

(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
19. Dezember 2024 (19.12.2024)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/256243 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B32B 17/10 (2006.01) *G02B 27/01* (2006.01)
B32B 27/08 (2006.01) *G03H 1/00* (2006.01)
B32B 3/06 (2006.01) *B60J 1/02* (2006.01)
B32B 7/05 (2019.01) *B60K 35/00* (2024.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2024/065500

(22) Internationales Anmeldedatum:
05. Juni 2024 (05.06.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
23179618.6 15. Juni 2023 (15.06.2023) EP

(71) Anmelder: SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE
[FR/FR]; Tour Saint-Gobain, 12 Place de l'Iris, 92400 Cour-
bevoie (FR).

(72) Erfinder: KEWITZ, Markus; Glasstrasse 1, 52134 Her-
zogenrath (DE). MÜLLER, Michael; Glasstrasse 1, 52134
Herzogenrath (DE). ARENDT, Sebastian; Glasstrasse 1,
52134 Herzogenrath (DE). BESLER, Robert; Glasstrasse
1, 52134 Herzogenrath (DE).

(74) Anwalt: GEBAUER, Dieter; Splanemann Patentanwälte
mbB, Rumfordstrasse 7, 80469 München (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, CV, CZ, DE, DJ,
DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH,
GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO,

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING A COMPOSITE PANEL FOR A HOLOGRAPHIC HEAD-UP DISPLAY, AND COM-
POSITE PANEL

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER VERBUNDSCHEIBE FÜR EIN HOLOGRAPHISCHES HEAD-
UP-DISPLAY, SOWIE VERBUNDSCHEIBE

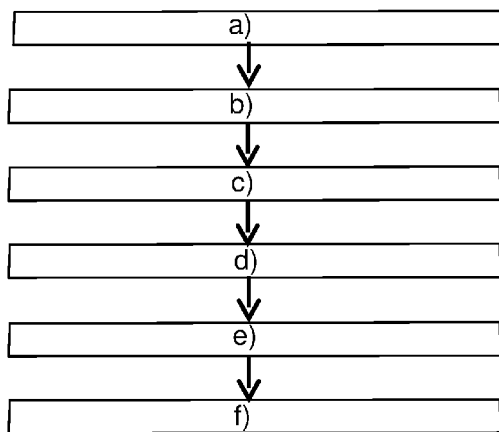


Fig. 5

(57) Abstract: The invention relates to a method for producing a composite panel (1) for a projection arrangement (100) with an HUD region (H), comprising the following steps: a) producing a first stack sequence (6), containing - a substrate sheet (15) of a polymer material with a holographic recording medium (17) applied thereto, wherein at least one holographically active zone (8) with mirror function is generable or generated in the holographic recording medium (17) by holographic exposure - a cover sheet (16) of a polymer material, which is arranged on the substrate sheet (15), wherein the holographic recording medium (17) is arranged between the substrate sheet (15) and the cover sheet (16); b) thermal welding of substrate sheet (15) and cover sheet (16) of the first stack sequence (6) in a region surrounding the at least one holographically active zone (8), whereby a thermally welded bond region (9) is generated; c) cutting



WO 2024/256243 A1

JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

the first stack sequence (6) with thermally welded bond region (9) to a predetermined size; d) providing an outer panel (2) and an inner panel (3), and at least two bonding layers (18, 18') made from a thermoplastic material; e) arranging the first stack sequence (6) with thermally welded bond region (9) between the outer panel (2) and the inner panel (3) and between the at least two bonding layers (18, 18') to form a second stack sequence (19), wherein the HUD region is formed by the at least one holographically active zone (8); and f) laminating the second stack sequence (19).

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Verbundscheibe (1) für eine Projektionsanordnung (100) mit einem HUD-Bereich (H), umfassend die folgenden Schritte: a) Herstellen einer ersten Stapelfolge (6), enthaltend - eine Substratfolie (15) aus einem Polymermaterial mit einem darauf aufgetragenen holographischen Aufzeichnungsmedium (17), wobei im holographischen Aufzeichnungsmedium (17) durch holographische Belichtung mindestens eine holographisch-aktive Zone (8) mit Spiegelfunktion erzeugbar oder erzeugt ist, - eine Deckfolie (16) aus einem Polymermaterial, die auf der Substratfolie (15) angeordnet ist, wobei das holographische Aufzeichnungsmedium (17) zwischen der Substratfolie (15) und der Deckfolie (16) angeordnet ist, b) thermisches Verschweißen von Substratfolie (15) und Deckfolie (16) der ersten Stapelfolge (6) in einem die mindestens eine holographisch-aktive Zone (8) umlaufenden Bereich, wodurch ein thermisch verschweißter Verbindungsbereich (9) erzeugt wird, c) Zuschneiden der ersten Stapelfolge (6) mit thermisch verschweißtem Verbindungsbereich (9) auf ein vorbestimmtes Maß, d) Bereitstellen einer Außenscheibe (2) und einer Innenscheibe (3), sowie mindestens zwei Verbindungsschichten (18, 18') aus einem thermoplastischen Kunststoff, e) Anordnen der ersten Stapelfolge (6) mit thermisch verschweißtem Verbindungsbereich (9) zwischen der Außenscheibe (2) und der Innenscheibe (3) und zwischen den mindestens zweier Verbindungsschichten (18, 18') zur Ausbildung einer zweiten Stapelfolge (19), wobei durch die mindestens eine holographisch-aktive Zone (8) der HUD-Bereich gebildet wird, f) Laminieren der zweiten Stapelfolge (19).

Verfahren zur Herstellung einer Verbundscheibe für ein holographisches Head-Up-Display, sowie Verbundscheibe

Die vorliegende Erfindung liegt auf dem technischen Gebiet der Scheibenfertigung und betrifft
5 ein Verfahren zur Herstellung einer Verbundscheibe für ein holographisches Head-Up-
Display, sowie eine durch das erfindungsgemäße Verfahren hergestellte Verbundscheibe für
ein holographisches Head-Up-Display.

Moderne Automobile werden in zunehmendem Maße mit sogenannten Head-Up-Displays
10 (HUDs) ausgestattet. Mit einem Projektor, typischerweise im Bereich des Armaturenbretts,
werden Bilder auf den HUD-Bereich der Windschutzscheibe projiziert, dort reflektiert und vom
Fahrer als virtuelles Bild (von ihm aus gesehen) hinter der Windschutzscheibe wahrgenom-
men. So können wichtige Informationen in das Blickfeld des Fahrers projiziert werden, bei-
spielsweise die aktuelle Fahrtgeschwindigkeit oder Navigations- und Warnhinweise, welche
15 der Fahrer wahrnehmen kann, ohne seinen Blick von der Fahrbahn wenden zu müssen.
Head-Up-Displays können so wesentlich zur Steigerung der Verkehrssicherheit beitragen.

Bei den vorstehend beschriebenen Head-Up-Displays ist die optische Gesetzmäßigkeit zu be-
rücksichtigen, dass Einfallswinkel und Ausfallswinkel des auf die Windschutzscheibe auftreffenden
20 und von der Windschutzscheibe reflektierten Lichts stets gleich sind. Dies schränkt in nach-
teiliger Weise die Gestaltung der Windschutzscheibe und deren Einbaumöglichkeiten ein.
Eine Lösung dieses Problems ist die Integration von Hologramm-Elementen in die Wind-
schutzscheibe, bei denen keine Lichtreflexion, sondern eine Beugung von auftreffendem Licht
entsprechend des aufgezeichneten Hologramms erfolgt. Solche Hologramm-Elemente ent-
25 halten vorteilhaft ein Hologramm, das durch holographische Belichtung eines holographi-
schen Aufzeichnungsmediums so erzeugt wurde, dass die Funktion eines optischen Spiegels
für eine bestimmte Wellenlänge und Einstrahlwinkel des einfallenden Lichts implementiert
wird. Durch diese Spiegelfunktion des Hologramms können beliebige Informationen eines
bildgebenden Projektors in eine Bildebene projiziert werden, die vom Betrachter in einem be-
30 stimmten Raumbereich, der gemeinhin als "Eye-Box" bezeichnet wird, sichtbar sind. Da die
holographische Spiegelfunktion tatsächlich auf einer Beugung von Licht beruht, ist die für die
Spiegelung geltende optische Gesetzmäßigkeit, wonach der Einfallswinkel dem Ausfallswinkel
entspricht, nicht anwendbar. Dies hat den Vorteil, dass die Eye-Box auch außerhalb von Be-
reichen positioniert sein kann, in denen durch Reflexion an der Verbundscheibe auftretende
35 Nebenbilder (Ghost-Bilder) sichtbar sind. Zudem gibt es eine größere Variabilität für die

Einbausituation von Windschutzscheiben, die insbesondere auch sehr flach in ein Fahrzeug eingebaut werden können.

Für Head-Up-Displays können Hologramm-Elemente mit Hologrammen mit Spiegelfunktion genutzt werden, die zwischen den Einzelscheiben einer Windschutzscheibe einlaminiert sind. Hologramme mit Spiegelfunktion, die auch als "Reflexionshologramme" bezeichnet werden, sind dem Fachmann wohlbekannt und in der Patentliteratur vielfach beschrieben, siehe beispielsweise DE102017212451A1, WO 2012/156124A1 und US 2019/0056596A1. Die Hologramme eines holographischen Head-Up-Displays sind in der Regel so ausgelegt, dass sie nur auf Licht in einem engen Wellenlängen- und Winkelbereich, welches von einem innen angeordneten Projektor ausgestrahlt wird, ansprechen.

Windschutzscheiben bestehen in aller Regel aus zwei Scheiben, typischer Weise aus Glas, die über eine Zwischenschicht, enthaltend mindestens einen Bereich aus einem thermoplastischen Kunststoff, fest miteinander verbunden (laminiert) sind. Holographisch-optische Elemente mit Spiegelfunktion werden typischerweise in Folienform bereitgestellt und in die Verbundscheibe laminiert. Bekannt ist die Vorgehensweise, bei der eine Substratfolie aus einem Polymer mit einem auf einer Oberfläche aufgetragenen holographischen Aufzeichnungsmedium (Photopolymer) mit einer Deckfolie aus einem Polymer bedeckt wird, sodass das holographische Aufzeichnungsmedium zwischen den beiden Polymerfolien vor mechanischen und chemischen Einwirkungen gut geschützt ist. Der Stapel aus den beiden Polymerfolien mit holographischem Aufzeichnungsmedium wird zwischen den beiden Glasscheiben der Windschutzscheibe laminiert, wobei typischerweise beiderseits des Stapels aus Polymerfolien eine Verbindungsschicht aus einem thermoplastischen Kunststoff angeordnet wird. Mithin sind die beiden Polymerfolien mit zwischenliegendem Aufzeichnungsmedium in thermoplastischen Kunststoff eingebettet.

