

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
18. Juni 2015 (18.06.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/086233 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
B32B 17/10 (2006.01) **G02B 27/01** (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/074115
- (22) Internationales Anmeldedatum:
10. November 2014 (10.11.2014)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
13196871.1 12. Dezember 2013 (12.12.2013) EP
- (71) Anmelder: **SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE**
[FR/FR]; 18, avenue d'Alsace, F-92400 Courbevoie (FR).
- (72) Erfinder: **ARNDT, Martin**; Beverstr. 6, 52066 Aachen (DE). **GOSEN, Stefan**; Kühlwetterstraße 8, 52072 Aachen (DE).
- (74) Anwalt: **LENDVAL, Tomas**; Saint-Gobain Sekurit Deutschland GmbH & Co.KG, Glasstrasse 1, 52134 Herzogenrath (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,

DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i)
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: THERMOPLASTIC FILM FOR A LAMINATED-GLASS PANE HAVING A NON-LINEAR CONTINUOUS WEDGE INSERT IN THE VERTICAL AND HORIZONTAL DIRECTION IN SOME SECTIONS

(54) Bezeichnung : THERMOPLASTISCHE FOLIE FÜR EINE VERBUNDGLAS-SCHEIBE MIT ABSCHNITTSEWEISER NICHTLINEAR-KONTINUIERLICHER KEILEINLAGE IN VERTIKALER UND HORIZONTALER RICHTUNG

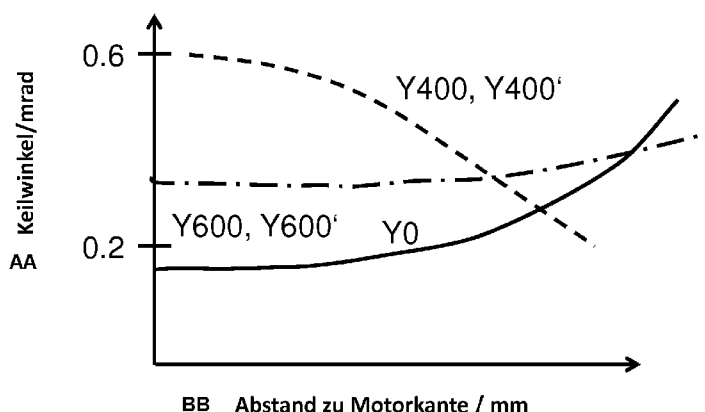


Fig. 7

(57) Abstract: The invention relates to a thermoplastic film (F) for a laminated-glass pane (1) having a non-linear continuous wedge insert in the vertical and horizontal direction in some sections. In the vertical direction, the laminated-glass pane (1) is further from an observer at a lower end than at an upper end from the perspective of the observer. In a laminated-glass pane (1) equipped with the thermoplastic film, the thermoplastic film (F) is located between two glass layers (GS1, GS2). The thermoplastic film (F) has at least a first section (A2) having a wedge angle profile that is continuous and non-linear in the vertical and horizontal direction, such that ghost images from a head-up display are minimized in the region of the first section (A2). The thermoplastic film (F) also minimizes double images in transmission in the first section (A2) and in further sections.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

AA Wedge angle (mrad)
BB Distance to engine edge (mm)

WO 2015/086233 A1

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Die Erfindung betrifft eine thermoplastische Folie (F) für eine Verbundglas-Scheibe (1) mit abschnittsweiser nichtlinear-kontinuierlicher Keileinlage in vertikaler und horizontaler Richtung, wobei die Verbundglas-Scheibe (1) in vertikaler Richtung an einem unteren Ende aus der Sicht eines Betrachters weiter vom Betrachter entfernt ist als an einem oberen Ende, wobei die thermoplastische Folie (F) bei einer hiermit ausgerüsteten Verbundglas-Scheibe (1) zwischen zwei Glasschichten (GS1, GS2) befindlich ist, wobei die thermoplastische Folie (F) zumindest einen ersten Abschnitt (A2) mit einem in vertikaler und horizontaler Richtung kontinuierlichem nicht-linearen Keilwinkelpprofil aufweist, sodass Geisterbilder von einem Head-Up Display im Bereich des ersten Abschnitts (A2) minimiert werden, wobei die thermoplastische Folie (F) im ersten Abschnitt (A2) als auch in weiteren Abschnitten weiterhin auch Doppelbilder in Transmission minimiert.

Thermoplastische Folie für eine Verbundglas-Scheibe mit abschnittsweiser nichtlinear-kontinuierlicher Keileinlage in vertikaler und horizontaler Richtung

Die Erfindung betrifft eine thermoplastische Folie für eine Verbundglas-Scheibe mit abschnittsweiser nichtlinear-kontinuierlicher Keileinlage in vertikaler Richtung.

Hintergrund der Erfindung

Verbundglas-Scheiben werden heute an vielen Orten, insbesondere im Fahrzeugbau, verwendet. Dabei ist der Begriff Fahrzeug weit gefasst und betrifft unter anderem Straßenfahrzeuge, Flugzeuge, Schiffe, landwirtschaftliche Maschinen oder auch Arbeitsgeräte.

Auch in anderen Bereichen werden Verbundglas-Scheiben verwendet. Hierzu zählen beispielsweise Gebäude-Verglasungen als auch Informationsdisplays, z.B. in Museen oder als Werbedisplays.

Dabei weist eine Verbundglas-Scheibe im Allgemeinen zwei Glasflächen auf, die auf eine Zwischenschicht laminiert sind. Die Glasflächen selbst können eine Krümmung aufweisen und sind in aller Regel von konstanter Dicke. Die Zwischenschicht weist in aller Regel ein thermoplastisches Material, in aller Regel Polyvinylbutyral (PVB), einer vorbestimmten Dicke, z.B. 0.76 mm, auf.

Da die Verbundglas-Scheibe im Allgemeinen in Bezug auf einen Betrachter geneigt ist, kommt es zu Doppelbildern. Diese Doppelbilder sind dadurch bedingt, dass einfallendes Licht in aller Regel nicht vollständig durch beide Glasflächen tritt, sondern dass zumindest ein Teil des Lichtes erst reflektiert wird und erst danach durch die zweite Glasfläche tritt.

Diese Doppelbilder sind insbesondere bei Dunkelheit wahrnehmbar, insbesondere bei starken einstrahlenden Lichtquellen, wie z.B. die Scheinwerfer eines entgegenkommenden Fahrzeugs.

Diese Doppelbilder sind extrem störend.

Häufig wird die Verbundglas-Scheibe auch als Head-Up-Display (HUD) zur Anzeige von Informationen verwendet. Dabei wird mittels einer Projektionseinrichtung ein Bild auf die Verbundglas-Scheibe projiziert, um dem Betrachter eine Information ins Sichtfeld einzublenden. Im Fahrzeugbereich wird die Projektionseinrichtung z.B. auf dem

Armaturen Brett angeordnet, sodass das projizierte Bild auf der nächstliegenden Glasfläche der zum Betrachter geneigten Verbundglas-Scheibe in Richtung des Betrachters reflektiert wird.

Wiederum tritt ein Teil des Lichtes jedoch in die Verbundglas-Scheibe ein und wird nun z.B.
5 an der inneren Grenzschicht der vom Betrachter aus gesehen weiter außen liegenden Glasfläche und der Zwischenschicht reflektiert und tritt versetzt anschließend aus der Verbundglas-Scheibe aus.

Auch hier tritt ein ähnlicher Effekt, der Effekt der Geisterbilder, in Bezug auf das darzustellende Bild auf.

- 10 Dabei ist zu beobachten, dass bei einer klassischen Kompensation des Geisterbildes für eine Augenposition stets zu stärkeren Geisterbildern für andere Augenpositionen führen. Auch führt eine reine klassische Kompensation von Geisterbildern unter Umständen dazu, dass eine Überkompensation für Doppelbilder in Transmission zu beobachten ist.

- 15 Dies führt dazu, dass der jeweilige Betrachter irritiert wird oder im schlimmsten Fall eine Fehlinformation erhält.

- Bislang wird versucht dieses Problem dadurch zu lösen, dass die Oberflächen der Glasflächen nicht mehr parallel, sondern unter einem festen Winkel angeordnet werden. Dies wird z.B. dadurch erreicht, dass die Zwischenschicht eine linear ansteigende und/oder abnehmende Dicke aufweist. Im Fahrzeugbau wird typischerweise die Dicke so variiert, dass
20 am unteren Ende der Scheibe hin zum Motorraum die kleinste Dicke vorgesehen ist, während die Dicke hin zum Dach linear ansteigt. D.h. die Zwischenschicht weist eine Keilform auf.

Es zeigt sich jedoch, dass die bisherigen Keilwinkelverläufe nur unzureichend Geisterbilder von Head-Up Displays minimieren können.

- 25 Ausgehend von dieser Situation ist es eine der Aufgaben der Erfindung eine Verbesserung in Bezug auf Doppelbilder als auch Geisterbilder bereitzustellen.

Kurzdarstellung der Erfindung

30

Die Aufgabe wird gelöst, durch eine thermoplastische Folie für eine Verbundglas-Scheibe mit abschnittsweiser nichtlinear-kontinuierlicher Keileinlage in vertikaler und horizontaler

Richtung, wobei die Verbundglas-Scheibe in vertikaler Richtung an einem unteren Ende aus der Sicht eines Betrachters weiter vom Betrachter entfernt ist als an einem oberen Ende, wobei die thermoplastische Folie bei einer hiermit ausgerüsteten Verbundglasscheibe zwischen zwei Glasschichten befindlich ist.

- 5 Mit Keileinlage wird eine Einlage, insbesondere eine thermoplastische Folie, mit einer nicht-konstanten Dicke bezeichnet. Diese Bezeichnung ist auf dem Fachgebiet üblich. Der Keilwinkel ist dabei der an einer Stelle gemessene Winkel zwischen den Oberflächen der Einlage. Die Keileinlage ist nichtlinear-kontinuierlich im Bezug auf die Dicke. Die Keileinlage beziehungsweise thermoplastische Folie weist einen nichtlinear-kontinuierlichen
10 Verlauf/Änderung der Dicke auf. Eine linear-kontinuierliche Änderung würde einem herkömmlichen konstanten Keilwinkel entsprechen. Eine nichtlinear-kontinuierliche Änderung ergibt sich aus einem nicht konstanten Keilwinkelprofil, wobei der Keilwinkel ortsabhängig ist. Das Keilwinkelprofil kann dabei linear oder nicht-linear sein.

- Mit „abschnittsweise“ ist gemeint, dass der beschriebene Verlauf auf mindestens einen
15 Abschnitt der Einlage zutrifft. Insbesondere kann die Einlage mehrere Abschnitte aufweisen, die sich im Verlauf des Keilwinkelprofils unterscheiden.

- Die thermoplastische Folie weist zumindest einen ersten Abschnitt mit einem in vertikaler und horizontaler Richtung kontinuierlichen nicht-linearen Keilwinkelprofil auf, sodass Geisterbilder von einem Head-Up Display im Bereich des ersten Abschnitts minimiert
20 werden, wobei die thermoplastische Folie im ersten Abschnitt als auch in weiteren Abschnitten weiterhin auch Doppelbilder in Transmission minimiert.

