(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 20 2012 102 879 U1** 2012.10.18

(12) # Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2012 102 879.4**
(22) Anmeldetag: **06.01.2012**
(47) Eintragungstag: **23.08.2012**
(43) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **18.10.2012**

(51) Int Cl.: ***C03C 17/34*** (2012.01)

(30) Unionspriorität:
1150087 **06.01.2011** **FR**

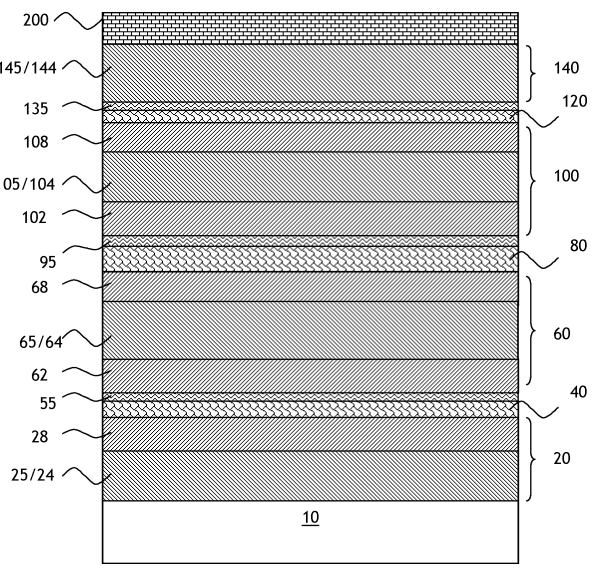
(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:
SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE, Courbevoie, FR

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:
Lendvai, Tomas, Dipl.-Chem. Dr.rer.nat, 52134, Herzogenrath, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Mit einer Schichtung mit thermischen Eigenschaften ausgestattetes Substrat, insbesondere zum Herstellen einer beheizbaren Verglasung**

(57) Hauptanspruch: Substrat (10), insbesondere transparentes Glassubstrat, ausgestattet mit einer Schichtung von dünnen Schichten, umfassend abwechselnd „n" metallische funktionale Schichten (40, 80, 120), insbesondere funktionale Schichten auf Basis von Silber oder silberhaltigen Metalllegierungen, und „(n + 1)" reflexmindernde Beschichtungen (20, 60, 100, 140), mit einer Gesamtzahl n ≥ 3, wobei jede reflexmindernde Beschichtung mindestens eine reflexmindernde Schicht umfasst, so dass jede funktionale Schicht (40, 80, 120) zwischen zwei reflexmindernden Beschichtungen (20, 60, 100, 140) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Schichtung mindestens zwei reflexmindernde Schichten mit hohem Index (25, 145) umfasst, wobei jede einen Brechungsindex ≥ 2,15 aufweist, so dass die reflexmindernde Beschichtung (20), die unter der ersten funktionalen Schicht (40) ausgehend vom Substrat angeordnet ist, und die reflexmindernde Beschichtung, die über der letzten Schicht ausgehend vom Substrat angeordnet ist, jeweils mindestens eine reflexmindernde Schicht mit hohem Index (25, 145) umfasst und dass jede reflexmindernde Beschichtung (60, 100), die zwischen zwei funktionalen...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein transparentes Substrat insbesondere aus einem festen mineralischen Material wie Glas, wobei das Substrat mit einer Schichtung aus dünnen Schichten beschichtet ist, die mehrere funktionale Schichten umfasst, die auf die Sonneneinstrahlung und/oder langwellige Infrarotstrahlen wirken können.

[0002] Die Erfindung betrifft ferner ein Substrat, insbesondere ein transparentes Substrat aus Glas, das mit einer Schichtung aus dünnen Schichten ausgestattet ist, die abwechselnd „n" metallische funktionale Schichten, insbesondere funktionale Schichten auf Basis von Silber oder silberhaltigen Metalllegierungen, und „(n + 1)" reflexmindernde Beschichtungen mit einer Gesamtzahl n ≥ 3 umfasst, so dass jede funktionale Schicht zwischen zwei reflexmindernden Beschichtungen angeordnet ist. Jede Beschichtung umfasst mindestens eine reflexmindernde Schicht und jede Beschichtung besteht vorzugsweise aus einer Vielzahl von Schichten, von denen mindestens eine Schicht oder sogar jede Schicht eine reflexmindernde Schicht ist.

[0003] Die erfindungsgemäßen Substrate können für die Herstellung von Wärmeisolier- und/oder Sonnenschutzscheiben verwendet werden. Diese Verglasungen können zur Ausstattung von Gebäuden als auch Fahrzeugen bestimmt sein, um insbesondere den Klimatisierungsaufwand zu reduzieren und/oder eine zu starke Erwärmung zu vermeiden (so genannte Sonnenschutzscheiben) und/oder die Menge der nach außen strahlenden Energie zu verringern (so genannte Niedrigemissionsscheiben), was durch die zunehmende Glasfläche von Gebäuden und Fahrzeugen notwendig wird.

[0004] Diese Substrate können insbesondere in elektronische Vorrichtungen integriert werden, wobei die Schichtung dann als Elektrode zum Leiten eines Stroms dienen kann (Leuchtvorrichtung, Anzeigevorrichtung, Solarzelle, elektrochrome Verglasung...), oder können in Verglasungen mit besonderen Eigenschaften integriert werden, beispielsweise in beheizbare Verglasungen und insbesondere beheizbare Windschutzscheiben von Fahrzeugen.

[0005] Im Sinne der vorliegenden Erfindung ist unter einer Schichtung mit mehreren funktionalen Schichten eine Schichtung zu verstehen, die mindestens drei funktionale Schichten umfasst.

[0006] Schichtungen von Schichten mit mehreren funktionalen Schichten sind bekannt.

[0007] Bei dieser Art von Schichtung ist jede funktionale Schicht zwischen zwei reflexmindernden Schichten angeordnet, jeweils im Allgemeinen mehrere reflexmindernde Schichten umfassend, die sich jeweils in einem Material aus Nitrid und insbesondere Silicium- oder Aluminiumnitrid und/oder aus Oxid befinden. Optisch sollen diese Beschichtungen, welche die funktionale Schicht umgeben, die Reflexe dieser funktionalen Schicht mindern. Diese reflexmindernden Schichten werden bisweilen als dielektrische Schichten bezeichnet als Abgrenzung zur metallischen (und somit leitenden) Beschaffenheit der funktionalen Schichten.

[0008] Eine sehr dünne Sperrbeschichtung ist manchmal zwischen einer oder jeder reflexmindernden Schicht und einer angrenzenden funktionalen Schicht eingefügt: eine unter der funktionalen Schicht in Richtung des Substrats angeordnete Sperrbeschichtung und/oder eine auf der funktionalen Schicht entgegengesetzt zum Substrat angeordnete Sperrbeschichtung, die diese Schicht vor einer etwaigen Beschädigung beim Aufbringen der oberen reflexmindernden Beschichtung und einer etwaigen Wärmebehandlung mit hoher Temperatur, wie z. B. durch Biegen und/oder Tempern schützt.

[0009] Diese Sperrbeschichtungen sind kein Bestandteil von reflexmindernden Beschichtungen, da sie in der optischen Definition der Schichtung nicht berücksichtigt werden.

[0010] Der Stand der Technik kennt beispielsweise aus dem internationalen Patentantrag WO 2005/051858 Schichtungen mit mehreren funktionalen Schichten.

[0011] Bei den im vorliegenden Dokument dargestellten Schichtungen mit drei oder vier funktionalen Schichten sind die verwendeten reflexmindernden Schichten Schichten, die üblicherweise als Schichten mit einem so genannten „mittleren", d. h. weder niedrigen noch hohen, optischen Index betrachtet werden.

[0012] Bei Schichtungen aus dünnen Schichten weisen üblicherweise die Schichten mit einem niedrigen optischen Index einen optischen Index von 1,60 oder kleiner, die Schichten mit einem mittleren optischen Index einen optischen Index von 1,60 bis 2,15 auf und die Schichten mit einem hohen optischen Index einen optischen Index von 2,15 oder größer auf.

[0013] Es ist darauf hinzuweisen, dass n den tatsächlichen Brechungsindex des Materials bei einer definierten Wellenlänge bezeichnet und k den imaginären Teil des Brechungsindex bei einer definierten Wellenlänge darstellt.

[0014] Im gesamten vorliegenden Dokument ist der Index der Schichten wie üblich der bei einer Wellenlänge von 550 nm gemessene Brechungsindex; zur Vereinfachung der Brechungsindizes werden zwei Stellen hinter dem Komma ohne Rundung berücksichtigt. Die Extinktionskoeffizienten k werden ebenfalls bei der Wellenlänge von 550 nm betrachtet.

[0015] Es scheint, dass die Konfiguration der Ausführungsbeispiel des Patentantrags WO 2005/051858 nicht ausreichend zufriedenstellend sind.

[0016] Für mehrere Anwendungen ist es wünschenswert, dass die Lichtdurchlässigkeit der Schichtung (und somit der Verglasung, welche die Schichtung beinhaltet) bei einem niedrig gehaltenen Flächenwiderstand der Schichtung höher ist und/oder die Lichtreflexion der Schichtung (und somit der Verglasung, welche die Schichtung beinhaltet) bei einem niedrig gehaltenen Flächenwiderstand der Schichtung niedriger ist und/oder die Reflexionsfarbe bei einem niedrig gehaltenen Flächenwiderstand der Schichtung weniger ausgeprägt ist, mit beispielsweise im Lab-System gemessenen Werten näher Null. Ein niedriger Flächenwiderstand ist hier ein Widerstand von 1 Ohm/Quadrat oder weniger.

[0017] Der Stand der Technik kennt im übrigen den europäischen Patentantrag EP 2 030 954.

[0018] In diesem Dokument sind mindestens zwei so genannte „absorbierende dielektrische" Schichten, die ferner jeweils eine als „neutral" zu bezeichnende Absorption aufweisen, zum einen unter der ersten metallischen funktionalen Schicht ausgehend vom Substrat und zum anderen über der letzten metallischen funktionalen Schicht ausgehend vom Substrat einer Schichtung, die mindestens zwei metallische funktionale Schichten umfasst, angeordnet.

[0019] Diese absorbierenden dielektrischen Schichten dieses Dokuments weisen einen nicht zu vernachlässigenden Absorptionskoeffizienten k von wenigstens 0,1 auf.

[0020] Die absorbierenden dielektrischen Schichten dieses Dokument werden somit als „dielektrisch" bezeichnet, um sie von den metallischen funktionalen Schichten unterscheiden zu können, die ebenfalls eine gewisse Absorption aufweisen. Zur Information, beträgt der Koeffizient k von Silber, dem Material der metallischen funktionalen Schichten, im übrigen bei 550 nm etwa 3,34.

[0021] Die als „neutral" bezeichnete Absorption entspricht im übrigen einer im Bereich der sichtbaren Strahlung ausgewogenen Absorption mit einem Verhältnis des Koeffizienten k bei den niedrigen Wellenlängen des sichtbaren Lichts ($380 < \lambda < 450$ nm) zum Koeffizienten k bei den hohen Wellenlängen des sichtbaren Lichts ($650 < \lambda < 760$ nm), das ausgewogen ist, und nahe 1 und genauer zwischen 0,52 und 1,9 liegt.