In der Praxis hat sich gezeigt, dass beim Laminieren von Windschutzscheiben mit integrierten Polymerfolien mit holographischem Aufzeichnungsmedium optische Fehler durch Delamination auftreten können, was letztlich den Anteil an Ausschuss und somit die Herstellungskosten der Windschutzscheiben erhöht.

CN 114660695 A offenbart eine Verbundscheibe mit einem holographischen Film, der zwischen zwei thermoplastische Folien laminiert ist. Weiterhin gezeigt ist die Anordnung von Basisschichten auf beiden Seiten des holographischen Films.

Demgegenüber besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, die vorstehend genannten Nachteile zu vermeiden und eine verbesserte Verbundscheibe für eine Projektionsanordnung mit einem HUD-Bereich zur Verfügung zu stellen, die in der industriellen Serienfertigung zeit- und kosteneffizient und mit hoher optischer Qualität herstellbar ist. Insbesondere soll dies in einfacher Weise mit bereits bestehenden und gegebenenfalls nur geringfügig modifizierten Produktionsanlagen möglich sein.

Diese und weitere Aufgaben werden nach dem Vorschlag der Erfindung durch ein Verfahren zur Herstellung einer Verbundscheibe sowie eine Verbundscheibe gemäß den unabhängigen Patentansprüchen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Erfindungsgemäß ist ein Verfahren zur Herstellung einer Verbundscheibe, vorzugsweise eine Verbundglasscheibe, für eine Projektionsanordnung mit einem holographischen HUD-Bereich gezeigt.

Mit "HUD-Bereich" ist ein Bereich der Verbundscheibe gemeint, welcher dazu vorgesehen ist, in einer Projektionsanordnung mit dem Licht (Bild) eines Projektors bestrahlt zu werden, sodass ein Head-Up-Display-Bild im HUD-Bereich angezeigt werden kann. Der HUD-Bereich ist also in einem Bereich der Verbundscheibe angeordnet, welcher zumindest teilweise transparent ist mit einem Lichttransmissionsgrad (nach ISO 9050:2003) von bevorzugt mindestens 50 %, besonders bevorzugt mindestens 70 %. Ist die Verbundscheibe beispielsweise eine Windschutzscheibe in einem Auto, so ist der HUD-Bereich ein Bereich, durch welchen ein Betrachter (beispielsweise der Fahrer) auf die Straße schauen kann.

Die Verbundscheibe weist eine umlaufende Kante auf, welche besonders bevorzugt eine Oberkante und eine Unterkante, sowie zwei dazwischen verlaufende Seitenkanten mit einer linken und einer rechten Seitenkante (bei Sicht von innen auf die Verbundscheibe) umfasst. Mit Oberkante wird diejenige Kante bezeichnet, welche dafür vorgesehen ist, in Einbaulage nach oben zu weisen. Mit Unterkante wird diejenige Kante bezeichnet, welche dafür vorgesehen ist, in Einbaulage nach unten zu weisen. Die Oberkante wird häufig auch als Dachkante und die Unterkante als Motorkante bezeichnet. Die Verbundscheibe kann jede beliebige geeignete geometrische Form und/oder Krümmung aufweisen.

Die Verbundscheibe umfasst eine Außenscheibe und eine Innenscheibe, die durch eine Zwischenschicht, enthaltend zwei oder mehr Verbindungsschichten aus einem thermoplastischen Kunststoff, fest miteinander verbunden sind. Die Zwischenschicht kann in verschiedene Verbindungsschichten aus einem thermoplastischen Kunststoff unterteilt werden, wobei die Verbindungsschichten aus einem thermoplastischen Kunststoff auch miteinander verbunden (verschmolzen) sein können. Auch bei einer aus mehreren (verschmolzenen) Verbindungsschichten hergestellten Zwischenschicht können Bereiche der Zwischenschicht, die jeweiligen Verbindungsschichten entsprechen, zumindest gedanklich individualisiert werden. Die Zwischenschicht erstreckt sich vorzugsweise über die gesamte Fläche der Verbundscheibe, ist also flächig zwischen der Außenscheibe und der Innenscheibe angeordnet.

In die Zwischenschicht und in thermoplastischen Kunststoff (vorzugsweise vollständig) eingebettet ist ein holographisches Aufnahme- bzw. Aufzeichnungsmedium, das sich zwischen einer Substratfolie aus einem Polymermaterial und einer Deckfolie aus einem Polymermaterial befindet. Das oder die Polymermaterialien von Substrat- und Deckfolie können grundsätzlich beliebig gewählt sein, unter der Maßgabe, dass sie thermisch (d.h. durch Erwärmen über eine (höchste bzw. jeweilige) Schmelztemperatur) verschweißbar sind, sodass die Substrat- und Deckfolie bzw. Bereiche hiervon durch Einwirkung von extern zugeführter Wärme fest miteinander verbindbar sind. Mit anderen Worten, das oder die Polymermaterialien von Substrat- und Deckfolie sind stoffschlüssig miteinander verbindbar durch thermisches Schmelzen und anschließendes Abkühlen. Das oder die Polymermaterialien von Substratfolie und Deckfolie sind vorzugsweise verschieden von dem thermoplastischen Kunststoff der Verbindungsschichten.

Im holographischen Aufzeichnungsmedium kann durch holographische Belichtung (holographische Aufzeichnung), welche typischerweise einen Licht- und Referenzstrahl umfasst, mindestens eine holographisch-aktive Zone mit einer durch Lichtbeugung realisierten Spiegelfunktion für mindestens eine Wellenlänge und mindestens einen Einstrahlwinkel erzeugt werden. Die holographisch-aktive Zone entspricht dem Bereich des Aufzeichnungsmediums, der durch holographische Belichtung mit einem Hologramm versehen wurde. Typischerweise ist die Spiegelfunktion des Hologramms für einen engen Wellenlängenbereich und einen kleinen Bereich des Einstrahlwinkels des einfallenden Lichts im Hologramm implementiert. Diese Eigenschaften hängen von den speziellen Gegebenheiten von Licht- und Referenzstrahl bei der Aufzeichnung des Hologramms ab. Dies

ist dem Fachmann wohlbekannt und für das Verständnis der Erfindung nicht erforderlich, sodass hier nicht näher darauf eingegangen werden muss.

Das holographische Aufzeichnungsmedium ist ein Material, das zur Aufzeichnung eines Hologramms mit Spiegelfunktion geeignet ist. Dem Fachmann sind hierfür geeignete Materialien bekannt. Typischerweise enthält oder besteht das holographische Aufzeichnungsmedium aus einem Photopolymer.

Das holographische Aufzeichnungsmedium kann eine einzige holographisch-aktive Zone (d.h. ein einziges Hologramm) in einem Bereich des holographischen Aufzeichnungsmediums oder mehrere holographisch-aktive Zonen (d.h. mehrere Hologramme) in verschiedenen Bereichen des holographischen Aufzeichnungsmediums aufweisen. Das holographische Aufzeichnungsmedium kann vor oder nach der Integration in die Verbundscheibe durch holographische Belichtung mit mindestens einem Hologramm mit Spiegelfunktion, d.h. mit mindestens einer holographisch-aktiven Zone, versehen werden. Vorzugsweise, jedoch nicht zwingend, erfolgt die holographische Belichtung des holographischen Aufzeichnungsmediums zum Erzeugen mindestens eines Hologramms mit Spiegelfunktion vor der Integration des holographischen Aufzeichnungsmediums in die Verbundscheibe. Die mindestens eine holographisch-aktive Zone enthält ein Hologramm (d.h. holographische Aufnahme) und kann auch als Hologramm-Element bezeichnet werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung einer Verbundscheibe für eine Projektionsanordnung mit einem HUD-Bereich umfasst die folgenden Schritte, die beispielsweise in der angegebenen Reihenfolge gemäß alphabetischer Abfolge ausgeführt werden, wobei die Abfolge der Schritte auch anders sein kann oder Schritte gleichzeitig ausgeführt werden können:

Schritt a)

Herstellen einer ersten Stapelfolge, enthaltend

- eine Substratfolie aus einem thermisch verschweißbaren Polymermaterial (Polymerfolie), wobei auf einer Oberfläche der Substratfolie ein holographisches Aufzeichnungsmedium flächig angeordnet ist, wobei im holographischen Aufzeichnungsmedium durch holographische Belichtung mindestens eine holographisch-aktive Zone mit Spiegelfunktion für mindestens eine Wellenlänge und mindestens einen Einstrahlwinkel erzeugbar oder bereits erzeugt ist,

- eine Deckfolie aus einem thermisch verschweißbaren Polymermaterial (Polymerfolie), die auf der Substratfolie angeordnet ist, wobei das holographische Aufzeichnungsmedium zwischen der Substratfolie und der Deckfolie angeordnet ist.

5 Schritt b)

Thermisches Verschweißen von Substrat- und Deckfolie der ersten Stapelfolge in einem die mindestens eine holographisch-aktive Zone (vorzugsweise vollständig) umlaufenden Bereich, wodurch ein thermisch verschweißter Verbindungsbereich erzeugt wird. Im thermischen verschweißten Verbindungsbereich sind Substratfolie und Deckfolie stoffschlüssig miteinander verbunden. Die Substratfolie und Deckfolie werden nur in einem Bereich stoffschlüssig miteinander verbunden, in dem sich kein holographisches Aufzeichnungsmedium befindet. Mit anderen Worten, im thermisch verschweißten Verbindungsbereich befindet sich kein holographisch aktives Aufzeichnungsmedium zwischen Substratfolie und Deckfolie.

15

Schritt c)

Zuschneiden der ersten Stapelfolge mit thermisch verschweißtem Verbindungsbereich auf ein vorbestimmtes (bzw. vorbestimmbares) Maß. Das vorbestimmte Maß ergibt sich aus den jeweiligen Gegebenheiten der Verbundscheibe und kann den Umständen entsprechend gewählt werden.

20

Schritt d)

Bereitstellen einer Außenscheibe und einer Innenscheibe, sowie mindestens zweier Verbindungsschichten aus einem thermoplastischen Kunststoff, typischerweise in Folienform.

25

Schritt e)

Anordnen der ersten Stapelfolge mit thermisch verschweißtem Verbindungsbereich zwischen der Außenscheibe und der Innenscheibe und zwischen den mindestens zwei Verbindungsschichten zur Ausbildung einer zweiten Stapelfolge, wobei durch die mindestens eine holographisch-aktive Zone des holographischen Aufzeichnungsmediums der HUD-Bereich gebildet wird. Hierbei wird eine Verbindungsschicht der mindestens zwei Verbindungsschichten zwischen der ersten Stapelfolge und der Innenscheibe und die andere Verbindungsschicht der mindestens zwei Verbindungsschichten zwischen der ersten Stapelfolge und der Außenscheibe angeordnet, sodass die erste Stapelfolge auf beiden Seiten in thermoplastischen Kunststoff eingebettet ist.

35

Schritt f)

Laminieren der zweiten Stapelfolge zum Herstellen der Verbundscheibe.

