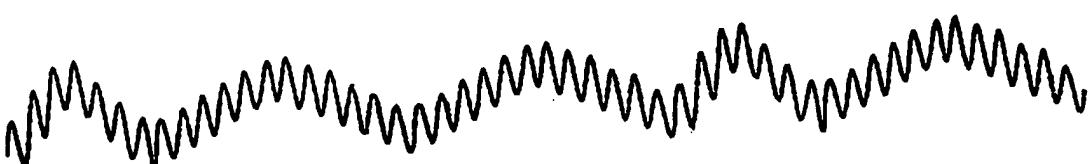


PCTWELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : G02B 1/11, 1/12	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/39673 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 11. September 1998 (11.09.98)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/00117		(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
(22) Internationales Anmeldedatum: 14. Januar 1998 (14.01.98)		
(30) Prioritätsdaten: 197 08 776.0 4. März 1997 (04.03.97) DE		Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>
(71) Anmelder (<i>für alle Bestimmungsstaaten ausser US</i>): FRAUNHOFER GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. [DE/DE]; Leonrodstrasse 54, D-80636 München (DE).		
(72) Erfinder; und		
(75) Erfinder/Anmelder (<i>nur für US</i>): GOMBERT, Andreas [DE/DE]; Fehrenbachallee 19, D-79106 Freiburg (DE). LERCHENMÜLLER, Hansjörg [DE/DE]; Obertal 14, D-77791 Bergaupten (DE).		
(74) Anwalt: MÜNICH, Wilhelm; München – Rösler, Wilhelm-Mayr-Strasse 11, D-80689 München (DE).		

(54) Title: ANTI-REFLECTION COATING AND METHOD FOR PRODUCING SAME

(54) Bezeichnung: ENTSPIEGELUNGSSCHICHT SOWIE VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG DERSELBEN

**(57) Abstract**

The invention relates to an anti-reflection coating with a carrier layer consisting of an optically transparent material. At least one surface of said layer has antireflective properties with respect to the wavelength of the radiation incident on said surface. The invention also relates to a method for producing said layer. The invention is characterized in that the antireflective surface has a rough surface with stochastically distributed structures, i.e. so-called macrostructures, and that said macrostructures are further modulated by periodically sequenced surface structures, i.e. so-called microstructures, the cycle lengths of which are smaller than the wavelengths of the radiation incident on the antireflective surface.

(57) Zusammenfassung

Beschrieben wird eine Entspiegelungsschicht mit einer aus einem optisch transparenten Material bestehenden Trägerschicht, die wenigstens auf einer Oberflächenseite antireflektierende Eigenschaften hinsichtlich der auf die Oberfläche einfallenden Strahlungswellenlängen aufweist. Ferner werden Verfahren zur Herstellung der Schicht beschrieben. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß die antireflektierende Oberflächenseite eine Oberflächenrauhigkeit mit stochastisch verteilten Strukturen – den sogenannten Makrostrukturen – aufweist und, daß die Makrostrukturen mit Oberflächenstrukturen periodischer Abfolge zusätzlich moduliert sind – den sogenannten Mikrostrukturen –, die Periodenlängen aufweisen, die kleiner als die Wellenlängen der auf die antireflektierende Oberfläche einfallende Strahlung sind.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauritanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		

Entspiegelungsschicht sowie Verfahren zur Herstellung derselben

Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf eine Entspiegelungsschicht mit einer aus einem optisch transparenten Material bestehenden Trägerschicht, die wenigstens auf einer Oberflächenseite antireflektierende Eigenschaften hinsichtlich der auf die Oberfläche einfallenden Strahlungswellenlängen aufweist. Überdies werden erfindungsgemäß Verfahren zur Herstellung der Entspiegelungsschicht angegeben.

