(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 695 31 628 T2** 2004.06.17

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 797 781 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **695 31 628.1**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP95/02550**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **95 940 423.7**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 96/018917**
(86) PCT-Anmeldetag: **13.12.1995**
(87) Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung: **20.06.1996**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **01.10.1997**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **27.08.2003**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **17.06.2004**

(51) Int Cl.[7]: **G02B 1/10**

(30) Unionspriorität:

30911694	**13.12.1994**	**JP**
24987395	**27.09.1995**	**JP**

(84) Benannte Vertragsstaaten: **DE, GB**

(73) Patentinhaber:
Asahi Glass Co., Ltd., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:
Müller-Boré & Partner, Patentanwälte, European Patent Attorneys, 81671 München

(72) Erfinder:
OYAMA, Takuji, Yokohama-shi, Kanagawa 221, JP; KATAYAMA, Yoshihito, Funabashi-shi, Chiba 273, JP

(54) Bezeichnung: **LICHTABSORBIERENDER ANTIREFLEKTOR**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen lichtabsorbierenden Antireflektor.

HINTERGRUND-STAND DER TECHNIK

[0002] In den vergangenen Jahren ist es im Zusammenhang mit der raschen Expansion von Computern erwünscht gewesen, die Reflexion auf einer Bildschirmoberfläche zu vermindern oder die elektrische Aufladung der Oberfläche einer CRT (Kathodenstrahlröhre) zu verhindern, um das Arbeitsumfeld der Endgerätbediener zu verbessern. Ferner ist kürzlich gefordert worden, die Durchlässigkeit der Glasplatte zu vermindern, um den Kontrast zu verbessern, oder elektromagnetische Wellen extrem niedriger Frequenzen abzuschirmen, welche nachteilig auf menschliche Körper wirken können.
[0003] Um auf solche Forderungen zu antworten, sind Verfahren aufgenommen worden, wonach (1) ein elektrisch leitender Antireflexionsfilm auf der Bildschirmoberfläche vorgesehen ist, (2) ein elektrisch leitender Antireflexionsfilm auf der Oberfläche einer Frontscheibe einer CRT etc. geformt wird, welche dann an eine Bildschirmoberfläche mittels eines Harzes gebunden wird, und (3) ein Filterglas mit einem auf jeder Seite gebildeten elektrisch leitenden Antireflexionsfilm vor einer Kathodenstrahlröhre angeordnet wird.
[0004] Unter diesen ist es in den Fällen der Verfahren (2) und (3) üblich, den Antireflexionsfilm in einer Vielzahl von Schichten mittels eines Vakuumabscheidungsverfahrens zu bilden. Ein spezifisches Beispiel eines solchen Filmaufbaus kann der in der japanischen ungeprüften Patentoftenlegungsschrift Nr. 168102/1985 offenbarte sein. Diese Veröffentlichung offenbart, daß ein Antireflexionsfilm durch eine Kombination eines dielektrischen Films mit einem niedrigen Brechungsindex, eines dielektrischen Films mit einem großen Brechungsindex und eines elektrisch leitenden Films mit einem großen Brechungsindex gebildet wird. Durch Beschichten eines Vielschichtantireflexionsfilms mit einem solchen Filmaufbau auf eine Bildschirmoberfläche kann das sichtbare Reflexionsvermögen der Oberfläche auf 0,3% oder weniger vermindert werden, und der Oberflächenwiderstand kann auf 1 kΩ/□ oder weniger vermindert werden. Ferner kann dadurch der oben erwähnte Abschirmungseffekt gegenüber elektromagnetischen Wellen verliehen werden.
[0005] Ferner ist es als ein Verfahren zur Erhöhung des Kontrasts bekannt, daß es wirksam ist, einen lichtabsorbierenden Film als einen Teil seines Aufbaus zu verwenden. Zum Beispiel offenbart die japanische ungeprüfte Patentoffenlegungsschrift Nr. 70701/1989 einen Fall, bei dem ein Film aus rostfreiem Stahl mit einer Filmdicke von 4 nm, ein Titanoxidfilm mit einer Filmdicke von 29 nm und ein Siliziumdioxidfilm mit einer Filmdicke von 95 nm nacheinander auf einem Glassubstrat mittels eines Vakuumdampfabscheidungsverfahrens gebildet worden sind. Durch Beschichten eines absorbierenden Vielschichtantireflexionsfilms dieses Aufbaus auf eine Bildschirmoberfläche kann das sichtbare Reflexionsvermögen auf 0,3% oder weniger vermindert werden, und der Oberflächenwiderstand kann auf 1 kΩ/□ oder weniger vermindert werden. Ferner kann zur gleichen Zeit die Durchlässigkeit des sichtbaren Lichts um einige zehn % vermindert werden, wodurch ein hoher Kontrast erreicht werden kann.
[0006] Auf der anderen Seite schließt Verfahren (1) (a) einen Fall, bei dem zunächst ein Bildschirm beschichtet wird und dann zu einer Kathodenstrahlröhre gebildet wird, und (b) einen Fall, bei dem zunächst eine Kathodenstrahlröhre gebildet wird und dann eine Oberflächenbeschichtung darauf angebracht wird, ein. In jedem Fall wird gegenwärtig einem sogenannten Naßverfahren wie Spinbeschichten vertraut.
[0007] Falls ein sogenanntes Trockenverfahren wie das oben erwähnte Vakuumdampfabscheidungsverfahren verwendet wird, besteht im Fall (a) das Problem, daß aufgrund der Wärmebehandlung in dem Schritt der Bildung einer Kathodenstrahlröhre nach der Filmbildung die Filmeigenschaften verändert werden und das gewünschte Verhalten nicht erhalten werden kann. Im Fall (b) ist es notwendig, die gesamte Kathodenstrahlröhre in einer Vakuumkammer zu plazieren. Entsprechend werden Beschränkungen hinsichtlich des Volumens und des Gewichts bestehen, und es besteht das Problem, daß die Handhabung nicht einfach ist.
[0008] Ein Sputterverfahren als ein typisches Filmbildungsverfahren eines Trockensystems hat eine Schwierigkeit bei der stabilen Hochgeschwindigkeitsfilmbildung von SiO_2, welches ein Material mit einem niedrigen Brechungsindex ist, das für den Aufbau eines Antireflexionsfilms wesentlich ist. Daher ist in dem Sputterverfahren keine Technologie für eine industrielle Herstellung eines Antireflexionsfilms mit einer großen Fläche etabliert worden.
[0009] Allerdings ist kürzlich wegen des zunehmenden Bedarfs für hohe Niveaus von wie oben erwähnten Eigenschaften auf die folgenden Probleme für die Oberflächenbehandlung mittels eines Naßverfahrens hingewiesen worden. Nämlich ist (1) in einem Naßverfahren die Steuerung der Filmdicke schwierig im Vergleich mit einem Trockenverfahren, und es besteht eine Schwierigkeit hinsichtlich der Reproduzierbarkeit oder Gleichförmigkeit, wenn es um einen Vielschichtfilmaufbau mit wenigstens drei Schichten geht, welcher für gutes Antireflexionsverhalten gewünscht ist, (2) die untere Grenze des Oberflächenwiderstands, die bislang mit dem Naß-

verfahren erreicht werden konnte, etwa 10^3 kΩ/□, was für antistatische Zwecke adäquat sein kann, aber es ist schwierig, 1 kΩ/□ zu erreichen, was für die Abschirmung elektromagnetischer Wellen erforderlich ist, und es (3) schwierig, Absorptionsvermögen zu verleihen, ohne das Antireflexionsverhalten zu beeinträchtigen.

[0010] Auf der anderen Seite hat das Dampfabscheidungsverfahren zusätzlich zu dem oben erwähnten Problem der Wärmestabilität der Filmeigenschaften das Problem, daß die Filmbildungskosten wesentlich höher sind als bei dem Naßverfahren, und es ist erwünscht, ein preiswertes Filmbildungsverfahren zu entwickeln.

[0011] Unter diesen Umständen sind kürzlich verschiedene Versuche unternommen worden, um ein Verfahren zum stabilen Bilden von SiO_2 bei einer hohen Geschwindigkeit mittels Sputtern zu entwickeln. Als ein Ergebnis sind nun einige Verfahren praktisch entwickelt worden. Beispielsweise können MMRS (reaktives Metallmodus-Sputtern) wie in dem US-Patent 4,445,997 offenbart und C-Mag (zylindrisches Magnetron) wie in dem US-Patent 4,851,095 offenbart erwähnt werden.

[0012] Als ein Ergebnis ist ein Antireflexionsfilm durch Sputtern soweit, realisiert zu werden. Jedoch wird im Hinblick auf den Aufbau des Antireflexionsfilms dem Aufbau eines Films, welcher zuvor durch Vakuumdampfabscheidung gebildet worden ist, in vielen Fällen gefolgt, und kein Filmaufbau, der besonders wirksam beim Sputtern ist, ist bekannt gewesen.

[0013] Die folgenden Konstruktionen sind als herkömmliche Beispiele für Antireflexionsfilme bekannt.

[0014] Beispielsweise offenbart J. D. Rancourt "Optical Thin Films User's Handbook" (McGRAW-HILL 1987) auf Seite 128 eine Spektralreflexionskurve in einem Fall, bei dem ein lichtabsorbierender Film mit einem komplexen Brechungsindex (n – ik) = 2 – i2 und ein transparenter Film mit n = 1,65 in einer Dicke von 3 nm beziehungsweise 75,8 nm in dieser Reihenfolge auf einem Substrat mit einem Brechungsindex von 2,35 gebildet werden. Allerdings werden in diesem Fall theoretisch berechnete Werte angegeben, und die Reflexionscharakteristika werden als solche erklärt, die mit einer sogenannten "V-Beschichtung" korrespondieren, bei der die Reflexion 0 nur mit einer einzigen Wellenlänge gezeigt von einem transparenten Doppelschichtfilm wird, welcher ein Basisaufbau für Antireflexion ist. Somit repräsentieren sie keinen niedrigen Reflexionsgrad in einem breiten Wellenlängenbereich (wie von 500 bis 650 nm).

[0015] Ferner offenbart das US-Patent 5,091,244 einen Fall, bei dem ein Übergangsmetalinitridfilm und ein transparenter Film mit einer Filmdicke von 6 bis 9 nm beziehungsweise von 2 bis 15 nm nacheinander auf einer Substratseite gebildet werden, als einen Aufbau zur Verminderung der Reflexion von einfallendem Licht von der Substratseite (d. h. einfallendes Licht von der der Filmoberflächenseite gegenüberliegenden Seite).

[0016] Wenn ein lichtabsorbierender Film mit einer guten optischen Konstante in einer dünnen Dicke gebildet wird, nimmt das Reflexionsvermögen von der Substratseite ab, wie zum Beispiel in "Thin-Film Optical Filters", H. A. Macleod, MaGraw-Hill Publishing Co., 2. Aufl., S. 65–66 (1989), offenbart.

[0017] In dem US-Patent wird SiO_2 in einer dünnen Dicke (von 2 bis 15 nm) laminiert.

[0018] Allerdings ist dieser Aufbau gestaltet für den Zweck der Verminderung der Reflexion von der Substratseite. In dem Fall eines einen lichtabsorbierenden Film enthaltenden Vielschichtfilms ist die Reflexion vollständig anders als zwischen der Vorder- und der Rückseite. Daher ist das Reflexionsvermögen mit diesem Aufbau, der für den Zweck der Verminderung der Reflexion von der Substratseite erfunden worden ist, von der Filmoberflächenseite etwa 10% oberhalb des gesamten Bereichs des sichtbaren Lichts, wodurch kein reflexionsvermindernder Effekt erhalten wird.

[0019] US-Patent 5,091,244 offenbart einen Vierschichtaufbau aus Glas/Übergangsmetallnitrid/transparentem Film/Übergangsmetallnitrid/transparentem Film als einen Aufbau zur Verminderung der Reflexion auf der Filmoberflächenseite. Allerdings ist die Aufgabe, die Durchlässigkeit des sichtbaren Lichts auf 50% oder weniger zu vermindern, und diese Aufgabe wird durch Zugabe einer anderen lichtabsorbierenden Schicht und Festlegen der Zahl der Schichten auf wenigstens vier Schichten erreicht, wodurch dort ein praktisches Problem vom Standpunkt der Produktionskosten bestanden hat.

[0020] Wie im vorangehenden beschrieben ist ein Filmaufbau nicht bekannt gewesen, bei dem ein lichtabsorbierender Film als ein konstituierendes Element enthalten ist, der Filmaufbau im Grunde ein Doppelschichtaufbau ist, wobei die Produktionskosten gering sind und er geringes Reflexionsvermögen innerhalb eines breiten Wellenlängenbereichs für einfallendes Licht von der Filmoberflächenseite bereitstellt.

[0021] Der wie in US-A-5 091 244 in Bezug auf die **Fig.** 4 und 8 (siehe insbesondere Tabelle 3 und 6) beschriebene Antireflektor schließt nicht einen 1 bis 20 nm dicken Silizium- oder Siliziumnitridfilm, wie er in den Ansprüchen 1 und 10 enthalten ist, ein. US-A-S 091 244 offenbart nicht ein Substrat, welches die Vorderseite eines Bildschirms bildet, wie ausdrücklich in den Ansprüchen 1 und 10 angegeben, aber EP-A-0 626 718 zeigt, daß solche Substrate bekannt gewesen sind.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

[0022] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die oben erwähnten Nachteile des Stands der Technik zu lösen und einen lichtabsorbierenden Antireflektor bereitzustellen, der gleichzeitig eine ausreichend geringe Reflexionseigenschaft innerhalb eines breiten Wellenlängenbereichs, einen ausreichend geringen Oberflä-

chenwiderstand für die Abschirmung elektromagnetischer Wellen und einwandfreie Absorption sichtbaren Lichts aufweist, um einen hohen Kontrast sicherzustellen, und welcher preiswert und hervorragend in der Produktivität ist.

[0023] Die vorliegende Erfindung stellt einen lichtabsorbierenden Antireflektor, wie in Anspruch 1 und 10 angegeben, bereit.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0024] **Fig.** 1 ist ein schematischer Querschnitt einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0025] **Fig.** 2 ist ein schematischer Querschnitt einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0026] **Fig.** 3 ist ein Graph, der eine Veränderung einer an ein wie in den Beispielen und Vergleichsbeispielen verwendetes Siliziumtarget angelegten Spannung über der Zeit zeigt.

[0027] **Fig.** 4 ist ein Graph, der das spektrale Reflexionsvermögen und die spektrale Durchlässigkeit von Beispiel 1 zeigt.

[0028] **Fig.** 5 ist ein Graph, der das spektrale Reflexionsvermögen und die spektrale Durchlässigkeit von Beispiel 16 zeigt.

[0029] **Fig.** 6 ist ein Graph, der das spektrale Reflexionsvermögen von Beispiel 3 zeigt.

[0030] **Fig.** 7 ist ein Graph, der das spektrale Reflexionsvermögen von Beispiel 8 zeigt.

[0031] **Fig.** 8 ist ein Graph, der das spektrale Reflexionsvermögen von Beispiel 9 zeigt.

[0032] **Fig.** 9 ist ein Graph, der das spektrale Reflexionsvermögen und die spektrale Durchlässigkeit von Beispiel 17 zeigt.

[0033] **Fig.** 10 ist ein Graph, der das spektrale Reflexionsvermögen von Beispiel 4 zeigt.

[0034] **Fig.** 11 ist ein Graph, der das spektrale Reflexionsvermögen von Beispiel 5 zeigt.

[0035] **Fig.** 12 ist ein Graph, der das spektrale Reflexionsvermögen von Beispiel 14 zeigt.

[0036] **Fig.** 13 ist ein Graph, der das spektrale Reflexionsvermögen von Beispiel 15 zeigt.

[0037] **Fig.** 14 ist ein Graph, der das spektrale Reflexionsvermögen nach Wärmebehandlung von Beispiel 3 zeigt.

[0038] **Fig.** 15 ist ein Graph, der das spektrale Reflexionsvermögen nach Wärmebehandlung von Beispiel 7 zeigt.

[0039] **Fig.** 16 ist ein Graph, der ein durch Berechnung erhaltenes Verteilungsverhältnis der optischen Konstante eines idealen lichtabsorbierenden Films zeigt.

[0040] **Fig.** 17 veranschaulicht verschiedene Ausführungsformen, in welchen der lichtabsorbierende Antireflektor der vorliegenden Erfindung verwendet wird.

[0041] In dem ersten Aspekt der Erfindung ist es wichtig, daß die geometrische Filmdicke (nachfolgend wird "die geometrische Filmdicke" einfach als "die Filmdicke" bezeichnet werden) des lichtabsorbierenden Films von 5 bis 25 nm ist, um die geringe Reflexion zu erreichen, und die Filmdicke des Siliziumdioxidfilms von 70 bis 110 nm ist, auch vom Standpunkt der Antireflexion. Falls die Filmdicke irgendeiner Schicht außerhalb eines solchen Bereichs ist, gibt es eine Neigung, daß kein angemessenes Antireflexionsverhalten im Bereich des sichtbaren Lichts erhalten wird. Besonders bevorzugt ist der Filmdickebereich des lichtabsorbierenden Films von 7 bis 20 nm, wobei niedriges Reflexionsvermögen über den gesamten Bereich des sichtbaren Lichts erreicht werden kann. Ferner ist der Filmdickebereich des Siliziumdioxidfilms (mit bevorzugt einem Berechungsindex von 1,46–1,47) von 80 bis 100 nm, wodurch der Wellenlängenbereich geringer Reflexion auf den zentralen Teil des Bereichs des sichtbaren Lichts eingestellt werden kann.

[0042] Es ist besonders bevorzugt, daß die Filmdicke des Siliziumdioxidfilms größer als 80 nm, aber nicht größer als 85 nm ist. Falls die Filmdicke des Siliziumdioxidfilms nicht größer als 80 nm ist, neigt das Reflexionsvermögen auf der Seite langer Wellenlängen dazu zuzunehmen, und falls die Filmdicke das Siliziumdioxidfilms mehr als 85 nm ist, neigt das Ansteigen des Reflexionsvermögens auf der Seite der kurzen Wellenlängen dazu, zu der Seite der langen Wellenlängen verschoben zu werden.

[0043] Ferner ist vom Standpunkt der Wärmebeständigkeit die Filmdicke des lichtabsorbierenden Films in dem ersten Aspekt der Erfindung bevorzugt von 10 bis 20 nm. Falls die Filmdicke weniger als 10 nm ist, neigt die Verschlechterung des Niedrigreflexionsverhaltens oder der Oberflächenbeständigkeit während der Wärmebehandlung dazu, wesentlich zu werden, und falls die Filmdicke 20 nm überschreitet, neigt der Antireflexionsbereich dazu, schmal zu sein, obwohl die Wärmebeständigkeit verbessert sein wird.

[0044] Auf der anderen Seite ist vom Standpunkt des Niedrigreflexionsverhaltens nach der Filmbildung die Filmdicke des lichtabsorbierenden Films in dem ersten Aspekt der Erfindung bevorzugt von 7 bis 15 nm. Falls die Filmdicke kleiner als 7 nm ist, neigt das Reflexionsvermögen auf der Seite der langen Wellenlängen dazu, bemerkenswert zuzunehmen, und falls die Filmdicke 15 nm überschreitet, neigt der Wellenlängenbereich geringer Reflexion dazu, schmal zu sein.

[0045] Ebenso ist die Filmdicke des lichtabsorbierenden Films größer als 8 nm, aber kleiner als 13 nm, bevorzugt größer als 8 nm, aber nicht größer als 10 nm. Falls die Filmdicke des lichtabsorbierenden Films nicht

größer als 8 nm ist, neigt das Reflexionsvermögen auf der Seite der langen Wellenlängen dazu zuzunehmen, und falls die Filmdicke des lichtabsorbierenden Films nicht kleiner als 13 nm ist, neigt das Ansteigen des Reflexionsvermögens auf der Seite kurzer Wellenlängen dazu, zu der Seite langer Wellenlängen verschoben zu werden, und neigt das Ansteigen des Reflexionsvermögens auf der Seite langer Wellenlängen dazu, zu der Seite kurzer Wellenlängen verschoben zu werden, und entsprechend neigt der Wellenlängenbereich geringer Reflexion dazu, schmal zu sein.