- 5 Bevorzugt erfolgt Schritt b) zum thermischen Verschweißen von Substrat- und Deckfolie der ersten Stapelfolge zeitlich vor oder zeitgleich mit Schritt c) zum Zuschneiden der ersten Stapelfolge mit thermisch verschweißtem Verbindungsbereich auf ein vorbestimmtes Maß.

Wie Versuche der Erfinder gezeigt haben, kann durch das thermische Verschweißen von
10 Substrat- und Deckfolie in dem das holographische Aufzeichnungsmedium bzw. die mindestens eine holographisch-aktive Zone umlaufenden Verbindungsbereich in vorteilhafter Weise eine optische Beeinträchtigung der Verbundscheibe im Bereich des holographischen Aufzeichnungsmediums, verursacht durch eine Delamination, vermieden werden. Ohne an eine Theorie gebunden zu sein, wird derzeit davon ausgegangen, dass ohne das thermische
15 Verschweißen von Substrat- und Deckfolie im Verbindungsbereich vor dem Zuschneiden der ersten Stapelfolge durch die mechanische Einwirkung beim Zuschneiden der ersten Stapelfolge mikro-mechanische Beschädigungen an Substrat- und Deckfolie erzeugt werden, die ursächlich für eine Delamination sind und in der Folge unerwünschte optische Fehler der Verbundscheibe erzeugen. Die vorliegende Erfindung zeigt somit in vorteilhafter Weise einen
20 neuen Weg auf, wie in einfacher Weise optische Fehler durch Delamination im Bereich der Substrat- und Deckfolie vermieden werden können. Dies ist ein großer Vorteil der vorliegenden Erfindung.

In einer Ausführungsform erfolgt das Zuschneiden der ersten Stapelfolge auf ein
25 vorbestimmtes Maß vor dem thermischen Verschweißen von Substrat- und Deckfolie der ersten Stapelfolge, d.h. Schritt c) wird zeitlich vor Schritt b) durchgeführt. Bei dieser Vorgehensweise sind vorteilhafte Effekte in Bezug auf das Vermeiden von optischen Fehlern aufgrund einer Delamination der Verbundscheibe erkennbar.

30 In einer Ausführungsform erfolgt das Zuschneiden der ersten Stapelfolge auf ein vorbestimmtes Maß und das thermische Verschweißen von Substrat- und Deckfolie der ersten Stapelfolge gleichzeitig, d.h. die Schritte b) und c) werden zeitgleich durchgeführt. Dies kann beispielsweise durch ein heißes Schneidwerkzeug, wie ein heißes Schneidmesser, erfolgen. Hierbei wird die erste Stapelfolge nicht nur geschnitten, sondern beim Schneiden
35 werden die Substrat- und Deckfolie durch das heiße Schneidwerkzeug insbesondere im

Schneidbereich (Schneidkanten) thermisch verschweißt. Diese Ausführungsform ist aufgrund ihrer Zeit- und Kosteneffizienz besonders bevorzugt. Optische Fehler aufgrund einer Delamination der Verbundscheibe können zuverlässig und sicher vermieden werden.

- 5 In einer Ausführungsform erfolgt das Zuschneiden der ersten Stapelfolge auf ein vorbestimmtes Maß zeitlich nach dem thermischen Verschweißen von Substrat- und Deckfolie der ersten Stapelfolge, wobei das Zuschneiden der ersten Stapelfolge innerhalb des Verbindungsbereichs oder auf einer Seite des Verbindungsbereichs, die von der mindestens einen holographisch-aktiven Zone abgewandt ist, erfolgt. Auch bei dieser Vorgehensweise
10 können optische Fehler aufgrund einer Delamination der Verbundscheibe zuverlässig und sicher vermieden werden, wobei diese Ausführungsform zwar vorteilhaft, aber weniger zeiteffizient als die unmittelbar vorstehende Ausführungsform ist.

- Die beiden Polymerfolien der ersten Stapelfolge werden in einem das holographische Aufzeichnungsmedium bzw. die mindestens eine holographisch-aktive Zone (vorzugsweise
15 vollständig) umlaufenden Verbindungsbereich thermisch verschweißt. Der Verbindungsbereich umgibt das holographische Aufzeichnungsmedium bzw. die mindestens eine holographisch-aktive Zone vorzugsweise vollständig umlaufend. Mit anderen Worten, das holographische Aufzeichnungsmedium bzw. die mindestens eine holographisch-aktive Zone
20 ist vorzugsweise vollständig zwischen Substratfolie und Deckfolie eingebettet und ausschließlich von Material von Substratfolie und Deckfolie umgeben. Besonders vorteilhaft können hierfür in der Serienfertigung von Verbundscheiben gängige Maschinen und Methoden eingesetzt werden (z.B. Plotter zum Einbringen von Drähten in PVB-Schichten durch Erwärmen). Besonders vorteilhaft ist der umlaufende Verbindungsbereich ein
25 umlaufender Randbereich der ersten Stapelfolge (bzw. von Substrat- und Deckfolie).

- In einer Ausführungsform enthalten oder bestehen die Substrat- und Deckfolie aus Polyethylenterephthalat (PET), Polyethylen (PE), Polymethylmethacrylat (PMMA), Polycarbonat (PC), Polyamid (PA), Polyvinylchlorid (PVC) und/oder Cellulosetriacetat (TAC),
30 vorzugsweise aus Polycarbonat (PC). Die Polymermaterialien von Substrat- und Deckfolie können gleich oder voneinander verschieden sein. Diese Materialien können durch thermisches Verschweißen stoffschlüssig miteinander verbunden werden.

Beispielsweise beträgt die Dicke einer Polymerfolie von 20 bis 100 µm. Die Größe der Substrat- und Deckfolie hängt von den jeweiligen Gegebenheiten der Verbundscheibe ab und ist den Umständen entsprechend zu wählen.

- 5 Grundsätzlich sind Größe und Form der mindestens einen holographisch-aktiven Zone (d.h. Hologramm) unabhängig von Größe und Form des holographischen Aufzeichnungsmediums, unter der Maßgabe, dass die holographisch-aktive Zone im holographischen Aufzeichnungsmedium ausgebildet wird und deshalb auch nicht größer als das holographische Aufzeichnungsmedium sein kann. In einer Ausführungsform ist eine Fläche, welche die
- 10 holographisch-aktive Zone einnimmt, kleiner als eine Fläche, welche das holographische Aufzeichnungsmedium auf der Substratfolie einnimmt. Dies hat den besonderen Vorteil, dass die holographisch-aktive Zone, welche den HUD-Bereich definiert, wesentlich kleinere Abmessungen als das holographische Aufzeichnungsmedium haben kann. Beispielsweise kann die holographisch-aktive Zone für einen HUD-Bereich übliche Abmessungen aufweisen,
- 15 wie z.B. 210 x 210 mm für einen HUD-Bereich in der Anwendung "Erweiterte Realität", auch als "Augmented Reality" bezeichnet, oder 50 x 150 mm für ein kleineres Sichtfeld, in dem nur wenige Informationen angezeigt werden sollen.

- Das holographische Aufzeichnungsmedium hingegen kann einen optisch transparenten
- 20 Durchsichtsbereich der Verbundscheibe (z.B. Windschutzscheibe) auch vollständig überdecken. Dies hat den Vorteil, dass der Rand des holographischen Aufzeichnungsmediums außerhalb des Durchsichtsbereichs der Verbundscheibe liegt, sodass ein unter Umständen optisch störender Rand des Aufzeichnungsmediums vermieden wird. Entsprechend überdeckt das holographische Aufzeichnungsmedium in einer vorteilhaften Ausführungsform
- 25 einen optisch transparenten Durchsichtsbereich der Verbundscheibe vollständig. Die Größe der beiden Polymerfolien von Substrat- und Deckfolie sind dementsprechend beispielsweise so groß, dass ein optisch transparenter Durchsichtsbereich der Verbundscheibe vollständig überdeckt ist.

- 30 Grundsätzlich sind Größe und Form des holographischen Aufzeichnungsmediums unabhängig von Größe und Form der Substratfolie bzw. Deckfolie.

- In einer Ausführungsform bedeckt das holographische Aufzeichnungsmedium die Substratfolie bis auf eine umlaufende Randzone, welche in der Verbundscheibe im
- 35 Verbindungsbereich thermisch verschweißt ist, vollständig.

In einer Ausführungsform sind Größe und Form des holographischen Aufzeichnungsmediums wesentlich kleiner als Größe und Form der Substratfolie bzw. Deckfolie.

- 5 In einer Ausführungsform sind Substrat- und Deckfolie gleich groß, wobei deren Größe aber auch voneinander verschieden sein kann, solange gewährleistet ist, dass das holographische Aufzeichnungsmedium (in senkrechter Sicht durch die Substratfolie) von der Deckfolie vollständig bedeckt ist.
- 10 In einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird eine weitere Verbindungsschicht aus einem thermoplastischen Kunststoff bereitgestellt, typischerweise in Folienform, welche mit einem innenliegenden Ausschnitt versehen ist. Für die Herstellung der zweiten Stapelfolge wird die erste Stapelfolge innerhalb des Ausschnitts der weiteren Verbindungsschicht angeordnet, sodass diese die erste Stapelfolge in der Art eines
- 15 Passepartouts (Rahmen) umgibt. Durch die weitere Verbindungsschicht, welche die erste Stapelfolge rahmenförmig umgibt, kann die Einwirkung von mechanischen Kräften auf die erste Stapelfolge beim Laminieren der zweiten Stapelfolge zur Herstellung der Verbundscheibe zumindest weitestgehend vermieden werden.
- 20 Bei Laminieren der zweiten Stapelfolge ist mindestens eine Verbindungsschicht der mindestens zwei Verbindungsschichten aus einem thermoplastischen Kunststoff zwischen der ersten Stapelfolge und der Innenscheibe und mindestens eine weitere Verbindungsschicht der mindestens zwei Verbindungsschichten aus einem thermoplastischen Material zwischen der ersten Stapelfolge und der Außenscheibe angeordnet.
- 25 In einer Ausführungsform ist eine geringste Dicke der Verbindungsschicht der mindestens zwei Verbindungsschichten, welche sich zwischen der ersten Stapelfolge und der Innenscheibe befindet, geringer als eine geringste Dicke einer weiteren Verbindungsschicht der mindestens zwei Verbindungsschichten, die sich zwischen der ersten Stapelfolge und der
- 30 Außenscheibe befindet. Mit anderen Worten, die mindestens eine Verbindungsschicht zwischen der ersten Stapelfolge und der Innenscheibe ist dünner als die mindestens eine weitere Verbindungsschicht zwischen der ersten Stapelfolge und der Außenscheibe. Vorzugsweise weist die mindestens eine Verbindungsschicht zwischen der ersten Stapelfolge und der Innenscheibe eine geringste Dicke im Bereich von 0,05 mm bis weniger als 0,38 mm
- 35 und die mindestens eine Verbindungsschicht zwischen der ersten Stapelfolge und der

Außenscheibe eine geringste Dicke im Bereich von 0,38 mm bis 1 mm auf. Insbesondere kann die mindestens eine Verbindungsschicht zwischen der ersten Stapelfolge und der Außenscheibe eine im Automobilbereich für Windschutzscheiben gängige Standard-Dicke von 0,38 mm oder 0,76 mm aufweisen.