[0022] Die Lösung des vorliegenden Dokuments hat das Ziel, die Kapazität der Schichtung zum Absorbieren von Sonnenstrahlung (und insbesondere von Infrarotstrahlung) zu erhöhen, mit eine im vorliegenden Dokument als „angenehm" zu bezeichnenden Farbe, indem diese absorbierenden Schichten mit neutraler Absorption eingesetzt sowie auf eine spezielle Weise in der Schichtung angeordnet werden.

[0023] Folgerichtig bewirkt diese Lösung, dass die Schichtung keine erhöhte Lichtdurchlässigkeit im sichtbaren Bereich aufweisen kann, weil die absorbierenden dielektrischen Schichten nicht nur im Infrarotbereich, sondern auch zu einem maßgeblichen Anteil im Bereich der sichtbaren Strahlung absorbieren.

[0024] In den **Fig.** 7 und **Fig.** 8 des europäischen Patentantrags EP 2 030 954 sind jeweils der Extinktionskoeffizient k und der Index n von zwei Silicium- und Titannitridverbindungen, eine mit 45% TiN und 55% Siliciumnitrid und die andere mit 71% TiN und 29% Siliciumnitrid, dargestellt.

[0025] Der Koeffizient k von TiN beträgt bei 550 nm etwa 1,88 und der Koeffizient k von Si_3N_4 beträgt bei 550 nm etwa 0,0135. Logischerweise zeigt die **Fig.** 7, dass die Werte von k für die beiden Verbindungen zwischen diesen beiden Werten liegen. Ferner zeigt die **Fig.** 7, dass die Werte von k für die beiden Verbindungen relativ hoch sind; das Hinzufügen von Si_3N_4 mit 29% und 55% zu TiN beeinflusst somit den Koeffizienten k von TiN wenig.

[0026] Der Brechungsindex n von TiN beträgt bei 550 nm etwa 0,97 und der Brechungsindex von Si_3N_4 beträgt bei 550 nm etwa 2,02. Logischerweise würde man erwarten, dass der Brechungsindex von Verbindungen, die aus einer Mischung dieser beiden Materialien bestehen, zwischen diesen beiden Werten liegen würde; gegen jeder Erwartung zeigt aber die **Fig.** 8, dass der Index der Verbindungen bei 550 nm höher ist als von Si_3N_4 und zwischen 2,4 und 2,5 liegt, was inkohärent ist. Ferner wäre aufgrund des Phänomens der geringen ‚Abschwächung' des Koeffizienten k von TiN durch Si_3N_4 gemäß **Fig.** 7 in der **Fig.** 8 zu erwarten, dass die Indizes der beiden Verbindungen sehr niedrig und sehr wenig vom Hinzufügen von Si_3N_4 betroffen wären; die **Fig.** 8 ist somit noch inkohärenter.

[0027] In der Realität weist eine Verbindung, die aus einer Mischung von Siliciumnitrid und Titannitrid besteht, notwendigerweise einen Brechungsindex auf, der zwischen dem Index von Si_3N_4 und dem von TiN liegt.

[0028] Ziel der Erfindung ist das Bereitstellen einer Schichtung, die einen sehr niedrigen Flächenwiderstand aufweist, damit insbesondere die Verglasung, in die diese Schichtung integriert ist, eine hohe Energiereflexion und/oder eine sehr niedrige Abstrahlung aufweist und/oder durch Anlegen eines Stroms zwischen zwei elektrisch an der Schichtung angeschlossenen Sammelschienen beheizt werden kann, sowie eine erhöhte Lichtdurchlässigkeit und eine relativ neutrale Farbe aufweist, insbesondere in laminierter Konfiguration, und diese Eigenschaften vorzugsweise nach einer (oder mehreren) Wärmebehandlung(en) mit hoher Temperatur, wie z. B. durch Biegen und/oder Tempern und/oder Glühen erzielt werden, oder diese Eigenschaften sogar vor einer (oder mehreren) Wärmebehandlung(en) mit hoher Temepratur wie z. B. durch Biegen und/oder Tempern und/oder Glühen erzielt werden und in einem begrenzten Bereich erhalten bleiben, ungeachtet dessen, ob die Schichtung (einer) solchen Wärmebehandlung(en) unterzogen wird oder nicht. Die Lichtdurchlässigkeit und die Lichtreflexion, auf die im vorliegenden Dokument Bezug genommen wird, sind natürlich die Lichtdurchlässigkeit und Lichtreflexion im sichtbaren Bereich.

[0029] Ziel der Erfindung ist somit im weitesten Sinne ein Substrat, insbesondere ein transparentes Glassubstrat, nach Anspruch 1. Die Unteransprüche definieren vorteilhafte Ausführungsbeispiele dieses Gegenstands.

[0030] Das Substrat gemäß der Erfindung ist somit mit einer Schichtung aus dünnen Schichten ausgestattet, die abwechselnd „n" metallische funktionale Schichten, insbesondere funktionale Schichten auf Basis von Silber oder silberhaltigen Metalllegierung, und „(n + 1)" reflexmindernde Beschichtungen mit einer Gesamtzahl n ≥ 3 umfasst, wobei jede reflexmindernde Beschichtung mindestens eine reflexmindernde Schicht umfasst, so dass jede funktionale Schicht zwischen zwei reflexmindernden Beschichtungen angeordnet ist. Die vorliegende Erfindung eignet sich insbesondere für Schichtungen mit n = 3 oder n = 4 funktionale Schichten.

[0031] Dieses Substrat ist insofern bemerkenswert, als die Schichtung mindestens zwei reflexmindernde Schichten mit einem hohen Index umfasst, wobei jede einen Brechungsindex ≥ 2,15 aufweist, so dass die unter der ersten funktionalen Schicht ausgehend vom Substrat angeordnete reflexmindernde Beschichtung und die über der letzten funktionalen Schicht ausgehend vom Substrat angeordnete reflexmindernde Beschichtung jeweils mindestens eine reflexmindernde Schicht mit hohem Index umfassen und dass jede reflexmindernde Beschichtung, die zwischen zwei funktionalen Schichten angeordnet ist, keine reflexmindernde mit hohem Index umfasst (d. h. dass jede reflexmindernde Beschichtung, die zwischen zwei funktionalen Schichten angeordnet ist, keine reflexmindernde Schicht mit hohem Index umfasst, die einen Brechungsindex ≥ 2,15 aufweist).

[0032] Natürlicherweise kann im technischen Bereich der Erfindung eine reflexmindernde Schicht keine absorbierende Schicht sein, da der Begriff „reflexmindernd" üblicherweise eine nicht absorbierende Schicht bezeichnet.

[0033] Die reflexmindernden Schichten mit hohem Index gemäß der Erfindung können daher aus diesem Grund als transparente Schichten bezeichnet werden, da sie nicht absorbierend sind; sie weisen jeweils einen zu vernachlässigenden Absorptionskoeffizienten k auf, der weniger als 0,1 und sogar weniger als 0,01 beträgt.

[0034] Umso mehr weisen die reflexmindernden Schichten mit hohem Index keine „neutrale" Absorption auf; sie weisen keine im Bereich der sichtbaren Strahlung ausgewogene Absorption mit einem Verhältnis des Koeffizienten k bei den niedrigen Wellenlängen des sichtbaren Lichts ($380 < \lambda < 450$ nm) zum Koeffizienten k bei den hohen Wellenlängen des sichtbaren Lichts ($650 < \lambda < 760$ nm), das ausgewogen ist, und nahe 1 und genauer zwischen 0,52 und 1,9 liegt, auf, da dieses Verhältnis nur für nicht zu vernachlässigende Werte von k sinnvoll ist.

[0035] Diese reflexmindernden Schichten mit hohem Index gemäß der Erfindung können ebenfalls als „dieelektrische reflexmindernde Schicht mit hohem Index" als Abgrenzung zur metallischen (und somit leitenden) Beschaffenheit der funktionalen Schichten bezeichnet werden.

[0036] Vorzugsweise, besteht die unterhalb der ersten funktionalen Schicht ausgehend vom Substrat angeordnete reflexmindernde Beschichtung in der folgenden Reihenfolge ausgehend vom Substrat aus: einer oder mehreren reflexmindernden Schichten mit hohem Index, anschließend einer reflexmindernden Benetzungsschicht mit mittlerem Index zwischen 1,60 und 2,15 unter Ausschluss dieser Werte auf Basis von kristallisiertem Oxid, insbesondere auf Basis von Zinkoxid, ggf. dotiert mit mindestens einem weiteren Element wie Aluminium.

[0037] In einem besonderen Ausführungsbeispiel besteht die über der letzten funktionalen Schicht ausgehend vom Substrat angeordnete reflexmindernde Beschichtung ausschließlich aus einer oder mehreren reflexmindernden Schichten mit hohem Index; sie umfasst somit keine Schicht mit mittleren oder niedrigem Index.

[0038] Vorzugsweise basiert eine oder sogar jede reflexmindernde Schicht mit hohem Index auf Silicium- und Zirconiumnitrid. Ein weiteres mögliches Material für die reflexmindernde Schicht mit hohem Index kann gewählt werden aus: MnO (Index von 2,16 bei 550 nm), WO_3 (Index von 2,15 bei 550 nm), Nb_2O_5 (Index von 2,3 bei 550 nm), Bi_2O3 (Index von 2,6 bei 550 nm), Zr_3N_4 (Index von 2,55 bei 550 nm).

[0039] Es ist bekannt, dass dünne Schichten mit hohem Brechungsindex maximal einen Index von 3,1 bei 550 nm aufweisen. Jede reflexmindernde Schicht mit hohem Index gemäß der Erfindung weist vorzugsweise einen Index von 2,6 und weniger oder sogar 2,3 und weniger auf.

[0040] Wenn eine reflexmindernde Schicht mit hohem Index auf Basis von Silicium- und Zirconiumnitrid gewählt wird, beträgt der Anteil von Silicium im Verhältnis zum Zirconium vorzugsweise 40 bis 80% Si zu 24 bis 45% Zr mit natürlich einem Gesamtgewicht im Ziel von 100%, um den gewünschten hohen Index zu erzielen.

[0041] Wenn der Anteil von Silicium erhöht wird (ab 40% des Gewichts im Ziel), kann ein weiteres Element wie beispielsweise Al verwendet werden, um die Leitfähigkeit des Ziels zu erhöhen. Um in diesem Fall den gewünschten Index zu erhalten, ist es vorzuziehen, dass die Elemente Si, Zr und Al in Gewichtsanteilen im Ziel in folgenden Bereichen vorliegen:

– für Si: zwischen 45% und 75% unter Einschluss dieser Werte,
– für Zr: zwischen 20 und 50% unter Einschluss dieser Werte,
– für Al: zwischen 1% und 10% unter Einschluss dieser Werte, mit natürlich einem Gesamtgewicht im Ziel von 100%.

[0042] Wenn die reflexmindernde(n) Schicht(en) mit hohem Index der letzten reflexmindernden Beschichtung (eine) nitrierte Schicht(en) ist (sind), ist ferner vorzugsweise die gesamte über der letzten Schicht ausgehend vom Substrat angeordnete reflexmindernde Beschichtung nitriert, um die Herstellung der Schichtung zu vereinfachen.