[0046] Der lichtabsorbierende Antireflektor gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung zeigt hervorragende Antireflexionseigenschaften, aber in einigen Fällen kann eine Verschlechterung der Eigenschaften während des Wärmebehandlungsschritts in dem oben erwähnten Verfahren zur Bildung einer Kathodenstrahlröhre beobachtet werden. Diese Veränderung der Eigenschaften wird hauptsächlich durch Oxidation des lichtabsorbierenden Films verursacht.

[0047] Ferner kann es geschehen, daß nach Bildung des lichtabsorbierenden Films als der ersten Schicht der lichtabsorbierende Film zu dem Zeitpunkt der Bildung eines Siliziumdioxidfilms als der zweiten Schicht Oxidation erleidet, wodurch die gewünschten Eigenschaften nicht erhalten werden können.

[0048] In einem solchen Fall ist es möglich, die Oxidation während der Filmbildung zu verhindern oder die Wärmebeständigkeit durch Einfügen einer Schicht zur Verhinderung von Oxidation des lichtabsorbierenden Films (nachfolgend als eine Oxidationsbarriereschicht bezeichnet) zwischen dem lichtabsorbierenden Film und dem Siliziumdioxidfilm zu verbessern.

[0049] Eine Oxidationsbarriereschicht dieses Typs ist die diejenige, die in sogenanntem Low-E Glas weithin verwendet wird, wobei ein Silberfilm verwendet wird. Beispielsweise lehren das US-Patent 4,548,691 und die japanische ungeprüfte Patentoffenlegungsschrift Nr. 165001/1984, eine Barriereschicht zu bilden für den Zweck der Verhinderung der Oxidation einer Silberschicht während der Filmbildung eines Oxidfilms zu bilden auf dem Silberfilm. Als solches ist diese Barriereschicht ein dünner Film, der gebildet wird, um die Oxidation einer anderen, darunter gebildeten Schicht zu verhindern, und hat entsprechend keine optische Bedeutung.

[0050] Als eine solche Oxidationsbarriereschicht können verschiedene Metallfilme oder Metallnitridfilme eingesetzt werden. Die Dicke ist bevorzugt höchstens 20 nm, um das gewünschte Antireflexionsverhalten nicht zu beeinträchtigen. Falls die Dicke dieser Oxidationsbarriereschicht kleiner als 1 nm ist, neigt die Verbesserung der Wärmebeständigkeit dazu, unangemessen zu sein. Entsprechend ist es bevorzugt, eine Oxidationsbarriereschicht mit einer Dicke von 1 bis 20 nm einzufügen, wodurch die Wärmebeständigkeit wirksam verbessert werden kann.

[0051] Wie oben erwähnt hat die Oxidationsbarriereschicht keine optische Bedeutung und ist vom Standpunkt der Optik eine unnötige Schicht. Entsprechend kann durch Einfügung dieser Schicht das Antireflexionsverhalten in einigen Fällen verschlechtert werden. Insbesondere in einem Fall, bei dem die Oxidationsbarriereschicht lichtabsorbierend ist (z. B. lichtabsorbierendes Siliziumnitrid), kann das Antireflexionsverhalten wesentlich verschlechtert werden, es sei denn, die Dicke der Oxidationsbarriereschicht wird zu höchstens etwa 5 nm hergestellt.

[0052] Wenn eine transparente Oxidbarriereschicht eingesetzt wird, variiert die zulässige Filmdicke in Abhängigkeit von dem Brechungsindex dieser Schicht. Die zulässige Filmdicke wird am größten sein, wenn ein Material mit einem Brechungsindex von etwa 2,0 (wie transparentes Siliziumnitrid oder Aluminiumnitrid) eingesetzt wird. Es ist möglich, eine Barriereschicht von bis zu 20 nm zwischen der unteren Nitridschicht und der oberen Siliziumdioxidschicht einzufügen, während die Eigenschaften geringer Reflexion aufrechterhalten werden.

[0053] Es ist bevorzugt, als die Oxidationsbarriereschicht einen Film bestehend im wesentlichen aus wenigstens einem Metall ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Chrom, Molybdän, Wolfram, Vanadium, Niob, Tantal, Zink, Nickel, Palladium, Platin, Aluminium, Indium, Zinn und Silizium oder einen Film bestehend im wesentlichen aus einem Nitrid davon oder einen Film bestehend im wesentlichen aus wenigstens einem Metall ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Titan, Zirkonium und Hafnium einzusetzen, wodurch gleichzeitig eine angemessene Verbesserung des Antioxidationsverhaltens und Aufrechterhaltung der hervorragenden Antireflexionseigenschaften erreicht werden können.

[0054] Insbesondere ein Film bestehend im wesentlichen aus Silizium oder ein Film bestehend im wesentlichen aus einem Nitrid von Silizium ist hervorragend hinsichtlich des Oxidationsbarriereverhaltens. Zudem muß, wenn der Siliziumdioxidfilm durch Sputtern eines elektrisch leitenden Si-Targets gebildet wird, das Targetmaterial nicht gewechselt werden, was vom Standpunkt der Herstellung vorteilhaft ist.

[0055] Gegenüber dem von der Siliziumdioxidfilmseite einfallenden sichtbaren Licht ist die Lichtabsorption des lichtabsorbierenden Antireflektors gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung bevorzugt von 10 bis 35%. Falls die Lichtabsorption außerhalb dieses Bereichs ist, ist der Filmdickebereich des lichtabsorbierenden Films nicht einwandfrei oder ist die optische Konstante des lichtabsorbierenden Films nicht einwandfrei, wodurch eine Neigung entsteht, daß kein adäquates Antireflexionsverhalten im Bereich des sichtbaren Lichts erhalten werden kann.

[0056] Es ist bevorzugt, als transparenten Film mit einem großen Brechungsindex in dem zweiten Aspekt der

vorliegenden Erfindung ein Material mit einem Brechungsindex von mindestens 1,7 einzusetzen. Falls der Brechungsindex kleiner als 1,7 ist, wird keine wesentliche Verbesserung des Antireflexionsverhaltens aufgrund der Einfügung des transparenten Films mit einem hohem Brechungsindex beobachtet werden. Als ein spezifisches Material können beispielsweise Y_2O_3, ZrO_2, ZnO, SnO_2, Ta_2O_5 oder TiO_2 verwendet werden.

[0057] Ferner kann auch ein transparenter leitender Film wie ITO verwendet werden. In diesem Fall wird der Oberflächenwiderstand durch den parallelen Widerstand der lichtabsorbierenden Filmschicht und dieser transparenten elektrisch leitenden Filmschicht bestimmt werden, wodurch die Verminderung des Widerstands leicht sein kann im Vergleich mit einem Fall, bei dem elektrische Leitfähigkeit nur durch den lichtabsorbierenden Film wie Titannitrid bereitgestellt wird.

[0058] Es ist wichtig, daß die Filmdicke des lichtabsorbierenden Films in dem zweiten Aspekt der Erfindung von 15 bis 30 nm ist, um die geringe Reflexion zu erreichen, die Filmdicke des transparenten Films mit einem hohen Brechungsindex von 10 bis 40 nm ist und die Filmdicke des Siliziumdioxidfilms von 50 bis 90 nm ist auch vom Standpunkt der Antireflexion. Falls die Filmdicke irgendeiner dieser Schichten außerhalb eines solchen Bereichs ist, besteht eine Neigung, daß kein adäquates Antireflexionsverhalten im Bereich des sichtbaren Lichts erhalten werden kann.

[0059] Eine Oxidationsbarriereschicht kann ebenfalls in dem lichtabsorbierenden Antireflektor gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung bereitgestellt werden. In dem lichtabsorbierenden Antireflektor gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung kann eine Oxidationsbarriereschicht mit einer Dicke von 1 bis 20 nm zwischen dem lichtabsorbierenden Film und dem transparenten Film mit einem großen Brechungsindex oder zwischen dem transparenten Film mit einem großen Brechungsindex und dem Siliziumdioxidfilm gebildet werden.

[0060] Als die Oxidationsbarriereschicht kann das gleiche Material, das bevorzugt in dem lichtabsorbierenden Antireflektor gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung verwendet wird, bevorzugt verwendet werden.

[0061] Gegenüber dem von der Siliziumdioxidfilmseite einfallenden sichtbaren Licht ist die Lichtabsorption des lichtabsorbierenden Antireflektors gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung bevorzugt von 30 bis 60%. Falls die Lichtabsorption außerhalb dieses Bereichs ist, ist der Filmdickebereich des lichtabsorbierenden Films nicht einwandfrei oder ist die optische Konstante des lichtabsorbierenden Films nicht einwandfrei, wodurch eine Neigung besteht, daß kein adäquates Antireflexionsverhalten in dem Bereich des sichtbaren Lichts erhalten werden kann.

[0062] Als das Substrat in dem ersten und dem zweiten Aspekt der Erfindung können Glas oder Kunststoffe verwendet werden. Es ist besonders bevorzugt, daß das Substrat ein Glassubstrat, ein Kunststoffsubstrat oder ein Kunststofffilm ist, welcher die Vorderseite eines Bildschirms bildet, wodurch die Effekte der vorliegenden Erfindung adäquat erhalten werden können.

[0063] Das Glas als das für die Vorderseite eines Bildschirms zu verwendende Substrat kann zum Beispiel eine Glasplatte, welche selbst eine Kathodenstrahlröhre bildet, ein Frontscheibenglas, das durch ein Harz an einer Kathodenstrahlröhre angebracht zu verwenden ist, oder ein Filterglas, das zwischen einer Kathodenstrahlröhre und einem Bediener angeordnet ist, sein. Ferner kann auch ein Vorderseitenglas eines Flachbildschirms wie einer Flüssigkristall-Bildschirmanzeige oder einer Plasma-Bildschirmanzeige erwähnt werden.

[0064] Ein Kunststoff als das Substrat oder der Film, das/der für die Vorderseitenoberfläche eines Bildschirms zu verwenden ist, kann zum Beispiel sein 1) ein Transparenzfilm-Typ-Kunststoff wie PET (Polyethylenterephthalat), der durch ein Harz an der Frontscheibe einer Kathodenstrahlröhre oder dem oben erwähnten Flachbildschirm angebracht zu verwenden ist, 2) ein transparenter Kunststoff als ein Filtersubstrat, das zwischen einer Kathodenstrahlröhre und einem Bediener angeordnet ist, oder 3) eine transparente Kunststofffolie, die die Vorderseite eines Flachbildschirms bildet.

[0065] **Fig.** 17 veranschaulicht verschiedene Ausführungsformen, in welchen der lichtabsorbierende Antireflektor der vorliegenden Erfindung verwendet wird.

[0066] Wie in **Fig.** 17 gezeigt weist der lichtabsorbierende Antireflektor der vorliegenden Erfindung mit dem Antireflexionsfilm, der auf der Substratoberfläche nur auf der Seite eines Beobachters gebildet ist, hervorragende Antireflexionseigenschaften auf. Ferner können die elektromagnetischen Strahlen ziemlich wirksam abgeschirmt werden, weil der Antireflexionsfilm direkt auf der elektromagnetische Strahlen generierenden Substratoberfläche gebildet ist.

[0067] Ebenfalls ist es bevorzugt, wenn der lichtabsorbierende Antireflektor auf das Filterglas aufgebracht ist, den Antireflexionsfilm auf der Substratoberfläche auch auf der einem Beobachter gegenüberliegenden Seite zu bilden.

[0068] Für den lichtabsorbierenden Film in dem ersten und dem zweiten Aspekt der Erfindung wird ein Material verwendet, welches in der Lage ist, das Oberflächenreflexionsvermögen durch den Lichtinterferenzeffekt mit der darauf gebildeten Siliziumdioxidschicht zu vermindern.

[0069] Ein solcher lichtabsorbierender Film kann zum Beispiel derjenige sein, der im wesentlichen aus mindestens einem Metall ausgewählt aus einer Gruppe bestehend aus Titan, Zirkonium und Hafnium besteht oder derjenige sein, der im wesentlichen aus Nitrid eines solchen Metalls besteht. Unter diesen ist es bevorzugt,

denjenigen einzusetzen, der im wesentlichen aus einem Nitrid wenigstens eines Metalls ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Titan, Zirkonium und Hafnium besteht, im Hinblick auf das Dispersionsverhältnis des Extinktionskoeffizienten und des Brechungsindex im Bereich des sichtbaren Lichts, wodurch dort ein Merkmal vorliegt, wonach der Bereich geringer Reflexion in dem Bereich des sichtbaren Lichts durch die optischen Konstanten davon verbreitert werden wird.

[0070] Wenn zwei oder mehr Materialien eingesetzt werden, 1) können sie in der Form eines Kompositmaterials verwendet werden oder 2) können sie in der Form eines Laminats einer Vielzahl von Schichten verschiedener Materialien mit einer Gesamtdicke von 5 bis 25 nm verwendet werden.

[0071] Ferner ist ein Film bestehend im wesentlichen aus einem Nitrid von Titan besonders bevorzugt, weil seine optischen Konstanten im Bereich des sichtbaren Lichts gut zu Siliziumdioxid passen, um das Reflexionsvermögen zu vermindern, und zur gleichen Zeit die Lichtabsorption einwandfrei ist und die Filmdicke zur Erreichung einer einwandfreien Lichtabsorption innerhalb eines Bereichs von wenigen nm bis zu einigen wenigen zehn nm ist. Daher ist dieser Film vom Standpunkt sowohl der Produktivität als auch der Reproduzierbarkeit besonders bevorzugt.

[0072] In einem Fall, in dem als der lichtabsorbierende Film derjenige verwendet wird, der im wesentlichen aus einem Nitrid eines Metalls besteht, können, falls ein Film, der im wesentlichen aus einem Nitrid besteht, als die oben erwähnte Oxidationsbarriereschicht verwendet wird, die erste Schicht und die Barriereschicht durch Sputtern in der gleichen Gasatmosphäre gebildet werden. Dies ist ein wesentlicher Vorteil, wenn der tatsächliche Sputter-Filmbildungsapparat berücksichtigt wird. Wenn nämlich ein sogenannter In-Line-Typ-Sputterapparat, welcher hervorragend in der Massenproduktion ist, berücksichtigt wird, können ein solcher lichtabsorbierender Film und eine solche Oxidationsbarriereschicht in der gleichen Kammer (Kammer A) gebildet werden. Daher kann nur eine Kammer für die Gastrennung zwischen Kammer A und einer Kammer zur Bildung des darauf zu bildenden Siliziumdioxidfilms vorgesehen und so extrem effizient sein.

[0073] Insbesondere wenn ein Film bestehend im wesentlichen aus Titannitrid als erster Schicht verwendet wird und Siliziumnitrid als die Oxidationsbarriereschicht verwendet wird, wird auch eine zusätzliche Wirkung dergestalt erhalten werden, daß die Adhäsion zwischen dem Titannitridfilm und dem Siliziumdioxidfilm als der äußersten Schicht verbessert wird. In diesem Fall wird, falls beide Filme durch ein In-Line-Sputterverfahren in der gleichen Kammer gebildet werden, der Siliziumnitridfilm als Oxidationsbarriereschicht lichtabsorbierend unter der Sputtergasbedingung, unter der ein geeignetes Titannitrid erhältlich ist. Ferner ist der Effekt der Verbesserung der Adhäsion entsprechend erhältlich.

[0074] Als ein Mittel zur Bildung des lichtabsorbierenden Films, des transparenten Films mit einem großen Brechungsindex und des Siliziumdioxidfilms in dem ersten und zweiten Aspekt der Erfindung kann ein herkömmliches Dünnfilmbildungsmittel eingesetzt werden. Beispielsweise können ein Sputterverfahren, ein Vakuumdampfabscheidungsverfahren, ein CVD-Verfahren oder ein Sol-Gel-Verfahren erwähnt werden. Insbesondere das DC Sputterverfahren ist bevorzugt von dem Standpunkt, daß die Steuerung der Filmdicke relativ leicht ist, praktische Filmstärke erhalten werden kann, auch wenn der Film auf einem Niedrigtemperatursubstrat gebildet wird, ein Film mit einer großen Fläche leicht gebildet werden kann und die Bildung eines laminierten Films einfach ist, falls ein sogenannter In-Line-Typ-Aufbau verwendet wird. Ein anderer Vorteil besteht darin, daß die Steuerung der Filmbildungsbedingungen relativ leicht ist, so daß das Nitrid aus Titan, Zirkonium oder Hafnium, welches als lichtabsorbierender Film bevorzugt ist, bevorzugte optische Konstanten aufweisen wird.

[0075] Ferner kann, wenn ein In-Line-Typ-Sputterapparat eingesetzt wird, die Filmdickenverteilung in der breiten Richtung des Transports zu einem gewissen Grad durch z. B. die Magnetfeldintensitätsverteilung des Kathodenmagneten oder durch Installation einer Maskenplatte eingestellt werden. Entsprechend kann in einem Fall, in dem ein Substrat als die Vorderseite eines Bildschirms verwendet wird, die Filmdicke entlang der Peripherie des Substrats so festgesetzt werden, daß sie ein wenig dicker ist als der Zentralbereich. Die Bereitstellung einer solchen Filmdickenverteilung auf dem Substrat ist praktisch bevorzugt, weil es dadurch möglich ist, das Phänomen zu vermindern, daß die reflektierte Farbe dazu neigt, nach Gelb oder Rot durch den Effekt des schrägen Welleneinfalls von Licht verschoben zu werden, wenn die Peripherie des Bildschirms von der Mitte betrachtet wird.

[0076] Das Vakuumdampfabscheidungsverfahren hat Nachteile dergestalt, daß es wesentlich ist, das Substrat zu erhitzen, es schwierig ist, eine große Oberfläche zu erreichen, und es vergleichsweise schwierig ist, ein zufriedenstellendes Nitrid zu erhalten. Allerdings ist in dem Fall eines Substratmaterials, welches relativ klein in seiner Größe und strapazierfähig bei hohen Temperaturen ist, das Vakuumdampfabscheidungsverfahren vorteilhaft als ein Verfahren dadurch, daß dieses Verfahren am vollständigsten etabliert worden ist.

[0077] Das CVD-Verfahren erfordert eine noch höhere Temperatur, und es ist vom Standpunkt der Filmdickenverteilung schwierig, eine große Oberfläche zu erhalten. Allerdings ist dies ein hervorragendes Verfahren, um ein zufriedenstellendes Nitrid zu erhalten.

[0078] Das Sol-Gel-Verfahren ist ein wie im technischen Hintergrund erwähntes Naßverfahren und ist als eine Technik für die Oberflächenbehandlung einer Kathodenstrahlröhre verwendet worden. Allerdings ist es relativ schwierig, ein zufriedenstellendes Nitrid zu erhalten, und die Arbeitsweise wird eine chargenweise Behandlung

jedes Films sein. Allerdings sind die Installationskosten klein, und dieses Verfahren kann vom Standpunkt der Produktionskosten einer kleinen Menge von Produkten vorteilhaft sein.

[0079] Der lichtabsorbierende Antireflexionsfilm der vorliegenden Erfindung kann durch eine Kombination dieser Verfahren hergestellt werden. Beispielsweise kann der lichtabsorbierende Film der ersten Schicht durch ein Sputterverfahren gebildet werden, wodurch relativ bevorzugte optische Konstanten erhalten werden können, und dann kann der transparente Film mit einem großen Brechungsindex und/oder der Siliziumdioxidfilm durch Spinbeschichtung als ein Naßverfahren, das hervorragend im Hinblick auf die Filmbildungskosten ist, gebildet werden. Entsprechend kann der lichtabsorbierende Film der ersten Schicht mit einem CVD-Verfahren gebildet werden, und kann dann der transparente Film mit einem großen Brechungsindex und/oder der Siliziumdioxidfilm durch Spinbeschichten als ein Naßverfahren, das hervorragend im Hinblick auf die Filmbildungskosten ist, gebildet werden. In diesem Fall kann der bereits als die erste Schicht gebildete lichtabsorbierende Film manchmal korrodiert werden in Abhängigkeit von der Spinbeschichtungslösung, wodurch die gewünschten Eigenschaften nicht erhalten werden können. Beispielsweise ist es in einem Fall, in dem eine Spinbeschichtungsflüssigkeit umfassend 0,1 N Salzsäure, Tetraethoxysilan und Ethylalkohol verwendet wird, bevorzugt, einen Oxidfilm oder einen Nitridfilm mit guter Haltbarkeit als Schutzfilm der ersten Schicht vor dem Spinbeschichten zu bilden.