5

Verbindungsschichten sind als Schichten grundsätzlich flächig-ausgedehnt. Im Sinne vorliegender Erfindung bezeichnet der Begriff "Dicke" die Abmessung einer Verbindungsschicht senkrecht zur flächigen Ausdehnung bzw. Fläche der Verbindungsschicht. Als Dicke wird im Sinne der Erfindung die kleinste bzw. geringste Dicke (d.h. Abmessung) senkrecht zur Fläche der Verbindungsschicht betrachtet, was insbesondere für keilförmige Verbindungsschichten gilt, deren Dicke veränderlich ist. Es versteht sich, dass eine Verbindungsschicht stets eine gleiche bzw. konstante Dicke aufweisen kann.

10

Die Erfindung erstreckt sich weiterhin auf eine durch das erfindungsgemäße Verfahren hergestellte Verbundscheibe für eine Projektionsanordnung mit einem HUD-Bereich (H).

15

Die Verbundscheibe umfasst eine Innenscheibe und eine Außenscheibe, die durch eine Zwischenschicht, enthaltend mindestens zwei Verbindungsschichten aus einem thermoplastischen Kunststoff, fest miteinander verbunden sind. In die Zwischenschicht eingebettet ist eine erste Stapelfolge, welche eine Substratfolie aus Polymermaterial mit einem darauf aufgetragenen holographischen Aufzeichnungsmedium und eine Deckfolie aus einem Polymermaterial, die auf der Substratfolie angeordnet ist, umfasst. Das holographische Aufzeichnungsmedium ist zwischen der Substratfolie und der Deckfolie angeordnet. Im holographischen Aufzeichnungsmedium ist durch holographische Belichtung mindestens eine holographisch-aktive Zone mit Spiegelfunktion erzeugbar oder erzeugt, wobei durch die mindestens eine holographisch-aktive Zone der HUD-Bereich (H) gebildet wird. Die Substratfolie und die Deckfolie sind in einem die holographisch-aktive Zone (vorzugsweise vollständig) umlaufenden Verbindungsbereich durch thermisches Verschweißen stoffschlüssig miteinander verbunden.

20

25

30

Die Verbundscheibe ist dafür vorgesehen, in einer Öffnung einer umgebenden Struktur, z.B. in einer Fensteröffnung eines Fahrzeugs, den Innenraum gegenüber der äußeren Umgebung abzutrennen. Die Außenscheibe ist näher zur äußeren Umgebung angeordnet als die Innenscheibe. Die beiden Scheiben weisen jeweils eine außenseitige und eine innenraumseitige Oberfläche und eine dazwischen verlaufende, umlaufende Seitenkante auf.

35

Mit außenseitiger Oberfläche wird diejenige Hauptfläche bezeichnet, welche dafür vorgesehen ist, in Einbaulage der äußeren Umgebung zugewandt zu sein. Mit innenraumseitiger Oberfläche wird diejenige Hauptfläche bezeichnet, welche dafür vorgesehen ist, in Einbaulage dem Innenraum zugewandt zu sein. Die innenraumseitige Oberfläche der Außenscheibe und die außenseitige Oberfläche der Innenscheibe sind einander zugewandt und durch die Zwischenschicht miteinander verbunden. Gängig sind auch die Bezeichnungen "Seite I" für die außenseitige Oberfläche der Außenscheibe, "Seite II" für die innenraumseitige Oberfläche der Außenscheibe, "Seite III" für die außenseitige Oberfläche der Innenscheibe und "Seite IV" für die innenraumseitige Oberfläche der Innenscheibe.

Die beiden Scheiben der Verbundscheibe können grundsätzlich jede dem Fachmann bekannte chemische Zusammensetzung aufweisen. Die beiden Scheiben enthalten oder bestehen bevorzugt aus Glas, besonders bevorzugt Flachglas, Floatglas, Quarzglas, Borosilikatglas, Kalk-Natron-Glas oder Aluminosilikat-Glas. Denkbar ist auch, dass die beiden Scheiben einen klaren Kunststoff, vorzugsweise einen starren klaren Kunststoff, insbesondere Polyethylen, Polypropylen, Polycarbonat, Polymethylmethacrylat, Polystyrol, Polyamid, Polyester, Polyvinylchlorid und/oder Gemische davon, enthalten oder hieraus bestehen.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung enthält oder besteht die Verbundscheibe aus Glas. Die Dicke einer jeden Einzelscheibe der Verbundscheibe kann breit variieren und den Erfordernissen des Einzelfalls angepasst werden. Vorzugsweise werden Scheiben mit Standardstärken von 0,5 mm bis 25 mm und bevorzugt von 0,5 mm bis 5 mm verwendet. Die Größe der Scheiben kann breit variieren und richtet sich nach deren Verwendung. Die Verbundscheibe kann eine beliebige dreidimensionale Form aufweisen und planar sein oder in eine oder mehrere Richtungen des Raumes gebogen sein.

Die beiden Scheiben der Verbundscheibe sind durch eine Zwischenschicht fest miteinander verbunden, wobei die Zwischenschicht zwei oder mehr Verbindungsschichten aus einem thermoplastischen Kunststoff enthält, entsprechend den typischerweise in Folienform bereitgestellten Verbindungsschichten, die zum Laminieren der Verbundscheibe eingesetzt werden. Insbesondere kann die Zwischenschicht auch eine Verbindungsschicht aus einem thermoplastischen Kunststoff enthalten, welcher die Stapelfolge aus Substratfolie und Deckfolie mit dem zwischenliegenden holographischen Aufzeichnungsmedium rahmenförmig umgibt. Es versteht sich, dass die in Folienform bereitgestellten Verbindungsschichten beim Laminieren verschmelzen, sodass die sich hieraus ergebenden Verbindungsschichten der

Verbundscheibe auch miteinander verbunden (verschmolzen) sein können, wobei beidseitig der Stapelfolge jeweils eine Verbindungsschicht aus thermoplastischem Kunststoff vorhanden ist.

5 Jede Verbindungsschicht aus einem thermoplastischen Kunststoff enthält oder besteht bevorzugt aus Polyvinylbutyral (PVB), Ethylenvinylacetat (EVA), thermoplastisches Polyurethan (TPU), Polyethylenterephthalat (PET), oder Gemische oder Copolymere oder Derivate davon, besonders bevorzugt PVB.

10 In einer Ausführungsform enthält die Verbundscheibe eine akustisch dämpfende Schicht. Diese umfasst typischerweise mindestens zwei äußere Polymerschichten und mindestens eine zwischen diesen liegende innere Polymerschicht, wobei die innere Polymerschicht eine größere Plastizität oder Elastizität aufweist als die äußeren Polymerschichten. Dadurch ergibt sich eine akustisch dämpfende Schicht, die einen weicheren Kern besitzt, während die Stei-
15 figkeit des Schichtaufbaus vom Kern zum Rand hin zunimmt. Die innere Polymerschicht weist beispielsweise eine Dicke von 0,05 mm bis 0,40 mm auf und die äußeren Polymerschichten weisen beispielsweise eine Dicke von 0,20 mm bis 0,60 mm auf. Akustisch dämpfende Schichten sind fachbekannt, siehe z.B. WO 2017/055470 A1, sodass hier nicht näher darauf eingegangen werden muss.

20

In einer Ausführungsform enthält die Verbundscheibe eine Infrarotstrahlung (IR) reflektierende Schicht, eine Infrarotstrahlung (IR) absorbierende Schicht, eine UV-Strahlung (UV) reflektierende Schicht, eine UV-Strahlung (UV) absorbierende Schicht und/oder eine elektrisch heizbare Beschichtung. Derartige Schichten sind fachbekannt und werden
25 standardmäßig, z.B. bei Fahrzeugscheiben, eingesetzt, sodass sich weitere Ausführungen hierzu erübrigen.

Die beiden Scheiben der Verbundscheibe und/oder die Zwischenschicht bzw. eine oder mehrere Verbindungsschichten der Zwischenschicht können klar und farblos, aber auch
30 getönt bzw. gefärbt sein.

Im Sinne vorliegender Erfindung bedeutet "transparent", dass die Gesamttransmission der Verbundscheibe den gesetzlichen Bestimmungen in der Europäischen Union für Windschutzscheiben und vordere Seitenscheiben entspricht und für sichtbares Licht bevorzugt
35 eine Durchlässigkeit von mehr als 70% und insbesondere von mehr als 75% aufweist. Für

hintere Seitenscheiben, Dachscheiben und Heckscheiben kann "transparent" auch 10% bis 70% Lichttransmission bedeuten. Entsprechend bedeutet "opak" eine Lichttransmission von weniger als 15%, vorzugsweise weniger als 5%, insbesondere 0%.

- 5 In der Verbundscheibe wird der HUD-Bereich durch die mindestens eine holographisch-aktive Zone des holographischen Aufzeichnungsmediums ausgebildet. Mithin dient die holographisch-aktive Zone als ein holographischer Spiegel für das auftreffende Licht mit bestimmter Wellenlänge und Einfallswinkel, d.h. für das auf den HUD-Bereich projizierte Bild. Da diese optischen Vorgänge auf Beugung basieren, müssen Einfalls- und Ausfallswinkel nicht gleich
10 sein, was eine große Variabilität an möglichen Formen der Verbundscheiben und deren Einbausituationen ermöglicht, insbesondere auch sehr flach eingebaute Windschutzscheiben. Vorzugsweise handelt es sich bei der Verbundscheibe um eine Windschutzscheibe eines Kraftfahrzeugs.
- 15 Die holographisch-aktive Zone des holographischen Aufzeichnungsmediums ist dazu vorgesehen, ein von einem Projektor auf die holographisch-aktive Zone projiziertes Bild zu "spiegeln". Das für das Hologramm geeignete Licht kann durch übliche HUD-Projektoren erzeugt werden. Der HUD-Projektor ist beispielsweise ein Liquid-Crystal-(LCD) Display, Thin-Film-Transistor-(TFT) Display, Light-Emitting-Diode-(LED) Display, Organic-Light-Emitting-Diode-
20 (OLED) Display oder Electroluminescent-(EL) Display und kann auch Laserdioden, insbesondere mit MEMS-Technologie zum Steuern der Laserlichts, enthalten.

- Wie bei HUDs und auf einer ähnlichen Technologie basierenden Projektionsanordnungen üblich, bestrahlt der Projektor mit Licht, welches im sichtbaren Wellenlängenbereich von 380 nm
25 bis 780 nm liegt, unter der Maßgabe, dass das Hologramm bei der verwendeten Wellenlänge und Einstrahlwinkel eine Spiegelfunktion hat.