Stand der Technik

An den Grenzflächen transparenter Medien, wie beispielsweise Glas- oder Kunststoffscheiben, die vorzugsweise für Fenster-, Bildschirm- oder Instrumentanzeigeflächen verwendet werden, wird stets ein Teil des auf die Grenzflächen einfallenden Lichtes reflektiert, also in den Raum zurückgespiegelt. Durch die auf der Grenzfläche der transparenten Medien auftretenden Reflexerscheinungen werden die Durchsichteigenschaften sowie das Ablesevermögen bei Bildschirmen oder Anzeigen erheblich beeinträchtigt. Zur Verbesserung der Durchsichteigenschaften beziehungsweise des Ablesevermögens von Bildschirmen ganz allgemeiner Art sind Entspiegelungsmaßnahmen bekannt, die verschiedenartigen Einfluß auf die Reflexionseigenschaften an den Grenzflächen nehmen.

So können spiegelnde Oberfläche unter anderem dadurch entspiegelt werden, daß die Oberfläche mit einer geeigneten Rauigkeit versehen wird. Zwar wird durch das Aufrauhen der Grenzflächenoberfläche derselbe Anteil des einfallenden Lichtes in den Raum zurückreflektiert, jedoch werden parallel auf die Oberfläche einfallende Lichtstrahlen durch die Oberflächenrauhigkeit in verschiedene Richtungen

zurückreflektiert. Auf diese Weise werden klare Spiegelbilder vermieden, das heißt Lichtquellen, die normalerweise mit scharfen Kanten abgebildet an der Grenzfläche reflektiert würden, führen lediglich zu einer recht homogenen Aufhellung der auf gerauhten Grenzfläche. Auf diese Weise werden starke Leuchtdichteunterschiede vermieden und die Reflexe werden weit weniger störend empfunden.

Diese Art der Entspiegelung wird erfolgreich beispielsweise bei Displays mit der Bezeichnung Antiglare-Schicht eingesetzt. Ein wesentlicher Vorteil dieser Entspiegelungstechnik liegt in der Abformbarkeit der Strukturen durch preisgünstige Prägeprozesse. Nachteilhaft bei dieser Art der Entspiegelung ist jedoch, daß die hemisphärische Reflexion, d.h. die Summe aus spiegelnder und diffuser Reflexion in den gesamten rückwärtigen Raumbereich, im günstigsten Fall nicht erhöht wird, wodurch die Untergrundhelligkeit derartig präparierter Glasoberflächen von Bildschirmen relativ hoch ist. Dies führt nicht zuletzt zu einer erheblichen Reduzierung des Kontrastes eines hinter einer solchen Antiglare-Schicht vorhandenen Bildes bzw. Anzeige.

Eine weitere Möglichkeit optische Flächen zu entspiegeln, besteht durch das Aufbringen geeigneter Interferenzschichten. Dabei wird die zu entspiegelnde Oberfläche mit einer oder mehreren dünnen Schichten mit geeignetem Brechungsindex und geeigneter Dicke beschichtet. Die Interferenzschichtstruktur ist dabei derart ausgebildet, daß in geeigneten Wellenlängenbereichen destruktive Interferenzerscheinungen im reflektierten Strahlungsfeld auftreten, wodurch beispielsweise Reflexe von Lichtquellen in ihrer Helligkeit stark reduziert werden. Jedoch verbleibt ihre Abbildung im reflektierten Strahlengang, im Unterschied zu der vorstehend genannten Antiglare-Schicht, scharf. Selbst bei einer visuellen Restreflexion < 0,4% wirken die schafen Spiegelbilder bisweilen störender als die relativ hohe Helligkeit von Antiglare-Oberflächen. Das Kontrastverhältnis ist gut. Für die meisten Bildschirme und weiteren Anwendungen sind jedoch Interferenzschichten in der Herstellung zu teuer.

Eine dritte Alternative zur Entspiegelung optischer Flächen besteht im Einbringen sogenannter Subwellenlängengitter, die auf der Grenzfläche eines optisch transparenten Mediums zu einem Brechzahlgradienten führt, wodurch eine optische Wirkung gleichsam der von Interferenzschichten erzeugt wird. Ein solcher Brechungsindexgradient wird durch Oberflächenstrukturen realisiert, sofern die Strukturen kleiner als die Wellenlängen des einfallenden Lichtes sind. Hierfür eignen sich günstigerweise die Herstellung periodischer Strukturen mittels holographischer Belichtung in einer Photoresistschicht, die auf der Oberfläche eines transparenten Mediums aufgebracht ist.