[0043] Ferner basiert vorzugsweise mindestens eine oder sogar jede reflexmindernde Schicht mit hohem Index nicht auf Titanoxid TiO_2 bzw. TiO_y.

[0044] In einem Ausführungsbeispiel ist die Stärke e_x von jeder funktionalen Schicht der Schichtung (d. h. mindestens die funktionalen Schichten der Lage 2 und Lage 3 ausgehend vom Substrat) geringer als die Stärke der funktionalen Schicht, die in Richtung des Substrats vorhergeht, und ist so beschaffen, dass gilt: $e_x = \alpha e_{x-1}$, wobei x die Lage der funktionalen Schicht ausgehend vom Substrat ist, x – 1 die Lage der funktionalen Schicht ist, die in Richtung des Substrats vorhergeht, und α eine Zahl wie $0,5 \leq \alpha < 1$ und vorzugsweise $0,55 \leq \alpha \leq 0,95$ oder sogar $0,6 \leq \alpha \leq 0,95$ ist.

[0045] In einem anderen Ausführungsbeispiel ist die Stärke e_x von jeder funktionalen Schicht der Schichtung (d. h. mindestens die funktionalen Schichten der Lage 2 und Lage 3 ausgehend vom Substrat) identisch als die Stärke der funktionalen Schicht, die in Richtung des Substrats vorhergeht, und ist so beschaffen, dass gilt: $e_x = \alpha e_{x-1}$, wobei x die Lage der funktionalen Schicht ausgehend vom Substrat ist, x – 1 die Lage der funktionalen Schicht ist, die in Richtung des Substrats vorausgeht, und α eine Zahl wie $0,85 \leq \alpha < 1,15$ und vorzugsweise $0,90 \leq \alpha \leq 1,1$ oder sogar $0,95 \leq \alpha \leq 1,05$ ist.

[0046] Unter „Lage" ist gemäß der vorliegenden Erfindung die Nummerierung von jeder funktionalen Schicht ausgehend vom Substrat in Ganzzahlen zu verstehen: Die zum Substrat nächstliegende funktionale Schicht

ist die funktionale Schicht der Lage 1, die folgende Schicht ausgehend vom Substrat ist die Schicht der Lage 2 usw.

[0047] Die Stärke der ersten funktionalen metallischen Schicht ausgehend vom Substrat (Schicht der Lage 1) ist so beschaffen, dass gilt: $10 \leq e_1 \leq 18$ in nm und vorzugsweise $11 \leq e_1 \leq 15$ in nm.

[0048] Wenn somit gilt: $0{,}55 \leq \alpha \leq 0{,}95$, ist die Stärke der ersten funktionalen metallischen Schicht ausgehend vom Substrat so beschaffen, dass gilt: $10 \leq e_1 \leq 18$ in nm und vorzugsweise $11 \leq e_1 \leq 15$ in nm, und wenn gilt: $0{,}6 \leq \alpha \leq 0{,}95$, ist die Stärke der ersten funktionalen metallischen Schicht ausgehend vom Substrat so beschaffen, dass gilt: $10 \leq e_1 \leq 18$ in nm und vorzugsweise $11 \leq e_1 \leq 15$ in nm.

[0049] Es ist ferner möglich, dass gilt: $0{,}6 \leq \alpha \leq 0{,}9$, und dass die Stärke der ersten funktionalen metallischen Schicht ausgehend vom Substrat so beschaffen ist, dass gilt: $10 \leq e_1 \leq 18$ in nm und vorzugsweise $11 \leq e_1 \leq 15$ in nm oder sogar $0{,}6 \leq \alpha \leq 0{,}85$, und dass die Stärke der ersten funktionalen metallischen Schicht ausgehend vom Substrat so beschaffen ist, dass gilt: $10 \leq e_1 \leq 18$ in nm und vorzugsweise $11 \leq e_1 \leq 15$ in nm.

[0050] Aufgrund der Tatsache, dass ein wesentliches Ziel der Erfindung ist, eine Schichtung mit einem geringen Flächenwiderstand zu erhalten, beträgt die Gesamtstärke der funktionalen metallischen Schichten, insbesondere wenn gilt: $11 \leq e_1 \leq 15$ in nm, vorzugsweise mehr als 30 nm und beträgt insbesondere 30 bis 60 nm unter Einschluss dieser Werte, oder beträgt diese Gesamtstärke sogar 35 bis 50 nm bei einer Schichtung von dünnen Schichten mit drei funktionalen Schichten, oder beträgt diese Gesamtstärke sogar 40 bis 60 nm bei einer Schichtung von dünnen Schichten mit vier funktionalen Schichten.

[0051] Vorzugsweise ist der Wert von α für alle funktionale Schichten der Lage 2 und größer der Schichtung, auf welche die Formel $e_x = \alpha e_{x-1}$ angewendet wird, unterschiedlich (um mindestens 0,02 oder sogar um mindestens 0,05).

[0052] Es ist darauf hinzuweisen, dass die Abnahme in der Verteilung der Stärken keine Abnahme in der Verteilung alter Schichten der Schichtung (unter Berücksichtigung der reflexmindernden Schichten) darstellt, sondern ausschließlich eine Abnahme in der Verteilung der Stärken der funktionalen Schichten.

[0053] Innerhalb der Schichtung mit einer ausgehend vom Substrat abnehmenden Stärke der funktionalen Schichten weisen alle funktionale Schichten unterschiedliche Stärken auf; die Verteilung in der Stärke der funktionalen Schichten innerhalb der Schichtung ermöglicht somit auf eine vollkommen überraschende Weise das Erzielen eines besseren Flächenwiderstands als in der Konfiguration mit einer konstanten Stärke der funktionalen Schichten oder einer ausgehend vom Substrat zunehmenden Stärke der funktionalen Schichten.

[0054] Falls abweichende Aussagen getroffen werden, sind die im vorliegenden Dokumenten genannten Stärken physische bzw. tatsächliche Stärken (und keine optischen Stärken).

[0055] Wenn auf eine vertikale Anordnung einer Schicht Bezug genommen wird (beispielsweise unter/über), erfolgt dies stets unter der Berücksichtigung, dass das Trägersubstrat horizontal unten und die Schichtung über dieser angeordnet ist; wenn die Aussage getroffen wird, dass eine Schicht direkt auf einer anderen angeordnet ist, bedeutet dies, dass zwischen diesen beiden Schichten weder eine noch mehrere Zwischenschichten vorhanden sein können. Die Lage der funktionalen Schichten ist hier stets ausgehend vom Trägersubstrat der Schichtung definiert (Substrat, auf dessen Oberfläche die Schichtung aufgebracht ist).

[0056] Die Stärke von jeder funktionalen Schicht beträgt vorzugsweise 8 bis 20 nm unter Einschluss dieser Werte oder sogar 10 bis 18 in nm unter Einschluss dieser Werte und vorzugsweise auch 11 bis 15 in nm unter Einschluss dieser Werte.

[0057] Die Gesamtstärke der funktionalen metallischen Schichten beträgt vorzugsweise mehr als 30 nm und beträgt insbesondere 30 bis 60 nm unter Einschluss dieser Werte, oder diese Gesamtstärke beträgt sogar 35 bis 50 nm bei einer Schichtung von dünnen Schichten mit drei funktionalen Schichten, oder diese Gesamtstärke beträgt sogar 40 bis 60 nm bei einer Schichtung von dünnen Schichten mit vier funktionalen Schichten.

[0058] Die Schichtung gemäß der Erfindung ist eine Schichtung mit geringem Flächenwiderstand, so dass der Flächenwiderstand R nach einer etwaigen Wärmebehandlung wie z. B. durch Biegen, Tempern oder Glühen in Ohm per Quadrat vorzugsweise 1 Ohm per Quadrat oder weniger beträgt oder sogar vor einer Wär-

mebehandlung 1 Ohm oder weniger beträgt, da eine solche Behandlung im Allgemeinen eine Abnahme des Flächenwiderstands bewirkt.

[0059] In einem besonderen Ausführungsbeispiel der Erfindung umfasst jede der zwischen zwei funktionalen Schichten angeordneten reflexmindernden Beschichtungen, die keine reflexmindernde Schicht mit hohem Index umfasst, mindestens eine reflexmindernde Schicht auf Basis von Siliciumnitrid, ggf. dotiert mit mindestens einem weiteren Element wie Aluminium.

[0060] In einem besonderen Ausführungsbeispiel der Erfindung ist die letzte Schicht von jeder unter einer funktionalen Schicht liegende reflexmindernden Beschichtung eine reflexmindernde Benetzungsschicht auf Basis von kristallisiertem Oxid, insbesondere auf Basis von Zinkoxid, ggf. dotiert mit mindestens einem weiteren Element wie Aluminium.

[0061] Die vorliegende Erfindung bezieht sich ferner auf eine Verglasung, die mindestens ein Substrat gemäß der Erfindung aufweist, ggf. verbunden mit mindestens einem weiteren Substrat, und insbesondere auf eine Mehrfachverglasung, wie z. B. eine Zwei- oder Dreifachverglasung oder ein Verbundglas und insbesondere ein Verbundglas, das Mittel für den elektrischen Anschluss der Schichtung aus dünnen Schichten umfasst, um ein beheizbares Verbundglas zu erhalten, wobei Trägersubstrat der Schichtung gebogen und/oder getempert sein kann.

[0062] Jedes Substrat der Verglasung kann klar oder farbig sein. Insbesondere kann mindestens eines der Substrate aus in der Masse gefärbtem Glas bestehen. Die Wahl der Farbgebung hängt vom angestrebten Grad der Lichtdurchlässigkeit und/oder der angestrebten kalorimetrischen Beschaffenheit für die Verglasung nach Abschluss der Herstellung ab.

[0063] Die Verglasung gemäß der Erfindung kann eine Verbundstruktur aufweisen, indem insbesondere mindestens zwei feste Substrate aus Glas mit mindestens einer Folie aus einem thermoplastischen Polymer verbunden werden, um eine Struktur wie Glas/Schichtung von dünnen Schichten/Folie(n)/Glas zu erzeugen. Das Polymer kann insbesondere auf Polyvinylbutyral (PVB), Ethylenvinylacetat (EVA), Polyethylenterepthalat (PET) oder Polyvinylchlorid (PVC) basieren.

[0064] Die Verglasung kann somit eine Struktur wie folgt aufweisen: Glas/Schichtung aus dünnen Schichten/Folie(n) aus Polymer/Glas.

[0065] Die Verglasungen gemäß der Erfindung können eine Wärmebehandlung unterzogen werden, ohne dass die Schichtung aus dünnen Schichten Schäden nimmt. Diese werden ggf. gebogen und/oder getempert.

[0066] Die Verglasung kann gebogen und/oder getempert sein, wobei sie aus einem einzigen Substrat besteht, das mit der Schichtung ausgestattet ist. Dabei handelt es sich um eine so genannte „monolithische" Verglasung. Bei einem Biegen befindet sich die Schichtung aus dünnen Schichten vorzugsweise auf einer zumindest teilweise nicht ebenen Fläche, insbesondere um Verglasungen für Fahrzeuge zu erhalten.