[0080] Wie oben beschrieben können verschiedene Verfahren und ihre Kombinationen für die Bildung des lichtabsorbierenden Antireflexionsfilms der vorliegenden Erfindung (des ersten und des zweiten Aspekts der Erfindung) verwendet werden. Allerdings ist die vorliegende Erfindung nicht auf solche spezifischen Beispiele beschränkt.

[0081] Als lichtabsorbierender Film bestehend im wesentlichen aus einem Nitrid von Titan (nachfolgend als ein lichtabsorbierender TiN Film bezeichnet) wird am meisten bevorzugt im Hinblick auf die Produktivität derjenige eingesetzt, der durch DC Sputtern eines Metalltitantargets in der Gegenwart von Stickstoffgas gebildet wird. Um die optischen Konstanten des lichtabsorbierenden TiN Films in einen bevorzugten Bereich zu bringen, ist es hier bevorzugt, daß das Sputtergas Stickstoff und ein Edelgas als die Hauptkomponenten enthält, wobei die Konzentration des Stickstoffs von 3 bis 50 Vol.-% ist, bevorzugt von 5 bis 20 Vol.-%. Falls die Konzentration des Stickstoffs kleiner als dieser Bereich ist, neigt der lichtabsorbierende TiN Film dazu, überschüssiges Titan zu enthalten, wodurch der Wellenlängenbereich niedriger Reflexion dazu neigt, schmal zu sein. Auf der anderen Seite neigt, falls die Konzentration des Stickstoffs größer als der Bereich ist, der lichtabsorbierende TiN Film dazu, überschüssiges Stickstoff zu enthalten, wodurch der Wellenlängenbereich niedriger Reflexion dazu neigt, schmal zu sein, und neigt der spezifische Widerstand des lichtabsorbierenden TiN Films dazu, groß zu sein, wodurch der Oberflächenwiderstand dazu neigt, groß zu sein.

[0082] Die auf das Target angelegte elektrische Leistung ist bevorzugt eine Leistungsdichte von mindestens 1 W/cm^2 für den Zweck der Aufrechterhaltung der Filmbildungsgeschwindigkeit auf einem Niveau, das ausreichend schnell ist für die industrielle Produktion, und für die Aufrechterhaltung der Verunreinigungsmengen, die in den TiN Film während der Filmbildung aufgenommen werden, auf einem niedrigen Niveau. Dies ist insbesondere wirksam, um die Sauerstoffmenge, die in den Film aufgenommen wird, zu kontrollieren, wie nachfolgend beschrieben. Ferner ist die auf das Target angelegte elektrische Leistung zu dieser Zeit bevorzugt eine Leistungsdichte von höchstens 10 W/m^2, um einen TiN Film mit einwandfreien optischen Konstanten zu erhalten und um das Auftreten abnormer Entladung oder Auflösung der Kathode oder des Targets durch übermäßiges Anlegen der elektrischen Leistung an das Target zu vermeiden. Der Film wird nämlich, falls eine größere elektrische Leistung als diese angelegt wird, auch in einer Atmosphäre aus reinem N_2 ein an Ti reicher TiN Film sein, wodurch die gewünschte Zusammensetzung kaum erhalten werden kann, und das Target und seine peripheren Teile werden erhitzt werden, wodurch Krümmung oder in einigen Fällen Schmelzen der erhitzten Teile wahrscheinlich auftreten wird.

[0083] Die Anwesenheit einer kleinen Menge von Verunreinigungen in der Zusammensetzung des Targets oder des Sputtergases ergibt keine Probleme, solange sie innerhalb eines Bereichs ist, in dem der schließlich gebildete dünne Film im wesentlichen die optische Konstante von Titannitrid aufweist. Ferner kann der lichtabsorbierende TiN Film durch Sputtern unter Verwendung eines Materials bestehend im wesentlichen aus Titannitrid als Target gebildet werden.

[0084] Im Hinblick auf den lichtabsorbierenden TiN Film ist das Atomverhältnis von Stickstoff zu Titan in dem Film bevorzugt von 0,5 bis 1,5 vom Standpunkt der optischen Konstanten und des spezifischen Widerstands. Falls das Atomverhältnis kleiner als 0,5 ist, wird das Produkt ein Titannitridfilm sein, der einen geringen Überschuß an Titan enthält, wodurch die optische Konstante nicht einwandfrei sein wird, und neigt der Antireflexionseffekt dazu, unangemessen zu sein, obwohl der spezifische Widerstand verringert werden kann. Auf der anderen Seite wird das Produkt, falls es 1,5 überschreitet, ein Titannitridfilm sein, der einen Überschuß an Stickstoff enthält, wodurch die optische Konstante sich verändert, und der spezifische Widerstand zunehmen, und konsequenterweise werden sowohl das Reflexionsvermögen als auch der Oberflächenwiderstand dazu neigen, unbefriedigend zu sein.

[0085] Insbesondere vom Standpunkt der Antireflexion ist das Atomverhältnis von Stickstoff zu Titan in dem

Film bevorzugt von 0,75 bis 1,30.

[0086] Auf der anderen Seite ist gefunden worden, daß bei Anwesenheit von Sauerstoff die Adhäsion mit dem Substrat als einem Oxid oder mit dem Siliziumdioxidfilm als der oberen Schicht verbessert sein wird. Entsprechend ist in einigen Fällen die Anwesenheit von Sauerstoff in dem TiN Film bevorzugt, solange die optischen Konstanten von TiN innerhalb eines bevorzugten Bereichs gehalten werden.

[0087] Ferner ist im Hinblick auf einen lichtabsorbierenden TiN Film das Atomverhältnis von Sauerstoff zu Titan in dem Film bevorzugt höchstens 0,5 vom Standpunkt der optischen Konstante und des spezifischen Widerstands. Falls dieses Verhältnis größer als 0,5 ist, wird das Produkt ein Titanoxidnitridfilm sein, wodurch der spezifische Widerstand zunimmt, und wird die optische Konstante nicht einwandfrei sein, und konsequenterweise werden sowohl der Oberflächenwiderstand als auch der Antireflexionseffekt unbefriedigend sein.

[0088] In einem Fall, in dem ein TiN Film durch ein übliches Sputterverfahren gebildet wird, ist es unvermeidlich, daß Sauerstoff in dem Film enthalten sein wird aufgrund der Restgaskomponente in der Vakuumkammer. Der Einfluß des Sauerstoffs in dem Film auf die optischen Eigenschaften eines TiN Films sind zuvor nicht gut bekannt gewesen. Insbesondere ist nichts bekannt gewesen über einen Einfluß auf das Verhalten als lichtabsorbierende Schicht der vorliegenden Erfindung. Die gegenwärtigen Erfinder haben intensive Untersuchungen über das Verhältnis zwischen den Filmbildungsbedingungen für TiN und der Sauerstoffmenge in dem TiN Film und dem Verhältnis zu dem Verhalten als lichtabsorbierende Schicht in der vorliegenden Erfindung durchgeführt und haben als ein Ergebnis gefunden, daß in dem lichtabsorbierenden TiN Film der vorliegenden Erfindung das Atomverhältnis von Sauerstoff zu Titan in dem Film bevorzugt höchstens 0,4 ist. Falls dieses Verhältnis 0,4 überschreitet, wird das Dispersionsverhältnis der optischen Konstanten von TiN aus einem bevorzugten Bereich verschoben werden, wodurch die Eigenschaften geringer Reflexion beeinträchtigt werden. Ferner wird das Produkt ein Oxy-Nitridfilm sein, wodurch der spezifische Widerstand zunehmen wird, und der Oberflächenwiderstand wird 1 kΩ/□ überschreiten, was erforderlich ist für die Abschirmung elektromagnetischer Wellen, und somit unerwünscht sein.

[0089] Durch angemessene Auswahl des TiN-Film-Bildungsverfahrens und der Filmbildungsbedingungen auf der Grundlage der oben genannten Erkenntnisse ist es möglich, einen TiN Film so zu bilden, daß das Reflexionsvermögen, wenn ein Siliziumdioxidfilm darauf in einer optimalen Dicke gebildet wird, 0,6% in einem breiten Wellenlängenbereich, der von 500 bis 650 nm abdeckt, nicht überschreitet, wie es in den unten angegebenen Beispielen gezeigt werden wird.

[0090] Wie in dem vorangehenden beschrieben ist es in der vorliegenden Erfindung möglich, ein Laminat mit hervorragenden Niedrigreflexionseigenschaften zu erhalten, wenn die optischen Konstanten des zu verwendenden TiN innerhalb eines bestimmten bevorzugten Bereichs gehalten werden.

[0091] In Bezug auf die optische Konstante wird eine detailliertere Beschreibung wie folgt gegeben werden.

[0092] Mit einem herkömmlichen Doppelschichtantireflexionsfilm, der einen transparenten Film einsetzt, kann das Reflexionsvermögen bei einer vorbestimmten Wellenlänge vollständig auf Null gebracht werden durch Auswahl des Brechungsindex und der Filmdicke jeder Schicht in Abhängigkeit von dem Brechungsindex des Substrats. Allerdings werden solche Antireflexionsbedingungen bei einer anderen Wellenlänge als der vorbestimmten Wellenlänge gebrochen werden. Das Reflexionsvermögen wird nämlich an den längeren und kürzeren Seiten der vorbestimmten Wellenlänge scharf ansteigen unter Bildung einer sogenannten "V Beschichtung", wodurch eine geringe Reflexion innerhalb eines breiten Wellenlängenbereichs, was von der vorliegenden Erfindung beabsichtigt ist, nicht erreicht werden kann.

[0093] Auf der anderen Seite nehmen, wenn ein lichtabsorbierender Film als ein konstituierendes Element eingesetzt wird, die Parameter, welche ein einzelner Film aufweist, von zwei, d. h. (n,d) (n: Brechungsindex, d: geometrische Filmdicke), des transparenten Films zu drei, d. h. (n,k,d) (k: Extinktionskoeffizient) zu, und ist mit einem lichtabsorbierenden Film die Wellenlängenabhängigkeit (Dispersion) von (n,k) wesentlich, wodurch es, falls ein lichtabsorbierender Film mit einer idealen Wellenlängenverteilung von (n,k) in einer vorbestimmten Filmdicke gebildet wird, theoretisch möglich ist, das Reflexionsvermögen bei jeder Wellenlänge vollständig auf Null zu bringen, wenn er mit einem darauf laminierten transparenten Film kombiniert wird.

[0094] Hier zeigt **Fig.** 16 ein Beispiel einer theoretischen Berechung, die durch die gegenwärtigen Erfinder durchgeführt wurde, welche die Verteilungsbeziehung von (n,k) zeigt, die notwendig ist, um das Reflexionsvermögen über den gesamten Bereich des sichtbaren Lichts auf Null zu bringen in einem Fall des Laminierens von 15 nm eines lichtabsorbierenden Films als einer unteren Schicht und von 100 nm SiO_2 als einer oberen Schicht. Falls ein Material mit (n,k) wie in dieser Figur gezeigt entdeckt oder synthetisiert wird, ist es möglich, einen Film mit vollständiger Antireflexion mit einer Doppelschichtstruktur zu realisieren. Wie jedoch aus dieser Figur offensichtlich wird, kann ein solches Material nicht realisiert werden, weil ein Wellenlängenbereich vorliegt, in dem k einen negativen Wert annehmen muß.

[0095] Die gegenwärtigen Erfinder haben eine Suche für ein Material mit optischen Konstanten nahe diesem idealen (n,k) unternommen. Als ein Ergebnis ist gefunden worden, daß Titannitrid, Zirkoniumnitrid und Hafniumnitrid potentielle Kandidaten sind.

[0096] Ferner haben die gegenwärtigen Erfinder verschiedene Experimente unter Anwendung eines Sputter-

verfahrens durchgeführt und haben als ein Ergebnis gefunden, daß es möglich ist, einen Doppelschichtfilmaufbau mit hervorragenden Niedrigreflexionseigenschaften über einen breiten Wellenlängenbereich durch Auswahl bestimmter spezifischer Materialien, spezifischer Filmbildungsbedingungen oder Filmdicken zu erhalten.

[0097] Vom Standpunkt der Produktivität ist es bevorzugt, als den für den ersten und zweiten Aspekt der Erfindung zu verwendenden Siliziumdioxidfilm denjenigen einzusetzen, der durch DC Sputtern eines elektrisch leitenden Si Targets in der Gegenwart von Sauerstoffgas gebildet wird. Hier kann, um dem Target elektrische Leitfähigkeit zu verleihen, eine kleine Menge an Verunreinigungen zugemischt sein. In einen solchen Fall eingeschlossen ist, daß der Siliziumdioxidfilm hier üblicherweise eine kleine Menge an Verunreinigungen enthalten kann, und selbst dann stellt er einen Film mit im wesentlichen dem gleichen Brechungsindex wie Siliziumdioxid dar.

[0098] Beim DC Sputtern von Si ist es wahrscheinlich, daß Krümmen durch Ladungsakkumulation auf einem isolierenden Siliziumdioxidfilm, der entlang der Peripherie des abgetragenen Bereichs des Targets abgeschieden wird, induziert wird, wodurch die Entladung dazu neigt, instabil zu sein, und Si oder Siliziumdioxidteilchen werden wahrscheinlich von dem Krümmungspunkt unter Abscheidung auf dem Substrat unter Bildung von Defekten ausgestoßen. Um ein solches Phänomen zu verhindern, ist es üblich, ein Verfahren zum Neutralisieren der Ladung anzuwenden, wobei die Kathode periodisch auf eine positive Spannung gebracht wird. Die Verwendung eines Siliziumdioxidfilms, der durch ein solches Verfahren gebildet wird, ist auch vom Standpunkt der Stabilität des Verfahren besonders bevorzugt. Als ein Verfahren zum Bilden des Siliziumdioxidfilms kann auch RF Sputtern eingesetzt werden.

[0099] Der lichtabsorbierende Antireflexionsfilm der vorliegenden Erfindung zeigt hervorragende Antireflexionseigenschaften. Allerdings ist das Reflexionsvermögen in dem zentralen Teil des Bereichs sichtbaren Lichts besonders niedrig, und die Reflexionsfarbe neigt dazu, blau bis purpur zu sein. Falls die Filmdicke der Siliziumdioxidschicht dick wird, neigt das Blaue dazu zuzunehmen. Umgekehrt neigt, falls die Filmdicke des Siliziumdioxidfilms dünn wird, Rot dazu zuzunehmen. Ferner wird, wenn die Filmdicke des lichtabsorbierenden Films dick wird, die Farbe dunkel. Umgekehrt neigt die Farbe, falls die Filmdicke des lichtabsorbierenden Films dünn wird, dazu, farblos zu werden. Entsprechend kann die Filmdicke in Abhängigkeit von dem besonderen Zweck angemessen eingestellt werden.

[0100] In der vorliegenden Erfindung kann eine zusätzliche Dünnfilmschicht gebildet werden, sofern der Fall es erfordert, für den Zweck der Verbesserung der Adhäsion an der Grenzfläche oder der Einstellung der Farbe.

[0101] Ferner kann auch ein ölabweisender organischer Film, der Fluorkohlenstoff enthält, als äußerste Schicht gebildet werden, um das Abwischen von Fingerabdrücken auf der äußersten Oberfläche zu erleichtern. Das Bildungsverfahren kann zum Beispiel ein Dampfabscheidungsverfahren oder ein Beschichtungs- und Trocknungsverfahren sein, und in jedem Fall wird der Film sehr dünn gebildet, so daß kein optischer Einfluß vorhanden sein wird. Durch Anwendung einer solchen Behandlung wird die Antireflexionsfilmoberfläche beständig gegenüber Verschmutzung, und falls sie verschmutzt, kann der Schmutz leicht abgewischt werden.

[0102] Für den lichtabsorbierenden Antireflexionsfilm der vorliegenden Erfindung ist es bevorzugt, daß die Filmbildung durch einwandfreies Einstellen der Filmbildungsbedingungen und der Filmdicken der entsprechenden Schichten ausgeführt wird, so daß das Reflexionsvermögen 0,6% in einem breiten Wellenlängenbereich von 500 bis 650 nm nicht überschreitet. Es ist besonders bevorzugt, daß jede Schicht so gebildet wird, daß das Reflexionsvermögen 1,0% in einem Bereich von 450 bis 650 nm nicht überschreitet. Ganz besonders bevorzugt wird jede Schicht so gebildet, daß das Reflexionsvermögen 0,6% in einem Bereich von 450 bis 650 nm nicht überschreitet.

[0103] Der lichtabsorbierende Antireflektor der vorliegenden Erfindung absorbiert einen Teil des einfallenden Lichts, um die Durchlässigkeit zu vermindern. Entsprechend wird, wenn er auf die Frontscheibe eines Bildschirms aufgebracht wird, die Intensität des Lichtstrahls, welcher von der Oberfläche eintritt und dann durch die Oberfläche der Bildschirmelementseite reflektiert wird, abnehmen, wodurch das Verhältnis des Bildschirmlichts zu diesem Hintergrundlicht erhöht wird unter Verbesserung des Kontrasts.

[0104] In der vorliegenden Erfindung werden das Substrat, der lichtabsorbierende Film, der transparente Film mit einem großen Brechungsindex und der Siliziumdioxidfilm so festgelegt, daß das Gesamtreflexionsvermögen bestimmt durch die Fresnel-Reflexionskoeffizienten an den entsprechenden Grenzflächen, die Phasendifferenzen zwischen den entsprechenden Grenzflächen und die Amplitudenabschwächungsgrade in den entsprechenden Schichten ausreichend niedrig im Bereich des sichtbaren Lichts sein wird.

[0105] Insbesondere zeigen die optischen Konstanten des lichtabsorbierenden Films eine Abhängigkeit, welche verschieden ist von dem Dispersionsverhältnis (Wellenlängenabhängigkeit) eines üblichen transparenten Films im Bereich des sichtbaren Lichts. Entsprechend kann durch Verwendung eines lichtabsorbierenden Filmmaterials, das ein einwandfreies Dispersionsverhältnis zeigt, als erste Schicht der Bereich geringer Reflexion im Bereich des sichtbaren Lichts verbreitert werden im Vergleich mit dem Fall, bei dem die erste Schicht nur aus einem transparenten Film aufgebaut ist. Dieser Effekt ist bemerkenswert, wenn ein Nitrid wenigstens eines Metalls ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Titan, Zirkonium und Hafnium als der lichtabsorbierende

Film verwendet wird.

[0106] Es ist nicht eindeutig verstanden, weshalb die Niedrigreflexionseigenschaften über einen breiten Wellenlängenbereich wie in den folgenden Beispielen gezeigt durch den Filmaufbau der vorliegenden Erfindung realisiert werden können. Es wird jedoch angenommen, daß dies der Tatsache zugeschrieben werden kann, daß die optischen Konstanten des lichtabsorbierenden dünnen Films unerwartet nahe den idealen Werten sind. Die folgenden Faktoren können als die Ursachen erwähnt werden:

(1) Die Filmdicke ist dünn, wodurch der Film nicht wirklich ein einförmiger Film ist, und die optischen Konstanten können eine Verteilung in Richtung der Dicke oder in Richtung der Ebene aufweisen, und sie können in Entsprechung idealere Werte anstreben.

(2) Durch die spezifischen Filmbildungsbedingungen ist ein Film mit optischen Konstanten erhalten worden, welche nicht bekannt gewesen sind (dem Ideal näher).

(3) Bei dem Verfahren zur Bildung des Siliziumdioxidfilms als obere Schicht wird der obere Teil des lichtabsorbierenden Films der unteren Schicht teilweise oxidiert, wodurch die wesentlichen optischen Konstanten sich verändert haben (zu idealeren Werten).