Beispiele derartiger Subwellenlängengitter sind den Druckschriften DE 38 31 503 C2 und DE 2 422 298 A1 entnehmbar.

Derartige Subwellenlängen-Oberflächengitter mit Perioden von 200 bis 300 nm eignen sich für die breitbandige Reflexionsminderung. Derartige Oberflächen, die auch unter dem Begriff "moth-eye-antireflection-surfaces" bekannt sind, sind in einem Artikel von M. C. Hutley, S. J. Willson, "The Optical Properties of Moth-Eye-Antireflection-Surfaces", OPTICA ACTA, 1982, Vol. 29, Nr. 7, Seite 993-1009, ausführlich beschrieben. Zwar besteht der große Vorteil derartige "Mottenaugen-Schichten" in der mittels Prägeprozessen preisgünstig zu vervielfältigenden Herstellungsweise, gleichsam der von Antiglare-Strukturen, doch ist die großflächige Herstellung derartiger Strukturen sehr schwierig, aufgrund der nur sehr engen optischen Toleranzbereiche hinsichtlich der Varianz von Strukturtiefen und einem sehr hohen Aspektverhältnis, d.h. sehr hohem Verhältnis aus Strukturtiefe und Periode der Strukturen, durch die sich verfälschende Farbeffekte einstellen können. Überdies bilden sich an derartigen Oberflächenvergütungen die Bilder von Lichtquellen ebenso scharf im reflektierten Bild ab, wie es bei Interferenzschichten der Fall ist.

Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Entspiegelungsschicht mit einer aus einem optisch transparenten Material bestehenden Trägerschicht, die wenigstens auf einer Oberflächenseite antireflektierende Eigenschaften hinsichtlich der auf die Oberfläche einfallenden Strahlungswellenlängen aufweist, derart weiterzubilden, daß insbesondere beim Einsatz bei Bildschirmoberflächen das Kontrastverhältnis im wesentlichen nicht durch das Reflexionsverhalten an der optischen Grenzfläche beeinträchtigt wird. Diskrete Reflexionsbilder, wie sie bei Interferenzschichten und Reflexionen an Subwellenlängengittern auftreten, sollen vermieden werden. Die erfindungsgemäße Entspiegelungsschicht soll insbesondere hemisphärische Reflexionseigenschaften aufweisen, die im Reflexionsgrad weit unter denen von normalen Antiglare-Schichten liegen. Überdies soll ein Verfahren zur Herstellung der erfindungsgemäßen Entspiegelungsschicht angegeben werden, mit dem auch großflächige Entspiegelungsschichten herstellbar sind, bei trotz geringen Herstellkosten.

Die Lösung der der Erfindung zugrundeliegenden Aufgabe ist im Anspruch 1 angegeben. Anspruch 7 richtet sich auf ein erfindungsgemäßes Herstellverfahren. Die abhängigen Ansprüche enthalten die jeweiligen Erfindungsgedanken vorteilhaft ausbildende Merkmale.

Erfindungsgemäß ist eine Entspiegelungsschicht mit einer aus einem optisch transparenten Material bestehenden Trägerschicht, die wenigstens auf einer Oberflächenseite antireflektierende Eigenschaften hinsichtlich der auf die Oberfläche einfallenden Strahlungswellenlängen aufweist, derart ausgebildet, daß die antireflektierende Oberflächenseite eine Oberflächenrauhigkeit mit stochastisch verteilten Strukturen - den sogenannten Makrostrukturen - aufweist, und, daß die Makrostrukturen mit Oberflächenstrukturen periodischer Abfolge zusätzlich moduliert sind - den sogenannten Mikrostrukturen -, die Periodenlängen aufweisen, die kleiner als die Wellenlängen der auf die antireflektierende Oberfläche einfallende Strahlung sind.