- Die Beugungseffizienz bezeichnet den Anteil, der in der holographisch-aktiven Zone gebeugten ("gespiegelten") Strahlung zur insgesamt eingestrahnten Strahlung. Sie wird in % angegeben (bezogen auf 100% eingestrahlte Strahlung) oder als einheitenlose Zahl von 0 bis 1 (normiert auf die eingestrahlte Strahlung). Vorteilhaft liegt die Beugungseffizienz im Bereich von
30 1 bis 50%, insbesondere im Bereich von 5 bis 20%.

- Die mindestens eine holographisch-aktive Zone erstreckt sich bevorzugt maximal über 50%,
35 besonders bevorzugt maximal über 40%, insbesondere maximal über 20%, der Fläche der

Verbundscheibe. Wie bereits ausgeführt, ist der HUD-Bereich in einem Bereich der Verbundscheibe angeordnet, welcher zumindest teilweise transparent ist mit einem Lichttransmissionsgrad (nach ISO 9050:2003) von bevorzugt mindestens 50 %, besonders bevorzugt mindestens 70 %. Bei einer Windschutzscheibe in einem Auto ist der HUD-Bereich ein Bereich der Windschutzscheibe, durch welchen ein Betrachter (beispielsweise der Fahrer) auf die Straße schauen kann. Besonders bevorzugt ist die mindestens eine holographisch-aktive Zone in einem (Haupt-)Durchsichtsbereich der Verbundscheibe angeordnet (Zone A).

Die durch das erfindungsgemäße Verfahren hergestellte Verbundscheibe kann Bestandteil einer Projektionsanordnung sein, wobei der HUD-Bereich der Verbundscheibe mit einem Projektor bestrahlt werden kann. Der Projektor projiziert hierbei Licht auf den HUD-Bereich (d.h. auf die holographisch-aktive Zone), welches "gespiegelt" wird.

Der Projektor ist vorzugsweise der innenraumseitigen Oberfläche der Innenscheibe zugewandt. Ist die Verbundscheibe in einem eingebauten Zustand (beispielsweise als Windschutzscheibe in einem Fahrzeug), so bestrahlt der Projektor den HUD-Bereich von einem Innenraum (Fahrzeuginnenraum) aus. Ist die Projektionsanordnung Bestandteil eines Fahrzeugs, ist der Projektor vorzugsweise im Armaturenbrett des Fahrzeugs angeordnet. Das vom Projektor auf den HUD-Bereich der Verbundscheibe projizierte Licht wird hierbei in den Fahrzeuginnenraum, beispielsweise in das Blickfeld eines Insassen, gebeugt.

Für das Laminieren der Verbundscheibe können an sich bekannte Verfahren zur Herstellung einer Verbundscheibe verwendet werden. Es können beispielsweise sogenannte Autoklavverfahren bei einem erhöhten Druck von etwa 1 bar bis 15 bar und Temperaturen von 100 °C bis 145 °C über etwa 2 Stunden durchgeführt werden. An sich bekannte Vakuumsack- oder Vakuumringverfahren arbeiten beispielsweise bei etwa 200 mbar und 130 °C bis 145 °C. Die beiden Scheiben können auch in einem Kalander zwischen mindestens einem Walzenpaar zu einer Verbundscheibe verpresst werden. Anlagen dieser Art sind zur Herstellung von Verbundscheiben bekannt und verfügen normalerweise über mindestens einen Heizzunnel vor einem Presswerk. Die Temperatur während des Pressvorgangs beträgt beispielsweise von 40 °C bis 150 °C. Kombinationen von Kalander- und Autoklavverfahren haben sich in der Praxis besonders bewährt. Alternativ können Vakuumlaminatoren eingesetzt werden. Diese bestehen aus einer oder mehreren beheizbaren und evakuierbaren Kammern, in denen die erste Scheibe und die zweite Scheibe innerhalb von beispielsweise etwa 60 Minuten bei einem verminderten Druck von 0,01 mbar bis 800 mbar und Temperaturen von 80°C bis

170°C laminiert werden können. Dies ist dem Fachmann wohlbekannt, sodass hier nicht näher darauf eingegangen werden muss

Weiterhin erstreckt sich die Erfindung auf die Verwendung der erfindungsgemäßen Verbundscheibe in Gebäuden oder in Fortbewegungsmitteln für den Verkehr auf dem Lande, in der Luft oder zu Wasser, insbesondere in Kraftfahrzeugen beispielsweise als Windschutzscheibe, Heckscheibe, Seitenscheiben und/oder Dachscheibe. Erfindungsgemäß bevorzugt ist die Verwendung der Verbundscheibe in Kraftfahrzeugen, besonders bevorzugt als Windschutzscheibe oder Dachscheibe.

Die verschiedenen Ausführungsformen der Erfindung können einzeln oder in beliebigen Kombinationen realisiert sein. Insbesondere sind die vorstehend genannten und nachstehend erläuterten Merkmale nicht nur in den angegebenen Kombinationen, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung einsetzbar, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen. Insbesondere sind Merkmale der erfindungsgemäßen Verbundscheibe in analoger Weise für das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung der Verbundscheibe zutreffend. In entsprechender Weise sind Merkmale des erfindungsgemäßen Verfahrens in analoger Weise für die erfindungsgemäße Verbundscheibe zutreffend.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert, wobei Bezug auf die beigefügten Figuren genommen wird. Es zeigen in vereinfachter, nicht maßstabsgetreuer Darstellung:

Figur 1 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Verbundscheibe in einer Draufsicht,

Figur 2 eine Projektionsanordnung mit einem Ausführungsbeispiel der Verbundscheibe aus Figur 1 in einer Querschnittansicht gemäß Schnittlinie A-A',

Figur 3 eine vergrößerte Darstellung eines den HUD-Bereich H enthaltenden Bereichs der Verbundscheibe in der Projektionsanordnung aus Figur 2 in einer Querschnittansicht,

Figur 4A eine erste Stapelfolge aus holographischem Medium und Substrat- und Deckfolie in einer Draufsicht,

Figur 4B die erste Stapelfolge von Figur 4A in einer Querschnittansicht gemäß Schnittlinie B-B',

Figur 5 ein Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Figur 6 eine zweite Stapelfolge, enthaltend die erste Stapelfolge, sowie Scheiben und Verbindungsschichten.

Die Figuren 1 bis 6 veranschaulichen beispielhaft die erfindungsgemäße Verbundscheibe 1 und deren Herstellung. Figur 1 zeigt eine Ausführungsform der Verbundscheibe 1, die eine Windschutzscheibe für ein Fahrzeug ist. Die Verbundscheibe 1 ist in einer Draufsicht gezeigt, wobei auf eine innenraumseitige Oberfläche IV der Verbundscheibe 1 geblickt wird. Die Figur 2 zeigt eine Ausführungsform der Verbundscheibe 1 als Bestandteil einer erfindungsgemäßen Projektionsanordnung 100 in einer Querschnittansicht, wobei die Projektionsanordnung 100 in ein Fahrzeug eingebaut ist. Die Querschnittansicht der Figur 2 entspricht der Schnittlinie A-A' der Verbundscheibe 1, wie in Figur 1 angedeutet ist. Die Figur 3 zeigt einen vergrößerten Ausschnitt der Projektionsanordnung 100 aus Figur 2, wobei der vergrößerte Ausschnitt einen Bereich der Verbundscheibe 1 zeigt, welcher den HUD-Bereich H enthält. Die Figuren 4A und 4B zeigen eine Stapelfolge 6 mit einem holographischen Aufzeichnungsmedium zwischen Substrat- und Deckfolie in einer Draufsicht (Figur 4A), sowie in einer Querschnittansicht entsprechend der Schnittlinie B-B'. Figur 5 zeigt ein Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens. Figur 6 veranschaulicht eine zweite Stapelfolge 19, enthaltend die erste Stapelfolge 6, sowie die beiden Scheiben 2, 3 und die Verbindungsschichten 18, 18', 18".

Die Verbundscheibe 1 weist eine Oberkante und eine Unterkante sowie zwei die Oberkante und die Unterkante verbindende Seitenkanten auf (alles zusammen ergibt eine umlaufende Kante der Verbundscheibe 1). Mit Unterkante (auch Motorkante genannt) der Verbundscheibe 1 ist die Kante gemeint, welche in Einbaulage dem Boden zugewandt ist. Mit Oberkante (auch Dachkante genannt) der Verbundscheibe 1 ist die Kante gemeint, welche in Einbaulage in einem Fahrzeug dem Fahrzeugdach zugewandt ist.

Die Verbundscheibe 1 umfasst eine Außenscheibe 2, eine Innenscheibe 3 und eine zwischen der Außenscheibe 2 und der Innenscheibe 3 angeordnete Zwischenschicht 4. Die Außenscheibe 2 weist eine von der Zwischenschicht 4 abgewandte außenseitige Oberfläche I und eine der Zwischenschicht 4 zugewandte innenraumseitige Oberfläche II auf. Die Innenscheibe 3 weist eine der Zwischenschicht 4 zugewandte außenseitige Oberfläche III und eine von der Zwischenschicht 4 abgewandte innenraumseitige Oberfläche IV auf. Die außenseitige Oberfläche I der Außenscheibe 2 ist gleichzeitig die Oberfläche der Verbundscheibe 1, welche der äußeren Umgebung 13 zugewandt ist, und die innenraumseitige Oberfläche IV der Innenscheibe 3 ist gleichzeitig die Oberfläche der Verbundscheibe 1, welche dem Innenraum 12 des Fahrzeugs zugewandt ist. Die Verbundscheibe 1 weist beispielsweise eine für Windschutzscheiben übliche Form und Krümmung auf.

Die Außenscheibe 2 und die Innenscheibe 3 bestehen jeweils aus Glas, vorzugsweise thermisch vorgespanntem Kalk-Natron-Glas und sind für sichtbares Licht transparent. Die Außenscheibe 2 weist beispielsweise eine Dicke von 2,1 mm und die Innenscheibe 3 beispielsweise eine Dicke von 1,5 mm auf.

Auf der innenraumseitigen Oberfläche II der Außenscheibe 2 ist eine opake Maskierungsschicht 5 aufgebracht. Die Maskierungsschicht 5 erstreckt sich entlang der umlaufenden Kante der Verbundscheibe 1 und ist im Randbereich 7 direkt angrenzend zur Unterkante der Verbundscheibe 1 aufgebracht. Die Maskierungsschicht 5 ist opak und verhindert die Sicht auf innenseitig oder außenseitig der Verbundscheibe 1 angeordnete Strukturen, beispielsweise eine Kleberaupe zum Einkleben der Verbundscheibe 1 in eine Fahrzeugkarosserie. Die Maskierungsschicht 5 besteht aus einem herkömmlicherweise für Schwarzdruck verwendeten, elektrisch nichtleitendem Material, beispielsweise eine schwarz eingefärbte Siebdruckfarbe, die eingebrannt ist.