[0107] Erfindungsgemäß ist es möglich, einen lichtabsorbierenden Antireflektor mit hervorragenden Niedrigreflexionseigenschaften zu realisieren, welcher im wesentlichen aus zwei Schichten oder drei Schichten besteht und welcher die oben erwähnten Effekte aufweist, durch Bilden von TiN mit einer optischen Konstante innerhalb eines bestimmten bevorzugten Bereichs.

BESTE AUSFÜHRUNGSFORM DER ERFINDUNG

[0108] Jetzt wird die vorliegende Erfindung in weiteren Details mit Bezug auf Beispiele beschrieben werden. Es sollte jedoch verstanden werden, daß die vorliegende Erfindung in keinem Fall durch solche spezifischen Beispiele beschränkt wird.

BEISPIEL 1

[0109] In einer Vakuumkammer wurden metallisches Titan und N-Typ Silizium (phosphordotierter Einkristall) mit einem spezifischen Widerstand von 1,2 Ω·cm als Targets auf eine Kathode gesetzt, und die Vakuumkammer wurde auf 1×10^{-5} Torr evakuiert. Ein Doppelschichtfilm wurde wie folgt auf einem in die Vakuumkammer gesetzten Natronkalkglassubstrat **10** gebildet, um einen wie in **Fig.** 1 gezeigten lichtabsorbierenden Antireflektor zu erhalten.

[0110] Als ein Entladungsgas wurde eine Gasmischung umfassend Argon und Stickstoff (Stickstoff mit 20 Vol.-%) eingeführt, und die Konduktanz wurde so eingestellt, daß der Druck 2×10^{-3} Torr betrug. Dann wurde eine negative Gleichspannung (zugeführte Leistungsdichte betrug etwa 2,0 W/cm^2) an die Titankathode angelegt, und ein Titannitridfilm **11** von 14 nm (geometrische Filmdicke, das gleiche gilt für die hier nachfolgend erwähnten Filmdicken) wurde durch DC Sputtern des Titantargets gebildet (Schritt 1).

[0111] Dann wurde die Einführung des Gases gestoppt, und das Innere der Vakuumkammer wurde auf ein hohes Vakuumniveau gebracht. Dann wurde eine Gasmischung umfassend Argon und Sauerstoff (Sauerstoff mit 50 Vol.-%) als ein Entladungsgas eingeführt, und die Konduktanz wurde so eingestellt, daß der Druck 2×10^{-3} Torr betrug. Dann wurde eine Spannung mit einer wie in **Fig.** 3 gezeigten Wellenform an die Siliziumkathode angelegt, und ein Siliziumdioxidfilm **13** mit einem Brechungsindex von 1,46 von 100 nm wurde durch intermittierendes DC Sputtern des Siliziumtargets gebildet (Schritt 2).

[0112] Die spektrale Durchlässigkeit des erhaltenen lichtabsorbierenden Antireflexionsglases wurde gemessen. Ferner wurde das spektrale Reflexionsvermögen dieser Probe von der Filmoberflächenseite in einem solchen Zustand, in dem ein schwarzer Lack auf die Rückseite des Glassubstrates aufgeschichtet wurde, um die Reflexion auf der Rückseite zu eliminieren, gemessen. **Fig.** 4 zeigt die so erhaltene Kurve **42** der spektralen Durchlässigkeit und die so erhaltene Kurve **41** des spektralen Reflexionsvermögens.

[0113] Weiter wurde nach Schritt 1 das mit Titannitridfilm beschichtete Glassubstrat herausgenommen, und der Titannitridfilm wurde mittels ESCA analysiert, wonach das Atomverhältnis Ti : N : O = 1 : 0,86 : 0,16 betrug.

BEISPIEL 2

[0114] Unter Verwendung des gleichen Apparats und der gleichen Targets, die in Beispiel 1 verwendet wurden, wurde die Vakuumkammer auf 1×10^{-5} Torr evakuiert. Ein Doppelschichtfilm wurde wie folgt auf einem in die Vakuumkammer gesetzten Natronkalkglassubstrat gebildet.

[0115] Ein Titannitridfilm von 14 nm wurde in der gleichen Weise wie in Beispiel 1 gebildet mit der Ausnahme, daß in Schritt 1 von Beispiel 1 das Entladungsgas zu Stickstoffgas (100% Stickstoff) gewechselt wurde.

[0116] Dann wurde in der gleichen Weise wie in Schritt 2 von Beispiel 1 ein Siliziumdioxidfilm von 100 nm

gebildet.
[0117] Nach Bildung des Titannitridfilms wurde das Substrat in der gleichen Weise wie in Beispiel 1 herausgenommen, und der Titannitridfilm wurde mittels ESCA analysiert, wonach das Atomverhältnis Ti : N : O = 1 : 0,92 : 0,20 betrug.

BEISPIEL 3

[0118] Unter Verwendung des gleichen Apparats und der gleichen Targets, die in Beispiel 1 verwendet wurden, wurde die Vakuumkammer auf 1×10^{-5} Torr evakuiert. Ein Doppelschichtfilm wurde wie folgt auf einem in die Vakuumkammer gesetzten Natronkalkglassubstrat gebildet.
[0119] Ein Titannitridfilm von 12 nm wurde in der gleichen Weise wie Beispiel 1 gebildet mit der Ausnahme, daß in Schritt 1 von Beispiel 1 das Entladungsgas zu 10% Stickstoffgas gewechselt wurde.
[0120] Dann wurde in der gleichen Weise wie in Schritt 2 von Beispiel 1 ein Siliziumdioxidfilm von 85 nm gebildet.
[0121] Im Hinblick auf das erhaltene lichtabsorbierende Antireflexionsglas wurde Kurve **61** des spektralen Reflexionsvermögens in der gleichen Weise wie in Beispiel 1 gemessen. Die Ergebnisse sind in **Fig.** 6 gezeigt.
[0122] Nach Bildung des Titannitridfilms wurde das Substrat in der gleichen Weise wie in Beispiel 1 herausgenommen, und der Titannitridfilm wurde mittels ESCA analysiert, wonach das Atomverhältnis Ti : N : O = 1 : 0,95 : 0,08 betrug.
[0123] Ferner wurde mit Bezug auf das erhaltene lichtabsorbierende Antireflexionsglas eine Wärmebehandlung bei 450°C für 30 min dreimal angewendet, und die Kurve des spektralen Reflexionsvermögens nach der Wärmebehandlung ist in **Fig.** 14 gezeigt.

BEISPIEL 4

[0124] Unter Verwendung des gleichen Apparats und der gleichen Targets, die in Beispiel 1 verwendet wurden, wurde die Vakuumkammer auf 1×10^{-5} Torr evakuiert. Ein Doppelschichtfilm wurde wie folgt auf einem in die Vakuumkammer gesetzten Natronkalkglassubstrat gebildet.
[0125] In der gleichen Weise wie in Beispiel 3 wurden ein Titannitridfilm von 7 nm und ein Siliziumdioxidfilm von 85 nm gebildet.
[0126] Im Hinblick auf das erhaltene lichtabsorbierende Antireflexionsglas wurde die Kurve des spektralen Reflexionsvermögens in der gleichen Weise wie in Beispiel 1 gemessen. Die Ergebnisse sind in **Fig.** 10 gezeigt.
[0127] Nach Bildung des Titannitridfilms wurde das Substrat in der gleichen Weise wie in Beispiel 1 herausgenommen, und der Titannitridfilm wurde mittels ESCA analysiert, wonach das Atomverhältnis Ti : N : O = 1 : 0,95 : 0,09 betrug.

BEISPIEL 5

[0128] Unter Verwendung des gleichen Apparats und der gleichen Targets, die in Beispiel 1 verwendet wurden, wurde die Vakuumkammer auf 1×10^{-5} Torr evakuiert. Ein Doppelschichtfilm wurde wie folgt auf einem in die Vakuumkammer gesetzten Natronkalkglassubstrat gebildet.
[0129] In der gleichen Weise wie in Schritt 1 von Beispiel 1 wurde ein Titannitridfilm von 20 nm gebildet.
[0130] Dann wurde in der gleichen Weise wie in Schritt 2 von Beispiel 1 ein Siliziumdioxidfilm von 100 nm gebildet.
[0131] Im Hinblick auf das erhaltene lichtabsorbierende Antireflexionsglas wurde die Kurve des spektralen Reflexionsvermögens in der gleichen Weise wie in Beispiel 1 gemessen. Die Ergebnisse sind in **Fig.** 11 gezeigt.
[0132] Nach Bildung des Titannitridfilms wurde das Substrat in der gleichen Weise wie in Beispiel 1 herausgenommen, und der Titannitridfilm wurde mittels ESCA analysiert, wonach das Atomverhältnis Ti : N : O = 1 : 0,84 : 0,17 betrug.

BEISPIEL 6

[0133] Unter Verwendung des gleichen Apparats und der gleichen Targets, die in Beispiel 1 verwendet wurden, wurde die Vakuumkammer auf 1×10^{-5} Torr evakuiert. Ein Vielschichtfilm wurde wie folgt auf einem in die Vakuumkammer gesetzten Natronkalkglassubstrat gebildet.
[0134] In der gleichen Weise wie in Schritt 1 von Beispiel 1 wurde ein Titannitridfilm von 14 nm gebildet.
[0135] Dann wurde das Entladungsgas zu 100% Argon gewechselt, und der Druck wurde auf 2×10^{-3} eingestellt. Dann wurde eine negative Gleichspannung an die Siliziumkathode angelegt, und ein Siliziumfilm von 2

nm wurde als eine Oxidationsbarriereschicht mittels DC Sputtern des Siliziumtargets gebildet.
[0136] Dann wurde in der gleichen Weise wie Schritt 2 von Beispiel 1 ein Siliziumdioxidfilm von 100 nm gebildet.
[0137] Nach Bildung des Titannitridfilms wurde das Substrat in der gleichen Weise wie in Beispiel 1 herausgenommen, und der Titannitridfilm wurde mittels ESCA analysiert, wonach das Atomverhältnis Ti : N : O = 1 : 0,88 : 0,14 betrug.

BEISPIEL 7

[0138] Unter Verwendung des gleichen Apparats und der gleichen Targets, die in Beispiel 1 verwendet wurden, wurde die Vakuumkammer auf 1×10^{-5} Torr evakuiert. Ein Vielschichtfilm wurde wie folgt auf einem in die Vakuumkammer gesetzten Natronkalkglassubstrat gebildet.
[0139] Zuerst wurde in der gleichen Weise wie in Beispiel 3 ein Titannitridfilm von 12 nm gebildet. Dann wurde das Entladungsgas zu 30% Stickstoff gewechselt, und der Druck wurde auf 2×10^{-3} Torr eingestellt. Dann wurde eine negative Gleichspannung an die Siliziumkathode angelegt, und ein lichtabsorbierender Siliziumnitridfilm von 5 nm wurde als eine Oxidationsbarriereschicht mittels DC Sputtern des Siliziumtargets gebildet.
[0140] Dann wurde in der gleichen Weise wie Beispiel 3 ein Siliziumdioxidfilm von 85 nm darauf gebildet.
[0141] Nach Bildung des Titannitridfilms wurde das Substrat in der gleichen Weise wie in Beispiel 1 herausgenommen, und der Titannitridfilm wurde mittels ESCA analysiert, wonach das Atomverhältnis Ti : N : O = 1 : 0,97 : 0,06 betrug.
[0142] Ferner wurde mit Bezug auf das erhaltene lichtabsorbierende Antireflexionsglas eine Wärmebehandlung bei 450°C für 30 min dreimal angewendet, und die Kurve des spektralen Reflexionsvermögens nach der Wärmebehandlung ist in **Fig.** 15 gezeigt.

BEISPIEL 8

[0143] Unter Verwendung des gleichen Apparats und der gleichen Targets, die in Beispiel 1 verwendet wurden, wurde die Vakuumkammer auf 1×10^{-5} Torr evakuiert. Sauerstoffgas wurde als ein Entladungsgas eingeführt, und der Druck wurde auf 2×10^{-3} Torr eingestellt. Dann wurde eine negative Gleichspannung an die Titankathode angelegt, und ein Titanoxidfilm von 3 nm wurde als eine Unterschicht mittels DC Sputtern des Titantargets auf einem in die Vakuumkammer gesetzten Natronkalkglassubstrat gebildet.
[0144] Dann wurde in der gleichen Weise wie in Beispiel 3 ein Titannitridfilm von 12 nm und ein Siliziumdioxidfilm von 85 nm auf dem Titanoxidfilm gebildet.
[0145] Im Hinblick auf das erhaltene lichtabsorbierende Antireflexionsglas wurde Kurve **71** des spektralen Reflexionsvermögens in der gleichen Weise wie in Beispiel 1 gemessen. Die Ergebnisse sind in **Fig.** 7 gezeigt.
[0146] Nach Bildung des Titannitridfilms wurde das Substrat in der gleichen Weise wie Beispiel 1 herausgenommen, und der Titannitridfilm wurde mittels ESCA analysiert, wonach das Atomverhältnis Ti : N : O = 1 : 0,93 : 0,07 betrug.

BEISPIEL 9

[0147] Unter Verwendung des gleichen Apparats und der gleichen Targets, die in Beispiel 1 verwendet wurden, wurde die Vakuumkammer auf 1×10^{-5} Torr evakuiert. Ein Doppelschichtfilm wurde wie folgt auf einem in die Vakuumkammer gesetzten PET-Substrat (bereitgestellt mit einer Hartbeschichtung, 150 µm dick) gebildet.
[0148] In der gleichen Weise wie in Beispiel 3 wurden ein Titannitridfilm von 12 nm und ein Siliziumdioxidfilm von 85 nm gebildet.
[0149] Für das erhaltene, mit einem lichtabsorbierenden Antireflexionsfilm ausgestattete PET wurde Kurve **81** des spektralen Reflexionsvermögens in der gleichen Weise wie in Beispiel 1 gemessen. Die Ergebnisse sind in **Fig.** 8 gezeigt.
[0150] Nach Bildung des Titannitridfilms wurde das Substrat in der gleichen Weise wie in Beispiel 1 herausgenommen, und der Titannitridfilm wurde mittels ESCA analysiert, wonach das Atomverhältnis Ti : N : O = 1 : 0,91 : 0,11 betrug.

BEISPIEL 10

[0151] Unter Verwendung des gleichen Apparats und der gleichen Targets, die in Beispiel 1 verwendet wurden, wurde die Vakuumkammer auf 1×10^{-5} Torr evakuiert. Ein Dreischichtfilm wurde wie folgt auf einem in die Vakuumkammer gesetzten Natronkalkglassubstrat **20** unter Erhalten eines lichtabsorbierenden Antireflektors, wie in **Fig.** 2 gezeigt, gebildet.
[0152] Unter Verwendung des gleichen wie in Schritt 1 von Beispiel 1 verwendeten Gases und Drucks wurde

eine negative Gleichspannung an die Titankathode angelegt, und ein Titannitridfilm **21** von 30 nm wurde mittels DC Sputtern des Titantargets gebildet.

[0153] Dann wurde die Einführung des Gases gestoppt, und die Vakuumkammer wurde auf ein hohes Vakuumniveau gebracht. Dann wurde unter Verwendung des gleichen wie in Schritt 1 von Beispiel 1 verwendeten Gases und Drucks eine negative Gleichspannung an die Titankathode angelegt, und ein Titanoxidfilm **22** von 18 nm (Brechungsindex: etwa 2,2) wurde mittels DC Sputtern des Titantargets gebildet.

[0154] Dann wurde, während die Einführung des Gases beibehalten wurde, eine Spannung der in **Fig.** 3 gezeigten Wellenform an die Siliziumkathode angelegt, und ein Siliziumdioxidfilm **23** von 63 nm wurde mittels intermittierenden DC Sputtern des Siliziumtargets gebildet.

[0155] Nach Bildung des Titannitridfilms wurde das Substrat in der gleichen Weise wie in Beispiel 1 herausgenommen, und der Titannitridfilm wurde mittels ESCA analysiert, wonach das Atomverhältnis Ti : N : O = 1 : 0,87 : 0,14 betrug.

BEISPIEL 11

[0156] Ein mit einem Dreischichtfilm ausgestatteter lichtabsorbierender Antireflektor wurde in der gleichen Weise wie in Beispiel 10 erhalten mit der Ausnahme, daß die Targets in Beispiel 10 zu metallischem Titan, ITO (zinndotiertes Indiumoxid) und N-Typ Silizium (phosphordotierter Einkristall) mit einem spezifischen Widerstand von 1,2 Ω·cm gewechselt wurden, um einen ITO-Film (Brechungsindex: etwa 2,0) anstelle des Titanoxidfilms in Beispiel 10 zu bilden, und die Filmdicken des Titannitridfilms und des Siliziumdioxidfilms wurden geändert.

[0157] In der gleichen Weise wie in Beispiel 10 wurde nämlich zuerst ein Titannitridfilm von 23 nm gebildet, und dann wurde unter Verwendung einer ITO-Kathode anstelle der Titankathode aus Beispiel 10 DC Sputtern in der gleichen Weise ausgeführt mit der Ausnahme, daß eine Gasmischung aus Argon und Sauerstoff (Sauerstoff mit 1 Vol.-%) als das Endladungsgas verwendet wurde, um einen ITO-Film von 22 nm zu bilden. Schließlich wurde ein Siliziumdioxidfilm von 59 nm gebildet.

[0158] Nach Bildung des Titannitridfilms wurde das Substrat in der gleichen Weise wie in Beispiel 1 herausgenommen, und der Titannitridfilm wurde mittels ESCA analysiert, wonach das Atomverhältnis Ti : N : O = 1 : 0,86 : 0,18 betrug.

BEISPIEL 12

[0159] Unter Verwendung des gleichen Apparats und der gleichen Targets, die in Beispiel 10 verwendet wurden, wurde die Vakuumkammer auf 1×10^{-5} Torr evakuiert. Sauerstoff wurde als ein Entladungsgas eingeführt, und der Druck wurde auf 2×10^{-3} Torr eingestellt. Dann wurde eine negative Gleichspannung an die Titankathode angelegt, und ein Titanoxidfilm von 3 nm wurde als die Unterschicht eines in die Vakuumkammer gesetzten Natronkalkglassubstrats mittels DC Sputtern des Titantargets gebildet.

[0160] Dann wurde in der gleichen Weise wie in Beispiel 10 ein Titannitridfilm von 30 nm, ein Titanoxidfilm von 18 nm und ein Siliziumdioxidfilm von 63 nm nacheinander auf dem Titanoxidfilm von 3 nm gebildet.

[0161] Nach Bildung des Titannitridfilms wurde das Substrat in der gleichen Weise wie in Beispiel 1 herausgenommen, und der Titannitridfilm wurde mittels ESCA analysiert, wonach das Atomverhältnis Ti : N : O = 1 : 0,85 : 0,17 betrug.

BEISPIEL 13

[0162] Unter Verwendung des gleichen Apparats und der gleichen Targets, die in Beispiel 10 verwendet wurden, wurde die Vakuumkammer auf 1×10^{-5} Torr evakuiert. Ein Dreischichtfilm wurde wie folgt auf einem in die Vakuumkammer gesetzten Natronkalkglassubstrat gebildet. Zuerst wurde in der gleichen Weise wie in Beispiel 10 ein Titannitridfilm von 30 nm gebildet. Dann wurde das Entladungsgas zu 100% Argon gewechselt, und der Druck wurde auf 2×10^{-3} Torr eingestellt. Dann wurde eine negative Gleichspannung an die Siliziumkathode angelegt, und ein Siliziumfilm von 3 nm wurde als eine Oxidationsbarriereschicht mittels DC Sputtern des Siliziumtargets gebildet.

[0163] Dann wurden in der gleichen Weise wie in Beispiel 10 ein Titanoxidfilm von 18 nm und ein Siliziumdioxidfilm von 63 nm darauf gebildet.

[0164] Nach Bildung des Titannitridfilms wurde das Substrat in der gleichen Weise wie in Beispiel 1 herausgenommen, und der Titannitridfilm wurde mittels ESCA analysiert, wonach das Atomverhältnis Ti : N : O = 1 : 0,88 : 0,16 betrug.