[0067] Die Verglasung kann auch eine Mehrfachverglasung, insbesondere eine Zweifachverglasung sein, wobei zumindest das Trägersubstrat der Schichtung gebogen und/oder getempert sein kann. Bei einer Konfiguration mit Mehrfachverglasung ist die Beschichtung vorzugsweise so angeordnet, dass sie zur Seite des Gasblatts zeigt. Bei einer Verbundstruktur kann das Trägersubstrat der Schichtung mit der Polymerfolie in Kontakt sein.

[0068] Die Verglasung kann auch aus einer Dreifachverglasung bestehen, die aus drei Glasscheiben besteht, die jeweils durch ein Gasblatt getrennt sind. In einer Struktur mit Dreifachverglasung kann das Trägersubstrat der Schichtung an Fläche 2 und/oder an Fläche 5 angeordnet sein, wenn man davon ausgeht, dass die Einfallsrichtung des Sonnenlichts die Flächen in zunehmender Reihenfolge ihrer Nummern quert.

[0069] Wenn die Verglasung monolithisch ist oder aus einer Mehrfachverglasung wie z. B. einer Zwei- bzw. Dreifachverglasung oder aus Verbundglas besteht, kann zumindest das Trägersubstrat der Schichtung aus gebogenem oder getempertem Glas bestehen, wobei dieses Substrat vor oder nach dem Aufbringen der Schichtung gebogen oder getempert werden kann.

[0070] Die Erfindung betrifft ferner die Verwendung des Substrats gemäß der Erfindung zum Herstellen einer Verglasung mit hoher Energiereflexion und/oder eine Verglasung mit sehr niedriger Abstrahlung und/oder eine beheizbare Verglasung mit einer durch den Joule-Effekt beheizbaren transparenten Beschichtung.

[0071] Die Erfindung betrifft ferner die Verwendung des Substrats gemäß der Erfindung zum Herstellen einer transparenten Elektrode einer elektrochromen Verglasung, einer Leuchtvorrichtung oder einer Anzeigevorrichtung oder eine Solarzelle.

[0072] Das Substrat gemäß der Erfindung kann insbesondere zum Herstellen eines Substrats mit hoher Energiereflexion und/oder eines Substrats mit sehr niedriger Abstrahlung und/oder einer beheizbaren transparenten Beschichtung einer beheizbaren Verglasung verwendet werden.

[0073] Das Substrat gemäß der Erfindung kann insbesondere zum Herstellen einer transparenten Elektrode einer elektrochromen Verglasung (wobei diese Verglasung monolithisch oder eine Mehrfachverglasung wie z. B. eine Zwei- oder Dreifachverglasung oder ein Verbundglas ist), einer Leuchtvorrichtung, eines Anzeigebildschirms oder einer Solarzelle verwendet werden. („Transparent" ist hier als „nicht undurchsichtig" zu verstehen.) Die Beschichtung gemäß der Erfindung ermöglicht das Erzielen eines sehr Flächenwiderstands, einer erhöhten Lichtdurchlässigkeit (> 70% und sogar > 72% bei Verbundglas) eine geringe Lichtreflexion (< 14% bei Verbundglas) und einer gering ausgeprägten Reflexionsfarbe (mit Werten von a* und b* im Lab-System nahe Null oder in jedem Fall unter +2 für a*), die darüber hinaus abhängig vom Beobachtungswinkel wenig variiert.

[0074] Es hat sich erwiesen, dass das Vorsehen von mindestens einer reflexmindernden Schicht mit hohem Index in der ersten reflexmindernden Beschichtung unter der ersten funktionalen Schicht und mindestens einer reflexmindernden Schicht mit hohem Index in der letzten reflexmindernden Beschichtung über der letzten funktionalen Schutz ohne Vorsehen einer reflexmindernden Schicht mit hohem Index in den jeweils zwischen zwei funktionalen Schichten angeordneten reflexmindernden Zwischenbeschichtungen ein Erhöhen der Lichtdurchlässigkeit und das Erzielen einer Reflexionsfarbe von nahezu Null und nur geringer Variation abhängig vom Beobachtungswinkel ermöglicht, ohne dass dies den Auftrag der Beschichtung zu stark kompliziert oder die Kosten zu stark erhöht; (im Allgemeinen ist eine reflexmindernde Schicht mit hohem Index wesentlich schwieriger aufzubringen als eine reflexmindernde Schicht mit mittlerem Index, was im Vergleich zu einer reflexmindernden Schicht mit mittlerem Index Mehrkosten verursacht).

[0075] Die reflexmindernden Beschichtungen der Schichtung gemäß der Erfindung umfassen keine absorbierende Schicht.

[0076] Das Verwenden einer abnehmenden Verteilung der Stärken der funktionalen Schichten ausgehend vom Substrat ermöglicht ferner einen sehr geringen Flächenwiderstand der Schichtung, wobei eine Farbvariation der Reflexion abhängig vom Winkel erzielt wird, die weniger gut ist als bei einer zunehmenden Verteilung der Stärken, aber dennoch eine akzeptable Farbvariation der Reflexion entsprechend dem Winkel erzielt wird.

[0077] Gleichwohl ist es wichtig, dass der Unterschied der Stärke einer funktionalen Schicht zur anderen in Richtung des Substrats oder entgegengesetzt zum Substrat nicht zu groß ist. Aus diesem Grund gilt $\alpha \geq 0{,}5$, und vorzugsweise $\alpha \geq 0{,}55$, oder sogar $\alpha \geq 0{,}6$.

[0078] Die vorteilhaften Einzelheiten und Merkmale der Erfindung gehen aus den nachfolgend anhand der beigefügten Figuren dargestellten nicht einschränkenden Ausführungsbeispiele hervor:

[0079] Fig. 1 zeigt eine Schichtung mit drei funktionalen Schichten gemäß der Erfindung, wobei jede funktionale Schicht nicht mit einer Untersperrbeschichtung ausgestattet ist, sondern mit einer Übersperrbeschichtung, und die Schichtung ferner mit einer optionalen Schutzbeschichtung ausgestattet ist.

[0080] Fig. 2 zeigt eine Schichtung mit vier funktionalen Schichten gemäß der Erfindung, wobei jede funktionale Schicht mit einer Untersperrbeschichtung ausgestattet ist, aber nicht mit einer Übersperrbeschichtung, und die Schichtung ferner mit einer optionalen Schutzbeschichtung ausgestattet ist.

[0081] In den Fig. 1 und Fig. 2 sind die Proportionen zwischen den Stärken der verschiedenen Schichten nicht genau eingehalten, um die Darstellung zu vereinfachen.

[0082] Die Fig. 1 zeigt eine Schichtungsstruktur mit drei funktionalen Schichten **40**, **80**, **120**, wobei diese Struktur auf einem transparenten Substrat **10** aus Glas aufgebracht ist.

[0083] Jede funktionale Schicht **40**, **80**, **120** ist zwischen zwei reflexmindernden Beschichtungen **20**, **60**, **100**, **140** so angeordnet, dass die erste funktionale Schicht **40** ausgehend vom Substrat zwischen den reflexmindernden Beschichtungen **20**, **60**; die zweite funktionale Schicht **80** zwischen den reflexmindernden Beschichtungen **60**, **100** und die dritte funktionale Schicht **120** zwischen den reflexmindernden Beschichtungen **100**, **140** angeordnet ist.

[0084] Diese reflexmindernden Beschichtungen **20**, **60**, **100**, **140** umfassen jeweils mindestens eine reflexmindernde Schicht **24** oder **25**, **28**; **62**, **64** oder **65**, **68**; **102**, **104** oder **105**, **108**; **144** oder **145**.

[0085] Ggf. kann einerseits jede funktionale Schicht **40**, **80**, **120** auf einer Untersperrbeschichtung (nicht dargestellt) aufgebracht werden, die zwischen der darunterliegenden reflexmindernden Beschichtung und der funktionalen Schicht angeordnet ist, und kann andererseits jede funktionale Schicht direkt unter einer Übersperrbeschichtung **55**, **95**, **135** aufgebracht werden, die zwischen der funktionalen Schicht und der über dieser Schicht liegenden reflexmindernden Beschichtung angeordnet ist.

[0086] In Fig. 1 ist zu sehen, dass die Schichtung durch eine optionale Schutzschicht **200** abschließt, die bei den folgenden Beispielen nicht vorhanden ist. Im Allgemeinen ist diese Schutzschicht sehr dünn und wird bei der optischen Definition der letzten reflexmindernden Beschichtung der Schichtung nicht berücksichtigt.

[0087] Bei allen folgenden Beispielen wird die Schichtung aus dünnen Schichten auf einem Substrat aus klarem Natron-Kalk-Glas mit einer Stärke von 1,6 mm der Firma SAINT-GOBAIN aufgebracht.

[0088] Bei jedem der folgenden Beispiele gelten die folgenden Bedingungen für das Aufbringen der Schichten durch Sputtern (so genanntes „kathodisches Magnetronsputtern"):

Schicht	Verwendetes Ziel	Druck beim Aufbringen	Gas	Index bei 550 nm
SiAlN	Si:Al mit 92:8% Gew.	$3{,}2 \cdot 10^{-3}$ mbar	Ar/(Ar + N_2) mit 55%	2,03
SiZrN	Si:Zr:Al mit 58,5:36, 5:5 Gew.	$2{,}2 \cdot 10^{-3}$ mbar	Ar/(Ar + N_2) mit 56%	2,24
ZnO	Zn:Al mit 98:2% Gew.	$1{,}8 \cdot 10^{-3}$ mbar	Ar/(Ar + O_2) mit 63%	1,95
NiCr	NiCr mit 80:20% Gew.	$2{,}5 \cdot 10^{-3}$ mbar	Ar mit 100%	
Ag	Ag	$3 \cdot 10^{-3}$ mbar	Ar mit 100%	

Tabelle 1

[0089] Eine erste Reihe mit vier Beispielen wurde durchgeführt; diese Beispiele sind nachfolgend mit 1 bis 4 nummeriert. Alle vier wurden in ein Verbundglas mit folgender Struktur eingebettet: Substrat aus Glas als Träger für die Schichtung mit einer Stärke von 1,6 mm/Zwischenfolie aus PVB mit einer Stärke von 0,76 mm/ Substrat aus Glas mit einer Stärke von 1,6 mm.

[0090] Die folgende Tabelle 2 fasst die Materialien und die Stärken in Nanometer von jeder Schicht sowie die Zusammensetzung der Schichten, aus denen die Schichtung besteht, entsprechend ihrer Positionen zum Trägersubstrat der Schichtung (letzte Zeile am Tabellenende) zusammen; die Nummern der ersten und zweiten Spalte entsprechen den Bezugszeichen von Fig. 1.