- Der Keilwinkelverlauf in vertikaler Richtung verhindert oder verringert vertikal versetzte Doppel- oder Geisterbilder. Vertikale Keilwinkelverläufe, ob linear oder nicht-linear, sind aus dem Stand der Technik bekannt. Durch den zusätzlichen Keilwinkelverlauf in horizontaler
25 Richtung können vorteilhaft auch horizontal versetzte Doppel- oder Geisterbilder vermieden oder verringert werden. Diese treten insbesondere bei horizontal stark gebogenen Scheiben auf (sogenannte Panoramasscheiben).

- In einer Weiterbildung der Erfindung enthält die thermoplastische Folie zumindest einen Stoff ausgewählt aus der Gruppe aufweisend Polybutylenterephthalat (PBT), Polycarbonat (PC),
30 Polyethylenterephthalat (PET) und Polyethylennaphthalat (PEN), Polyvinylchlorid (PVC), Polyvinylfluoride (PVF), Polyvinylbutyral (PVB), Ethylenvinylacetat (EVA), Polyacrylat (PA), Polymethylmethacrylat (PMMA), Polyurethan (PUR), und/oder Gemische und Copolymere davon.

In noch einer weiteren Form der Erfindung weist die thermoplastische Folie am unteren Rand eine Dicke von weniger als 1 mm, insbesondere weniger als 0.9 mm, und bevorzugt eine Dicke von mehr als 0.3 mm, insbesondere mehr als 0.6 mm, auf.

5 Gemäß noch einer Weiterbildung der Erfindung weist die thermoplastische Folie in einem Bereich außerhalb des ersten Abschnitts ein Keilwinkelprofil in vertikaler Richtung auf, das zur Vermeidung von Doppelbildern in Transmission einen konstanten oder zumindest abschnittsweise variablen Keilwinkel aufweist.

10 In einer weiteren Ausführungsform der thermoplastischen Folie ist der Keilwinkel in vertikaler Richtung in der Mitte des ersten Abschnitts der thermoplastischen Folie abschnittsweise größer ist als der Keilwinkel in vertikaler Richtung an einer anderen horizontalen Position innerhalb des ersten Abschnitts.

15 Gemäß noch einer weiteren Ausführungsform der Erfindung variiert der Keilwinkel in vertikaler Richtung in der Mitte der thermoplastischen Folie innerhalb des ersten Abschnitts zwischen 0.8 mrad und 0.2 mrad, bevorzugt zwischen 0.75 mrad und 0.15 mrad, während der Keilwinkel in vertikaler Richtung in der Mitte der thermoplastischen Folie in etwa zwischen 0.6 mrad und 0.1 mrad, bevorzugt zwischen 0.4 mrad und 0.2 mrad variiert, wobei der Keilwinkel von einem unteren Ende zu einem oberen Ende eine Funktion des Abstandes zum unteren Ende oder zum oberen Ende ist, wobei die Funktion eine Funktion zumindest zweiten Grades ist.

20 In einer Ausgestaltung der Erfindung weist die thermoplastische Folie eine geräuschkindernde Wirkung auf. Dadurch kann die Transmission von Geräuschen durch eine mit der Folie versehenen Verbundscheibe vorteilhaft verringert werden, wodurch eine Störung durch Umgebungsgeräusche und Fahrgeräusche vermindert werden kann. Eine solche Wirkung kann durch eine mehrlagige, beispielsweise dreilagige thermoplastische Folie erreicht werden, wobei die innere Lage eine höhere Plastizität oder Elastizität aufweist als die sie umgebenden äußeren Lagen, beispielsweise infolge eines höheren Anteils an Weichmachern. In einer Ausgestaltung der Erfindung kann die thermoplastische Folie mindestens einen getönten Bereich aufweisen. Ein solcher getönter Bereich an der oberen Kante der Scheibe ist dem Fachmann beispielsweise als „shaded band“ bekannt – hierdurch
30 kann eine Störung des Fahrers durch blendende Sonnenstrahlung vermindert werden.

Die thermoplastische Zwischenschicht kann in einer Ausgestaltung der Erfindung eine Sonnen- oder Wärmeschutzfunktion aufweisen. Beispielsweise kann die thermoplastische Zwischenschicht eine reflektierende Beschichtung im Infrarot-Bereich oder IR-absorbierende Zusätze enthalten. Die Beschichtung oder Zusätze können auf beziehungsweise in der

erfindungsgemäßen thermoplastischen Folie mit Keilwinkel angeordnet sein. Alternativ kann eine weitere thermoplastische Folie, beispielsweise eine beschichtete PET-Folie, in die thermoplastische Zwischenschicht eingebracht werden.

In einer Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Verbundscheibe kann die erste oder die
5 zweite Glasscheibe eine funktionelle Beschichtung aufweisen, bevorzugt auf ihrer zur thermoplastischen Folie hingewandten Oberfläche. Solche funktionelle Beschichtungen sind dem Fachmann geläufig, beispielsweise elektrisch leitfähige Beschichtungen, heizbare Beschichtungen, IR-reflektierende Beschichtungen, Beschichtungen niedriger Emissivität, Antireflexbeschichtung, farbgebende Beschichtungen.

10 In einer Ausgestaltung weist die erfindungsgemäße Verbundscheibe eine Heizfunktion auf. Die Heizfunktion kann die gesamte Scheibenfläche oder auch nur Teile davon betreffen. Solche Heizfunktionen können beispielsweise durch in die thermoplastische Zwischenschicht eingelagerte Drähte oder durch eine elektrisch leitfähige Beschichtung auf einer der Glasscheiben oder einer Folie der Zwischenschicht realisiert sein.

15 Weiterhin schlägt die Erfindung eine Verbundglas-Scheibe mit einer erfindungsgemäßen thermoplastischen Folie als auch entsprechende Herstellungsverfahren für die thermoplastische Folie beziehungsweise die Verbundglas-Scheibe sowie eine Head-Up-Display-Anordnung als auch die Verwendung von thermoplastischer Folie als auch hiermit ausgestatteter Verbundglas-Scheiben vor.

20 Die erfindungsgemäße thermoplastische Folie mit veränderlicher Dicke kann eine Folie mit geräuschkindernder Wirkung sein (eine sogenannte Akustik-Folie). Solche Folien bestehen typischerweise aus mindestens drei Lagen, wobei die mittlere Lage eine höhere Plastizität oder Elastizität aufweist als die sie umgebenden äußeren Lagen, beispielsweise infolge
25 eines höheren Anteils an Weichmachern.

Die Verbundglasscheibe kann neben der erfindungsgemäßen thermoplastischen Folie eine getönte Einlage enthalten. Solche Einlagen sind typischerweise im oberen Bereich der Verbundglasscheibe/Windschutzscheibe angeordnet und sollen die Störung oder Blendung des Fahrers durch Sonneneinstrahlung verringern. Sie werden gemeinhin als „Shaded Band“
30 bezeichnet.

Die Verbundglasscheibe kann eine funktionelle Beschichtung aufweisen, beispielsweise eine IR-reflektierende oder -absorbierende Beschichtung, eine UV-reflektierende oder -

absorbierende Beschichtung, eine Beschichtung niedriger Emissivität, eine heizbare Beschichtung. Die funktionelle Beschichtung ist bevorzugt auf einer der zur Keileinlage hingewandten Oberflächen einer der Glasscheiben aufgebracht, wo sie vor Korrosion und Beschädigung geschützt ist.

5

Die Verbundglasscheibe kann auch eine Einlagefolie mit einer funktionellen Beschichtung zwischen den Glasscheiben enthalten, beispielsweise aus Polyethylenterephthalat (PET). Solche beschichteten PET-Folien, beispielsweise mit IR-reflektierenden Beschichtungen sind kommerziell verfügbar und lassen sich daher leicht in Verbundgläser einbringen.

10

Kurzdarstellung der Zeichnungen

Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden in exemplarischer Weise mit Bezug auf die angehängten Zeichnungen beschrieben, in denen zeigt:

15

Fig. 1 den prinzipiellen Zusammenhang der Entstehung von Doppelbildern in Transmission,

Fig. 2 den prinzipiellen Zusammenhang der Entstehung von Geisterbildern in Reflektion,

Fig. 3 einen exemplarischen Aufbau einer Verbundglas-Scheibe mit einer keilförmigen Zwischenlage,

20

Fig. 4 ein exemplarisches Keilwinkelprofil zur Kompensation von Doppelbildern in Transmission,

Fig. 5 eine exemplarische Anordnung, welche den Zusammenhang verschiedener Augenpositionen in Bezug auf ein Head-Up-Display aufzeigt,

25

Fig. 6 exemplarisch ermittelte Keilwinkelwerte für verschiedene Eckpunkte eines HUD Bereiches, welche zu unterschiedlichen Augenpositionen korrespondieren,

Fig. 7 ein exemplarisches Keilwinkelprofil zur Kompensation von Geisterbildern in Reflektion,

Fig. 8 eine beispielhafte Verteilung von Doppelbildwinkel auf einer Verbundglas-Scheibe,

30

Fig. 9 eine beispielhafte Verteilung des Abstands des Geisterbilds zum gewünschten HUD-Bild auf einem HUD-Bereich einer Verbundglas-Scheibe, und

Fig. 10 eine kombinierte Ansicht eines exemplarischen Keilwinkelprofils in einem Querschnitt durch das HUD-Feld zur Kompensation von Doppelbildern in Transmission in einzelnen Abschnitten und zur Kompensation von Geisterbildern in Reflektion in einem anderen Abschnitt.

5

Ausführliche Darstellung der Erfindung in Bezug auf die Zeichnungen

In Figur 1 ist der prinzipielle Zusammenhang der Entstehung von Doppelbildern in Transmission an Hand eines Strahlenbildes dargestellt. Dabei wird eine gebogene Scheibe 1 angenommen. Die gebogene Scheibe weist am Ort des Eintritts eines Strahles in die gebogene Glas-Scheibe 1 einen Krümmungsradius (R+D) auf. Von einer Lichtquelle 3 wird nun Licht ausgestrahlt. Dieses Licht trifft auf die Scheibe und wird gemäß den bekannten Brechungsgesetzen beim Übergang von Luft zu Glas an der ersten Grenzfläche und von Glas zu Luft an der zweiten Grenzfläche gebrochen und trifft in das Auge 2 eines Betrachters. Dieser Strahl ist als durchgezogene Linie P dargestellt. Aus der Sicht des Betrachters scheint die Lichtquelle 3 am Ort 3' befindlich zu sein. Dies ist als Strahl P' dargestellt. Neben diesem als Primärstrahl bezeichneten Strahl P wird jedoch an der zweiten Grenzfläche Glas/Luft der Strahl nur teilweise in der oben beschriebenen Weise gebrochen; ein kleinerer Anteil wird an der zweiten Grenzfläche reflektiert und wird nochmals an der ersten Grenzfläche ein weiteres Mal reflektiert bevor der Strahl nun durch die zweite Grenzfläche tritt und in das Auge 2 des Betrachters trifft. Dieser Strahl, der sogenannte Sekundärstrahl, ist als gestrichelte Linie S dargestellt. Aus der Sicht des Betrachters scheint die Lichtquelle 3 auch am Ort 3'' befindlich zu sein. Der von dem Primärstrahl P' und dem Sekundärstrahl S eingeschlossene Winkel η ist der so genannte Doppelbildwinkel.