BEISPIEL 14

[0165] Unter Verwendung des gleichen Apparats und der gleichen Targets, die in Beispiel 1 verwendet wurden, wurde die Vakuumkammer zu 1×10^{-5} Torr evakuiert. Ein Doppelschichtfilm umfassend 9 nm eines Titannitridfilms und 85 nm eines Siliziumdioxidfilms wurde auf einem in die Vakuumkammer gesetzten Natronkalkquarzglas in der gleichen Weise wie in Beispiel 3 gebildet.
[0166] Nach Bildung des Titannitridfilms wurde das Substrat in der gleichen Weise wie in Beispiel 1 herausgenommen, und der Titannitridfilm wurde mittels ESCA analysiert, wonach das Atomverhältnis Ti : N : O = 1 : 0,94 : 0,11 betrug.
[0167] Das spektrale Reflexionsvermögen der erhaltenen Probe wurde in der gleichen Weise wie in Beispiel 1 gemessen. Die Ergebnisse sind in **Fig.** 12 gezeigt.

BEISPIEL 15

[0168] Unter Verwendung des gleichen Apparats und der gleichen Targets, die in Beispiel 1 verwendet wurden, wurde die Vakuumkammer auf 1×10^{-5} Torr evakuiert. Ein Doppelschichtfilm wurde wie folgt auf einem in die Vakuumkammer gesetzten Natronkalkquarzglassubstrat gebildet.
[0169] Zuerst wurde in der gleichen Weise wie in Beispiel 3 ein Titannitridfilm von 12 nm in einer 10%-igen Stickstoffatmosphäre gebildet. Zu dieser Zeit wurde die an das Titantarget angelegte elektrische Leistung auf ¼ der Leistung in Beispiel 3 eingestellt. Die angelegte Leistungsdichte betrug hier etwa 0,5 W/cm^2. Dann wurde in der gleichen Weise wie in Beispiel 3 ein Siliziumdioxidfilm von 102 nm gebildet.
[0170] Nach Bildung des Titannitridfilms wurde das Substrat in der gleichen Weise wie Beispiel 1 herausgenommen, und der Titannitridfilm wurde mittels ESCA analysiert, wonach das Atomverhältnis Ti : N : O = 1 : 0,70 : 0,65 betrug.
[0171] Das spektrale Reflexionsvermögen der erhaltenen Probe wurde in der gleichen Weise wie in Beispiel 1 gemessen. Die Ergebnisse sind in **Fig.** 13 gezeigt.

BEISPIEL 16 (VERGLEICHSBEISPIEL)

[0172] Ein mit einem Doppelschichtfilm versehener Antireflektor wurde in der gleichen Weise wie in Beispiel 1 hergestellt mit der Ausnahme, daß die Targets in Beispiel 1 zu ITO (zinndotiertes Indiumoxid) und N-Typ Silizium (phosphordotierter Einkristall) mit einem spezifischen Widerstand von 1,2 Ω·cm gewechselt wurden, um einen ITO-Film anstelle des Titannitridfilms in Beispiel 1 zu bilden, und die Dicke des Siliziumdioxidfilms wurde geändert.
[0173] DC Sputtern wurde nämlich in der gleichen Weise wie in Beispiel 1 ausgeführt mit der Ausnahme, daß eine ITO-Kathode anstelle der Titankathode in Beispiel 1 verwendet wurde und eine Gasmischung aus Argon und Sauerstoff (Sauerstoff mit 1 Vol.-%) als ein Entladungsgas verwendet wurde, um einen ITO-Film von 30 nm zu bilden, und dann wurde ein Siliziumdioxidfilm von 110 nm in der gleichen Weise wie in Beispiel 1 gebildet.
[0174] Im Hinblick auf die erhaltene Probe wurden die Kurve **52** der spektralen Durchlässigkeit und die Kurve **51** des spektralen Reflexionsvermögens in der gleichen Weise wie in Beispiel 1 gemessen. Die Ergebnisse sind in **Fig.** 5 gezeigt.

BEISPIEL 17 (VERGLEICHSBEISPIEL)

[0175] Unter Verwendung des gleichen Apparats und der gleichen Targets, die in Beispiel 1 verwendet wurden, wurde die Vakuumkammer auf 1×10^{-5} Torr evakuiert. Ein Doppelschichtfilm wurde wie folgt auf einem in die Vakuumkammer gesetzten Natronkalkglassubstrat gebildet.
[0176] In der gleichen Weise wie in Beispiel 1 wurde ein Titannitridfilm von 30 nm und ein Siliziumdioxidfilm von 100 nm gebildet.
[0177] Im Hinblick auf die erhaltene Probe wurden die Kurve **92** der spektralen Durchlässigkeit und die Kurve **91** des spektralen Reflexionsvermögens in der gleichen Weise wie in Beispiel 1 gemessen. Die Ergebnisse sind in **Fig.** 9 gezeigt.
[0178] Ferner wurde nach Bildung des Titannitridfilms das Substrat in der gleichen Weise wie in Beispiel 1 herausgenommen, und der Titannitridfilm wurde mittels ESCA analysiert, wonach das Atomverhältnis Ti : N : O = 1 : 0,87 : 0,15 betrug.
[0179] Eine quadratische Probe von 3 × 3 cm wurde aus jedem der in den obigen Beispielen 1 bis 17 erhaltenen Antireflexionsgläser ausgeschnitten, und Elektroden wurden an den vier Ecken der Filmoberfläche durch Glaslöten gebildet. Der gemäß einem Van der Paun-Verfahren gemessene Oberflächenwiderstand, das sichtbare Reflexionsvermögen und die sichtbare Durchlässigkeit, die aus der Spektralkurve erhalten wurden, und

die Lichtabsorption des einfallenden Lichts von der Siliziumdioxidfilmseite (nachfolgend einfach als Lichtabsorption bezeichnet) werden in Tabelle 1 zusammengefaßt.

[0180] Auf das gleiche lichtabsorbierende Antireflexionsglas wurde Wärmebehandlung bei 450°C für 30 min dreimal angewendet, wonach der Oberflächenwiderstand, das sichtbare Reflexionsvermögen, die sichtbare Durchlässigkeit, die Lichtabsorption, gemessen in der gleichen Weise, und der Wellenlängenbereich, in dem das Reflexionsvermögen höchstens 0,6% ist, in Tabelle 1 gezeigt sind. In Tabelle 1 bedeutet "vorher" und "nachher" vor der Wärmebehandlung beziehungsweise nach der Wärmebehandlung.

[0181] Wie aus Tabelle 1 und den **Fig.** 4 bis 15 evident ist, kann erfindungsgemäß ein lichtabsorbierendes Antireflexionsglas mit hervorragender Wärmebeständigkeit mit einem einfachen Filmaufbau realisiert werden.

[0182] Wenn die Kurve des spektralen Reflexionsvermögens aus Beispiel 1 mit Beispiel 16 (Vergleichsbeispiel), das nur durch einen transparenten Film gebildet wird, verglichen wird, ist evident, daß mit der Kurve des spektralen Reflexionsvermögens aus Beispiel 1 der Bereich geringer Reflexion breit ist und somit hervorragende Antireflexionseigenschaften indiziert.

[0183] Ferner ist, wie aus der Kurve spektraler Durchlässigkeit und aus der sichtbaren Durchlässigkeit in Tabelle 1 evident ist, der in der vorliegenden Erfindung eingesetzte lichtabsorbierende Film in der Lage, die Durchlässigkeit zu vermindern im Vergleich mit einem transparenten Antireflexionsfilm. Demgemäß ist, wenn die vorliegende Erfindung auf eine Glasplatte, eine Vorderseite oder ein Filterglas, angebracht vor dem Bildschirm von z. B. einer CRT, angewendet wird, der Effekt für die Verbesserung des Kontrasts des Bildschirms bemerkenswert im Vergleich mit einem transparenten Antireflexionsfilm.

[0184] Ferner kann, wie aus diesen Beispielen evident ist, erfindungsgemäß die Lichtabsorption von einfallendem Licht von der Siliziumdioxidfilmseite des lichtabsorbierenden Antireflexionsfilms der vorliegenden Erfindung innerhalb eines Bereichs von 10 bis 35% durch Auswählen der Filmdicke des lichtabsorbierenden Films innerhalb eines bevorzugten Bereichs eingestellt werden. Natürlich wird, wie aus dem Graphen des spektralen Reflexionsvermögens in den Beispielen evident ist, falls die Dicke des lichtabsorbierenden Films erhöht wird, der Wellenlängenbereich geringer Reflexion schmal. Demgemäß kann die Filmdicke in Abhängigkeit des bestimmten Zwecks ausgewählt werden.

[0185] Ferner ist es, wie aus dem Vergleich zwischen Beispielen 1 bis 5 und 14, **Fig.** 4, **Fig.** 6, **Fig.** 10 und **Fig.** 11 und Beispielen 17 (Vergleichsbeispiel) und **Fig.** 9 evident ist, möglich, das Antireflexionsverhalten hervorragend zu machen durch angemessene Auswahl der Filmbildungsbedingungen und der Filmdicke für Titannitrid und der Filmdicke des Siliziumdioxidfilms. Allerdings neigt, falls Titannitrid in einer dünnen Dicke gebildet wird, um das Antireflexionsverhalten zu verbessern, die Wärmebeständigkeit dazu, etwas niedrig zu sein, und die Eigenschaftsveränderung nach der Wärmebehandlung neigt dazu, etwas groß zu sein.

[0186] Wie aus Beispiel 5 evident ist, wird, falls die Filmdicke des Titannitrids dick gemacht wird, die Veränderung der Eigenschaften durch Wärmebehandlung vermindert werden im Vergleich mit dem Fall, in dem der Film dünn ist. Allerdings ist in einem solchen Fall das sichtbare Reflexionsvermögen vor der Wärmebehandlung so klein wie 0,12%, jedoch ist ein Anstieg des Reflexionsvermögens bemerkenswert an den beiden Enden des Wellenlängenbereichs des sichtbaren Lichts, und die Reflexionsfarbe ist hellblau-purpur.

[0187] Wie aus den Beispielen 6 und 7 evident ist, kann, auch wenn die Filmdicke des Titannitrids dünn gemacht wird, die Wärmebeständigkeit bemerkenswert verbessert werden durch Bildung einer Oxidationsbarriereschicht auf dem Titannitridfilm.

[0188] Wie aus Beispiel 8 und Figur 7 evident ist, kann die Reflexionsfarbe nahezu farblos gemacht werden durch Einfügen einer Reflexionsfarbeeinstellungsschicht in den Filmaufbau.

[0189] Wie aus Beispiel 9 und Figur 8 evident wird, kann ein lichtabsorbierender Antireflektor, der hervorragende Niedrigreflexionseigenschaften zeigt, mittels der vorliegenden Erfindung erhalten werden, auch wenn ein Kunststoffmaterial als Substrat eingesetzt wird.

[0190] Ferner wurden die Proben aus den Beispielen 1 bis 15 Kratzbeständigkeitstests durch Radieren (Beladung: 500 g, 20 Wiederholungen) vor und nach der Wärmebehandlung unterworfen. Als ein Ergebnis wurden in allen Fällen keine Kratzspuren, welche praktisch problematisch sein würden, beobachtet. Insbesondere in den Beispielen 1 bis 9, 14 und 15 wurden keine Kratzspuren beobachtet.

Tabelle 1

Beispiel	Oberflächenwiderstand (kΩ/□)	Sichtbares Reflexionsvermögen (%)	Sichtbare Durchlässigkeit (%)	Lichtabsorptionsvermögen (%)	Wellenlängenbereich (nm), in dem das Relexionsvermögen höchstens 0,6% ist
	Vorher/nachher	Vorher/nachher	Vorher/nachher	Vorher/nachher	Vorher/nachher
1	0,63/1,45	0,10/0,08	69,3/72,1	28,4/25,4	472-746/467-744
2	2,33/6,52	0,18/0,23	62,7/66,8	35,3/30,9	496-677/489-680
3	0,35/1,84	0,08/0,38	66,3/70,2	31,6/27,2	428-721/415-601
4	0,87/7,55	0,24/1,87	75,8/81,0	21,3/14,1	404-660/402-481
5	0,40/0,85	0,12/0,11	60,1/63,3	38,1/33,8	485-654/471-655
6	0,61/0,71	0,11/0,10	66,2/69,1	31,7/28,6	475-736/461-738
7	0,30/0,33	0,10/0,11	68,7/70,6	29,0/27,0	427-719/420-744
8	0,35/1,69	0,35/0,39	65,9/70,3	31,8/27,1	438-667/435-661
9	0,87/----	0,33/----	65,4/----	32,3/----	455-681/------
10	0,25/0,66	0,12/0,09	49,6/52,3	49,2/46,4	422-734/418-745
11	0,18/0,23	0,15/0,12	58,5/61,7	39,8/36,4	416-723/409-732
12	0,26/0,71	0,37/0,33	48,9/53,0	49,6/45,4	424-709/417-713
13	0,23/0,31	0,14/0,12	45,4/48,5	53,5/50,3	418-717/414-715
14	0,65/4,81	0,15/0,64	71,3/75,6	26,3/21,2	419-693/412-689
15	1,12/8,71	0,74/1,84	71,9/76,9	25,0/18,6	501-595/------
16	0,22/0,47	0,82/0,57	94,7/95,0	0,4/0,3	532-625/514-612
17	0,22/0,29	1,22-1,13	48,7/50,9	49,0/46,8	------/------

[0191] Der Vielschichtfilm, der für den lichtabsorbierenden Antireflektor der vorliegenden Erfindung zu verwenden ist, weist eine einwandfreie Lichtabsorption und Antireflexionsverhalten auf und kann in einem einfa-

chen Filmaufbau und ohne Erhöhung der Gesamtfilmdicke realisiert werden.

[0192] Ferner ist es durch Verminderung der Durchlässigkeit möglich, den Kontrast zu erhöhen. Mit einem Oberflächenwiderstand von höchstens 1 kΩ/□ ist es möglich, einen lichtabsorbierenden Antireflektor mit einem Abschirmungseffekt gegenüber elektromagnetischen Wellen zu erhalten.

[0193] Ferner nimmt die vorliegende Erfindung im wesentlichen einen Doppelschicht- oder Dreischichtaufbau, wodurch im Vergleich mit einem herkömmlichen Antireflexionsfilm mit einem Vielschichtaufbau die Zahl der Grenzflächen klein ist, und er ist hervorragend in der Wärmebeständigkeit und der mechanischen Stärke wie der Kratzbeständigkeit. Dies ist bemerkenswert insbesondere in dem Fall eines Doppelschichtaufbaus gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung.

[0194] Ferner wird, wenn DC Sputtern als ein Filmbildungsverfahren der vorliegenden Erfindung verwendet wird, der Vorteil bestehen, daß die Stabilität des Verfahrens sichergestellt ist und ein Film mit einer großen Fläche leicht gebildet werden kann. Zusätzlich zu solchen Merkmalen kann ein lichtabsorbierender Antireflektor zu geringen Kosten hergestellt werden.

[0195] Ferner ist der erfindungsgemäße lichtabsorbierende Antireflektor hervorragend im Hinblick auf die Wärmebeständigkeit und ausreichend strapazierfähig gegenüber Wärmebehandlung auf einem Niveau, das für die Glasplatte einer Kathodenstrahlröhre erforderlich ist. Von einer solchen Konstruktion wird erwartet, daß sie für andere Anwendungen nützlich ist, bei denen Wärmebeständigkeit erforderlich ist.

Patentansprüche

1. Lichtabsorbierender Antireflektor, bestehend aus einem Substrat (**10**), einem auf dem Substrat (**10**) gebildeten, lichtabsorbierenden Film (**11**), welcher im wesentlichen aus einem Nitrid mindestens eines Metalls, ausgewählt aus der Gruppe, bestehend aus Titan, Zircon und Hafnium, besteht, einem auf dem lichtabsorbierenden Film (**11**) gebildeten Siliziumdioxidfilm (**13**), und einem im wesentlichen aus Silizium oder Siliziumnitrid bestehenden Film mit einer geometrischen Filmdicke von 1 bis 20 nm, der zwischen dem lichtabsorbierenden Film (**11**) und dem Siliziumdioxidfilm (**13**) gebildet wird, um die Reflexion des von der Siliziumdioxidfilmseite einfallenden Lichtes zu verringern, wobei die geometrische Filmdicke des lichtabsorbierenden Films von 5 bis 25 nm ist, und die geometrische Filmdicke des Siliziumdioxidfilms von 70 bis 110 nm ist, wobei das Substrat (**10**) ein Glassubstrat, ein Kunststoffsubstrat oder ein Kunststofffilm ist, welcher die Vorderseite eines Bildschirms bildet, der aus einer Glasplatte, welche selbst eine Kathodenstrahlröhre bildet, einem Frontscheibenmaterial, das durch ein Harz an einer Kathodenstrahlröhre angebracht zu verwenden ist, und einem Vorderseitenmaterial eines Flachbildschirms, wie eine Flüssigkristall-Bildschirmanzeige oder eine Plasma-Bildschirmanzeige, ausgewählt ist, wobei die Lichtabsorption des lichtabsorbierenden Antireflektors 10 bis 35% des einfallenden Lichtes von der Siliziumdioxidfilmseite ist, und wobei das Reflexionsvermögen des lichtabsorbierenden Antireflektors 0,6% in einem Wellenlängenbereich von 500 bis 650 nm nicht übersteigt.

2. Lichtabsorbierender Antireflektor nach Anspruch 1, wobei die geometrische Filmdicke des lichtabsorbierenden Films von 7 bis 20 nm ist.

3. Lichtabsorbierender Antireflektor nach Anspruch 1 oder 2, wobei die geometrische Filmdicke des lichtabsorbierenden Films von 10 bis 20 nm ist.

4. Lichtabsorbierender Antireflektor nach Anspruch 1 oder 2, wobei die geometrische Filmdicke des lichtabsorbierenden Films von 7 bis 15 nm ist.

5. Lichtabsorbierender Antireflektor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die geometrische Filmdicke des Siliziumdioxidfilms von 80 bis 100 nm ist.

6. Lichtabsorbierender Antireflektor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der lichtabsorbierende Film ein Film ist, der im wesentlichen aus einem Nitrid von Titan besteht.

7. Lichtabsorbierender Antireflektor nach Anspruch 6, wobei der im wesentlichen aus einem Nitrid von Titan bestehende Film ein Film ist, welcher durch Sputtern in einer Sputtergasatmosphäre, welche als Hauptkomponenten Stickstoff und ein Edelgas enthält, gebildet ist, wobei die Konzentration des Stickstoffs von 3 bis 50 Vol.-% ist.

8. Lichtabsorbierender Antireflektor nach Anspruch 6 oder 7, wobei der im wesentlichen aus einem Nitrid von Titan bestehende Film ein Film ist, welcher Sauerstoff in einer Menge von höchstens 0,5 im Atomverhältnis zu Titan enthält.

9. Lichtabsorbierender Antireflektor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei zusätzlich eine dünne Filmschicht auf dem Substrat zum Zweck des Verbesserns der Haftung an der Grenzfläche oder zum Einstellen der Farbe gebildet sein kann.

