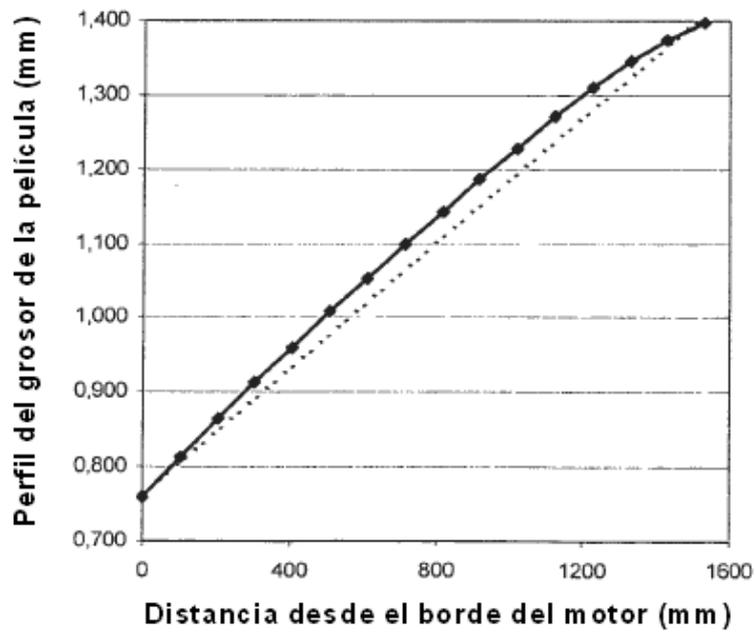


Fig. 4

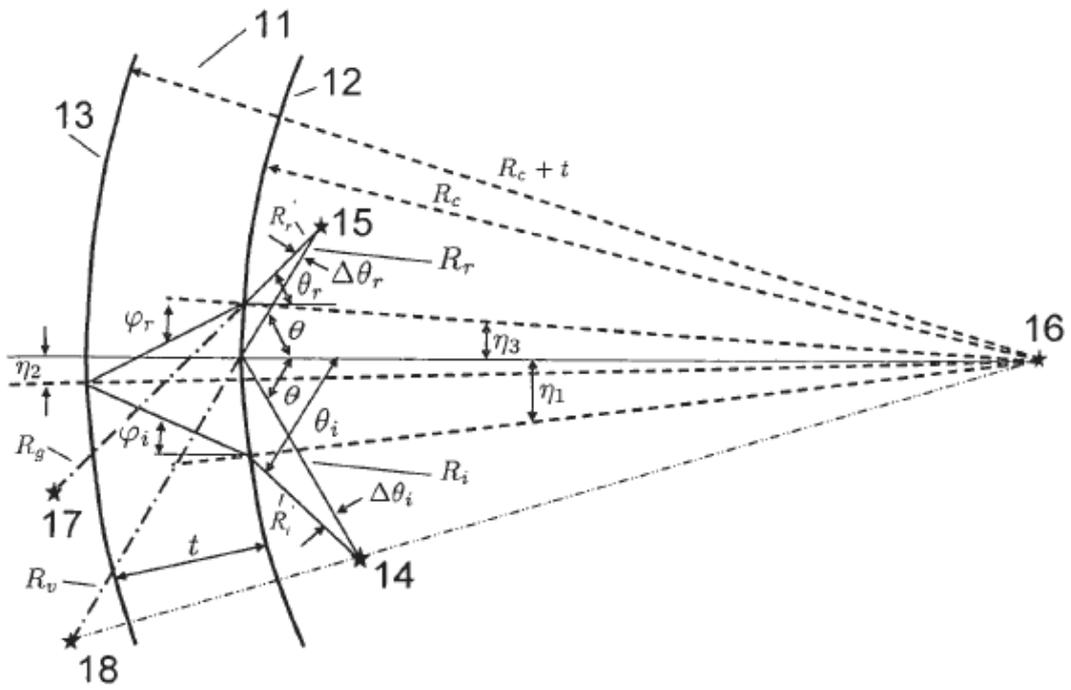


Fig.5

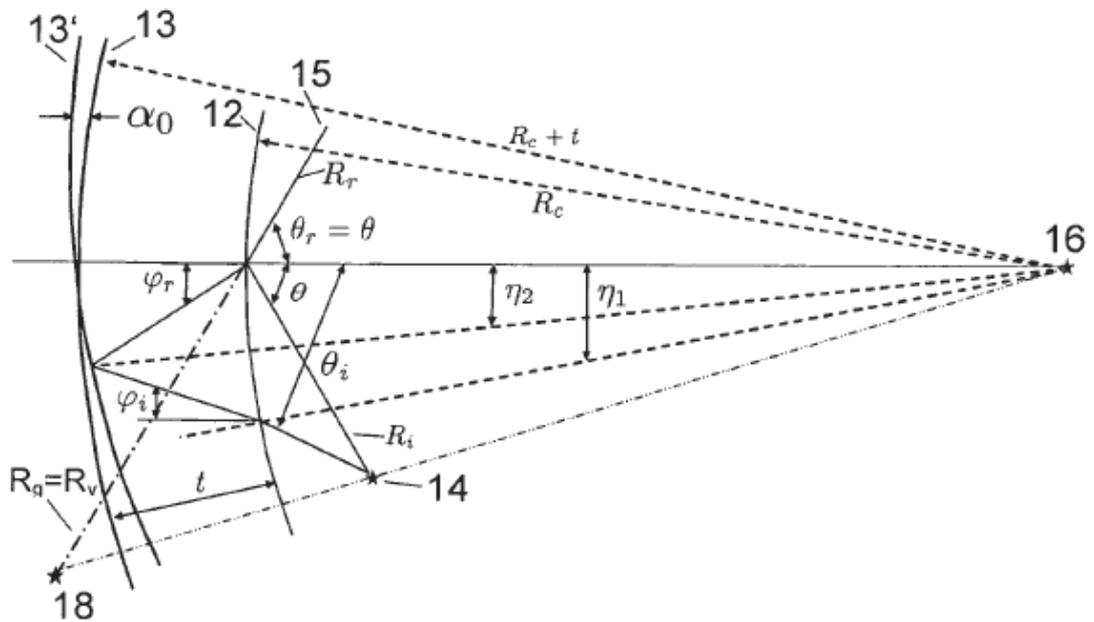