			Bsp. 1	Bsp. 2	Bsp. 3	Bsp. 4
		Glas				
		PVB				
140	**145**	SiZrN		30		30
	144	SiAlN	35		35	
135		NiCr	1	1	1	1
120		Ag3	13	13	13	13

100	**108**	ZnO	7	7	7	7
	105	SiZrN		58	58	
	104	SiAlN	63			63
	102	ZnO	7	7	7	7
95		NiCr	1	1	1	1
80		Ag2	13	13	13	13
60	**68**	ZnO	7	7	7	7
	65	SiZrN		58	58	
	64	SiAlN	63			63
	62	ZnO	7	7	7	7
55		NiCr	1	1	1	1
40		Ag1	13	13	13	13
20	**28**	ZnO	7	7	7	7
	25	SiZrN		30		30
	24	SiAlN	35		35	
	10	Glas				

Tabelle 2

[0091] Jede reflexmindernde Beschichtung **20**, **60**, **100**, die unter einer funktionalen Schicht **40**, **80**, **120** liegt, umfasst eine letzte Benetzungsschicht **28**, **68**, **108** auf Basis von kristallisiertem Zinkoxid, das mit Aluminium dotiert und in Kontakt mit der direkt oberhalb aufgebrachten funktionalen Schicht **40**, **80**, **120** ist.

[0092] Jede reflexmindernde Schicht **20**, **60**, **100**, **140** umfasst:
– entweder eine reflexmindernde Schicht **24**, **64**, **104**, **144** mit mittlerem Index auf Basis von Siliciumnitrid, dotiert mit Aluminium, die hier zur Vereinfachung als SiAlN bezeichnet wird, obwohl die Schicht eigentlich aus Si_3N_4:Al besteht wie zuvor erläutert;
– oder eine reflexmindernde Schicht **25**, **65**, **105**, **145** mit hohem Index auf Basis von Siliciumnitrid, dotiert mit Zirconium, die hier zur Vereinfachung als SiZrN bezeichnet wird, obwohl die Schicht eigentlich aus Si_3N_4:Zr besteht wie zuvor erläutert;

[0093] Diese Schichten sind wichtig, um den Barriereeffekt gegen Sauerstoff bei der Wärmebehandlung zu erzielen.

[0094] Diese vier Beispiel bieten darüber hinaus den Vorteil, temper- und biegbar zu sein.

[0095] Diese vier Beispiele weisen die gleiche Gesamtstärke der funktionalen Schicht und die gleiche Verteilung in der Stärke der funktionalen Schichten auf: sie weisen somit die gleichen Flächenwiderstand auf; sie weisen aber nicht die gleichen Merkmale der Lichtdurchlässigkeit, Lichtreflexion und Reflexionsfarbe auf.

[0096] Die Tabelle 3 fasst für die Beispiele 1 bis 4 den gemessen Flächenwiderstand für jedes Trägersubstrat der Schichtung nach der Wärmebehandlung (Biegen bei 640°C) und die gemessenen wesentlichen optischen Merkmale des vollständigen Verbundglases, welches das Trägersubstrat der Schichtung enthält, zusammen:

		Bsp. 1	Bsp. 2	Bsp. 3	Bsp. 4
T_L	%	72,43	73,62	72,65	73,42
R_L	%	11,04	9,87	10,91	9,97
$R_\square$	Ohm/□	1,00	1,00	1,00	1,00
Reflexionsfarbe	a_{R0}^*	–2,0	–1,4	–2,7	–1,9

	b_{R0}*	–1,9	–2,2	–2,1	–1,0
Reflexionsfarbe	a_{R60}*	–6,3	–5,3	–6,6	–5,0
	b_{R60}*	1,25	0,8	1,1	0,8

Tabelle 3

[0097] Für diese Substrate gilt Folgendes:
– T_L: Lichtdurchlässigkeit im sichtbaren Bereich in %, gemessen gemäß der Lichtquelle A in 10° zum Beobachtenden;
– R_L: Lichtreflexion im sichtbaren Bereich in %, gemessen gemäß der Lichtquelle A in 10° zum Beobachtenden;
– $R_{\square}$: Flächenwiderstand der Schichtung, in Ohm per Quadrat nach der Wärmebehandlung (Biegen);
– a_{R0}* und b_{R0}*: Reflexionsfarben a* und b* im LAB-System, gemessen gemäß der Lichtquelle D65 in 10° zum Beobachtenden und so gemessen im Wesentlichen senkrecht zur Verglasung;
– a_{R60}* und b_{R60}*: Reflexionsfarben a* und b* im LAB-System, gemessen gemäß der Lichtquelle D65 in 10° zum Beobachtenden und gemessen im Wesentlichen mit einem Winkel von 60° zur Senkrechten zur Verglasung.

[0098] Durch einen Vergleich des Beispiels 2 mit dem Beispiel 2 ist festzustellen, dass die Verwendung von reflexmindernden Barriereschichten **25**, **65**, **105**, **145** aus SiZrN statt jeder reflexmindernden Barriereschicht **24**, **64**, **104**, **144** aus SiAlN eine Erhöhung der Lichtdurchlässigkeit der Verglasung um mehr als 1% ermöglicht, wobei eine im Wesentlichen identische Lichtreflexion und eine akzeptable Reflexionsfarbe bei 0 und bei 60° beibehalten wird.

[0099] Dieses Beispiel 2 ist aber auf einer industriellen Produktionslinie schwierig umzusetzen, da die mittleren reflexmindernden Barriereschichten **65**, **105** aus SiZrN, die von zwei funktionalen Schichten umgeben sind, eine große Stärke aufweisen (58 nm).

[0100] Das Beispiel 3 zeigt im Vergleich zu Beispiel 1 und 2, dass die ausschließliche Verwendung von mittleren reflexmindernden Barriereschichten **65**, **105** aus SiZrN statt jeder mittleren reflexmindernden Barriereschicht **64**, **104** aus SiAlN und unter Beibehaltung der ersten und letzten reflexmindernden Barriereschicht **24**, **144** aus SiAlN nicht das Erzielen einer wesentlichen Erhöhung der Lichtdurchlässigkeit der Verglasung ermöglicht (nur +0,2%).

[0101] Die Schichten aus SiAlN und SiZrN weisen alle einen Extinktionskoeffizienten k von weniger als 0,01 auf: Der Koeffizient k bei 550 nm von SiAlN beträgt etwa $1{,}3\ 10^{-5}$ und der Koeffizient k bei 550 nm von SiZrN beträgt etwa $7{,}5\ 10^{-5}$.

[0102] Das Beispiel 4 im Vergleich zu den Beispielen 1 bis 3 zeigt, dass die ausschließliche Verwendung einer ersten und letzten reflexmindernden Barriereschicht **25**, **145** mit hohem Index aus SiZrN statt einer ersten und letzten reflexmindernden Barriereschicht **24**, **144** mit mittlerem Index aus SiAlN und unter Beibehaltung jeder mittleren reflexmindernden Barriereschicht **64**, **104** mit mittlerem Index aus SiAlN wie bei Beispiel 2 ein Erzielen einer wesentlichen Erhöhung der Lichtdurchlässigkeit der Verglasung ermöglicht (etwa +1%); dieses Beispiel ist jedoch einfacher umzusetzen als Beispiel 2 und ist darüber hinaus kostengünstiger.

[0103] In dieser Reihe von Beispielen 1 bis 4 ist ausschließlich das Beispiel 4 ein Beispiel gemäß der Erfindung, weil die reflexmindernde Beschichtung **20**, die unter der ersten funktionalen Schicht **40** ausgehend vom Substrat angeordnet ist, und die reflexmindernde Beschichtung **140**, die über der letzten funktionalen Schicht **120** ausgehend vom Substrat angeordnet ist, jeweils mindestens eine reflexmindernde Schicht mit hohem Index **25**, **145** umfasst und jede reflexmindernde Beschichtung **60**, **100**, die zwischen zwei funktionalen Schichten angeordnet ist, keine reflexmindernde Schicht mit hohem Index umfasst.

[0104] Das Beispiel 1 ist kein Beispiel gemäß der Erfindung, da keine reflexmindernde Beschichtung **20**, **60**, **100**, **140** eine reflexmindernde Schicht mit hohem Index umfasst.

[0105] Das Beispiel 2 ist kein Beispiel gemäß der Erfindung, da alle reflexmindernden Beschichtungen **20**, **60**, **100**, **140** jeweils eine reflexmindernde Schicht mit hohem Index umfassen.

[0106] Das Beispiel 3 ist ebenfalls kein Beispiel gemäß der Erfindung, da die reflexmindernde Beschichtung **20**, die unter der ersten funktionalen Schicht **40** ausgehend vom Substrat angeordnet ist, und die reflexmindernde Beschichtung **140**, die über der letzten funktionalen Schicht **120** ausgehend vom Substrat angeordnet ist, nicht jeweils mindestens eine reflexmindernde Schicht mit hohem Index umfassen und jede reflexmindernde Beschichtung **60**, **100**, die zwischen zwei funktionalen Schichten angeordnet ist, eine reflexmindernde Schicht mit hohem Index **65**, **105** umfasst.

[0107] In dieser ersten Reihe von Beispielen 1 bis 4 sind die Stärken der drei Schichten aus Silber von jedem Beispiel identisch und betragen alle 13 nm.

[0108] Eine zweite Reihe von vier Beispielen wurde unter Anwendung der gleichen Bedingungen für das Auftragen wie bei der ersten Reihe (Tabelle 1) hergestellt; diese Beispiele sind nachfolgend mit 5 bis 8 nummeriert. Alle vier wurden in ein Verbundglas mit folgender Struktur eingebettet: Substrat aus Glas als Träger für die Schichtung mit einer Stärke von 1,6 mm/Zwischenfolie aus PVB mit einer Stärke von 0,76 mm/Substrat aus Glas mit einer Stärke von 1,6 mm.

[0109] In dieser zweiten Reihe ist die Gesamtstärke der funktionalen Schichten identisch von einem Beispiel zum nächsten und ist identisch mit der Gesamtstärke der funktionalen Schichten der ersten Reihe von Beispielen; dennoch weisen im Gegensatz zur ersten Reihe von Beispielen die drei funktionalen Schichten nicht alle die gleichen Stärken auf: die zum substrat nächstliegende funktionale Schicht (Ag1) ist stärker als die folgende (Ag2), die wiederum stärker ist als die folgende (Ag3); in der Reihe der Beispiele 5 bis 8 liegt demnach eine abnehmende Verteilung der Stärke der funktionalen Schichten ausgehend vom Substrat vor, wie aus dem internationalen Patentantrag hervorgeht, der unter der Nummer PCT/FR2010/051732 eingereicht und unter der Nummer WO 2011/020974 veröffentlicht wurde.

[0110] Die folgende Tabelle 4 fasst die Materialien und die Stärken in Nanometer von jeder Schicht sowie die Zusammensetzung der Schichten, aus denen die Schichtung besteht, entsprechend ihrer Positionen zum Trägersubstrat der Schichtung (letzte Zeile am Tabellenende) für die Beispiele 5 bis 8 zusammen; die Nummern der ersten und zweiten Spalte entsprechen den Bezugszeichen von **Fig. 1**.