10. Lichtabsorbierender Antireflektor, bestehend aus einem Substrat (**20**), einem auf dem Substrat (**20**) gebildeten, lichtabsorbierenden Film (**21**), welcher im wesentlichen aus einem Nitrid mindestens eines Metalls, ausgewählt aus der Gruppe, bestehend aus Titan, Zircon und Hafnium, besteht, einem auf dem lichtabsorbierenden Film (**21**) gebildeten, transparenten Film (**22**) mit einem hohen Brechungsindex von mindestens 1,7, einem auf dem transparenten Film (**22**) gebildeten Siliziumdioxidfilm (**23**), und einem im wesentlichen aus Silizium oder einem Siliziumnitrid bestehenden Film mit einer geometrischen Filmdicke von 1 bis 20 nm, der zwischen dem lichtabsorbierenden Film (**21**) und dem transparenten Film (**22**) mit einem hohen Brechungsindex oder zwischen dem transparenten Film (**22**) mit einem hohen Brechungsindex und dem Siliziumdioxidfilm (**23**) gebildet ist, um die Reflexion des von der Siliziumdioxidfilmseite einfallenden Lichtes zu verringern, wobei die geometrische Filmdicke des lichtabsorbierenden Films von 15 bis 30 nm ist, die geometrische Filmdicke des transparenten Films (**22**) mit einem hohen Brechungsindex von 10 bis 40 nm ist, und die geometrische Filmdicke des Siliziumdioxidfilms von 50 bis 90 nm ist, wobei das Substrat (**20**) ein Glassubstrat, ein Kunststoffsubstrat oder ein Kunststofffilm ist, welcher die Vorderseite eines Bildschirms bildet, der aus einer Glasplatte, welche selbst eine Kathodenstrahlröhre bildet, einem Frontscheibenmaterial, das durch ein Harz an einer Kathodenstrahlröhre angebracht zu verwenden ist, und einem Vorderseitenmaterial eines Flachbildschirms, wie eine Flüssigkristall-Bildschirmanzeige oder eine Plasma-Bildschirmanzeige, ausgewählt ist, wobei die Lichtabsorption des lichtabsorbierenden Antireflektors von 30 bis 60% des von der Siliziumdioxidfilmseite einfallenden Lichtes ist, und wobei das Reflexionsvermögen des lichtabsorbierenden Antireflektors 0,6% in einem Wellenlängenbereich von 500 bis 650 nm nicht übersteigt.

11. Lichtabsorbierender Antireflektor nach Anspruch 10, wobei der lichtabsorbierende Film ein Film ist, welcher im wesentlichen aus einem Nitrid von Titan besteht.

12. Lichtabsorbierender Antireflektor nach Anspruch 11, wobei der im wesentlichen aus einem Nitrid von Titan bestehende Film ein Film ist, welcher durch Sputtern in einer Sputtergasatmosphäre gebildet ist, welche als Hauptkomponenten Stickstoff und ein Edelgas enthält, wobei die Konzentration des Stickstoffs von 3 bis 50 Vol.-% ist.

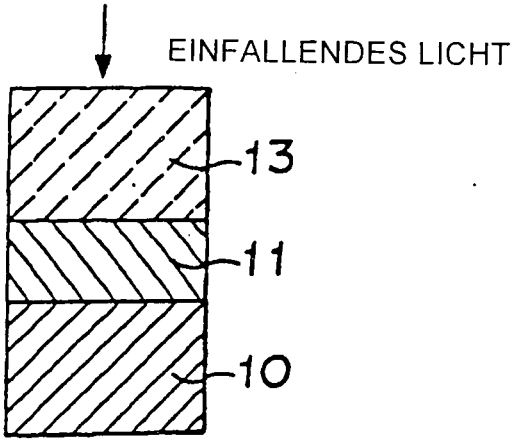
13. Lichtabsorbierender Antireflektor nach Anspruch 11 oder 12, wobei der im wesentlichen aus einem Nitrid von Titan bestehende Film ein Film ist, welcher Sauerstoff in einer Menge von höchstens 0,5 im Atomverhältnis zu Titan enthält.

14. Lichtabsorbierender Antireflektor nach einem der Ansprüche 10 bis 13, wobei zusätzlich eine dünne Filmschicht auf dem Substrat zum Zweck des Verbesserns der Haftung an der Grenzfläche oder zum Einstellen der Farbe gebildet sein kann.

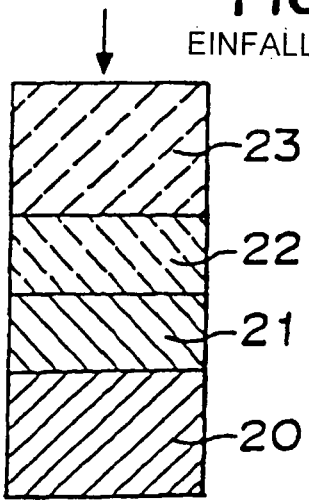
Es folgen 15 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

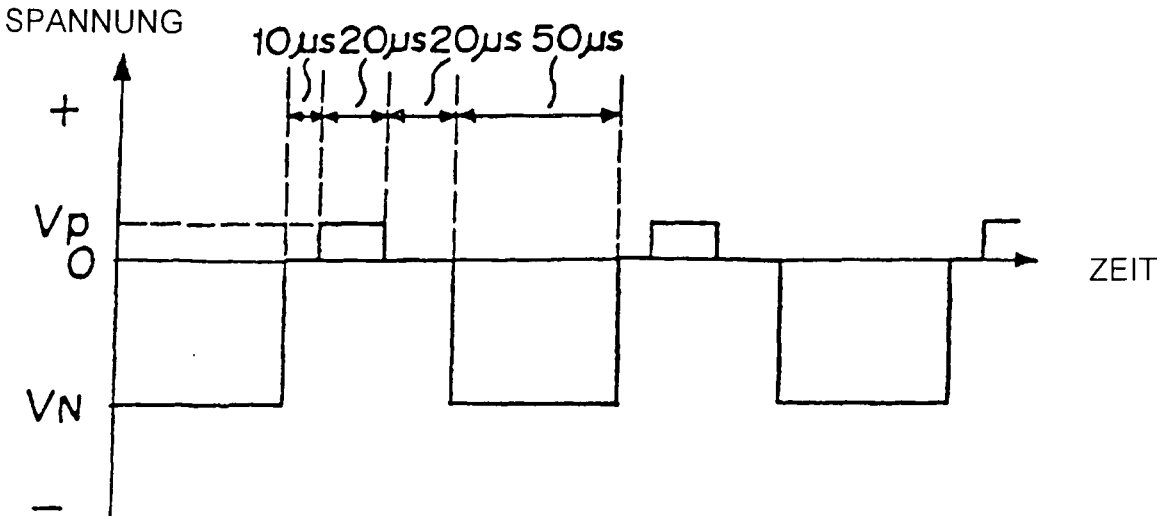
FIGUR 1



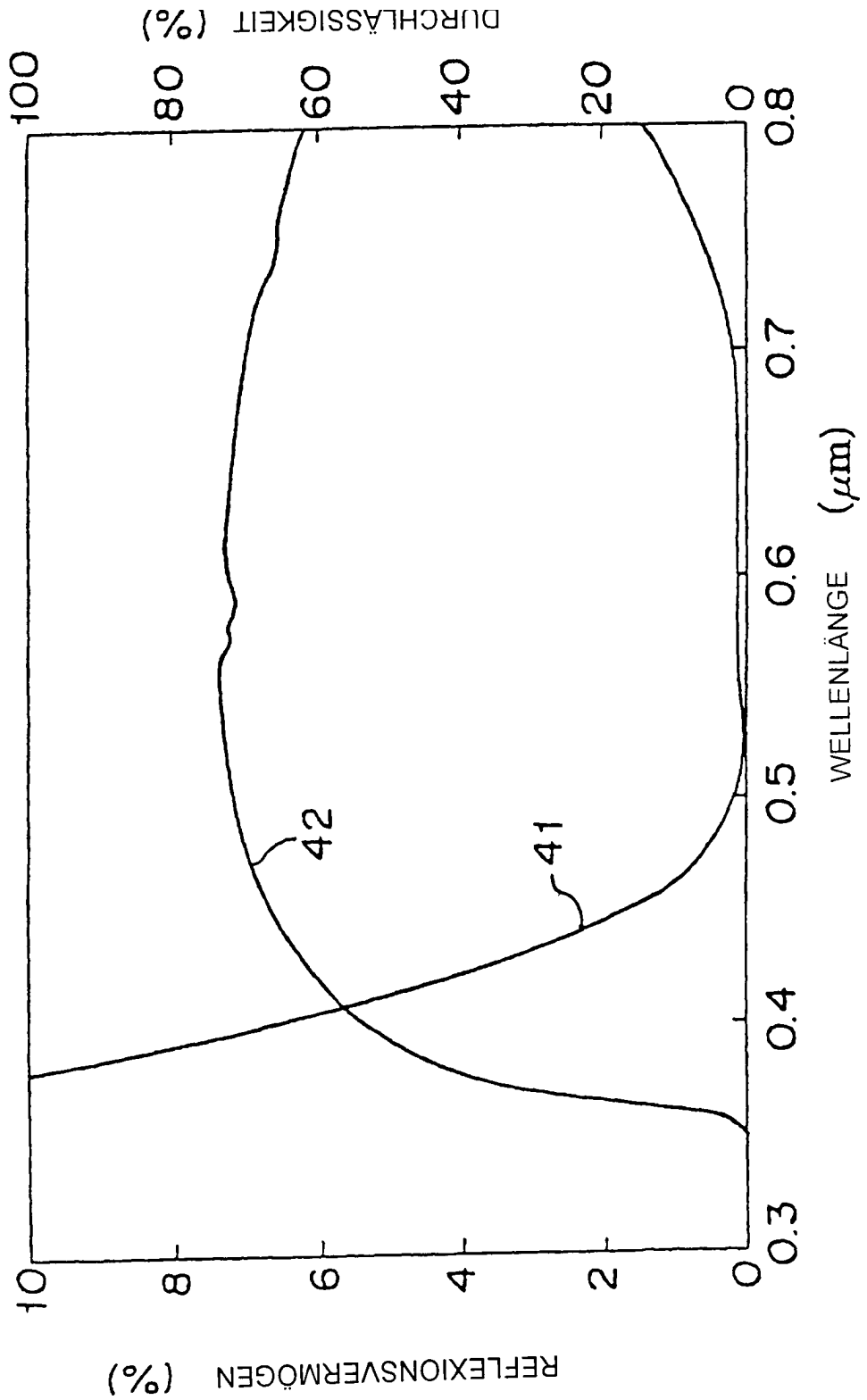
FIGUR 2



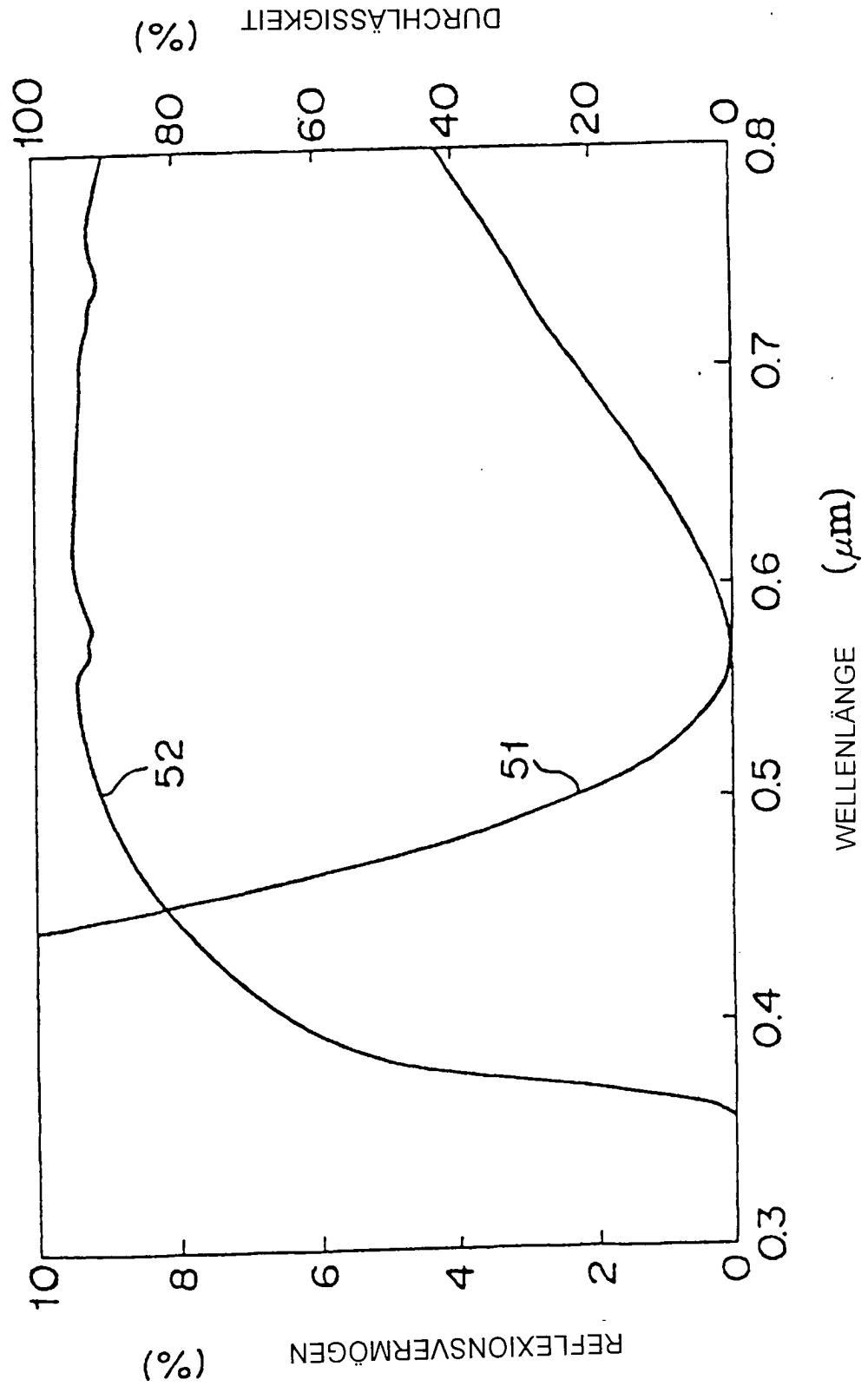
FIGUR 3



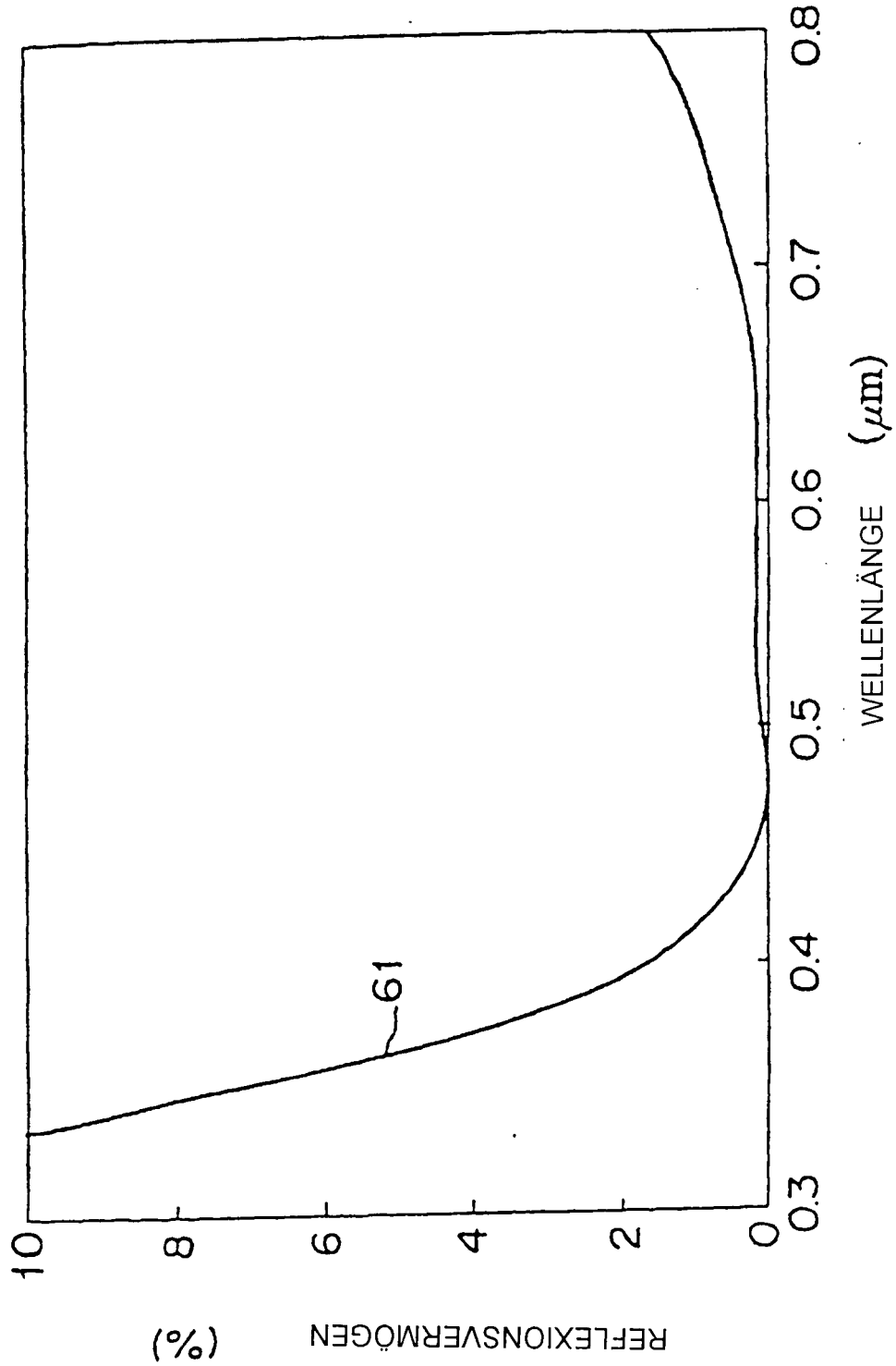
FIGUR 4


DURCHLÄSSIGKEIT (%)
100
80
60
40
20
0
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
WELLENLÄNGE (µm)
42
41
10
8
6
4
2
0
REFLEXIONSVERMÖGEN (%)

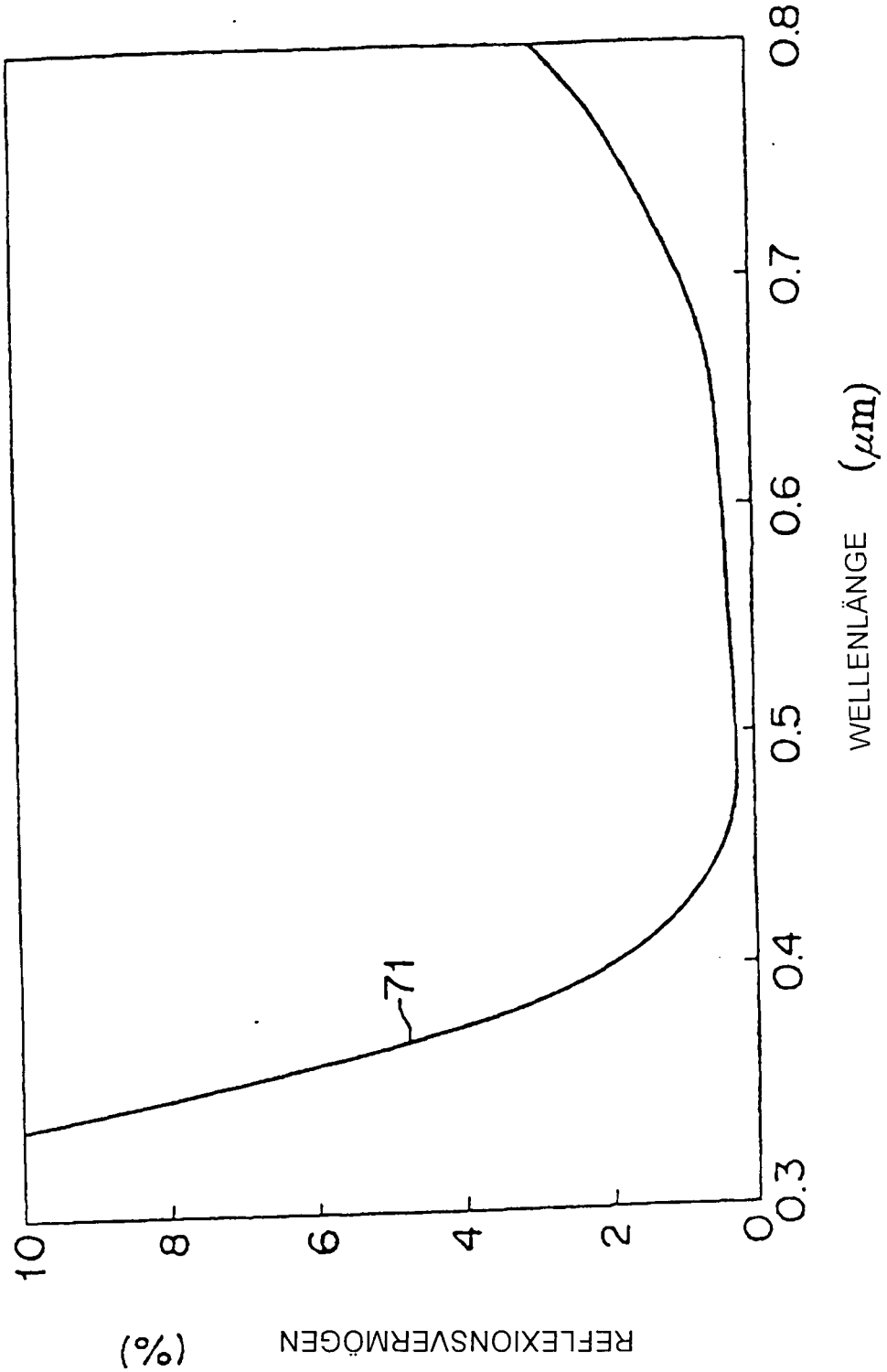
FIGUR 5


DURCHLÄSSIGKEIT
(%)
100
80
60
40
20
0
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
WELLENLÄNGE (μm)
52
51
10
8
6
4
2
0
REFLEXIONSVERMÖGEN
(%)