Die Verbundscheibe 1 weist einen HUD-Bereich H auf, welcher dazu vorgesehen ist, ein Head-Up-Display-Bild für einen Fahrer oder Passagier des Fahrzeugs anzuzeigen. Der HUD-Bereich H ist im Durchsichtsbereich der Verbundscheibe 1 angeordnet, sodass ein auf den HUD-Bereich H projiziertes Bild für einen Betrachter so wahrgenommen werden kann, als wenn es hinter der Verbundscheibe 1 (also in der äußeren Umgebung 13) erscheinen würde.

Der HUD-Bereich H wird durch eine holographisch-aktive Zone 8 gebildet, die zwischen einer Substratfolie 15 und einer Deckfolie 16, beispielsweise aus Polycarbonat, eingebettet ist. Das

die holographisch-aktive Zone 8 enthaltende holographische Aufzeichnungsmedium 17, sowie die Substratfolie 15 und Deckfolie 16 bilden gemeinsam eine erste Stapelfolge 6. Mithin implementiert die holographisch-aktive Zone 8 eine Spiegelfunktion für in einem bestimmten Winkel auftreffendes Licht eines engen Wellenlängenbereichs, entsprechend dem in der

5 holographisch-aktiven Zone 8 aufgezeichneten Hologramm. Die holographisch-aktive Zone 8 ist beispielsweise geeignet ausgebildet, um auftreffendes Licht mit einer Beugungseffizienz im Bereich von 5 bis 20% zu beugen.

Auf einem Armaturenbrett 14 des Fahrzeugs ist ein Projektor 10 angeordnet, welcher ein

10 virtuelles Bild in Form von sichtbarer Strahlung (Licht) 11 auf den HUD-Bereich H der Verbundscheibe 1 projiziert. Der Einstrahlwinkel α_1 ist der Winkel, mit dem die Strahlung 11 des Projektors 10 auf die holographisch-aktive Zone 8 auftrifft (siehe Figur 3). Der vom Projektor 10 bestrahlte HUD-Bereich H ist durch einen gestrichelten Bereich mit Trapezform in der Verbundscheibe 1 von Figur 1 angedeutet. Die Strahlung 11 des Projektors 10 wird an der

15 holographisch-aktiven Zone 8 gebeugt und die gebeugte Strahlung 11' wird von einem Betrachter (beispielsweise der Fahrer des Fahrzeugs) visuell wahrgenommen. Der Beugungswinkel α_2 ist vom Einstrahlwinkel α_1 verschieden, kann jedoch auch gleich sein. Vorteilhaft sind der Beugungswinkel α_2 und der Einstrahlwinkel α_1 verschieden, wobei der Beugungswinkel α_2 vorzugsweise so gewählt ist, dass in der Eye-Box des Betrachters keine

20 Nebenbilder (Ghost-Bilder) sichtbar sind.

Der Projektor 10 bestrahlt den HUD-Bereich H der Verbundscheibe 1, wodurch ein HUD-Bild (Head-Up-Display-Bild) für den Betrachter entsteht.

25 In einem Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung der Verbundscheibe 1 wird zunächst die erste Stapelfolge 6 aus der das holographische Aufzeichnungsmedium 17 aufweisenden Substratfolie 15 und der darüber liegenden Deckfolie 16 hergestellt. Im holographischen Aufzeichnungsmedium 17 ist durch holographische Belichtung die holographisch-aktive Zone 8 mit Spiegelfunktion für mindestens eine Wellenlänge

30 und mindestens einen Einstrahlwinkel bereits erzeugt (Schritt a). Das holographische Aufzeichnungsmedium 17 befindet sich zwischen Substratfolie 15 und Deckfolie 16.

Anschließend werden die das holographische Aufzeichnungsmedium 17 aufweisende Substratfolie 15 und die Deckfolie 16 in einem die holographisch-aktive Zone 8 umlaufenden

Bereich thermisch verschweißt, wodurch ein thermisch verschweißter Verbindungsbereich 9 erzeugt wird (Schritt b).

Figur 4A zeigt die erste Stapelfolge 6 mit holographischem Aufzeichnungsmedium zwischen Substratfolie 15 und Deckfolie 16 in einer Draufsicht. Figur 4B zeigt eine Querschnittsansicht der ersten Stapelfolge 6 entsprechend der Schnittlinie B–B'. In der Querschnittsansicht von Figur 4B sind die Substratfolie 15 und die Deckfolie 16 gut erkennbar, welche im Verbindungsbereich 9 thermisch miteinander verschweißt sind. Das holographische Aufzeichnungsmedium 17 ist vollständig zwischen der Substratfolie 15 und der Deckfolie 16 eingebettet.

In der Draufsicht von Figur 4A ist erkennbar, dass der durch thermisches Verschweißen entstandene Verbindungsbereich 9 vollständig umlaufend und randständig ausgebildet ist. Das holographische Aufzeichnungsmedium 17 weist eine holographisch-aktive Zone 8 auf, hier mit beispielsweise rechteckiger Form, deren Fläche hier beispielsweise kleiner ist als die Fläche des holographischen Aufzeichnungsmediums 17. Durch die holographisch-aktive Zone 8 wird der HUD-Bereich H gebildet. Die Fläche, welche die holographisch-aktive Zone 8 einnimmt, ist kleiner als eine Fläche, welche das holographische Aufzeichnungsmedium 17 einnimmt. Obgleich nicht dargestellt, könnte die Fläche des holographischen Aufzeichnungsmedium 17 einen optisch transparenten Durchsichtsbereich der Verbundscheibe 1 vollständig überdecken, sodass keine gegebenenfalls optisch störende Kante im Durchsichtsbereich liegt. Das holographische Aufzeichnungsmedium 17 bedeckt die Substratfolie 15 bis auf eine umlaufende Randzone, welche hier dem thermisch verschweißten Verbindungsbereich 9 entspricht, vollständig.

Dann wird die Stapelfolge 6 mit thermisch verschweißtem Verbindungsbereich 9 von Substratfolie 15 und Deckfolie 16 auf ein vorbestimmtes Maß zugeschnitten (Schritt c).

Wie in Figur 6 erkennbar, werden die Außenscheibe 2 und die Innenscheibe 3, sowie zwei Verbindungsschichten 18, 18' aus einem thermoplastischen Kunststoff (in Folienform) bereitgestellt. Vorzugsweise wird die erste Stapelfolge 6 in den Ausschnitt 20 einer weiteren Verbindungsschicht 18" (in Folienform) eingesetzt, welche die erste Stapelfolge 6 in Art eines Passepartouts rahmenförmig umgibt. Mithin wird die erste Stapelfolge 6 in einen Ausschnitt 20 der weiteren Verbindungsschicht 18" eingesetzt (Schritt d).

Die erste Stapelfolge 6 mit thermisch verschweißtem Verbindungsbereich 9 von Substratfolie 15 und Deckfolie 16, welche im Ausschnitt 20 einer weiteren Verbindungsschicht 18" angeordnet ist, wird zwischen der Außenscheibe 2 und der Innenscheibe 3 und zwischen die beiden Verbindungsschichten 18, 18' zur Ausbildung einer zweiten Stapelfolge 19 angeordnet (siehe Figur 6), wobei durch die holographisch-aktive Zone 8 des holographischen Aufzeichnungsmediums 17 der HUD-Bereich (H) gebildet wird (Schritt e).

Dann wird die zweite Stapelfolge 19 laminiert, wodurch die Verbundscheibe 1 hergestellt wird (Schritt f).

Durch das vorstehende Verfahren wird eine Verbundscheibe 1 für eine Projektionsanordnung 100 mit einem HUD-Bereich (H) hergestellt, welche eine Innenscheibe 3 und eine Außenscheibe 3, die durch eine Zwischenschicht 4, enthaltend drei Verbindungsschichten 18, 18', 18" aus einem thermoplastischen Kunststoff, fest miteinander verbunden sind. Die drei Verbindungsschichten 18, 18', 18" aus einem thermoplastischen Kunststoff werden vor dem Laminieren in Folienform bereitgestellt und verschmelzen durch das Laminieren miteinander, können jedoch auch nach dem Laminieren zumindest gedanklich individualisiert werden.

In die Zwischenschicht 4 und insbesondere in thermoplastischen Kunststoff eingebettet ist die erste Stapelfolge 6 aus Substratfolie 15 und Deckfolie 16 mit dem zwischenliegenden holographischen Aufzeichnungsmedium 17, in das die holographisch-aktive Zone 8 mit Spiegelfunktion für mindestens eine Wellenlänge und mindestens einen Einstrahlwinkel eingeschrieben ist. Substratfolie 15 und Deckfolie 16 sind im Verbindungsbereich 9 thermisch verschweißt, was an der fertigen Verbundscheibe 1 erkennbar ist.

Vorteilhaft ist die Dicke der Verbindungsschicht 18 aus einem thermoplastischen Kunststoff, die sich zwischen der ersten Stapelfolge 6 und der Innenscheibe 3 befindet, kleiner als die Dicke der weiteren Verbindungsschicht 18' aus einem thermoplastischen Kunststoff zwischen der ersten Stapelfolge 6 und der Außenscheibe 2. Beispielsweise liegt die Dicke der Verbindungsschicht 18 aus einem thermoplastischen Kunststoff, die sich zwischen der ersten Stapelfolge 6 und der Innenscheibe 3 befindet, in einem Wertebereich von 0,05 mm bis weniger als 0,38 mm, und die Dicke der Verbindungsschicht 18' aus einem thermoplastischen Kunststoff, die sich zwischen der ersten Stapelfolge 6 und der Außenscheibe 2 befindet, liegt in einem Wertebereich von 0,38 mm bis 1 mm.

Die Verbundscheibe 1 kann weitere (nicht dargestellte) Schichten aufweisen, insbesondere

- eine akustisch-dämpfende Schicht,
- eine IR-reflektierende und/oder IR-absorbierende Schicht,
- eine UV-reflektierende und/oder UV-absorbierende Schicht,
- 5 - eine elektrisch heizbare Schicht.

Aus obigen Ausführungen ergibt sich, dass die Erfindung ein verbessertes Verfahren zur Herstellung einer Verbundscheibe bereitstellt, durch das eine optische Beeinträchtigung der Verbundscheibe in Bereich des holographischen Aufzeichnungsmediums, verursacht durch
10 eine Delamination, vermieden werden kann. Die Verbundscheibe kann kosten- und zeiteffizient mit industriell eingesetzten Produktionsanlagen hergestellt werden, wobei sich die Herstellung der Verbundscheibe in gängigen Herstellungsverfahren auf einfache Weise implementieren lässt.