Der Erfindung liegt die Idee zugrunde, die Vorteile der Reflexionseigenschaften der vorstehend beschriebenen, bekannten Antiglare-Schichten mit denen von Subwellenlängengittern zu vereinen. Durch die Überlagerung von Makro- und Mikrostrukturen auf ein und derselben optischen Oberfläche werden zum einen diskrete Reflexionsbilder aufgrund der Makrostrukturen verhindert, und zum anderen der Anteil durch hemisphärische Reflexion an der Oberfläche durch die Mikrostrukturen drastisch verringert. Insbesondere im Einsatz auf Monitordisplayoberflächen bewirkt die erfindungsgemäße Entspiegelungsschicht eine erhebliche Erhöhung der Kontrastverhältnisse, eine weitgehende Zerstörung von Spiegelbildreflexen und eine entscheidende Reduzierung von hemisphärischer und spiegelnder Reflexion.

Durch die erfindungsgemäße Überlagerung von Makro- und Mikrostrukturen ist auch eine großflächige Herstellung der erfindungsgemäßen Spiegelschicht im Unterschied zu den an sich bekannten "Mottenaugen-Strukturen" möglich, zumal die bei größeren Flächen, die nur mit Mottenaugen-Strukturen versehen sind, auftretende Fleckigkeit durch die Makrostruktur und die damit einhergehende diffuse Oberflächenbeschaffenheit regelrecht wegkaschiert, d.h. optisch in den Hintergrund gedrängt wird.

Um den gewünschten Effekt der diffusen Reflexion durch die Makrostrukturen zu erreichen, sind statistisch auf die Oberfläche der Entspiegelungsschicht aufzubringende Strukturen mit einer durchschnittlichen Strukturgröße, typischerweise in der Größenordnung des 10-100fachen der Wellenlänge der auf die Oberfläche einfallenden Strahlung. Durch die rein statistische Verteilung der Makrostrukturen erhält die Entspiegelungsschicht eine Oberflächenrauheit, durch die an der Oberfläche auftreffende Strahlung vollständig diffus reflektiert wird. Um die Nachteile der vorstehend beschriebenen, nicht verringerten hemisphärischen Reflexion zu vermeiden, gelangen die diffus reflektierten Strahlungsanteile, bedingt durch die zusätzlich an der Oberfläche vorgesehenen Mikrostrukturierung, die eine typische Periodenlänge von kleiner als 250 nm und eine typische Strukturtiefe von

größer als 100 nm aufweist, gleichsam der Reflexion an Interferenzschichten in destruktive Interferenz. Aufgrund der destruktiven Interferenzerscheinungen werden die hemisphärischen Reflexionseigenschaften der erfindungsgemäß Entspiegelungsschicht erheblich verbessert, wodurch sich insbesondere im Einsatz von Bildschirmoberflächen bzw. Instrumentendisplays verbesserte Kontrastverhältnisse ergeben. Auch eignet sich der Einsatz der erfindungsgemäß Entspiegelungsschicht insbesondere für solare Anwendungen, wie beispielsweise die Verglasung von Solarzellen oder ähnlichen, photovoltaisch arbeitenden Systemen.

Durch die bevorzugte Ausführungsform der Entspiegelungsschicht auf einer Trägerfolie, die beispielsweise einseitig klebend ausgebildet sein kann, kann die Schicht auf die unterschiedlichsten optischen Systeme vielseitig angebracht werden. Insbesondere eignet sich die Entspiegelungsschicht für Flüssigkristallanzeigen und -bildschirme, bei denen die Schicht zusammen mit dem Polarisator in einer einzigen Folie kombiniert werden kann. Reflexionsmessungen haben ergeben, daß es mit Hilfe der erfindungsgemäß Entspiegelungsschicht möglich ist, sowohl die direkte als auch die hemisphärische Reflexion visuell auf deutlich unter 1% zu verringern.

Neben der Verwendung von Folien als transparente Trägerschicht, kann die erfindungsgemäß Entspiegelungsschicht auch direkt auf Glassubstrate aufgebracht werden, die beispielsweise als Displayoberfläche eines Monitors oder einer sonstigen Instrumentenanzeige dienen.