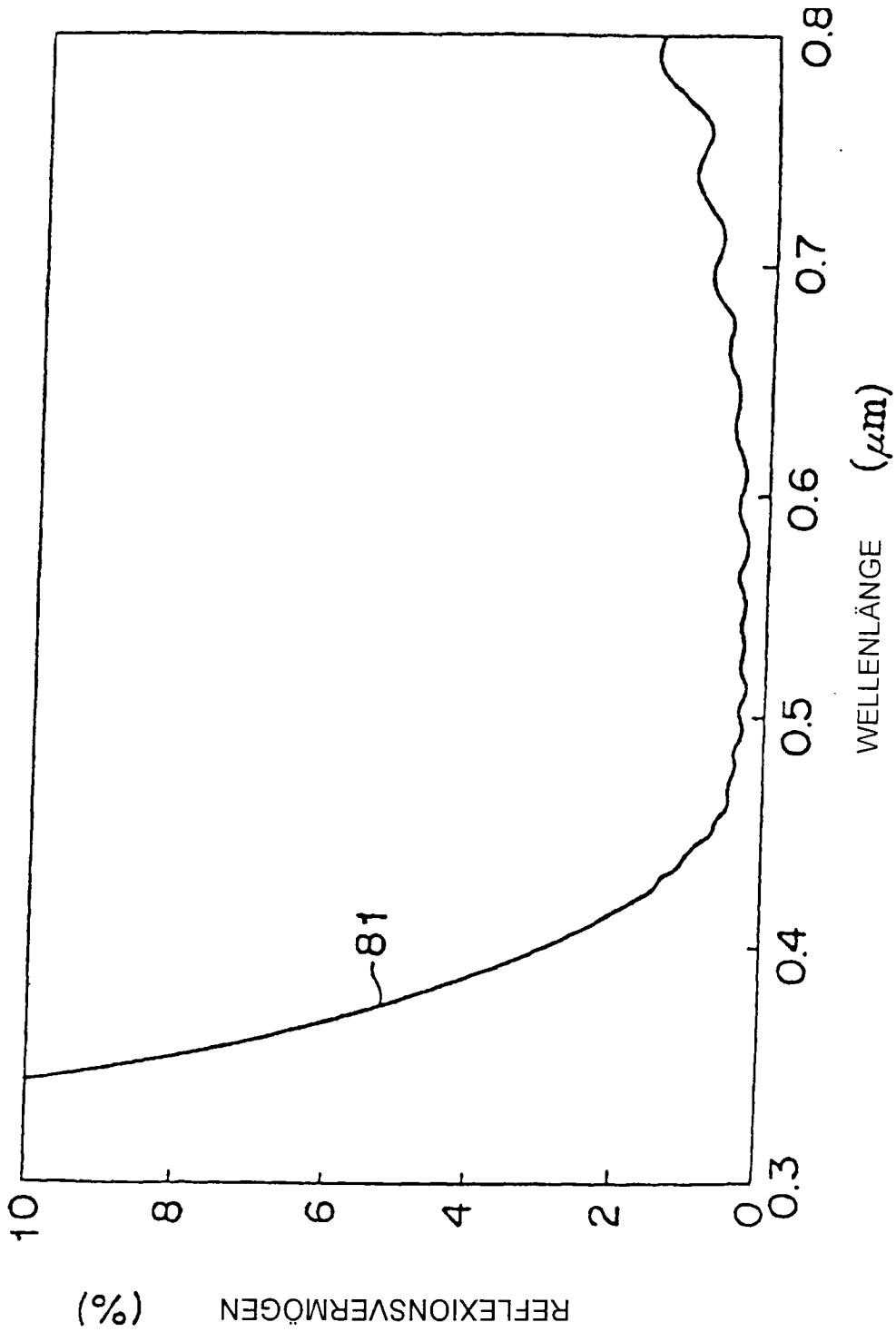
FIGUR 6


REFLEXIONSVERMÖGEN
(%)
10
8
6
4
2
0
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
WELLENLÄNGE (μm)
61

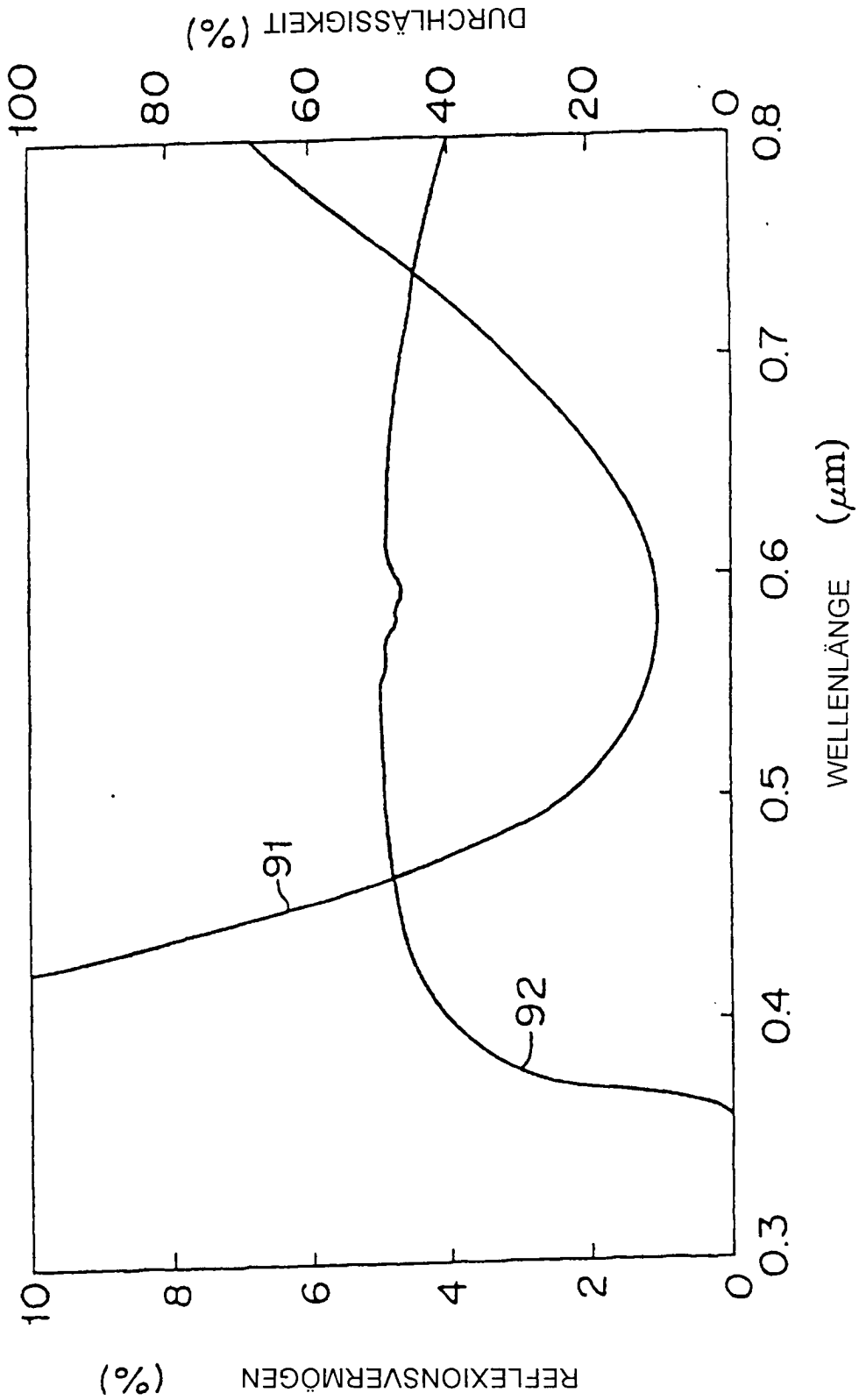
FIGUR 7


REFLEXIONSVERMÖGEN
(%)
10
8
6
4
2
0
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
WELLENLÄNGE (μm)
71

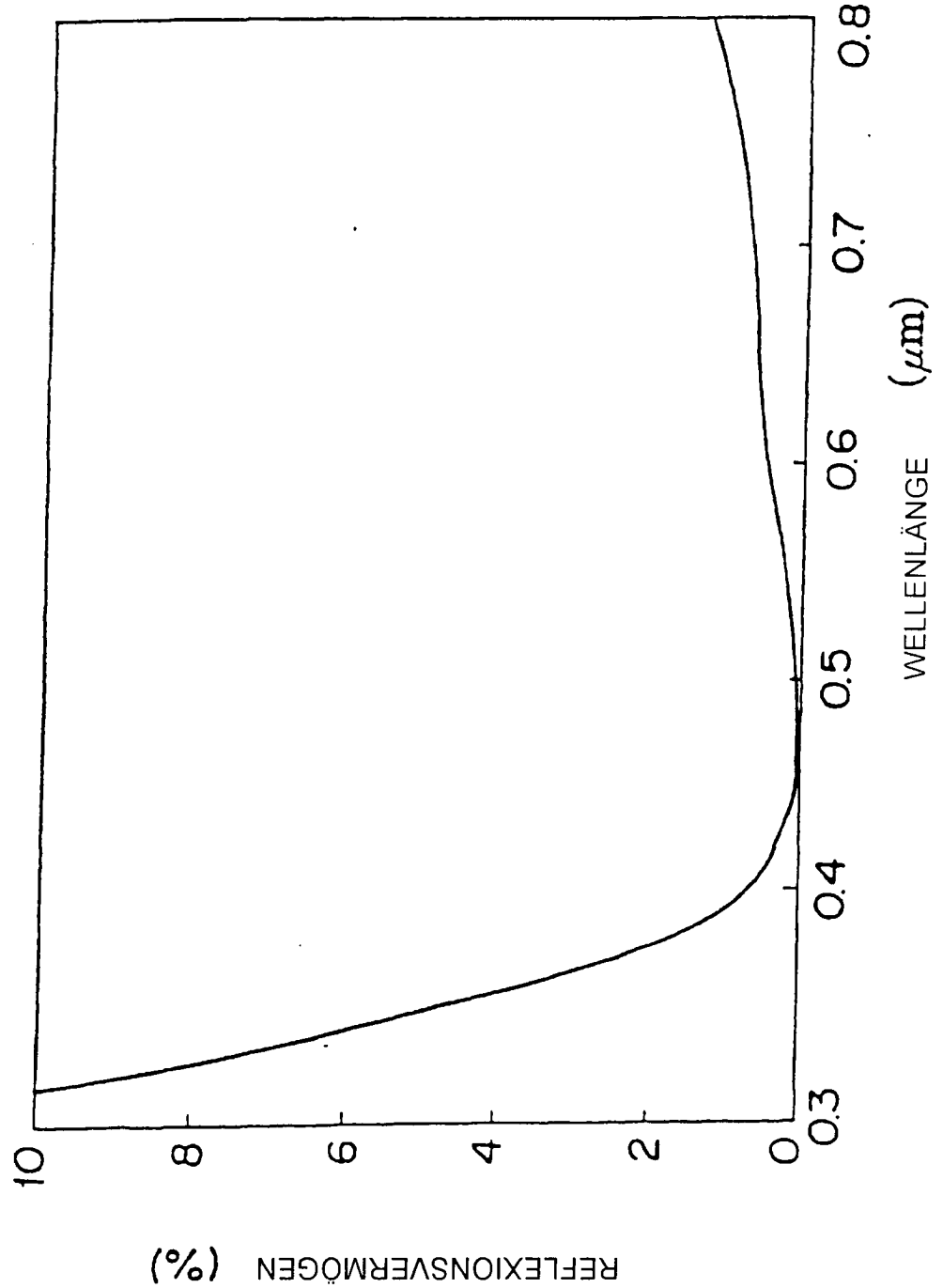
FIGUR 8


81
10
8
6
4
2
0
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
REFLEXIONSVERMÖGEN (%)
WELLENLÄNGE (μm)

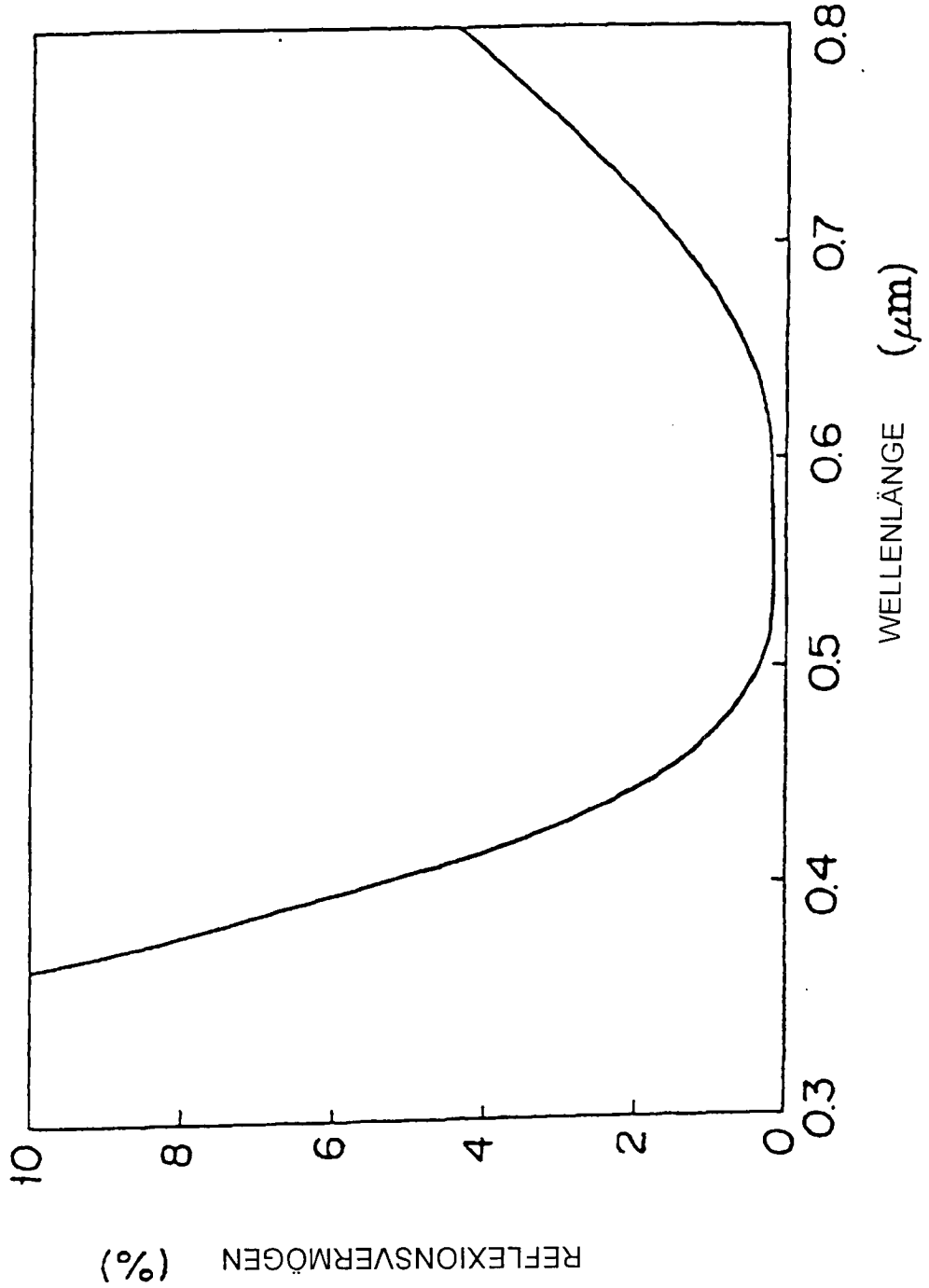
FIGUR 9


DURCHLÄSSIGKEIT (%)
100
80
60
40
20
0
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
WELLENLÄNGE (μm)
91
92
10
8
6
4
2
0
REFLEXIONSVERMÖGEN (%)

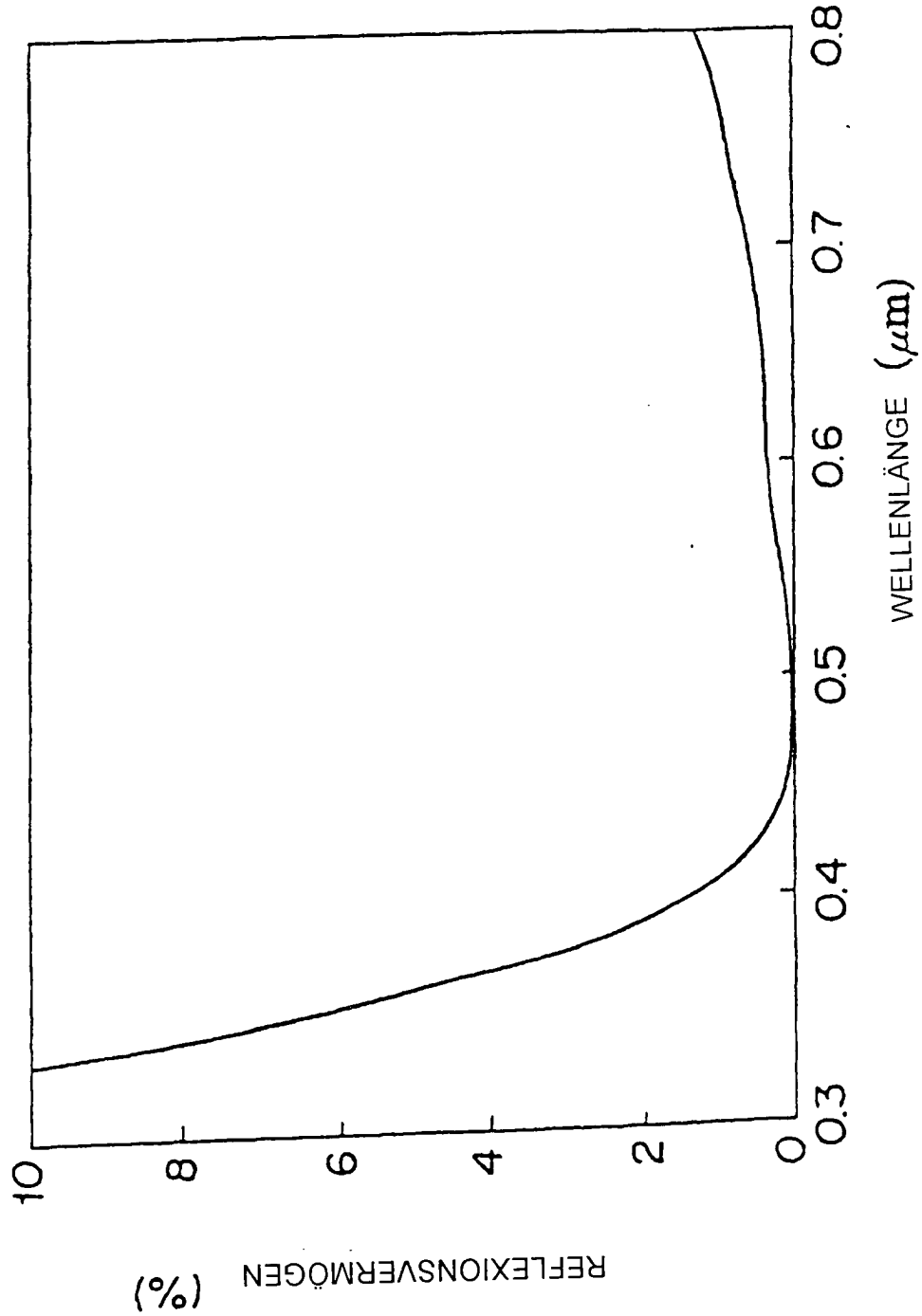
FIGUR 10


REFLEXIONSVERMÖGEN (%)
10
8
6
4
2
0
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
WELLENLÄNGE (μm)