Um diesem Doppelbild zu begegnen, kann nun vorgesehen sein, dass ein Keilwinkel zwischen den zwei in Figur 1 im Wesentlichen parallel angenommen Grenzschichten vorgesehen wird.

Nach J. P. Aclocque "Doppelbilder als störender optischer Fehler der Windschutzscheibe" in Z. Glastechn. Ber. 193 (1970) S. 193-198 lässt sich der Doppelbildwinkel in Abhängigkeit von dem Biegeradius der Glas-Scheibe und dem Einfallswinkel des Lichtstrahls nach folgender Beziehung berechnen:

$$\eta = \frac{2d}{R} \cdot \frac{\sin \varphi}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \varphi}}, \text{ wobei}$$

η den Doppelbildwinkel, n den Brechungsindex des Glases, d die Dicke der Glas-Scheibe, R den Biegeradius der Glas-Scheibe am Ort des einfallenden Lichtstrahls, und φ den Einfallswinkel des Lichtstrahls zur Normalen auf die Tangente zur Scheibe bezeichnen.

Bei ebenen Glas-Scheiben ist der Doppelbildwinkel η gemäß

$$5 \quad \eta = 2 \cdot \delta \cdot \frac{\sqrt{n^2 - \sin^2 \varphi}}{\cos \varphi}$$

abhängig von dem durch die Glasoberflächen gebildeten Keilwinkel δ .

Somit kann durch Gleichsetzung der zuvor genannten Formeln der notwendige Keilwinkel für die Eliminierung des Doppelbildes berechnet werden:

$$\delta = \frac{d}{R} \cdot \frac{\cos \varphi \cdot \sin \varphi}{n^2 - \sin^2 \varphi}.$$

- 10 In aller Regel wird dieser Keilwinkel dadurch realisiert, dass bei Verbundglas-Scheiben 1 eine keilförmige Zwischenschicht F zwischen eine erste Glas-Schicht GS_1 und eine zweite Glas-Schicht GS_2 eingelegt wird, siehe Figur 3. Dabei kann in aller Regel vereinfachend davon ausgegangen werden, dass der Brechungsindex n konstant ist, da der Unterschied des Brechungsindex der Zwischenschicht F und den Glas-Schichten GS_1 , GS_2 eher gering
15 ist, sodass durch den geringen Unterschied kaum eine Wirkung ausgeht.

Auch bei gebogenen Windschutzscheiben kann diese Idee angewendet werden. In aller Regel werden hierzu vereinfachend der Einfallswinkel und der Biegeradius für einen Referenzangpunkt angenommen, und der damit ermittelte Keilwinkel für die gesamte Windschutzscheibe angewendet.

- 20 Bei großen Verbundglas-Scheiben 1, sogenannten Panoramasscheiben, und/oder stärker gebogenen Verbundglas-Scheiben 1 ist diese Herangehensweise jedoch nicht mehr ausreichend, sodass hier in aller Regel ein in vertikaler Richtung sich ändernder Keilwinkelverlauf zu bestimmen ist.

- Dann kann z.B. durch punktweise Berechnung entlang einer gedachten vertikalen Mittellinie
25 einer Verbundglas-Scheibe und eventueller Interpolation ein Kompensationskeilwinkelprofil δ bestimmt werden.

- Für die Berechnung der Doppelbildwinkel η und der entsprechenden lokalen Kompensationskeilwinkel δ kann man die Anordnung wählen, wie sie in der Prüfvorschrift ECE R43 Annex 3 für die Bestimmung des Doppelbildwinkels empfohlen wird. Bei dieser
30 Anordnung werden die Doppelbildwinkel ermittelt, wenn der Kopf des Fahrers sich von einer

unteren Position in vertikaler Richtung bis in eine obere Endposition bewegt. Das heißt, die Blickrichtung des Fahrers bleibt immer horizontal. Alternativ oder zusätzlich kann jedoch eine Anordnung gewählt werden, bei der der Doppelbildwinkel von einer mittleren gleich bleibenden Position des Fahrers aus (Augpunkt) berechnet wird, wobei sich der Sichtwinkel des Fahrers durch die Windschutzscheibe ändert. Dabei kann das Ergebnis unterschiedlicher Bestimmungsvarianten auch gewichtet in ein Gesamtergebnis überführt werden.

Ein beispielhaftes Keilwinkelprofil, d.h. ein Verlauf der Keilwinkel in Abhängigkeit des Abstandes zur Motorkante, d.h. zum unteren Ende einer Verbundglas-Scheibe 1, ist in Figur 4 angegeben. Dabei ist deutlich zu erkennen, dass ein gemäß obiger Formeln optimierter Keilwinkel δ für eine gedachte virtuelle Mittellinie bei der beispielhaften Windschutzscheibe am unteren Ende zunächst bei Werten von unter 0.15 mrad beginnt und mit zunehmendem Abstand zur Motorkante, d.h. zum oberen Ende der Verbundglas-Scheibe 1 hin, zu Werten von über 0.4 mrad ansteigt.

In einem beispielhaften Verfahren wird der zur Kompensation des Doppelbildes erforderliche Keilwinkel in Abhängigkeit von dem lokalen Einfallswinkel und einem lokalen Biegeradius der Verbundglas-Scheibe 1 rechnerisch ermittelt, und der sich daraus ergebende Verlauf des Doppelbildwinkels η bestimmt. Beispielhaft ist ein mögliches Ergebnis von Doppelbildwinkel η in Figur 8 für eine Verbundglas-Scheibe 1 eines Fahrzeuges gezeigt. Dabei ist eine beispielhafte Verbundglas-Scheibe 1 auf ein xy Koordinatensystem abgebildet, wobei die horizontale Achse einen Abstand in Bezug auf die Mitte der Verbundglas-Scheibe 1 angibt und die vertikale Achse einen Abstand in Bezug auf eine nicht dargestellte untere Ebene angibt. Es bleibt anzumerken, dass die Darstellung der Scheibe nicht notwendigerweise ihrem tatsächlichen Einbau entspricht, sondern in der Figur so dargestellt ist, dass eine möglichst große Projektionsfläche vorhanden ist. Dabei ist der sich ergebende Doppelbildwinkel in Bogenminuten angeben.

In Bezug auf Head-Up Displays entsteht ein dem Phänomen der Doppelbilder ähnliches Problem, dass als Geisterbild bezeichnet wird.

In Figur 2 ist der prinzipielle Zusammenhang der Entstehung von Geisterbildern in Reflektion an Hand eines Strahlenbildes dargestellt. Dabei wird eine gebogene Glas-Scheibe 1 angenommen. Die gebogene Glas-Scheibe 1 weist am Ort des Eintritts eines Strahles in die gebogene Glas-Scheibe 1 einen Krümmungsradius R auf. Von einer Lichtquelle 3, welche repräsentativ für ein Head-Up-Display HUD steht, wird nun Licht ausgestrahlt. Dieses Licht trifft entlang des Strahls R_i von innen unter einem Winkel Θ auf die Glas-Scheibe 1 und wird

dort unter demselben Winkel Θ wieder reflektiert. Der reflektierte Strahl R_r trifft in das Auge 2 eines Betrachters. Dieser Strahlengang ist als durchgezogene Linie dargestellt. Aus der Sicht des Betrachters scheint die Lichtquelle 3 virtuell am Ort 3, d.h. vor der Glas-Scheibe 1, befindlich zu sein. Dies ist als Strahl R_v dargestellt. Neben diesem ersten Strahl trifft ein weiterer Strahl in das Auge 2 des Betrachters. Dieser Strahl R'_i stammt ebenfalls von der Lichtquelle 3. Allerdings dringt dieser Strahl R'_i gemäß den bekannten Brechungsgesetzen in die Glas-Scheibe 1 an der inneren Grenzfläche Luft/Glas ein und wird an der äußeren Grenzfläche Glas/Luft reflektiert, bevor der Strahl nun durch die innere Grenzfläche tritt und als Strahl R'_r in das Auge 2 des Betrachters trifft. Die innere Grenzfläche bezeichnet somit die Grenzfläche, die näher zum Betrachter befindlich ist, während die äußere Grenzfläche die Grenzfläche bezeichnet, die weiter entfernt vom Betrachter ist. Dieser Strahlengang ist als gestrichelte Linie dargestellt. Aus der Sicht des Betrachters scheint die Lichtquelle 3 virtuell auch am Ort 3', d.h. ebenfalls vor der Glas-Scheibe 1, befindlich zu sein. Dies ist als Strahl R'_v dargestellt.

Um diesem Problem zu begegnen, kann nun der Keilwinkel so geändert werden, dass der an der äußeren Grenzfläche reflektierte Strahl R'_r , als auch der an der inneren Grenzfläche reflektierte Strahl R_r in Bezug auf das Auge 2 des Betrachters sich überlagern, d.h. der an der äußeren Grenzfläche reflektierte Strahl tritt an der Stelle der Reflektion des an der inneren Grenzfläche auftreffenden Strahls aus.

Wird dies nur für eine einzige Augposition durchgeführt, wie nach dem Stand der Technik üblich, so kann der hieraus ermittelte Keilwinkel jedoch zu nicht optimalen Ergebnissen führen. Dies ist unter anderem dadurch zu erklären, dass sowohl die Körpergrößen von Fahrern, für die die Head-Up-Displays primär bestimmt sind, als auch die Sitzposition sehr unterschiedlich sind, sodass es eine Vielzahl möglicher Augposition gibt. Dies ist in Figur 5 verdeutlicht. Dort sind auf der rechten Seite der Abbildung 5 zwei mögliche Augpositionen 2 und 2a dargestellt. In Abhängigkeit von der Augposition 2 oder 2a ergibt sich die Position des Bildes 3' oder 3'a. Auch der an den optischen Prozessen zur Bilderzeugung beteiligte Bereich der Scheibe im Head-Up-Displaybereiches HUDB („aktiver Bereich“) ist von der Augposition 2, 2a abhängig. Modelhaft können das Projektorbild 3 und das virtuelle Bild 3', 3'a als vollflächige Rechtecke aufgefasst werden. Die Verbindungslinien von der Augposition 2, 2a zu den Ecken der Rechtecke sind in der Figur eingezeichnet. Die Schnittpunkte dieser Verbindungslinien mit der Scheibe ergeben die Ecken eines Trapezes, welches modelhaft den „aktiven Bereich“ der Scheibe beschreiben sollen. Diese Trapeze sind innerhalb des Head-Up-Displaybereiches HUDB auf der Glas-Scheibe 1 in der Figur exemplarisch dargestellt. Somit befindet sich das virtuelle Display abhängig von der Augposition an

unterschiedlichen Stellen und entsprechend ergibt sich für jede dieser Augpositionen ein unter Umständen anderer Wert für einen optimierten Keilwinkel. Zudem soll an dieser Stelle nicht unerwähnt bleiben, dass ein Keilwinkel ausschließlich optimiert für Geisterbilder in aller Regel zu einer Überkompensation von Doppelbildern führt, sodass die hierdurch hervorgerufenen Doppelbilder wiederum problematisch in Bezug auf die Wahrnehmung des Betrachters und/oder die Einhaltung gesetzlicher Prüfvorschriften und/oder die Einhaltung von Kundenspezifikationen in Bezug auf Doppelbilder sind.