Fig.6

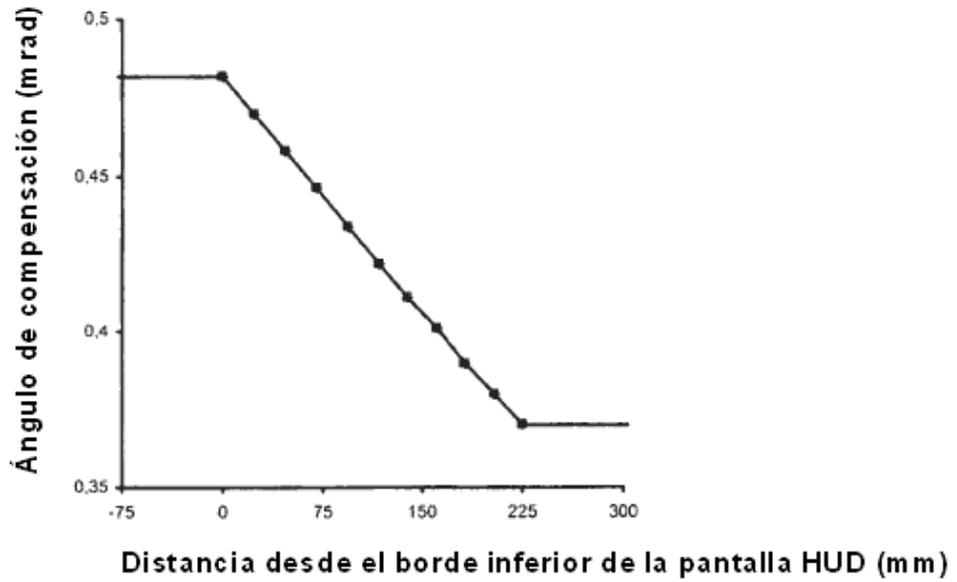


Fig. 7

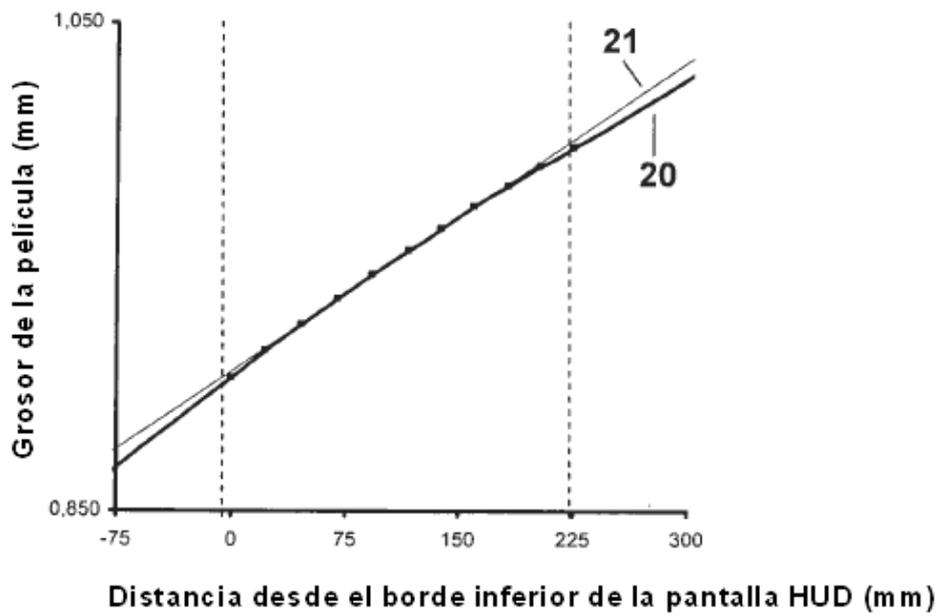


Fig. 8