			Bsp. 5	Bsp. 6	Bsp. 7	Bsp. 8
		Glas				
		PVB				
140	**145**	SiZrN		30		30
	144	SiN	35		35	
135		NiCr	1	1	1	1
120		Ag3	11	11	11	11
100	**108**	ZnO	7	7	7	7
	105	SiZrN		58	58	
	104	SiN	63			63
	102	ZnO	7	7	7	7
95		NiCr	1	1	1	1
80		Ag2	13	13	13	13
60	**68**	ZnO	7	7	7	7
	65	SiZrN		58	58	
	64	SiN	63			63
	62	ZnO	7	7	7	7
55		NiCr	1	1	1	1
40		Ag1	15	15	15	15
20	**28**	ZnO	7	7	7	7

	25	SiZrN		30		30
	24	SiN	35		35	
	10	Glas				

Tabelle 4

[0111] Die Stärke e_x von jeder funktionalen Schicht **80**, **120** ist kleiner als die Stärke der funktionalen Schicht, die in Richtung des Substrats **10** vorhergeht, und ist so beschaffen, dass gilt: $e_x = \alpha e_{x-1}$, wobei Folgendes gilt:

– x ist die Lage der funktionalen Schicht ausgehend vom Substrat **10**.

– x – 1 ist die Lage der in Richtung des Substrats **10** vorhergehenden funktionalen Schicht.

– α ist eine Zahl, so dass $0,5 \leq \alpha < 1$, und vorzugsweise $0,55 \leq \alpha \leq 0,95$, oder sogar $0,6 \leq \alpha \leq 0,95$.

– Die Stärke der ersten funktionalen metallischen Schicht **40** ausgehend vom Substrat ist so beschaffen, dass gilt: $10 \leq e_1 \leq 18$ in nm, und vorzugsweise $11 \leq e_1 \leq 15$ in nm.

[0112] Für die Stärke e_2 der zweiten Schicht **80** gilt: $e_2 = 0,87\ e_1$, wobei $\alpha = 0,87$, und für die Stärke e_3 der dritten funktionalen Schicht **120** gilt: $e_3 = 0,85\ e_2$, wobei $\alpha = 0,85$. Der Wert von α ist für alle funktionale Schichten der Lage 2 und größer der Schichtung unterschiedlich (um 0,02).

[0113] Die Tabelle 5 fasst für die Beispiele 5 bis 8 den gemessen Flächenwiderstand für jedes Trägersubstrat der Schichtung nach der Wärmebehandlung (Biegen bei 640°C) und die gemessenen wesentlichen optischen Merkmale des vollständigen Verbundglases, welches das Trägersubstrat der Schichtung enthält, zusammen, wobei alle Messungen auf gleiche Weise wie für die Beispiele 1 bis 4 durchgeführt wurden:

		Bsp. 5	Bsp. 6	Bsp. 7	Bsp. 8
T_L	%	71,86	72,99	72,03	72,84
R_L	%	11,06	10,04	11,01	10,06
$R_\square$	Ohm/□	1,00	1,00	1,00	1,00
Reflexionsfarbe	a_{R0}^*	0,1	1,1	–0,2	–1,1
	b_{R0}^*	–3,5	–3,1	–3,3	–3,2
Reflexionsfarbe	a_{R60}^*	–4,8	–3,8	–5,3	–3,5
	b_{R60}^*	1,4	1,1	1,5	1,0

Tabelle 5

[0114] Durch einen Vergleich des Beispiels 6 mit dem Beispiel 5 ist in dieser zweiten Reihe von Beispielen festzustellen, dass die Verwendung von reflexmindernden Barriereschichten **25**, **65**, **105**, **145** aus SiZrN statt jeder reflexmindernden Barriereschicht **24**, **64**, **104**, **144** aus SiAlN eine Erhöhung der Lichtdurchlässigkeit der Verglasung um mehr als 1% ermöglicht, wobei eine im Wesentlichen identische Lichtreflexion und eine akzeptable Reflexionsfarbe bei 0 und bei 60° beibehalten wird.

[0115] Dieses Beispiel ist aber auf einer industriellen Produktionslinie schwierig umzusetzen, da die mittleren reflexmindernden Barriereschichten **65**, **105** aus SiZrN, die von zwei funktionalen Schichten umgeben sind, eine große Stärke aufweisen (58 nm).

[0116] Das Beispiel 7 zeigt im Vergleich zu den Beispielen 5 und 6, dass die ausschließliche Verwendung von mittleren reflexmindernden Barriereschichten **65**, **105** aus SiZrN statt jeder mittleren reflexmindernden Barriereschicht **64**, **104** aus SiAlN und unter Beibehaltung der ersten und letzten reflexmindernden Barriereschicht **24**, **144** aus SiAlN nicht das Erzielen einer wesentlichen Erhöhung der Lichtdurchlässigkeit der Verglasung ermöglicht (nur etwa +0,2%).

[0117] Das Beispiel 8 im Vergleich zu den Beispielen 5 bis 7 zeigt, dass die ausschließliche Verwendung einer ersten und letzten reflexmindernden Barriereschicht **25**, **145** aus SiZrN statt einer ersten und letzten reflexmindernden Barriereschicht **24**, **144** aus SiAlN und unter Beibehaltung jeder mittleren reflexmindernden Barriereschicht **64**, **104** aus SiAlN wie bei Beispiel 6 ein Erzielen einer wesentlichen Erhöhung der Lichtdurchlässigkeit

der Verglasung ermöglicht (etwa +1%); dieses Beispiel ist jedoch einfacher umzusetzen als Beispiel 6 und ist darüber hinaus kostengünstiger.

[0118] In dieser Reihe von Beispielen 5 bis 8 ist ausschließlich das Beispiel 8 ein Beispiel gemäß der Erfindung, weil die reflexmindernde Beschichtung **20**, die unter der ersten funktionalen Schicht **40** ausgehend vom Substrat angeordnet ist, und die reflexmindernde Beschichtung **140**, die über der letzten funktionalen Schicht **120** ausgehend vom Substrat angeordnet ist, jeweils mindestens eine reflexmindernde Schicht mit hohem Index **25**, **145** umfasst und jede reflexmindernde Beschichtung **60**, **100**, die zwischen zwei funktionalen Schichten angeordnet ist, keine reflexmindernde Schicht mit hohem Index umfasst.

[0119] Das Beispiel 5 ist kein Beispiel gemäß der Erfindung, da keine reflexmindernde Beschichtung **20**, **60**, **100**, **140** eine reflexmindernde Schicht mit hohem Index umfasst.

[0120] Das Beispiel ist kein Beispiel gemäß der Erfindung, da alle reflexmindernden Beschichtungen **20**, **60**, **100**, **140** jeweils eine reflexmindernde Schicht mit hohem Index umfassen.

[0121] Das Beispiel 7 ist ebenfalls kein Beispiel gemäß der Erfindung, da die reflexmindernde Beschichtung **20**, die unter der ersten funktionalen Schicht **40** ausgehend vom Substrat angeordnet ist, und die reflexmindernde Beschichtung **140**, die über der letzten funktionalen Schicht **120** ausgehend vom Substrat angeordnet ist, nicht jeweils mindestens eine reflexmindernde Schicht mit hohem Index umfassen und jede reflexmindernde Beschichtung **60**, **100**, die zwischen zwei funktionalen Schichten angeordnet ist, eine reflexmindernde Schicht mit hohem Index **65**, **105** umfasst.

[0122] Aufgrund der großen Gesamtstärke der Schichten aus Silber (und somit des erzielten geringen Flächenwiderstand) sowie der guten optischen Eigenschaften (insbesondere die Lichtdurchlässigkeit im sichtbaren Bereich) kann ferner das mit der Schichtung beschichtete Substrat gemäß der Erfindung zum Herstellen eines transparenten Elektrodensubstrats verwendet werden.

[0123] Dieses transparente Elektrodensubstrat kann für eine organische elektroluminiszente Vorrichtung geeignet sein, insbesondere durch Ersetzen eines Teils der reflexmindernden Schicht **145** aus Silicium- und Zirconiumnitrid von Beispiel 4 durch eine leitende Schicht (mit insbesondere eines spezifischen Widerstands von weniger als 10^5 Q·cm) und insbesondere eine Schicht auf Oxidbasis. Diese Schicht kann beispielsweise aus Zinkoxid bestehen oder auf einem Zinkoxid, ggf. dotiert mit Al oder Ga, oder auf einem gemischten Oxid und insbesondere auf Indium- und Zinnoxid (ITO), auf Indium- und Zinkoxid (IZO), auf Zinn- und Zinkoxid (SnZnO), ggf. dotiert (beispielsweise mit Sb, F), basieren. Diese organische elektroluminiszente Vorrichtung kann zum Herstellen einer Leuchtvorrichtung oder einer Anzeigevorrichtung (Bildschirm) verwendet werden.

[0124] Die Fig. 2 zeigt eine Schichtungsstruktur mit vier funktionalen Schichten **40**, **80**, **120**, **160**, wobei diese Struktur auf einem transparenten Substrat **10** aus Glas aufgebracht ist.

[0125] Jede funktionale Schicht **40**, **80**, **120**, **160** ist zwischen zwei reflexmindernden Beschichtungen **20**, **60**, **100**, **140**, **180** so angeordnet, dass die erste funktionale Schicht **40** ausgehend vom Substrat zwischen den reflexmindernden Beschichtungen **20**, **60**, die zweite funktionale Schicht **80** zwischen den reflexmindernden Beschichtungen **60**, **100**, die dritte funktionale Schicht **120** zwischen den reflexmindernden Beschichtungen **140**, **180** und die vierte funktionale Schicht **160** zwischen den reflexmindernden Beschichtungen **140**, **180** angeordnet ist.

[0126] Diese reflexmindernden Beschichtungen **20**, **60**, **100**, **140**, **180** umfassen jeweils mindestens eine reflexmindernde Schicht **24** oder **25**, **28**; **64** oder **65**, **68**; **104** oder **105**, **108**; **144** oder **145**, **148**; **184** oder **185**.

[0127] Ggf. kann einerseits jede funktionale Schicht **40**, **80**, **120**, **160** auf einer Untersperrbeschichtung **35**, **75**, **115**, **155** aufgebracht werden, die zwischen der darunterliegenden reflexmindernden Beschichtung und der funktionalen Schicht angeordnet ist, und kann andererseits jede funktionale Schicht direkt unter einer Übersperrbeschichtung (nicht dargestellt) aufgebracht werden, die zwischen der funktionalen Schicht und der über dieser Schicht liegenden reflexmindernden Beschichtung angeordnet ist.

[0128] In Fig. 2 ist zu sehen, dass die Schichtung durch eine optionale Schutzschicht **200**, insbesondere auf Oxidbasis, abschließt, insbesondere unterstöchiometrisch für Sauerstoff.

[0129] Jede reflexmindernde Beschichtung **20**, **60**, **100**, **140**, die unter einer funktionalen Schicht **40**, **80**, **120**, **160** liegt, umfasst eine letzte reflexmindernde Benetzungsschicht **28**, **68**, **108**, **148**, auf Basis von kristallisiertem Zinkoxid, das mit Aluminium dotiert und jeweils in Kontakt mit der direkt oberhalb aufgebrachten funktionalen Schicht **40**, **80**, **120**, **160** ist.