In Figur 6 werden für unterschiedliche Positionen des Auges 2 in Bezug auf die Verbundglas-Scheibe 1 die resultierenden Positionen eines HUD in Form der vorstehend beschriebenen Trapeze (als „aktive“ Bereiche) innerhalb eines Head-Up-Displaybereiches HUDB wiedergegeben. Zur besseren Unterscheidung sind die Trapeze mit unterschiedlichen Linienarten ausgeführt. Zur Verdeutlichung sind nun für eine Anzahl von Trapezen die zugehörigen ermittelten Keilwinkel in Bezug auf die Ecken der Trapeze angegeben und auf der linken Seite relativ zum Abstand zur Motorkante eingetragen.

Beispielhaft sind in Figur 8 vertikale Schnittnlinie Y400, Y400' bzw. Y600, Y600' und Y0 angezeichnet.

In Figur 7 sind für diese vertikalen Schnittnlinie Y400, Y400' bzw. Y600, Y600' und Y0 in Bezug auf den Abstand des Head-Up Displaybereich HUDB mögliche optimale Verläufe des Keilwinkelprofils aufgezeigt. Ohne weiteres ist dabei für jedes der Profile in Figur 7 erkennbar, dass dieses jeweils kontinuierlich und nichtlinear ist. Auch ist ohne weiteres ableitbar, dass das horizontale Keilwinkelprofil für einen bestimmten Abstand zur unteren Kante sich von Y400 zum Wert an Y0 gleitend verändert. Das vertikale Keilwinkelprofil der Schnitte Y0, Y600 und Y600' ist darauf optimiert, dass das Doppelbild in Transmission verringert wird. Dies ist vorteilhaft für Schnitte außerhalb des HUD-Bereichs HUDB, da dort zur Kompensation von Geisterbildern in Reflexion kein Beitrag geleistet werden muss. Die dargestellten Schnitte sind beispielhaft und sind insbesondere vom Fahrzeugmodell abhängig. Auch ist ohne weiteres ableitbar, dass das horizontale Keilwinkelprofil für einen bestimmten Abstand zur unteren Kante sich von Y400 zum Wert an Y600 gleitend verändert. Auch aus Figur 6 könnte ohne weiteres entsprechende Keilwinkelprofile für einzelne Schnittnlinien ermittelt werden.

In einem beispielhaften Verfahren wird der zur Kompensation des Doppelbildes erforderliche Keilwinkel in Abhängigkeit von dem lokalen Einfallswinkel und einem lokalen Biegeradius der Verbundglas-Scheibe 1 rechnerisch ermittelt, und der sich daraus ergebende Verlauf des Keilwinkels bestimmt. Beispielhaft ist ein mögliches Ergebnis von Orten verschoben

wahrgenommener Geisterbilder in Figur 9 für einen Head-Up-Displaybereich HUDB einer Verbundglas-Scheibe 1 eines Fahrzeuges gezeigt. Dieser Head-Up-Displaybereich HUDB korrespondiert zum linken Ausschnitt HUDB (und spiegelbildlich auch zum rechten Ausschnitt HUDB) in Figur 8. Der Vorteil einer solchen spiegelbildlich symmetrischen Ausgestaltung liegt darin, dass die gleiche Scheibe gleichermaßen für Fahrzeuge in Ländern mit Rechtsverkehr wie auch für Fahrzeuge in Ländern im Linksverkehr geeignet ist. Grundsätzlich kann die Scheibe aber auch asymmetrisch ausgestaltet werden, wobei der HUDB bevorzugt lediglich in der Hälfte der Scheibe angeordnet ist, welche sich in Einbaulage vor der Fahrerposition befindet. Insofern bezieht sich die horizontale Achse wiederum auf einen Abstand in Bezug auf die Mitte der Verbundglas-Scheibe 1. Die vertikale Achse ist hier jedoch auf den tiefsten Punkt des Head-Up-Displaybereich HUDB bezogen. Dabei zeigt die Darstellung nun den Abstand zwischen einem Primärbild und einem Sekundärbild in mm.

Mittels einer derartigen thermoplastischen Folie F können ohne weiteres sowohl Doppelbilder in Transmission als auch Geisterbilder in Reflektion je nach Anforderung an jeder gewünschten Stelle minimiert werden. Somit lassen sich auch große Head-Up Displaybereich HUDB realisieren.

Ohne Beschränkung der Allgemeinheit kann zudem vorgesehen sein, dass die thermoplastische Folie F nicht nur innerhalb des ersten Abschnitts A_2 eine Optimierung im Hinblick auf Geisterbilder und eventuell auch im Hinblick auf Doppelbilder zur Verfügung stellt, sondern es kann z.B. auch vorgesehen sein, dass in einem Bereich außerhalb des ersten Abschnitts A_2 die thermoplastische Folie F ein Keilwinkelprofil in vertikaler Richtung aufweist, das zur Vermeidung von Doppelbildern in Transmission einen konstanten oder zumindest abschnittsweise variablen Keilwinkel aufweist. Ein beispielhaftes Keilwinkelprofil Y400 bzw. Y400' ist in Figur 10 gezeigt. Dort ist in der unteren Hälfte ein optimierter Keilwinkelverlauf für eine Optimierung von Doppelbildern in Transmission ermittelt nach obigem Formelzusammenhang für eine beispielhafte Verbundglas-Scheibe 1 mittels Rauten für bestimmte Abstände zur Motorkante gezeigt. Weiterhin ist im Abschnitt A_2 der für Geisterbilder optimierte Verlauf als durchgezogene Linie angezeigt.

Beide Kurven können nun aneinander angenähert werden, wobei hier ein großer Freiraum zur Optimierung vorhanden ist. So kann z.B. wie in Figur 10 angedeutet in den „Außenbereichen“ A_1 und A_3 in Bezug auf den ersten Abschnitt A_2 als Übergangsbereich verwendet werden, wobei es im Bereich des Abschnittes A_1 z.B. zu einer leichten Überkompensation von Doppelbildern kommt, und wobei es im Bereich des Abschnittes A_3

auch zu einer leichten Unterkompensation kommt. Ein mögliches Keilwinkelprofil kann dabei in den strich-punktierten Linien in den Abschnitten A_1 und A_3 vorgesehen sein, die einen nahtlosen Übergang in den ersten Abschnitt A_2 ermöglichen. Hier können unterschiedliche Faktoren Berücksichtigung finden, so kann es z.B. wünschenswert sein, Doppelbilder stärker als Geisterbilder im ersten Abschnitt A_2 zu minimieren, dann wäre es möglich z.B. die als durchgezogene Linie gezeigte Kurve im Abschnitt A_2 näher an die Rautenkurve zu verschieben oder aber mittels geeigneter Approximationslösungen hier beide Kurven aneinander anzugleichen. Dabei können auch andere Parameter, wie z.B. ein maximaler Keilwinkel oder eine maximale Keilwinkeländerung Berücksichtigung finden. Solche Parameter können z.B. dadurch bedingt sein, dass eine Änderung der Dicke der Verbundglas-Scheibe 1 einen maximalen Wert nicht übersteigen darf. Ohne weiteres kann das Keilwinkelprofil in den anderen Abschnitten aber auch rein linear sein und beispielsweise einen festen Keilwinkel in vertikaler Richtung aufweisen.

Bevorzugt ist in Bezug auf den ersten Abschnitt A_2 wie in Figur 7 gezeigt das Keilwinkelprofil so gestaltet, dass der Keilwinkel in vertikaler Richtung in der Mitte des ersten Abschnitts A_2 der thermoplastischen Folie, d.h. z.B. bei Y400, größer ist als der Keilwinkel in vertikaler Richtung an einer anderen horizontalen Position, d.h. beispielsweise Y390 oder Y410, innerhalb des ersten Abschnitts A_2 . In aller Regel trifft dies auch auf alle anderen Bereichen außerhalb des Abschnitts A_2 zu, d.h. außerhalb des Head-Up-Displaybereiches HUDB der Verbundglas-Scheibe 1.

In Ausführungsformen der Erfindung kann zudem vorgesehen sein, dass wie in Figur 7 gezeigt der Keilwinkel Y400 in vertikaler Richtung in der Mitte der thermoplastischen Folie F innerhalb des ersten Abschnitts zwischen 0.75 mrad und 0.15 mrad variiert, während der Keilwinkel Y0 in vertikaler Richtung in der Mitte der thermoplastischen Folie F in etwa zwischen 0.6 mrad und 0.1 mrad variiert. Dabei kann der Keilwinkel von einem unteren Ende zu einem oberen Ende als eine Funktion des Abstandes zum unteren Ende oder zum oberen Ende verstanden werden, wobei die Funktion z.B. eine Funktion zumindest zweiten Grades ist.

Das Keilwinkelprofil kann bei der Erfindung besonders einfach dadurch ermittelt werden, dass zur Kompensation von Geisterbildern im ersten Abschnitt A_2 erforderliche vertikale Keilwinkel in Abhängigkeit von dem lokalen Einfallswinkel und einem lokalen Biegeradius der Verbundglas-Scheibe 1 rechnerisch für verschieden Augenpositionen ermittelt werden. Der sich daraus ergebende Verlauf des vertikalen Keilwinkels wird z.B. für eine bestimmte Anzahl von vertikalen Schnitten z.B. am Rand und in der Mitte bestimmt. Weiterhin wird der

zur Kompensation von Geisterbildern im ersten Abschnitt erforderliche horizontale Keilwinkel in Abhängigkeit von dem lokalen Einfallswinkel und einem lokalen Biegeradius der Verbundglas-Scheibe 1 rechnerisch ermittelt, soweit dies nicht schon zuvor geschehen ist und der sich daraus ergebende Verlauf des horizontalen Keilwinkels bestimmt wird.

- 5 Weiterhin wird nun noch der zur Kompensation des Doppelbildes erforderliche Keilwinkel in Abhängigkeit von dem lokalen Einfallswinkel und einem lokalen Biegeradius der Verbundglas-Scheibe 1 rechnerisch ermittelt, und der sich daraus ergebende Verlauf des Keilwinkels bestimmt. Dabei kann es insbesondere bei letzterem Schritt vereinfachend möglich sein diese Werte nur für ein einziges vertikales Profil z.B. Y0 zu bestimmen, da
10 häufig die Werte für andere vertikale Profile, z.B. Profile Y400, sich nur unwesentlich von diesem unterscheiden. Hierdurch kann der Berechnungsaufwand überschaubar gehalten werden.