Ferner ist erfindungsgemäß ein Verfahren zur Herstellung einer Entspiegelungsschicht mit einer, aus einem optisch transparenten Material bestehenden Trägerschicht, die wenigstens auf einer Oberflächenseite antireflektierende Eigenschaften hinsichtlich der auf die Oberfläche einfallenden Strahlungswellenlängen aufweist, derart ausgebildet, daß sich das Verfahren aus der Kombination folgender Verfahrensschritte zusammensetzt:

In einem ersten Schritt wird wenigstens eine Oberfläche eines flächigen Substrats mit einer stochastisch verteilten Oberflächenstruktur, den sogenannten Makrostrukturen versehen.

Das Aufbringen von Makrostrukturen erfolgt entweder auf mechanischem, chemischem Weg oder mit Hilfe einer Photoresistschicht, die entsprechend belichtet wird, Alternativ kann auch die Substratoberfläche mit einer Beschichtung überzogen werden, die eine Oberflächenrauhigkeit in der gewünschten Weise aufweist oder bildet.

Ferner wird auf die vorstehend vorbehandelte Substratoberfläche, falls auf ihr noch keine Photoresistschicht aufgebracht worden ist, eine Photoresistschicht aufgetragen, die mit einem Interferenzmuster durch Überlagerung zweier kohärenter Wellenfelder belichtet wird, so daß Oberflächenstrukturen mit periodischer Abfolge, den sogenannten Mikrostrukturen entstehen. Die derart belichtete Photoresistschicht wird nachfolgend entwickelt. Im weiteren wird die Makro- und Mikrostrukturen aufweisende Substratoberfläche auf eine Prägematrix abgeformt, mittels der die aus einem optisch transparenten Material bestehende Trägerschicht im Rahmen eines Prägeprozesses strukturiert wird.

Die Herstellung der Makrostruktur auf einer Substratoberfläche kann auf mechanischem Wege vorzugsweise mittels Sandstrahlen, Glasperlstrahlen oder durch Läppen, d.h. mittels Schleifverfahren, die zur gewünschten Oberflächenrauhung führen, erfolgen.

Neben der mechanischen Aufrauhung bieten beispielsweise naßchemische Ätzverfahren alternative Wege, die Substratoberfläche mit der gewünschten Rauigkeit zu versehen. Auch können Schichtablagerungen auf die Substratoberfläche, die die gewünschten Oberflächenrauhigkeiten aufweisen, zu den Makrostrukturen führen.

Neben der direkten Behandlung der Substratoberfläche sieht das Aufbringen einer Photoresistschicht auf die Substratoberfläche eine weitere, alternative Herstellungsweise für die Makrostruktur vor. Die Dicke der aufzutragenden Photoresistschicht muß dabei größer gewählt werden als die erzielbare Strukturtiefe, die man in Überlagerung der Makrostrukturen und Mikrostrukturen erhält. So ist es zum einen möglich, durch inkohärente oder kohärente Belichtung der Photoresistschicht unter Verwendung von Grauwertmasken eine stochastische Strukturverteilung auf der Photoresistschicht zu erhalten. Alternativ oder in Ergänzung zu der vorstehenden Belichtungsvariante können auch Specklemuster in die Photoresistschicht einbelichtet werden. Hierzu eignen sich Diffusor-Glasscheiben, die mit kohärentem Licht bestrahlt werden. Die auf diese Weise vorbelichtete Photoresistschicht kann in diesem Stadium entwickelt werden, wodurch sich auf der Photoresistschicht, die wie gesagt genügend dick ausgebildet ist, ein stochastisch verteiltes Höhenprofil, die sogenannte Makrostruktur, ergibt.

Ebenso kann auch die vorstehend belichtete Photoresistschicht ohne Zwischenentwicklung einem weiteren Belichtungsschritt ausgesetzt werden, durch den die Mikrostrukturierung in die Oberfläche einbelichtet wird. Unter Zuhilfenahme zweier in Überlagerung gebrachter, kohärenter Wellenfelder wird die vorbelichtete, und gegebenenfalls entsprechend vorbehandelte Photoresistschicht mit dem sich aus der Überlagerung ergebenden Interferenzmuster belichtet, so daß sich auf der stochastisch verteilten Oberflächenstruktur eine periodische Abfolge sogenannter Mikrostrukturen bilden.