Bezugszeichen

	1	Verbundscheibe
	2	Außenscheibe
5	3	Innenscheibe
	4	Zwischenschicht
	5	Maskierungsschicht
	6	erste Stapelfolge
	7	Randbereich der Verbundscheibe
10	8	holographisch-aktive Zone
	9	Verbindungsbereich
	10	Projektor
	11	Strahlung des Projektors
	11'	gebeugte Strahlung
15	12	Innenraum
	13	äußere Umgebung
	14	Armaturenbrett
	15	Substratfolie
	16	Deckfolie
20	17	Aufzeichnungsmedium
	18, 18', 18"	Verbindungsschicht aus thermoplastischem Kunststoff
	19	zweite Stapelfolge
	20	Ausschnitt
	100	Projektionsanordnung
25		
	H	HUD-Bereich
	$\alpha 1$	Einstrahlwinkel
	$\alpha 2$	Beugungswinkel
30	I	außenseitige Oberfläche der Außenscheibe 2
	II	innenraumseitige Oberfläche der Außenscheibe 2
	III	außenseitige Oberfläche der Innenscheibe 3
	IV	innenraumseitige Oberfläche der Innenscheibe 3
	A–A'	Schnittlinie
35	B–B'	Schnittlinie

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Verbundscheibe (1) für eine Projektionsanordnung (100) mit einem HUD-Bereich (H), umfassend die folgenden Schritte:

- 5 a) Herstellen einer ersten Stapelfolge (6), enthaltend
- eine Substratfolie (15) aus einem Polymermaterial mit einem darauf aufgebracht
 - holographischen Aufzeichnungsmedium (17), wobei im holographischen Aufzeichnungs-
 - medium (17) durch holographische Belichtung mindestens eine holographisch-aktive Zone (8)
 - mit Spiegelfunktion erzeugbar oder erzeugt ist,
 - 10 - eine Deckfolie (16) aus einem Polymermaterial, die auf der Substratfolie (15)
 - angeordnet ist, wobei das holographische Aufzeichnungsmedium (17) zwischen der Substrat-
 - folie (15) und der Deckfolie (16) angeordnet ist,
 - b) thermisches Verschweißen von Substratfolie (15) und Deckfolie (16) der ersten
 - Stapelfolge (6) in einem die mindestens eine holographisch-aktive Zone (8) umlaufenden
 - 15 Bereich, wodurch ein thermisch verschweißter Verbindungsbereich (9) erzeugt wird,
 - c) Zuschneiden der ersten Stapelfolge (6) mit thermisch verschweißtem Verbindungs-
 - bereich (9) auf ein vorbestimmtes Maß,
 - d) Bereitstellen einer Außenscheibe (2) und einer Innenscheibe (3), sowie mindestens
 - zweier Verbindungsschichten (18, 18') aus einem thermoplastischen Kunststoff,
 - 20 e) Anordnen der ersten Stapelfolge (6) mit thermisch verschweißtem Verbindungsbereich
 - (9) zwischen der Außenscheibe (2) und der Innenscheibe (3) und zwischen den mindestens
 - zwei Verbindungsschichten (18, 18') zur Ausbildung einer zweiten Stapelfolge (19), wobei
 - durch die mindestens eine holographisch-aktive Zone (8) der HUD-Bereich gebildet wird,
 - f) Laminieren der zweiten Stapelfolge (19).

25 2. Verfahren zur Herstellung einer Verbundscheibe (1) nach Anspruch 1, bei welchem das Zuschneiden der ersten Stapelfolge (6) auf ein vorbestimmtes Maß und das thermische Verschweißen von Substratfolie (15) und Deckfolie (16) der ersten Stapelfolge (6) gleichzeitig erfolgen, insbesondere durch Einsetzen eines heißen Schneidwerkzeugs.

30 3. Verfahren zur Herstellung einer Verbundscheibe (1) nach Anspruch 1, bei welchem das Zuschneiden der ersten Stapelfolge (6) auf ein vorbestimmtes Maß zeitlich nach dem thermischen Verschweißen von Substratfolie (15) und Deckfolie (16) der ersten Stapelfolge (6) erfolgt, wobei das Zuschneiden der ersten Stapelfolge (6) innerhalb des Ver-

bindungsbereichs (9) oder auf einer von der holographisch-aktiven Zone (8) abgewandten Seite des Verbindungsbereichs (9) erfolgt.

4. Verfahren zur Herstellung einer Verbundscheibe (1) nach Anspruch 1, bei welchem das Zuschneiden der ersten Stapelfolge (6) auf ein vorbestimmtes Maß zeitlich vor dem thermischen Verschweißen von Substratfolie (15) und Deckfolie (16) der ersten Stapelfolge (6) erfolgt.

5. Verfahren zur Herstellung einer Verbundscheibe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei welchem eine weitere Verbindungsschicht (18'') aus einem thermoplastischen Kunststoff mit einem innenliegenden Ausschnitt (20) bereitgestellt wird, wobei die erste Stapelfolge (6) bei der Ausbildung der zweiten Stapelfolge (19) innerhalb des Ausschnitts (20) der weiteren Verbindungsschicht (18'') angeordnet wird.

6. Verfahren zur Herstellung einer Verbundscheibe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei welchem eine geringste Dicke einer Verbindungsschicht (18) der mindestens zwei Verbindungsschichten (18, 18'), welche sich zwischen der ersten Stapelfolge (6) und der Innenscheibe (3) befindet, geringer ist als eine geringste Dicke einer weiteren Verbindungsschicht (18') der mindestens zwei Verbindungsschichten (18, 18'), die sich zwischen der ersten Stapelfolge (6) und der Außenscheibe (2) befindet.

7. Verfahren zur Herstellung einer Verbundscheibe (1) nach Anspruch 6, bei welchem die Verbindungsschicht (18) zwischen der ersten Stapelfolge (6) und der Innenscheibe (3) eine geringste Dicke im Bereich von 0,05 mm bis weniger als 0,38 mm und die weitere Verbindungsschicht (18') zwischen der ersten Stapelfolge (6) und der Außenscheibe (2) eine geringste Dicke im Bereich von 0,38 mm bis 1 mm aufweist.

8. Verbundscheibe (1) für eine Projektionsanordnung (100) mit einem HUD-Bereich (H), hergestellt durch das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, welche umfasst:

- eine Innenscheibe (3) und eine Außenscheibe (2), die durch eine Zwischenschicht (4), enthaltend mindestens zwei Verbindungsschichten (18, 18') aus einem thermoplastischen Kunststoff, fest miteinander verbunden sind,

- eingebettet in die Zwischenschicht (4) eine erste Stapelfolge (6), welche umfasst: eine Substratfolie (15) aus einem Polymermaterial mit einem darauf aufgetragenen holographischen Aufzeichnungsmedium (17), wobei im holographischen Aufzeichnungs-

medium (17) durch holographische Belichtung mindestens eine holographisch-aktive Zone (8) mit Spiegelfunktion erzeugbar oder erzeugt ist, wobei durch die mindestens eine holographisch-aktive Zone (8) der HUD-Bereich (H) gebildet wird, und eine Deckfolie (16) aus einem Polymermaterial, die auf der Substratfolie (15) angeordnet ist, wobei das holographische Aufzeichnungsmedium (17) zwischen der Substratfolie (15) und der Deckfolie (16) angeordnet ist, wobei die Substratfolie (15) und die Deckfolie (16) in einem die holographisch-aktive Zone (8) umlaufenden Verbindungsbereich (9) stoffschlüssig miteinander verbunden sind.

9. Verbundscheibe (1) nach Anspruch 8, bei welcher eine Fläche, welche die holographisch-aktive Zone (8) einnimmt, kleiner ist als eine Fläche, welche das holographische Aufzeichnungsmedium (17) einnimmt.

10. Verbundscheibe (1) nach Anspruch 8 oder 9, bei welcher das holographische Aufzeichnungsmedium (17) einen optisch transparenten Durchsichtsbereich der Verbundscheibe (1) vollständig überdeckt.

11. Verbundscheibe (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 10, bei welcher das holographische Aufzeichnungsmedium (17) die Substratfolie (15) bis auf einen umlaufenden Randbereich, der im umlaufenden Verbindungsbereich (9) thermisch verschweißt ist, vollständig bedeckt.

12. Verbundscheibe (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 11, bei welcher eine geringste Dicke einer Verbindungsschicht (18) der mindestens zwei Verbindungsschichten (18, 18'), welche sich zwischen der ersten Stapelfolge (6) und der Innenscheibe (3) befindet, geringer ist als eine Dicke einer weiteren Verbindungsschicht (18') der mindestens zwei Verbindungsschichten (18, 18'), welche sich zwischen der ersten Stapelfolge (6) und der Außenscheibe (2) befindet.

13. Verbundscheibe (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 12, bei welcher die Substratfolie (15) und die Deckfolie (16) ein polymeres Material, gewählt aus Polyethylenterephthalat (PET), Polyethylen (PE), Polymethylmethacrylat (PMMA), Polycarbonat (PC), Polyamid (PA), Polyvinylchlorid (PVC) und/oder Cellulosetriacetat (TAC), enthalten oder hieraus bestehen.

14. Verbundscheibe (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 13, weiterhin umfassend eine oder mehrere der folgenden Schichten:

- eine akustisch-dämpfende Schicht,
- eine IR-reflektierende und/oder IR-absorbierende Schicht,
- 5 - eine UV-reflektierende und/oder UV-absorbierende Schicht,
- eine elektrisch heizbare Schicht.

15. Verwendung der Verbundscheibe (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 14 in Gebäuden oder in Fortbewegungsmitteln für den Verkehr auf dem Lande, in der Luft oder zu Wasser,
10 insbesondere in Kraftfahrzeugen beispielsweise als Windschutzscheibe, Heckscheibe, Seitenscheiben und/oder Dachscheibe.