- Eine derartige thermoplastische Folie F kann zumindest einen Stoff ausgewählt aus der Gruppe aufweisend Polybutylenterephthalat (PBT), Polycarbonat (PC),
15 Polyethylenterephthalat (PET) und Polyethylennaphthalat (PEN), Polyvinylchlorid (PVC), Polyvinylfluoride (PVF), Polyvinylbutyral (PVB), Ethylenvinylacetat (EVA), Polyacrylat (PA), Polymethylmethacrylat (PMMA), Polyurethan (PUR), und/oder Gemische und Copolymere davon enthalten.

- Dabei kann die Auswahl eines geeigneten Materials für die thermoplastische Folie F z.B. von
20 den Eigenschaften der Folie in Bezug auf den Brechungsindex als auch die erzielbare Festigkeit in Bezug auf eine gewisse Foliendicke abhängig sein. Prinzipiell ist die Erfindung nicht auf ein bestimmtes Material für eine thermoplastische Folie F eingeschränkt.

- Um Doppelbilder zu minimieren, wird bei den in aller Regel unter einem Winkel eingesetzten Verbundglas-Scheiben 1 im Fahrzeugbau ein Keilwinkelprofil bevorzugt, bei dem in vertikaler
25 Richtung der Keilwinkel am unteren Rand geringer ist als der Keilwinkel am oberen Rand, d.h. der Keilwinkel in der Nachbarschaft der Motorhaube wird geringer sein als der Keilwinkel in der Nachbarschaft der Dachkante eines typischen Fahrzeugs.

- Für die Fertigung ist es besonders vorteilhaft, dass die erfindungsgemäße thermoplastische Folie F am unteren Rand eine Dicke von weniger als 1 mm, bevorzugt weniger als 0.9 mm,
30 und bevorzugt eine Dicke von mehr als 0.3 mm, insbesondere mehr als 0.6 mm, aufweist. Hierdurch kann die Folie in bewährter Weise bei der Herstellung von Verbundglas-Scheiben 1 verwendet werden, ohne dass es kostentreibender spezieller Vorrichtungen bedürfte.

Somit kann ein Aufbau einer Verbundglas-Scheibe 1, wie in Figur 3 gezeigt, auch mit der erfindungsgemäßen thermoplastischen Folie F zwischen einer ersten Glasschicht GS₁ und einer zweiten Glasschicht GS₂ erzielt werden.

Solche Verbundglas-Scheiben 1 weisen eine Dicke von 1 mm bis 8 mm, bevorzugt 3.5 bis 5.3 mm, auf und können somit ohne weiteres wie herkömmliche Verbundglas-Scheiben weiter verarbeitet werden.

Dabei weisen die erste Glasschicht GS₁ und/oder die zweite Glasschicht GS₂ der Verbundglas-Scheibe 1 typischerweise eine Dicke ausgewählt aus einem Bereich von etwa 1 mm bis 3 mm, bevorzugt von 1.4 mm bis 2.6 mm auf. Hierdurch werden die geforderten Eigenschaften an einen Splitterschutz und/oder einen Schallschutz gewährleistet.

Mit der thermoplastischen Folie F kann somit in bewährter Weise eine Verbundglas-Scheibe 1 hergestellt werden, in dem eine erste Glas-Schicht GS₁ und eine zweite Glas-Schicht GS₂ erhalten werden, wobei die thermoplastische Folie F auf die erste Glasschicht GS₁ aufgelegt wird, und bei Verwendung eines Autoklaven-Prozesses auf die thermoplastische Folie die zweite Glasschicht GS₂ aufgelegt wird. Anschließend werden die thermoplastische Folie F mit der ersten Glas-Schicht GS₁ und der zweiten Glas-Schicht GS₂ im Autoklaven und unter Wärme- und Druckeinwirkung verbunden.

Natürlich ist die erfindungsgemäße thermoplastische Folie F nicht nur in einem Autoklaven-Prozess verwendbar, sondern kann z.B. auch mit einem Vakuum-Thermo-Offen-Prozess oder dergleichen autoklavenfreien Prozessen verwendet werden.

Auch ist es prinzipiell möglich zunächst nur eine erste Glas-Schicht GS₁ mit der thermoplastischen Folie F nach Auflage zu verbinden und anschließend erst die zweite Glas-Schicht GS₂ aufzulegen und mit der auf die Glas-Schicht GS₁ vorverbundenen thermoplastischen Folie F zu verbinden.

Derartig hergestellte thermoplastische Folien F können in Verbundglas-Scheiben 1 in Fahrzeugen, insbesondere als Windschutzscheibe zur Anzeige eines Head-Up-Displays, oder Gebäuden oder als Informationsdisplay verwendet werden.

Eine Verwendung in einer Head-Up-Display-Anordnung ist beispielsweise in Figur 5 zu erkennen. Dort beleuchtet ein Projektor als Lichtquelle einen beispielhaften Head-Up-Displaybereiches HUDB einer Verbundglas-Scheibe 1, welche mit einer erfindungsgemäßen thermoplastischen Folie F ausgestattet ist. Dabei werden im Head-Up-Displaybereich HUDB Geisterbilder des Projektors minimiert, während die gesamte Verbundglas-Scheibe 1 zudem auch Doppelbilder in Transmission (nicht dargestellt) vermindert.

Im Ergebnis erlaubt die Erfindung eine Verbesserung in Bezug auf die Minimierung von Geisterbildern von Head-Up Displays für eine Vielzahl von Augenpositionen, ohne wesentlich mehr Geisterbilder außerhalb des Head-Up-Displaybereiches HUDB zu erzeugen. Weiterhin kann mittels der Erfindung auch erreicht werden, dass im Head-Up-Displaybereich HUDB als
5 auch in den anderen Bereichen Doppelbilder in Transmission reduziert werden. Zudem lassen sich größere Head-Up-Displaybereiche HUDB als auch komplexere Windschutzscheibendesigns mit der vorgestellten Erfindung realisieren.

Obwohl in den Figuren im Allgemeinen nur ein Head-Up-Displaybereich HUDB gezeigt ist, ist die Erfindung nicht darauf beschränkt. Z.B. können auch mehrere Head-Up-Displaybereiche
10 HUDB z.B. für Rechts- und Linkslenker oder aber für unterschiedliche Zwecke, wie z.B. Infotainment-System und Fahrassistenzsysteme vorgesehen sein. Dabei kann auch vorgesehen sein, dass z.B. bei Head-Up-Displaybereichen HUDB, die im Wesentlichen dem Infotainment dienen lediglich eine Minimierung der Geisterbilder vorgesehen ist, während bei Fahrassistenzsystemen sowohl eine Minimierung der Geisterbilder als auch eine
15 Minimierung der Doppelbilder angestrebt wird.

Im Ergebnis erlaubt die Erfindung eine Verbesserung in Bezug auf die Minimierung von Geisterbildern von Head-Up Displays für eine Vielzahl von Augenpositionen, ohne wesentlich mehr Geisterbilder außerhalb des Head-Up-Displaybereiches HUDB zu erzeugen. Weiterhin kann mittels der Erfindung auch erreicht werden, dass im Head-Up-Displaybereich HUDB als
20 auch in den anderen Bereichen Doppelbilder in Transmission reduziert werden. Zudem lassen sich größere Head-Up-Displaybereiche HUDB als auch komplexere Windschutzscheibendesigns mit der vorgestellten Erfindung realisieren.

Ansprüche

1. Thermoplastische Folie (F) für eine Verbundglas-Scheibe (1) mit nichtlinear-kontinuierlicher Keileinlage in vertikaler und horizontaler Richtung, wobei die
5 Verbundglas-Scheibe (1) in vertikaler Richtung an einem unteren Ende aus der Sicht eines Betrachters weiter vom Betrachter entfernt ist als an einem oberen Ende, wobei die thermoplastische Folie (F) bei einer hiermit ausgerüsteten Verbundglasscheibe (1) zwischen zwei Glasschichten (GS_1 , GS_2) befindlich ist,
- wobei die thermoplastische Folie (F) zumindest einen ersten Abschnitt (A_2) mit einem
10 in vertikaler und horizontaler Richtung kontinuierlichem nicht-linearen Keilwinkelprofil aufweist, sodass Geisterbilder von einem Head-Up Display im Bereich des ersten Abschnitts (A_2) minimiert werden,
wobei die thermoplastische Folie (F) im ersten Abschnitt (A_2) als auch in weiteren Abschnitten außerdem auch Doppelbilder in Transmission minimiert.
- 15 2. Thermoplastische Folie (F) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die thermoplastische Folie (F) zumindest einen Stoff ausgewählt aus der Gruppe aufweisend Polybutylenterephthalat (PBT), Polycarbonat (PC), Polyethylenterephthalat (PET) und Polyethylennaphthalat (PEN), Polyvinylchlorid (PVC), Polyvinylfluoride (PVF), Polyvinylbutyral (PVB), Ethylenvinylacetat (EVA),
20 Polyacrylat (PA), Polymethylmethacrylat (PMMA), Polyurethan (PUR), und/oder Gemische und Copolymere davon enthält.
3. Thermoplastische Folie (F) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch
25 gekennzeichnet, dass der Keilwinkel am unteren Rand geringer ist als am oberen Rand der Verbundglas-Scheibe (1).
4. Thermoplastische Folie (F) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch
30 gekennzeichnet, dass die thermoplastische Folie (F) am unteren Rand eine Dicke von weniger als 1 mm, insbesondere weniger als 0.9 mm, und bevorzugt eine Dicke von mehr als 0.3 mm, insbesondere mehr als 0.6 mm, aufweist.
5. Thermoplastische Folie (F) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in einem Bereich außerhalb des ersten Abschnitts (A_2) die

thermoplastische Folie (F) ein Keilwinkelprofil in vertikaler Richtung aufweist, das zur Vermeidung von Doppelbildern in Transmission einen konstanten oder zumindest abschnittsweise variablen Keilwinkel aufweist.