Gleichsam dem aus der Übertragungstechnik elektromagnetischer Wellen bekannten Prinzip der modulierten Trägerfrequenz, wird mit der vorstehend beschriebenen Verfahrensweise auf die Makrostruktur eine Mikrostruktur aufmoduliert. Ein nachgeschalteter Entwicklungsprozeß legt, sofern der Entwicklungsschritt zur räumlichen Erzeugung der Makrostruktur noch nicht durchgeführt worden ist, die gesamte Makro- und Mikrostruktur auf der Photoresistschicht räumlich frei.

Die auf diese Weise erhaltene Oberflächenstruktur wird in einem nachfolgenden, vorzugsweise galvanischem Abformvorgang auf einen typischerweise aus Nickel bestehenden Metallmasters übertragen. Der Metallmaster oder Kopien des Metallmasters dienen als Prägestempel für anschließende Prägeprozesse. Bei diesen anschließenden Prägeprozessen werden die erfindungsgemäßen Oberflächenstrukturen beispielsweise durch thermoplastische Formgebung oder durch UV-Aushärtung auf Trägerschichten übertragen, die typischerweise als Folien ausgebildet sind. Neben Folien bieten sich auch organische oder anorganische Beschichtungen oder auch feste Polymere an.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung exemplarisch beschrieben, auf die im übrigen bezüglich der Offenbarung aller im Text nicht näher erläuterten erfindungsgemäßen Einzelheiten ausdrücklich verwiesen wird. Es zeigen:

Fig. 1 die schematisierte Darstellung der erfindungsgemäßen Oberflächenstruktur sowie

Fig. 2 Diagrammdarstellung zur hemisphärischen Reflexion einer nach dem erfindungsgemäßen Verfahren entspiegelten Grenzflächesubstrat-Luft.

Kurze Beschreibung eines Ausführungsbeispiels

Aus Fig. 1 ist in bloßer schematischer Darstellung ein typisches Oberflächenprofil in Querschnittsdarstellung der erfindungsgemäßen Entspiegelungsschicht dargestellt. Die Makrostruktur unterliegt einer stochastischen, das heißt ungleichförmigen Verteilung und entspricht in Analogie zur Übertragungstechnik elektromagnetischer

Wellen der Form einer Trägerwelle, die der in Fig. 1 dargestellten Oberflächenstruktur unterlegt werden kann. Auf die Trägerwelle, respektive auf die Makrostruktur ist die Mikrostrukturierung quasi aufmoduliert.

In Fig. 2 ist eine Diagrammdarstellung zu entnehmen, die einer Messung entspricht, bei der die Reflexionseigenschaften eines optisch transparenten Mediums mit einem Brechungsindex von 1,6 vermessen worden sind. Deutlich ist zu erkennen, daß die hemisphärische Reflexion über den gesamten sichtbaren Wellenlängenbereich sowie in den angrenzenden Infrarotbereich deutlich unter 2% liegt.

Vergleichsmessungen mit blosen Antiglare-Entspiegelungsschichten haben gezeigt, daß diese um Größenordnungen über den gemessenen, in der Fig. 2 dargestellten Werten liegen.

PATENTANSPRÜCHE

1. Entspiegelungsschicht mit einer aus einem optisch transparenten Material bestehenden Trägerschicht, die wenigstens auf einer Oberflächenseite antireflektierende Eigenschaften hinsichtlich der auf die Oberfläche einfallenden Strahlungswellenlängen aufweist,
dadurch **gekennzeichnet**, daß die antireflektierende Oberflächenseite eine Oberflächenrauhigkeit mit stochastisch verteilten Strukturen - den sogenannten Makrostrukturen - aufweist und,
daß die Makrostrukturen mit Oberflächenstrukturen periodischer Abfolge - den sogenannten Mikrostrukturen - zusätzlich moduliert sind, die Periodenlängen aufweisen, die kleiner als die Wellenlängen der auf die antireflektierende Oberfläche einfallende Strahlung sind.
2. Entspiegelungsschicht nach Anspruch 1,
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Makrostrukturen eine durchschnittliche Strukturgröße in der Größenordnung des 10 bis 100-fachen der Wellenlänge der Strahlung beträgt.
3. Entspiegelungsschicht nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Trägerschicht als Folie ausgebildet ist.
4. Entspiegelungsschicht nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Folie einseitig klebend ausgebildet ist.
5. Entspiegelungsschicht nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Periodenlänge der Mikrostrukturen kleiner als 250 nm ist.