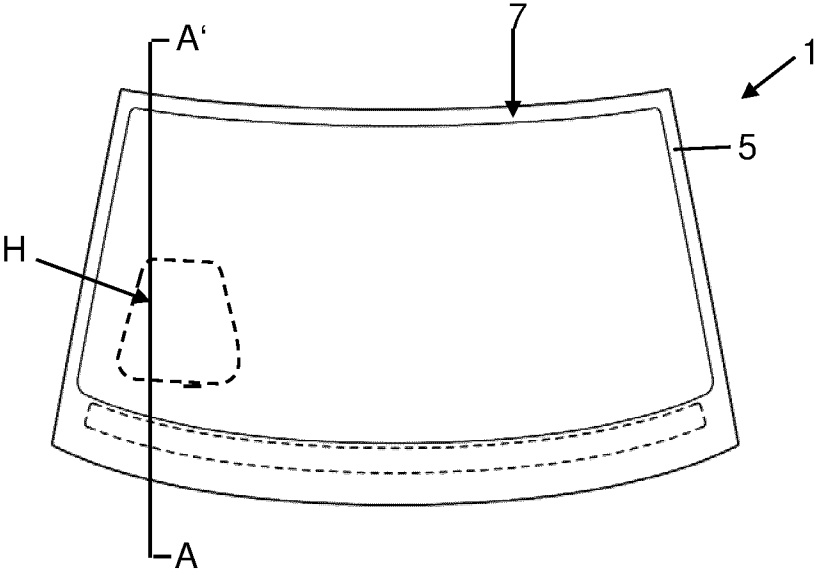


Fig. 1

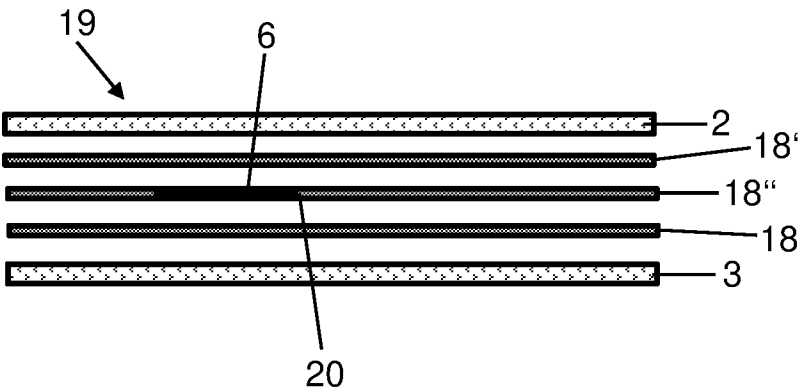


Fig. 6

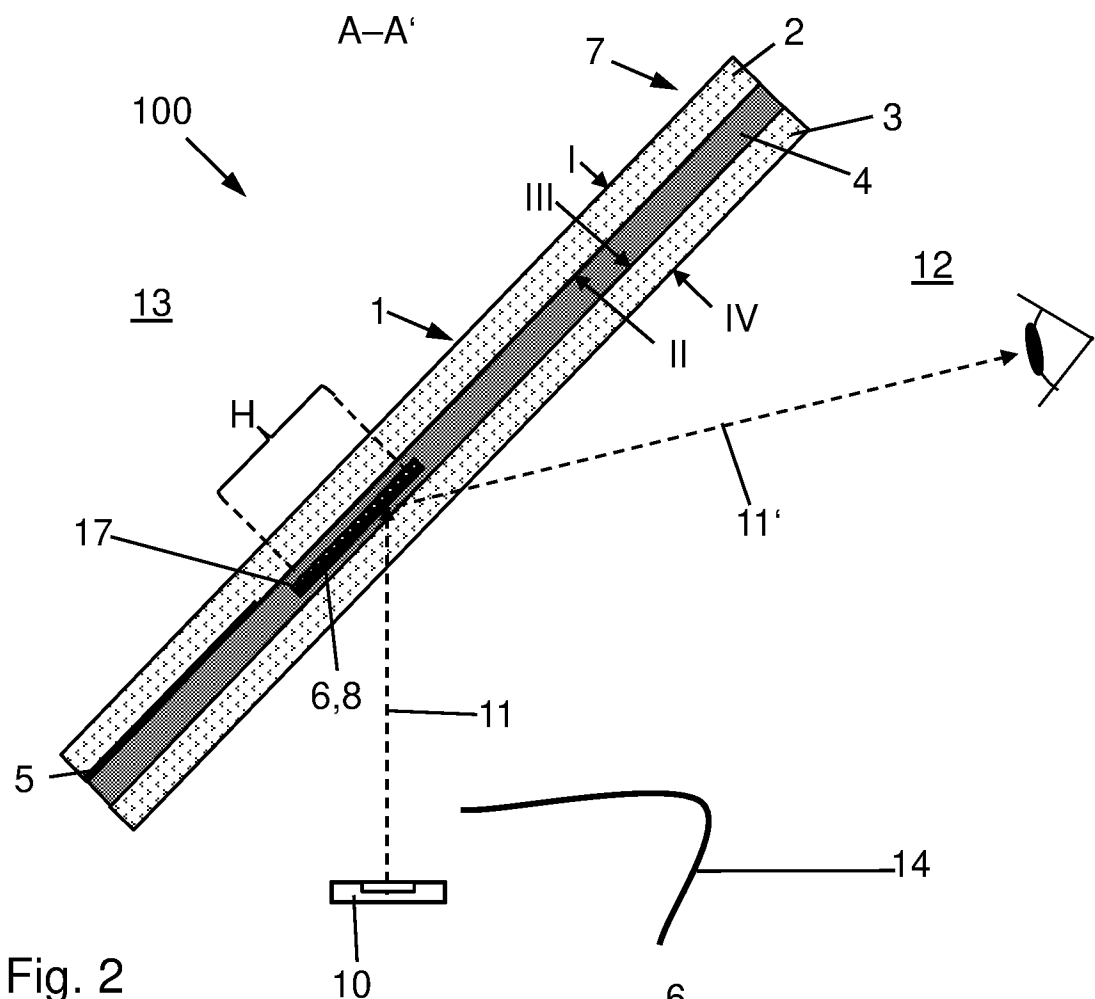


Fig. 2

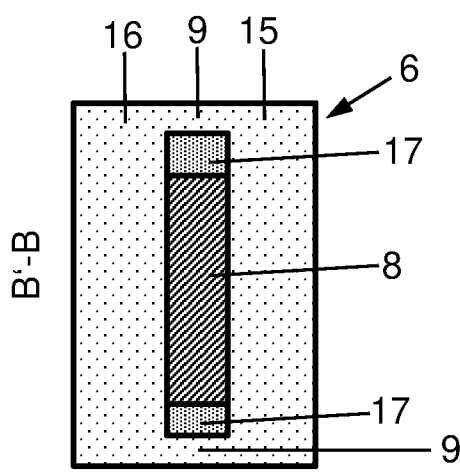


Fig. 4B

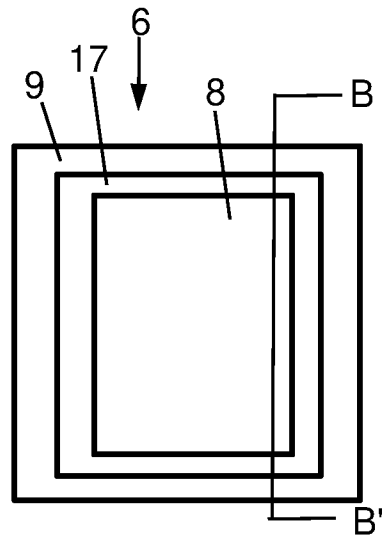


Fig. 4A

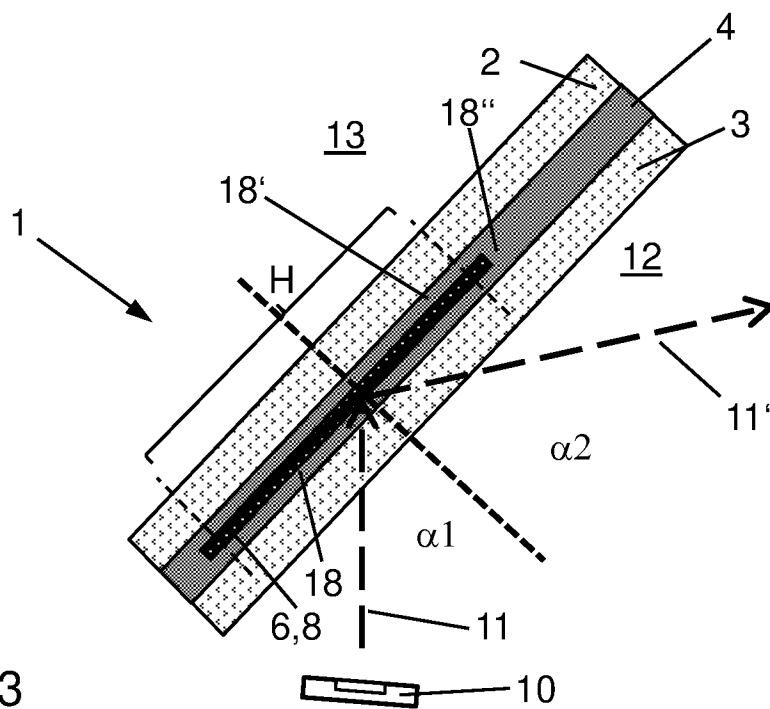


Fig. 3

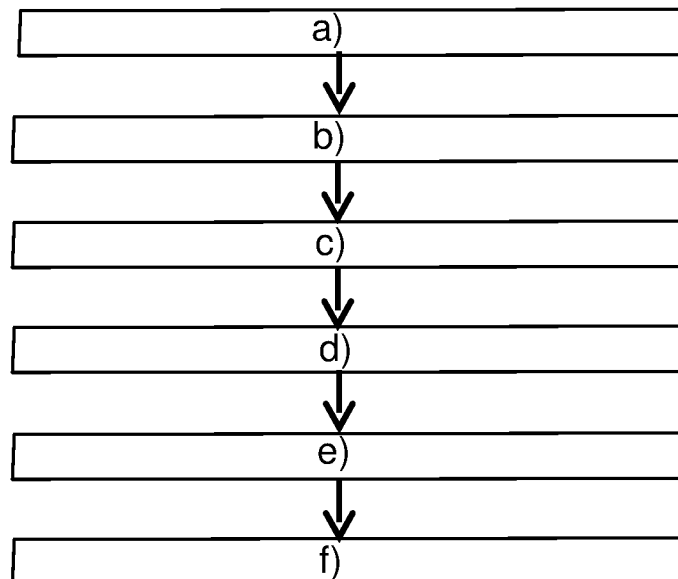


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/065500

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER B32B 17/10 (2006.01)i; B32B 27/08 (2006.01)i; B32B 3/06 (2006.01)i; B32B 7/05 (2019.01)i; G02B 27/01 (2006.01)n; G03H 1/00 (2006.01)n; B60J 1/02 (2006.01)n; B60K 35/00 (2024.01)n 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; B60J; B60K; C03C; G02B; G03H 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.
A	CN 114660695 A (FUBLAZE GLASS INDUSTRY GROUP STOCK LTD COMPANY) 24 June 2022 (2022-06-24) cited in the application paragraph [0002] - paragraph [0009] paragraph [0039] - paragraph [0059] paragraph [0066] - paragraph [0082]	1-15
☐ 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 13 August 2024		Date of mailing of the international search report 26 August 2024
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands (Kingdom of the) Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Lichau, Holger Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2024/065500

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	114660695	A	24 June 2022	CN	114660695	A	24 June 2022
				WO	2023174227	A1	21 September 2023

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES				
INV.	B32B17/10	B32B27/08	B32B3/06	B32B7/05
ADD.	G02B27/01	G03H1/00	B60J1/02	B60K35/00
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC				
B. RECHERCHIERTE GEBIETE				
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B32B B60J B60K C03C G02B G03H				
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.
A	CN 114 660 695 A (FUBLAZE GLASS INDUSTRY GROUP STOCK LTD COMPANY) 24. Juni 2022 (2022-06-24) in der Anmeldung erwähnt Absatz [0002] - Absatz [0009] Absatz [0039] - Absatz [0059] Absatz [0066] - Absatz [0082] -----			1 - 15
☐ 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 13. August 2024			Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 26/08/2024	
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 Lichau, Holger	

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

PCT/EP2024/065500

Formblatt PCT/ISA/210 (Anhang Patentfamilie) (April 2005)