[0130] Jede reflexmindernde Schicht **20**, **60**, **100**, **140**, **180** umfasst:
– entweder eine reflexmindernde Schicht **24**, **64**, **104**, **144**, **184** mit mittlerem Index auf Basis von Siliciumnitrid, dotiert mit Aluminium, die hier zur Vereinfachung als SiAlN bezeichnet wird, obwohl die Schicht eigentlich aus Si_3N_4:Al besteht wie zuvor erläutert;
– oder eine reflexmindernde Schicht **25**, **65**, **105**, **145**, **185** mit hohem Index auf Basis von Siliciumnitrid, dotiert mit Zirconium, die hier zur Vereinfachung als SiZrN bezeichnet wird, obwohl die Schicht eigentlich aus Si_3N_4:Zr besteht wie zuvor erläutert;

[0131] Diese Schichten sind wichtig, um den Barriereeffekt gegen Sauerstoff bei der Wärmebehandlung zu erzielen.

[0132] Eine dritte Reihe von vier Beispielen wurde unter Anwendung der gleichen Bedingungen für das Auftragen wie bei der ersten und der zweiten Reihe (Tabelle 1) hergestellt; diese Beispiele sind nachfolgend mit 9 bis 12 nummeriert. Alle vier wurden in ein Verbundglas mit folgender Struktur eingebettet: Substrat aus Glas als Träger für die Schichtung mit einer Stärke von 1,6 mm/Zwischenfolie aus PVB mit einer Stärke von 0,76 mm/Substrat aus Glas mit einer Stärke von 1,6 mm.

[0133] In dieser zweiten Reihe ist die Gesamtstärke der funktionalen Schichten von einem Beispiel zum nächsten identisch und die vier funktionalen Schichten weisen alle identische Stärken auf.

[0134] Die folgende Tabelle 6 fasst die Materialien und die Stärken in Nanometer von jeder Schicht sowie die Zusammensetzung der Schichten, aus denen die Schichtung besteht, entsprechend ihrer Positionen zum Trägersubstrat der Schichtung (letzte Zeile am Tabellenende) für die Beispiele 9 bis 12 zusammen; die Nummern der ersten und zweiten Spalte entsprechen den Bezugszeichen von Fig. 2.

			Bsp. 9	Bsp. 10	Bsp. 11	Bsp. 12
		Glas				
		PVB				
180	**185**	SiZrN		30		30
	184	SiN	35		35	
175		NiCr	1	1	1	1
160		Ag4	11,5	11,5	11,5	11,5
140	**148**	ZnO	7	7	7	7
	145	SiZrN		58	58	
	144	SiN	63			63
	142	ZnO	7	7	7	7
135		NiCr	1	1	1	1
120		Ag3	11,5	11,5	11,5	11,5
100	**108**	ZnO	7	7	7	7
	105	SiZrN		58	58	
	104	SiN	63			63
	102	ZnO	7	7	7	7
95		NiCr	1	1	1	1
80		Ag2	11,5	11,5	11,5	11,5
60	**68**	ZnO	7	7	7	7
	65	SiZrN		58	58	

	64	SiN	63			63
	62	ZnO	7	7	7	7
55		NiCr	1	1	1	1
40		Ag1	11,5	11,5	11,5	11,5
20	**28**	ZnO	7	7	7	7
	25	SiZrN		30		30
	24	SiN	35		35	
	10	Glas				

Tabelle 6

[0135] Die Tabelle 7 fasst für die Beispiele 9 bis 12 den gemessen Flächenwiderstand für jedes Trägersubstrat der Schichtung nach der Wärmebehandlung (Biegen bei 640°C) und die gemessenen wesentlichen optischen Merkmale des vollständigen Verbundglases, welches das Trägersubstrat der Schichtung enthält, zusammen, wobei alle Messungen auf gleiche Weise wie für die Beispiele 1 bis 8 durchgeführt wurden:

		Bsp. 9	Bsp. 10	Bsp. 11	Bsp. 12
T_L	%	72,05	72,82	72,24	72,61
R_L	%	9,02	8,43	9,02	8,44
$R_\square$	Ohm/□	0,85	0,85	0,85	0,85
Reflexionsfarbe	a_{R0}^*	6,1	5,4	6,1	5,6
	b_{R0}^*	–4,4	–3,9	–4,9	–3,7
Reflexionsfarbe	a_{R60}^*	5,8	4,9	5,8	5,0
	b_{R60}^*	–3,0	–2,7	–3,6	–2,3

Tabelle 7

[0136] Durch einen Vergleich des Beispiels 10 mit dem Beispiel 9 ist in dieser dritten Reihe von Beispielen festzustellen, dass die Verwendung von reflexmindernden Barriereschichten **25**, **65**, **105**, **145**, **185** aus SiZrN statt jeder reflexmindernden Barriereschicht **24**, **64**, **104**, **144**, **184** aus SiAlN eine Erhöhung der Lichtdurchlässigkeit der Verglasung um nahezu 1% möglich ist, wobei eine im Wesentlichen identische Lichtreflexion und eine akzeptable Reflexionsfarbe bei 0 und bei 60° beibehalten wird.

[0137] Dieses Beispiel 10 ist aber auf einer industriellen Produktionslinie schwierig umzusetzen, da die mittleren reflexmindernden Barriereschichten **65**, **105**, **145** aus SiZrN, die von zwei funktionalen Schichten umgeben sind, eine große Stärke aufweisen (58 nm).

[0138] Das Beispiel 11 zeigt im Vergleich zu den Beispielen 9 und 10, dass die ausschließliche Verwendung von mittleren reflexmindernden Barriereschichten **65**, **105**, **145** aus SiZrN statt jeder mittleren reflexmindernden Barriereschicht **64**, **104**, **144** aus SiAlN und unter Beibehaltung der ersten und letzten reflexmindernden Barriereschicht **24**, **184** aus SiAlN nicht das Erzielen einer wesentlichen Erhöhung der Lichtdurchlässigkeit der Verglasung ermöglicht (nur etwa +0,2%).

[0139] Das Beispiel 12 im Vergleich zu den Beispielen 9 bis 11 zeigt, dass die ausschließliche Verwendung einer ersten und letzten reflexmindernden Barriereschicht **25**, **185** aus SiZrN statt einer ersten und letzten reflexmindernden Barriereschicht **24**, **184** aus SiAlN und unter Beibehaltung jeder mittleren reflexmindernden Barriereschicht **64**, **104**, **144** aus SiAlN wie bei Beispiel 10 ein Erzielen einer wesentlichen Erhöhung der Lichtdurchlässigkeit der Verglasung ermöglicht; dieses Beispiel 12 ist jedoch einfacher umzusetzen als Beispiel 10 und ist darüber hinaus kostengünstiger.

[0140] In dieser Reihe von Beispielen 9 bis 12 ist ausschließlich das Beispiel 12 ein Beispiel gemäß der Erfindung, weil die reflexmindernde Beschichtung **20**, die unter der ersten funktionalen Schicht **40** ausgehend vom Substrat angeordnet ist, und die reflexmindernde Beschichtung **180**, die oberhalb der letzten funktionalen

Schicht **160** ausgehend vom Substrat angeordnet ist, jeweils mindestens eine reflexmindernde Schicht mit hohem Index **25**, **185** umfasst und jede reflexmindernde Beschichtung **60**, **100**, **140**, die zwischen zwei funktionalen Schichten angeordnet ist, keine reflexmindernde Schicht mit hohem Index umfasst.

[0141] Das Beispiel 9 ist kein Beispiel gemäß der Erfindung, da keine reflexmindernde Beschichtung **20**, **60**, **100**, **140**, **180** eine reflexmindernde Schicht mit hohem Index umfasst. Das Beispiel 10 ist kein Beispiel gemäß der Erfindung, da alle reflexmindernden Beschichtungen **20**, **60**, **100**, **140**, **180** jeweils eine reflexmindernde Schicht mit hohem Index umfassen. Das Beispiel 11 ist ebenfalls kein Beispiel gemäß der Erfindung, da die reflexmindernde Beschichtung **20**, die unter der ersten funktionalen Schicht **40** ausgehend vom Substrat angeordnet ist, und die reflexmindernde Beschichtung **180**, die über der letzten funktionalen Schicht **160** ausgehend vom Substrat angeordnet ist, nicht jeweils mindestens eine reflexmindernde Schicht mit hohem Index umfassen und jede reflexmindernde Beschichtung **60**, **100**, **140**, die zwischen zwei funktionalen Schichten angeordnet ist, eine reflexmindernde Schicht mit hohem Index **65**, **105**, **145** umfasst.

[0142] Im Allgemeinen ist das transparente Elektrodensubstrat als beheizbares Substrat für eine beheizbare Verglasung und insbesondere für eine beheizbare Windschutzscheibe aus Verbundglas geeignet. Es ist ebenfalls als transparentes Elektrodensubstrat für jede elektrochrome Verglasung, jeden Anzeigebildschirm oder für eine Solarzelle und insbesondere für eine Vorderseite oder eine Rückseite einer transparenten Solarzelle geeignet.

[0143] Die vorliegende Erfindung ist vorstehend beispielhaft beschrieben. Es ist davon auszugehen, dass ein Durchschnittsfachmann verschiedene Ausführungsbeispiele der Erfindung herstellen kann, ohne den Rahmen des Patents gemäß den Ansprüchen zu verlassen.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- WO 2005/051858 [**0010**, **0015**]
- EP 2030954 [**0017**, **0024**]
- FR 2010/051732 [**0109**]
- WO 2011/020974 [**0109**]

Schutzansprüche

1. Substrat (**10**), insbesondere transparentes Glassubstrat, ausgestattet mit einer Schichtung von dünnen Schichten, umfassend abwechselnd „n" metallische funktionale Schichten (**40**, **80**, **120**), insbesondere funktionale Schichten auf Basis von Silber oder silberhaltigen Metalllegierungen, und „(n + 1)" reflexmindernde Beschichtungen (**20**, **60**, **100**, **140**), mit einer Gesamtzahl n ≥ 3, wobei jede reflexmindernde Beschichtung mindestens eine reflexmindernde Schicht umfasst, so dass jede funktionale Schicht (**40**, **80**, **120**) zwischen zwei reflexmindernden Beschichtungen (**20**, **60**, **100**, **140**) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schichtung mindestens zwei reflexmindernde Schichten mit hohem Index (**25**, **145**) umfasst, wobei jede einen Brechungsindex ≥ 2,15 aufweist, so dass die reflexmindernde Beschichtung (**20**), die unter der ersten funktionalen Schicht (**40**) ausgehend vom Substrat angeordnet ist, und die reflexmindernde Beschichtung, die über der letzten Schicht ausgehend vom Substrat angeordnet ist, jeweils mindestens eine reflexmindernde Schicht mit hohem Index (**25**, **145**) umfasst und dass jede reflexmindernde Beschichtung (**60**, **100**), die zwischen zwei funktionalen Schichten angeordnet ist, keine reflexmindernde Schicht mit hohem Index umfasst.

2. Substrat (**10**) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die unter der ersten funktionalen Schicht (**40**) ausgehend vom Substrat angeordnete reflexmindernde Beschichtung (**20**) in der folgenden Reihenfolge ausgehend vom Substrat besteht aus: einer oder mehreren reflexmindernden Schichten mit hohem Index (**25**), anschließend einer reflexmindernden Benetzungsschicht (**28**) mit mittlerem Brechungsindex zwischen 1,60 und 2,15 unter Ausschluss dieser Werte auf Basis von kristallisiertem Oxid, insbesondere auf Basis von Zinkoxid, ggf. dotiert mit mindestens einem weiteren Element wie Aluminium.