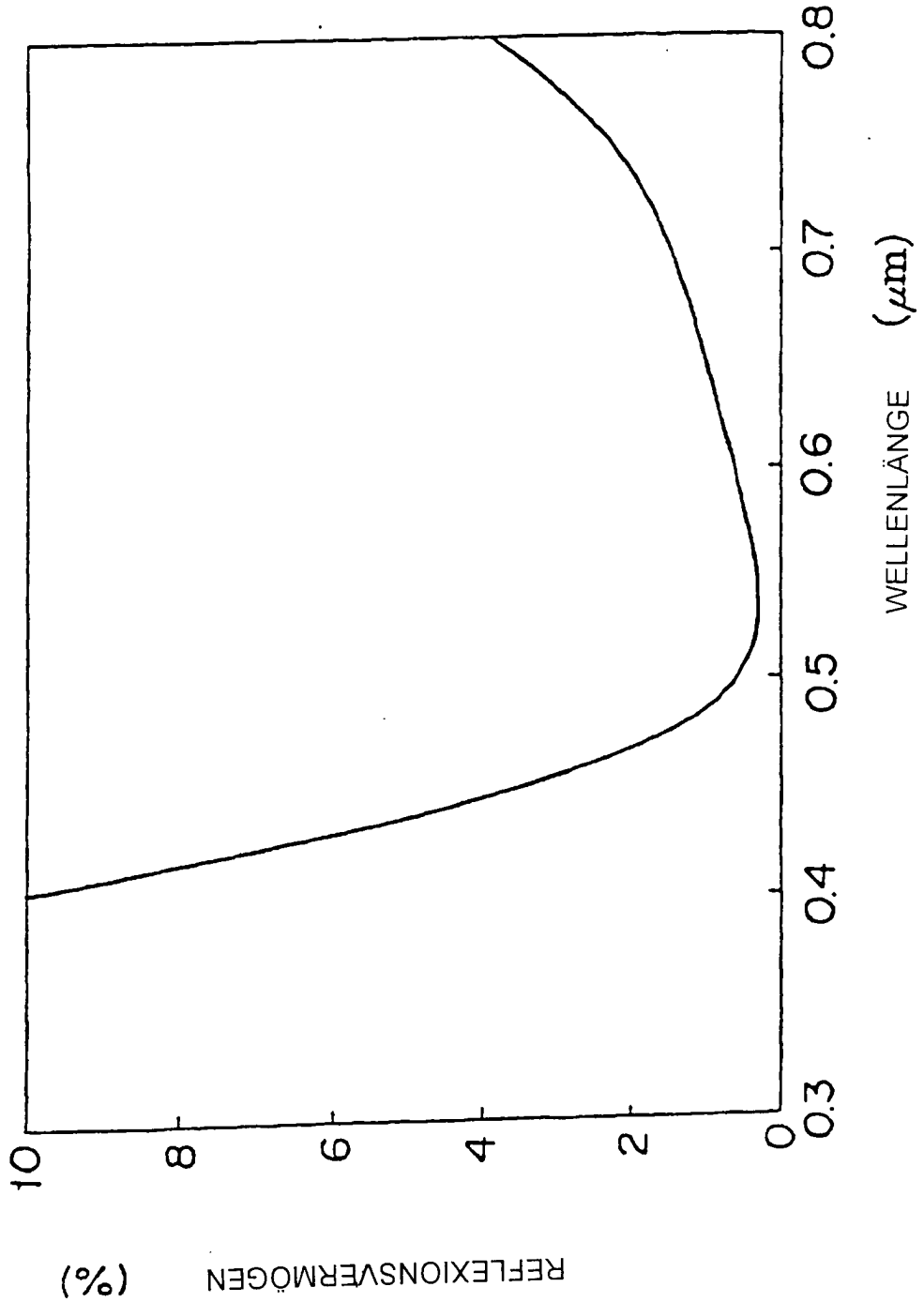
FIGUR 11


REFLEXIONSVERMÖGEN (%)
10
8
6
4
2
0
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
WELLENLÄNGE (µm)

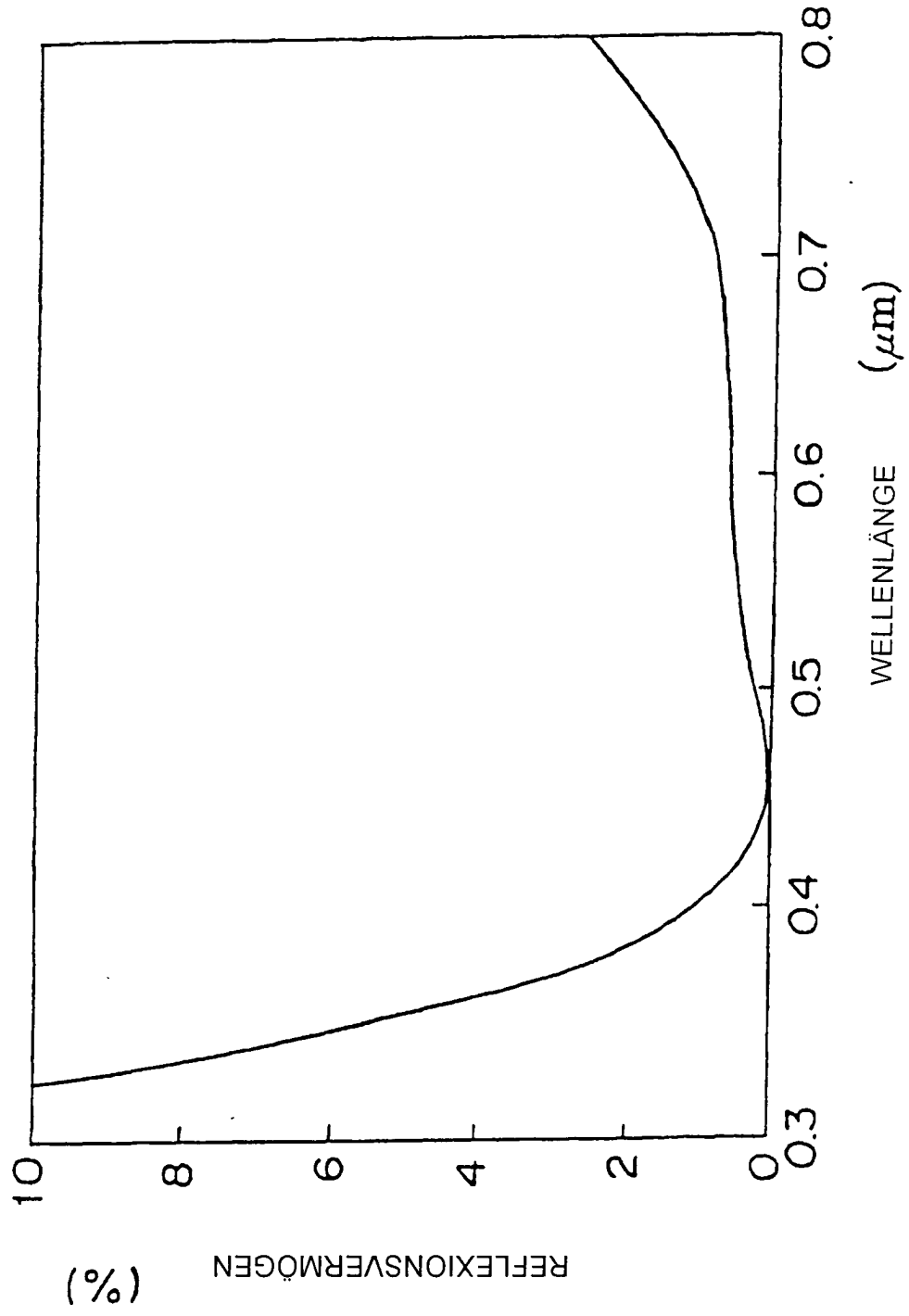
FIGUR 12


REFLEXIONSVERMÖGEN (%)
10
8
6
4
2
0
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
WELLENLÄNGE (μm)

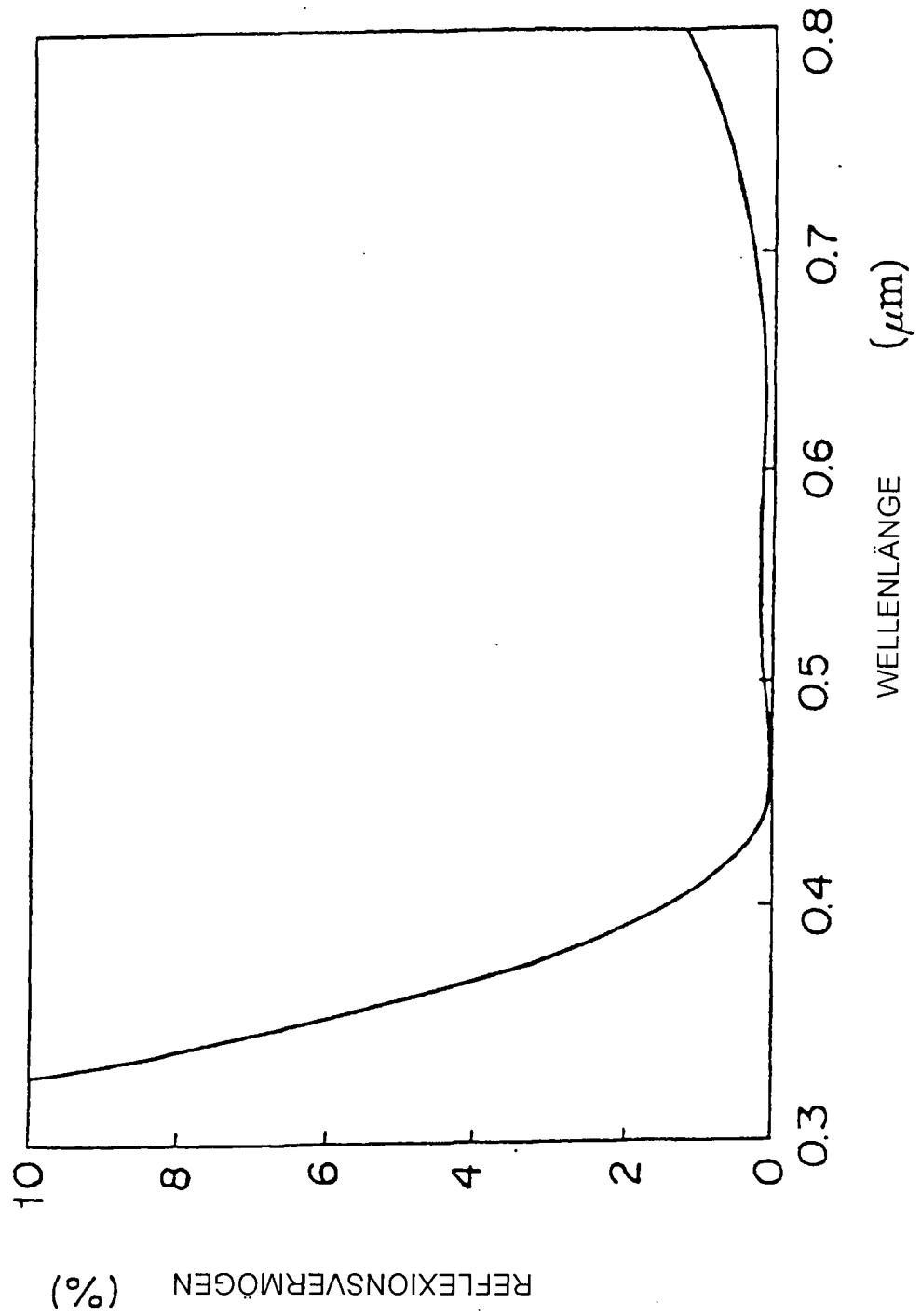
FIGUR 13


REFLEXIONSVERMÖGEN
(%)
10
8
6
4
2
0
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
WELLENLÄNGE (μm)

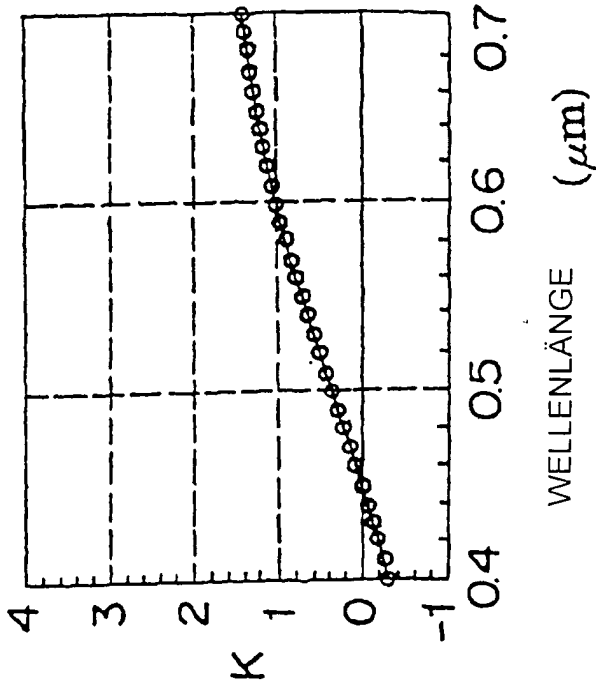
FIGUR 14

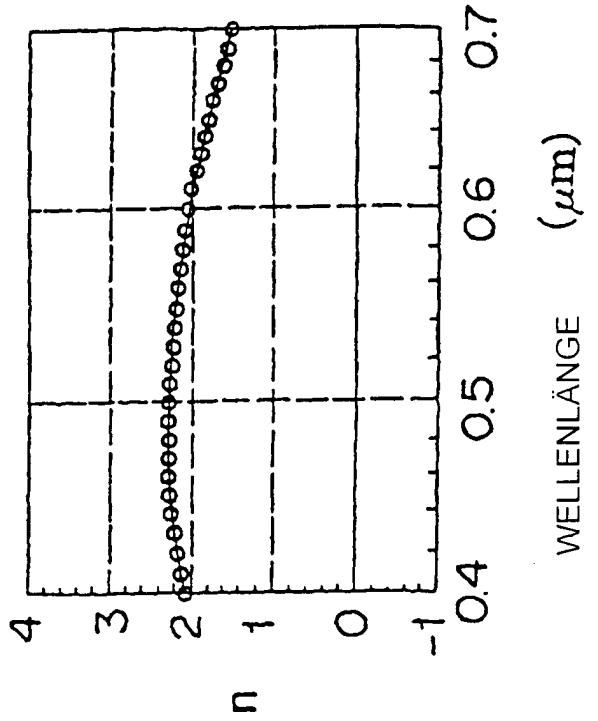

10
8
6
4
2
0
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
(%)
REFLEXIONSVERMÖGEN
WELLENLÄNGE (μm)

FIGUR 15

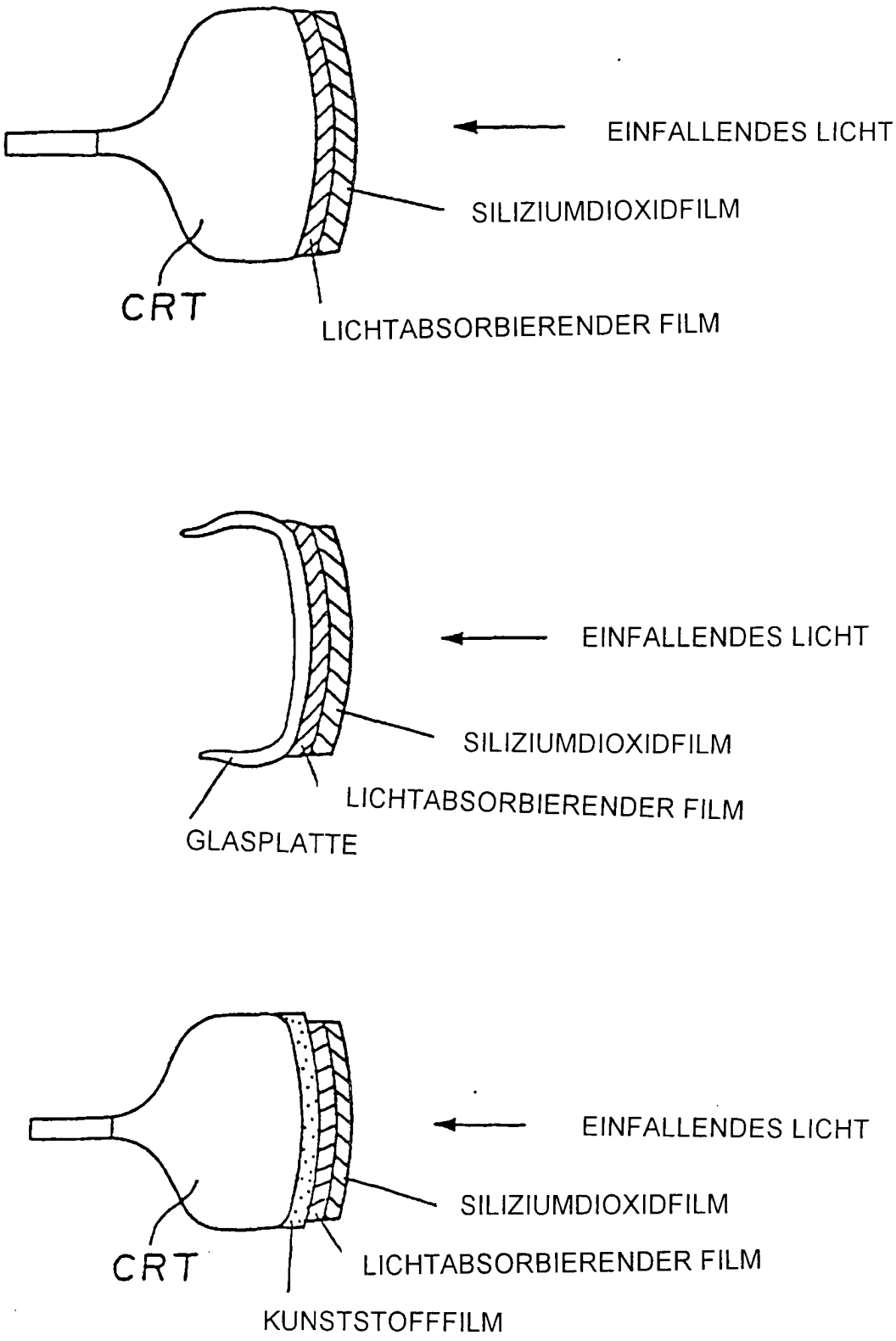

REFLEXIONSVERMÖGEN
(%)
10
8
6
4
2
0
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
WELLENLÄNGE
(μm)

FIGUR 16


4
3
2
K
1
0
-1
0.4
0.5
0.6
0.7
WELLENLÄNGE (μm)


4
3
2
n
1
0
-1
0.4
0.5
0.6
0.7
WELLENLÄNGE (μm)

FIGUR 17


EINFALLENDES LICHT
SILIZIUMDIOXIDFILM
CRT
LICHTABSORBIERENDER FILM
EINFALLENDES LICHT
SILIZIUMDIOXIDFILM
LICHTABSORBIERENDER FILM
GLASPLATTE
EINFALLENDES LICHT
SILIZIUMDIOXIDFILM
CRT
LICHTABSORBIERENDER FILM
KUNSTSTOFFFILM