- 5 6. Thermoplastische Folie (F) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Keilwinkel in vertikaler Richtung in der Mitte des ersten Abschnitts (A_2) der thermoplastischen Folie (F) abschnittsweise größer ist als der Keilwinkel in vertikaler Richtung an einer anderen horizontalen Position innerhalb des ersten Abschnitts (A_2).
- 10 7. Thermoplastische Folie (F) nach einem der vorhergehenden Abschnitte, dadurch gekennzeichnet, dass der Keilwinkel in vertikaler Richtung in der Mitte der thermoplastischen Folie (F) innerhalb des ersten Abschnitts zwischen 0.8 mrad und 0.1 mrad, bevorzugt zwischen 0.75 mrad und 0.15 mrad variiert während der Keilwinkel in vertikaler Richtung in der Mitte der thermoplastischen Folie (F) in etwa zwischen 0.6 mrad und 0.1 mrad, bevorzugt zwischen 0.4 mrad und 0.15 mrad variiert, wobei der Keilwinkel von einem unteren Ende zu einem oberen Ende eine Funktion des Abstandes zum unteren Ende oder zum oberen Ende ist, wobei die Funktion eine Funktion zumindest zweiten Grades ist.
- 15 8. Verbundglas-Scheibe (1), aufweisend
- eine erste Glasschicht (GS_1) und eine zweite Glas-Schicht (GS_2),
 - eine thermoplastische Folie (F) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 - wobei sich die thermoplastische Folie (F) zwischen der ersten Glas-Schicht (GS_1)
- 20 und der zweiten Glas-Schicht (GS_2) befindet.
9. Verbundglas-Scheibe (1) nach Anspruch 8, wobei die Verbundglas-Scheibe (1) eine Dicke von 1 mm bis 8 mm, bevorzugt 3.5 bis 5.3 mm, am unteren Ende aufweist.
- 30 10. Verbundglas-Scheibe (1) nach Anspruch 8 oder 9, wobei die erste Glas-Schicht (GS_1) und/oder die zweite Glas-Schicht (GS_2) eine Dicke ausgewählt aus einem Bereich von etwa 1 mm bis 3 mm, bevorzugt 1.4 bis 2.6 mm am unteren Ende aufweist.
- 35 11. Verfahren zur Herstellung einer thermoplastischen Folie (F) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der zur Kompensation von

Geisterbildern im ersten Abschnitt (A_2) erforderliche vertikale Keilwinkel in Abhängigkeit von dem lokalen Einfallswinkel und einem lokalen Biegeradius der Verbundglas-Scheibe (1) rechnerisch ermittelt, und der sich daraus ergebende Verlauf des vertikalen Keilwinkels bestimmt wird und, dass der zur Kompensation von Geisterbildern im ersten Abschnitt erforderliche horizontale Keilwinkel in Abhängigkeit von dem lokalen Einfallswinkel und einem lokalen Biegeradius der Verbundglas-Scheibe (1) rechnerisch ermittelt, und der sich daraus ergebende Verlauf des horizontalen Keilwinkels bestimmt wird, wobei weiterhin der zur Kompensation des Doppelbildes erforderliche Keilwinkel in Abhängigkeit von dem lokalen Einfallswinkel und einem lokalen Biegeradius der Verbundglas-Scheibe rechnerisch ermittelt, und der sich daraus ergebende Verlauf des Keilwinkels bestimmt wird.

12. Verfahren zur Herstellung einer Verbundglas-Scheibe (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 10, aufweisend die Schritte

- Erhalten der ersten Glas-Schicht (GS_1) und der zweiten Glas-Schicht (GS_2),
- Auflegen der thermoplastischen Folie (F) auf die erste Glas-Schicht (GS_1),
- Auflegen der zweiten Glas-Schicht (GS_2) auf die thermoplastische Folie (F),
- Verbinden der ersten Glas-Schicht (GS_1) mit der thermoplastischen Folie (F),
und
- Verbinden der zweiten Glas-Schicht (GS_2) mit der thermoplastischen Folie (F).

13. Verfahren zur Herstellung einer Verbundglas-Scheibe (1) gemäß Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Keilwinkel gemäß Anspruch 11 bestimmt wird.

14. Head-Up-Display-Anordnung, aufweisend einen Projektor (3) zur Beleuchtung eines Head-Up-Displaybereiches einer Verbundglas-Scheibe (1) und eine Verbundglas-Scheibe (1) ausgestattet mit einer thermoplastischen Folie (F) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der Projektor (3) im Betrieb im Wesentlichen den zweiten Abschnitt beleuchtet.

15. Verwendung einer thermoplastischen Folie (F) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 7 für Verbundglas-Scheiben (1) in Fahrzeugen oder Gebäuden oder als Informationsdisplay.

16. Verwendung einer Verbundglas-Scheibe (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 10 in Fahrzeugen, insbesondere als Windschutzscheibe zur Anzeige eines Head-Up-Displays, oder Gebäuden oder als Informationsdisplay.