3. Substrat (**10**) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die über der letzten funktionalen Schicht ausgehend vom Substrat angeordnete reflexmindernde Beschichtung ausschließlich aus einer oder mehreren reflexmindernden Schichten mit hohem Index besteht.

4. Substrat (**10**) nach einem der Ansprüche 1 à 3, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine oder sogar jede reflexmindernde Schicht mit hohem Index (**25**, **145**) auf Silicium- und Zirconiumnitrid basiert.

5. Substrat (**10**) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Stärke e_x von jeder funktionalen Schicht (**80**, **120**) kleiner ist als die Stärke der in Richtung des Substrats (**10**) vorhergehenden funktionalen Schicht, so dass gilt: $e_x = \alpha e_{x-1}$, wobei gilt:
– x ist die Lage der funktionalen Schicht ausgehend vom Substrat (**10**),
– x – 1 ist die Lage der in Richtung des Substrats (**10**) vorhergehenden funktionalen Schicht,
– α ist eine Zahl so dass $0,5 \leq \alpha < 1$, und vorzugsweise $0,55 \leq \alpha \leq 0,95$, oder sogar $0,6 \leq \alpha \leq 0,95$, und
– die Stärke der ersten funktionalen metallischen Schicht ausgehend vom Substrat ist so beschaffen, dass gilt: $10 \leq \alpha\, e_1 \leq 18$ in nm, und vorzugsweise $11 \leq e_1 \leq 15$ in nm.

6. Substrat (**10**) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Wert von α für alle funktionalen Schichten von Lage 2 und größer unterschiedlich ist.

7. Substrat (**10**) nach einem Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Gesamtstärke der funktionalen metallischen Schichten vorzugsweise mehr als 30 nm beträgt und insbesondere 30 bis 60 nm unter Einschluss dieser Werte beträgt, oder diese Gesamtstärke sogar 35 bis 50 nm bei einer Schichtung von dünnen Schichten mit drei funktionalen Schichten beträgt, oder diese Gesamtstärke sogar 40 bis 60 nm bei einer Schichtung von dünnen Schichten mit vier funktionalen Schichten beträgt.

8. Substrat (**10**) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass jede der zwischen zwei funktionalen Schichten angeordneten reflexmindernden Beschichtungen (**60**, **100**), die keine reflexmindernde Schicht mit hohem Index umfasst, mindestens eine reflexmindernde Schicht (**64**, **104**) auf Basis von Siliciumnitrid, ggf. dotiert mit mindestens einem weiteren Element wie Aluminium, umfasst.

9. Substrat (**10**) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die letzte Schicht von jeder unter einer funktionaler Schicht (**40**, **80**, **120**) liegende reflexmindernden Beschichtung eine reflexmindernde Benetzungsschicht (**28**, **68**, **108**) auf Basis von kristallisiertem Oxid, insbesondere auf Basis von Zinkoxid, ggf. dotiert mit mindestens einem weiteren Element wie Aluminium, ist.

10. Verglasung mit mindestens einem Substrat (**10**) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, ggf. verbunden mit mindestens einem weiteren Substrat, und insbesondere Mehrfachverglasung, wie z. B. Zwei- oder Dreifachverglasung oder Verbundglas und insbesondere Verbundglas, das Mittel für den elektrischen Anschluss der

Schichtung aus dünnen Schichten umfasst, um ein beheizbares Verbundglas zu erhalten, wobei das Trägersubstrat gebogen und/oder getempert sein kann.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

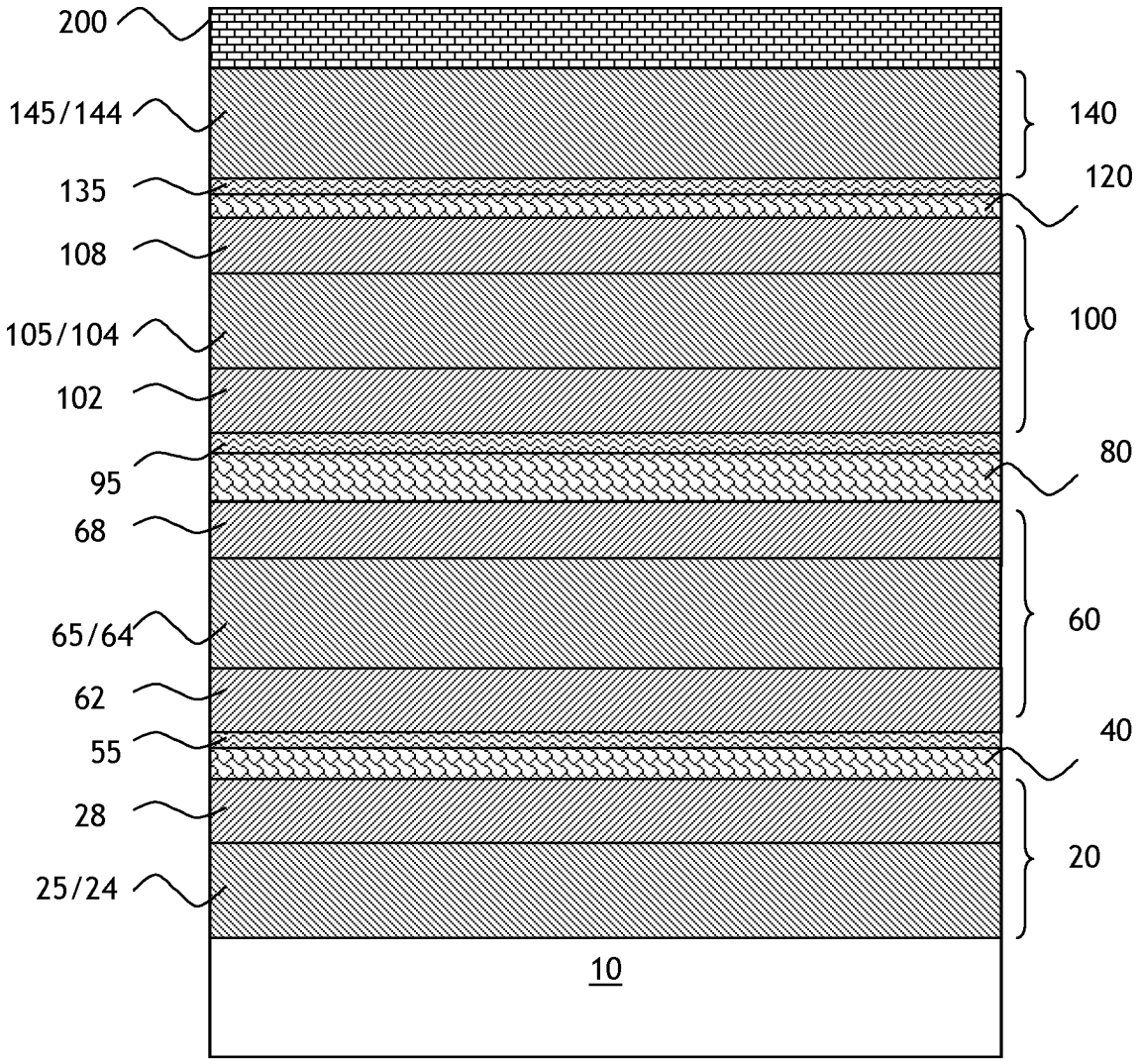


Fig. 1

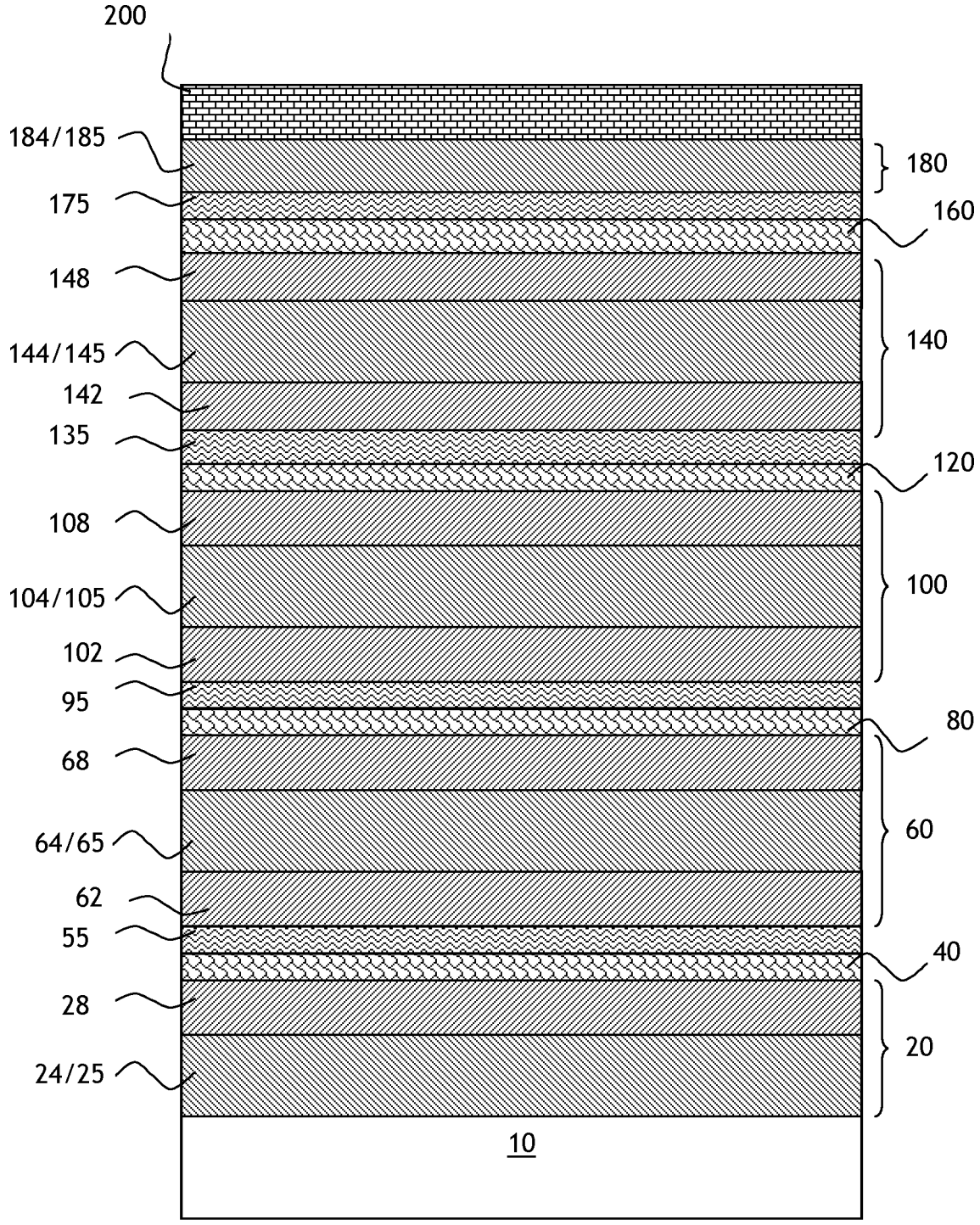

200
184/185
175
148
144/145
142
135
108
104/105
102
95
68
64/65
62
55
28
24/25
10
180
160
140
120
100
80
60
40
20

Fig. 2