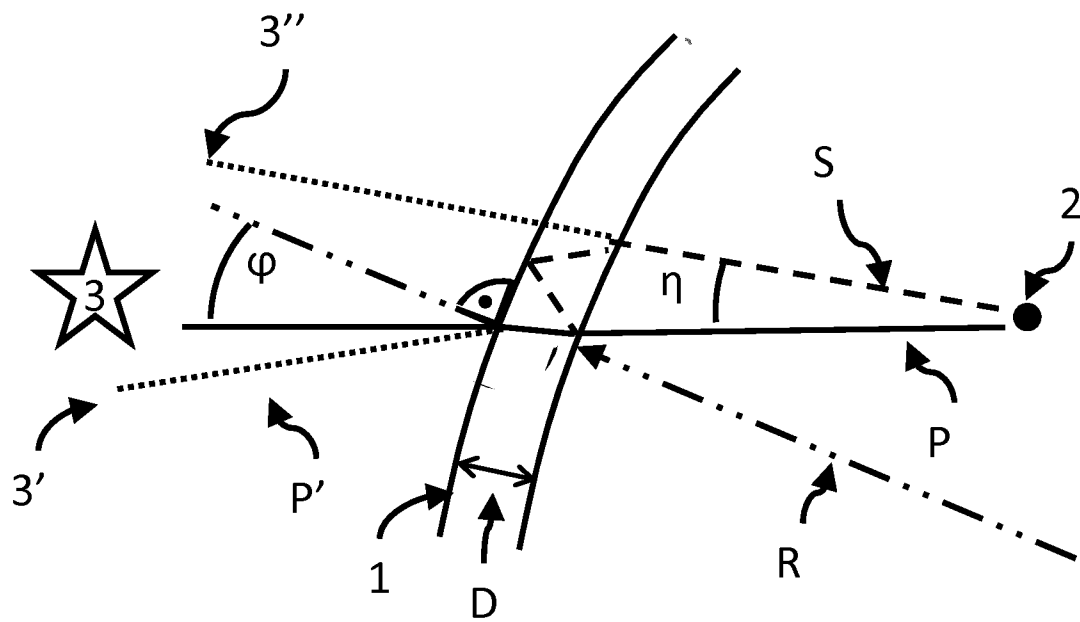


Fig. 1

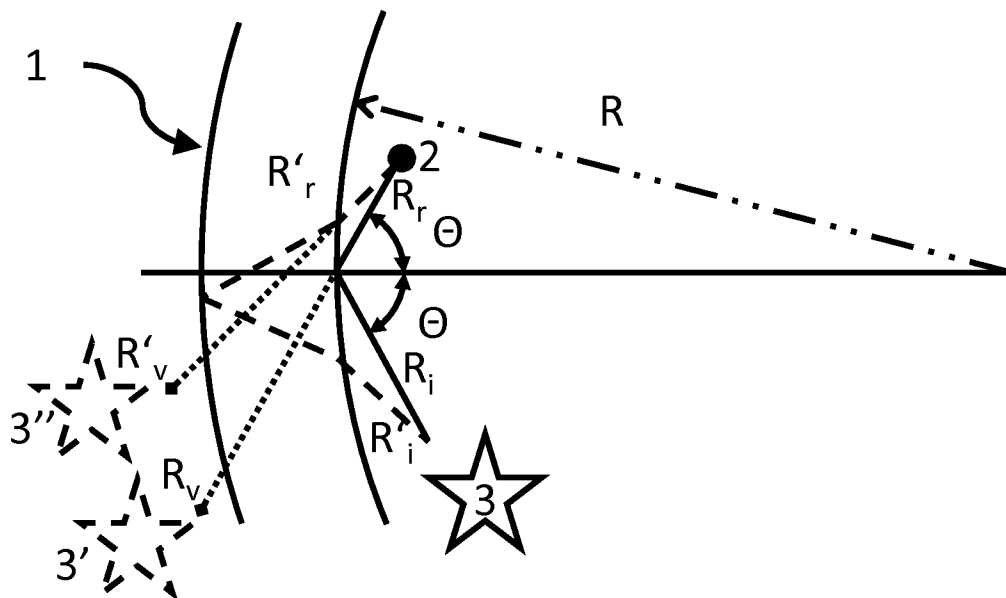


Fig. 2

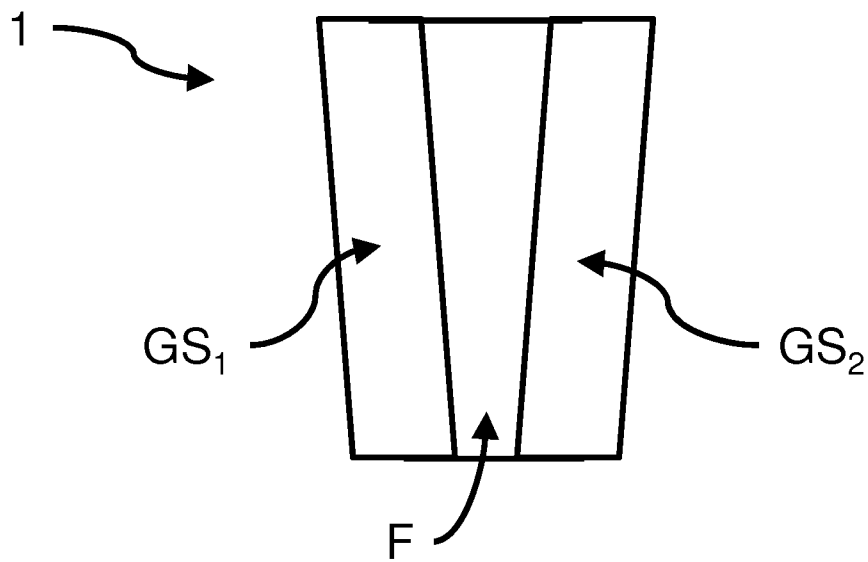


Fig. 3

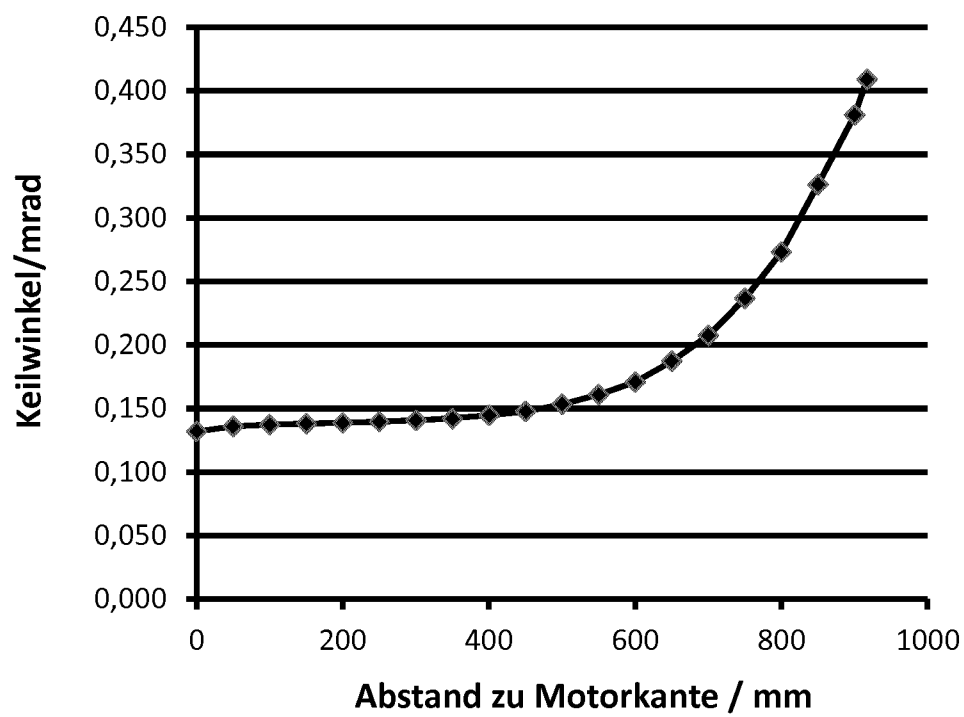
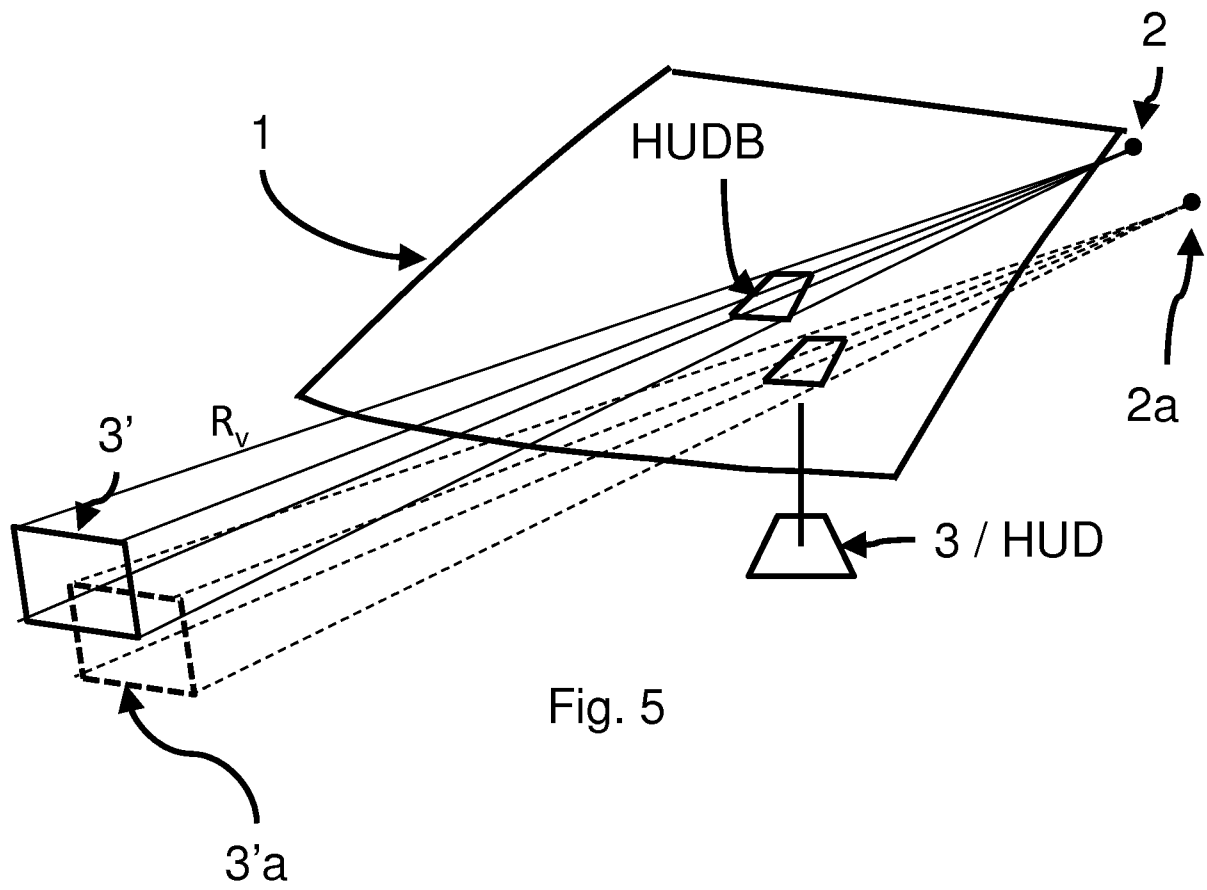


Fig. 4



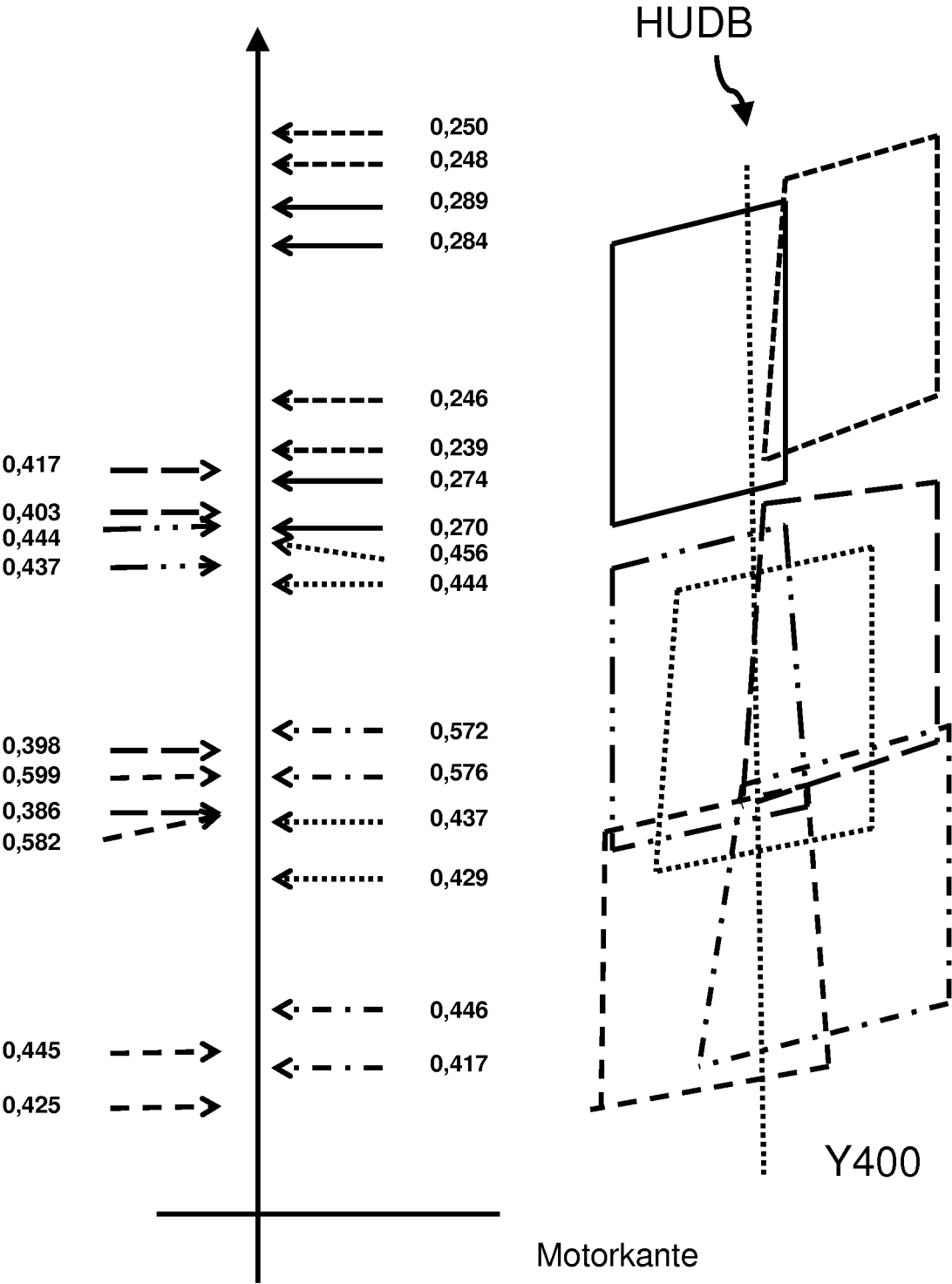


Fig. 6

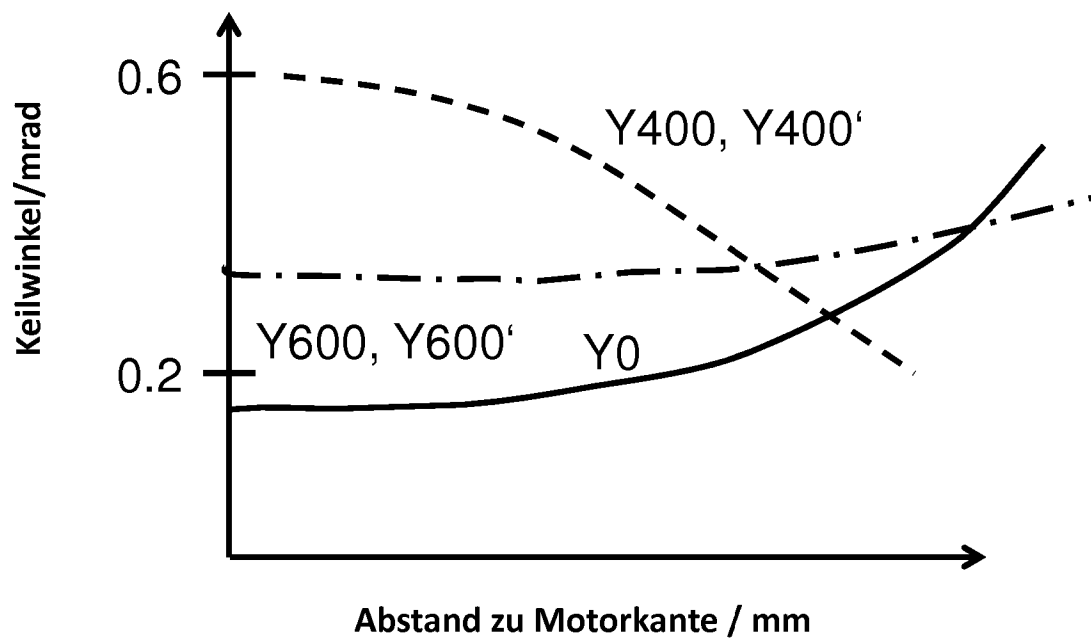


Fig. 7

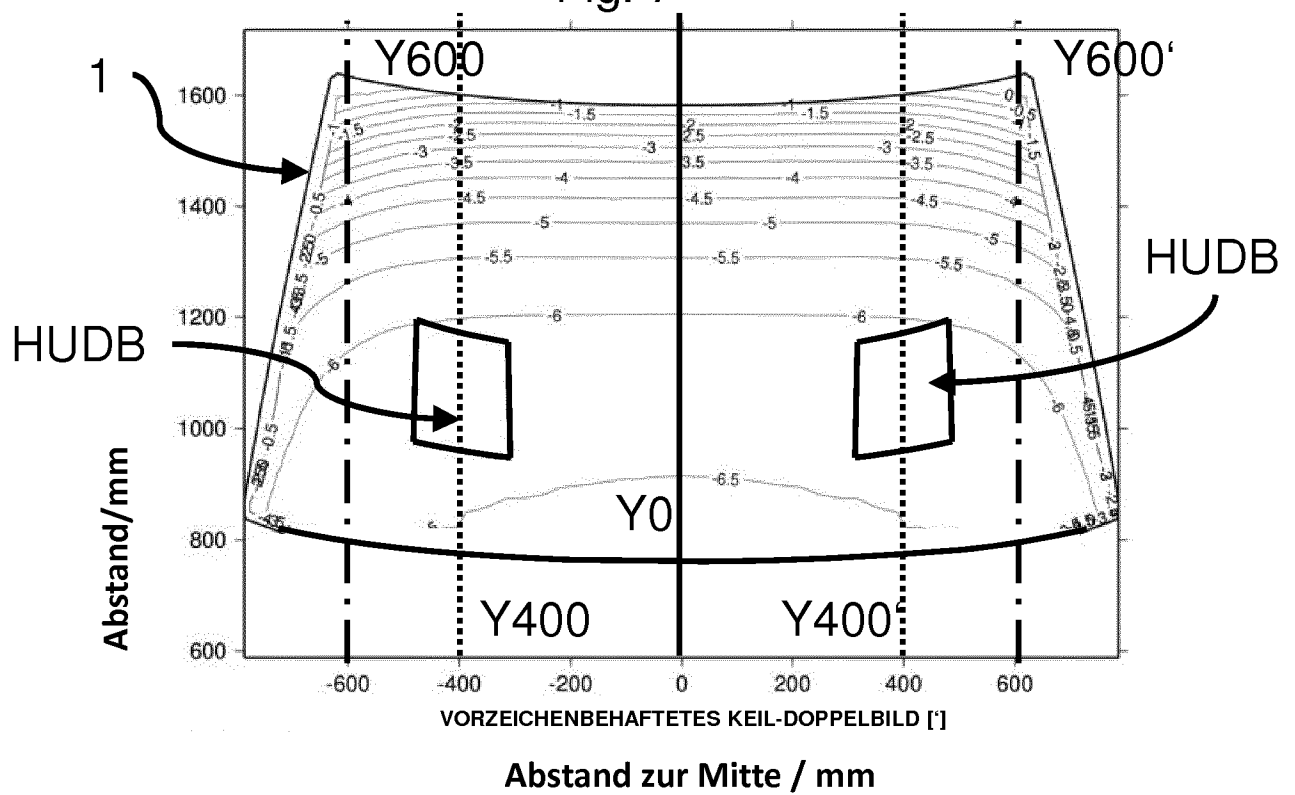


Fig. 8

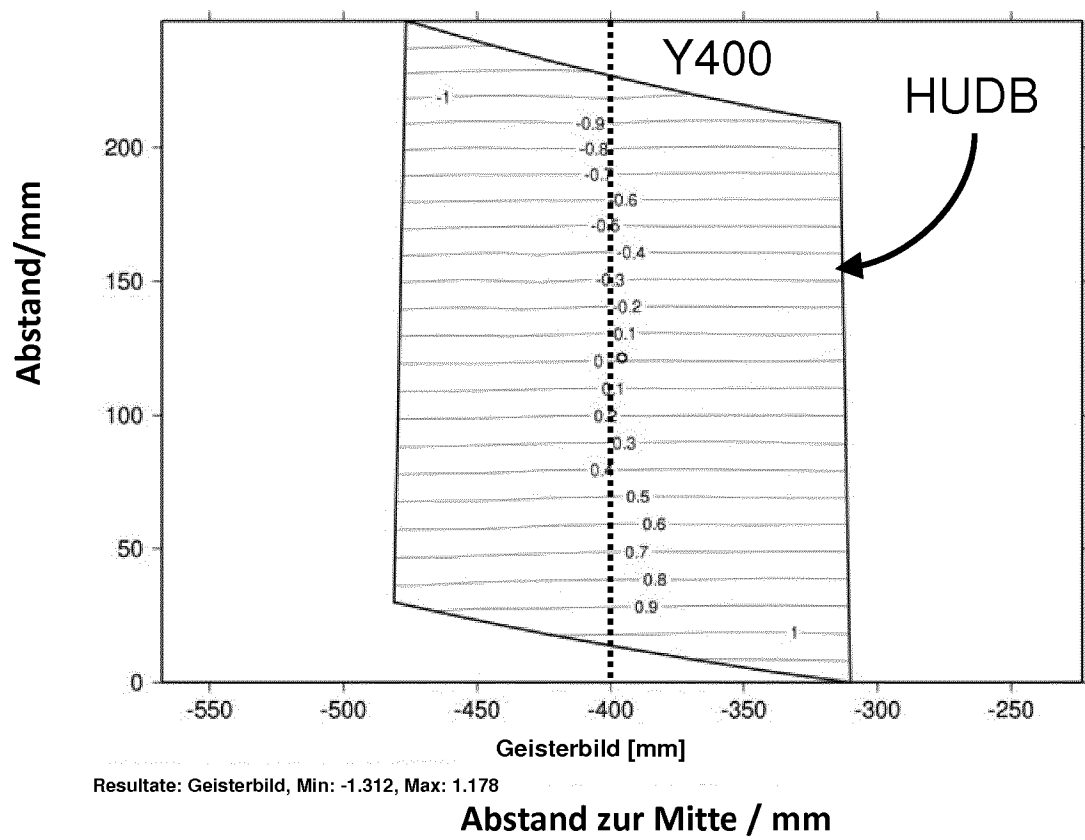


Fig. 9

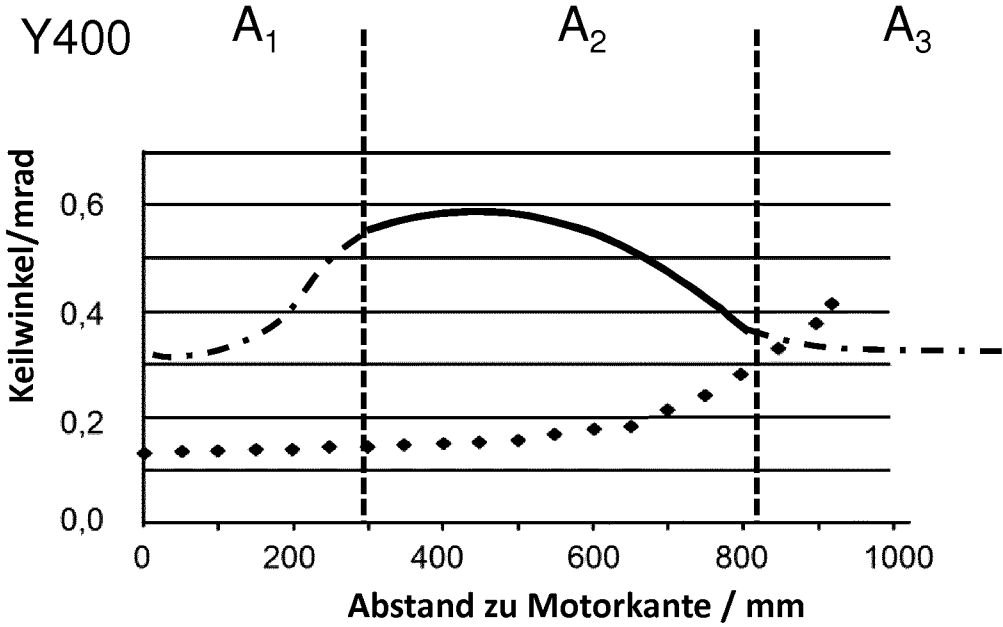


Fig. 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2014/074115

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B32B17/10 G02B27/01
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B32B G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2010/314900 A1 (LABROT MICHAEL [DE] ET AL) 16 December 2010 (2010-12-16) paragraph [0047]; figures 2,3 paragraph [0072]; claims; figures 7,8 -----	1-8, 11-16
A	US 2011/189426 A1 (DURBIN NEIL JOHN [DE] ET AL) 4 August 2011 (2011-08-04) paragraph [0008] - paragraph [0010]; claims 8,12-15 -----	11,13-16
A	US 2007/148472 A1 (MASAKI YUJI [JP] ET AL) 28 June 2007 (2007-06-28) paragraph [0063] - paragraph [0064] paragraph [0118]; figure 6(B) -----	11,13-16



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 January 2015

Date of mailing of the international search report

21/01/2015

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lindner, Thomas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/074115

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 2010314900	A1	16-12-2010	CN	101888927 A		17-11-2010
			EP	2217438 A1		18-08-2010
			JP	5315358 B2		16-10-2013
			JP	2011505330 A		24-02-2011
			JP	2014024752 A		06-02-2014
			KR	20100094987 A		27-08-2010
			US	2010314900 A1		16-12-2010
			WO	2009071135 A1		11-06-2009

US 2011189426	A1	04-08-2011	CN	102164744 A		24-08-2011
			EP	2331324 A1		15-06-2011
			JP	2012503572 A		09-02-2012
			KR	20110081207 A		13-07-2011
			US	2011189426 A1		04-08-2011
			WO	2010035031 A1		01-04-2010

US 2007148472	A1	28-06-2007	CN	103786391 A		14-05-2014
			EP	1800855 A1		27-06-2007
			JP	2007223883 A		06-09-2007
			KR	20070068291 A		29-06-2007
			US	2007148472 A1		28-06-2007

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B32B17/10 G02B27/01
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B32B G02B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2010/314900 A1 (LABROT MICHAEL [DE] ET AL) 16. Dezember 2010 (2010-12-16) Absatz [0047]; Abbildungen 2,3 Absatz [0072]; Ansprüche; Abbildungen 7,8 -----	1-8, 11-16
A	US 2011/189426 A1 (DURBIN NEIL JOHN [DE] ET AL) 4. August 2011 (2011-08-04) Absatz [0008] - Absatz [0010]; Ansprüche 8,12-15 -----	11,13-16
A	US 2007/148472 A1 (MASAKI YUJI [JP] ET AL) 28. Juni 2007 (2007-06-28) Absatz [0063] - Absatz [0064] Absatz [0118]; Abbildung 6(B) -----	11,13-16



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. Januar 2015

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

21/01/2015

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Lindner, Thomas

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/074115

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2010314900	A1	16-12-2010	CN	101888927 A		17-11-2010
			EP	2217438 A1		18-08-2010
			JP	5315358 B2		16-10-2013
			JP	2011505330 A		24-02-2011
			JP	2014024752 A		06-02-2014
			KR	20100094987 A		27-08-2010
			US	2010314900 A1		16-12-2010
			WO	2009071135 A1		11-06-2009

US 2011189426	A1	04-08-2011	CN	102164744 A		24-08-2011
			EP	2331324 A1		15-06-2011
			JP	2012503572 A		09-02-2012
			KR	20110081207 A		13-07-2011
			US	2011189426 A1		04-08-2011
			WO	2010035031 A1		01-04-2010

US 2007148472	A1	28-06-2007	CN	103786391 A		14-05-2014
			EP	1800855 A1		27-06-2007
			JP	2007223883 A		06-09-2007
			KR	20070068291 A		29-06-2007
			US	2007148472 A1		28-06-2007