6. Entspiegelungsschicht nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Strukturtiefe der Mikrostrukturen größer als 100
nm beträgt.

7. Verfahren zur Herstellung einer Entspiegelungsschicht mit einer, aus einem
optisch transparenten Material bestehenden Trägerschicht, die wenigstens auf einer
Oberflächenseite antireflektierende Eigenschaften hinsichtlich der auf die Oberfläche
einfallenden Strahlungswellenlängen aufweist,
gekennzeichnet durch die Kombination folgender Verfahrensschritte:

- eine Oberfläche eines flächigen Substrats wird auf mechanischem oder
chemischem Weg derart aufgerauht, oder
- mit einer Photoresistschicht überzogen, die derart belichtet wird, oder
- mit einer Beschichtung versehen, die eine Oberflächenrauhigkeit bildet oder
aufweist,
daß stochastisch verteilte Strukturen - sogenannte Makrostrukturen - entstehen,
- auf die Oberfläche des flächigen Substrates wird, falls noch nicht vorhanden, eine
Photoresistschicht aufgebracht, die mit einem Interferenzmuster durch Überlagerung
zweier kohärenter Wellenfelder belichtet wird, so daß Oberflächenstrukturen mit
periodischer Abfolge - sogenannte Mikrostrukturen - entstehen,
- die belichtete Photoresistschicht wird entwickelt, und
- die Makro- und Mikrostrukturen aufweisende Substratoberfläche wird auf eine
Prägematrix abgeformt, mittels der die aus einem optisch transparenten Material
bestehende Trägerschicht im Rahmen eines Prägeprozesses strukturiert wird:

8. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch **gekennzeichnet**, daß der mechanische Weg der Oberflächenrauhung
mittels Sandstrahlen oder Glasperlstrahlen erfolgt.

9. Verfahren nach nach Anspruch 7 oder 8,
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Oberflächenaufrauhung durch Läppen bzw.
Schleifen der Oberfläche erfolgt.

10. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch **gekennzeichnet**, daß der chemische Weg der Oberflächenaufrauhung
mittels naßchemischen Ätzens erfolgt.

11. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch **gekennzeichnet**, daß eine Sol-Gel- Schicht auf die Oberfläche aufgebracht
wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 11,
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Verfahrensschritte nach den Ansprüchen 7 bis 10
in beliebiger Weise kombiniert werden.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 12,
dadurch **gekennzeichnet**, daß zur Herstellung der Makrostruktur die mit einer
Photoresistschicht überzogene Oberfläche des flächigen Substrats mittels einer
Grauwertverteilung aufweisenden Maske belichtet wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 13,
dadurch **gekennzeichnet**, daß zur Herstellung der Makrostruktur die mit einer
Photoresistschicht überzogene Oberfläche des flächigen Substrats mit einem
Specklemuster, das eine stochastische Intensitätsverteilung enthält, belichtet wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14,
dadurch **gekennzeichnet**, daß das Specklemuster mittels Durchstrahlung einer
Diffusor-Glasscheibe mit kohärentem Licht erzeugt wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 15,
dadurch **gekennzeichnet**, daß das Abformen der die Makro- und Mikrostrukturen
aufweisenden Substratoberfläche auf die Prägematrix mittels Galvanoformung
erfolgt.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 16,
dadurch **gekennzeichnet**, daß der Prägeprozeß mittels thermoplastischen Prägens
oder Prägens mit Strahlungshärtung, insbesondere UV-Aushärtung erfolgt.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 16,
dadurch **gekennzeichnet**, daß der Prägeprozeß der die Makro- und Mikrostrukturen
aufweisenden Substratoberfläche auf die Prägematrix mittels Spritzgußverfahren
erfolgt.

1 / 2

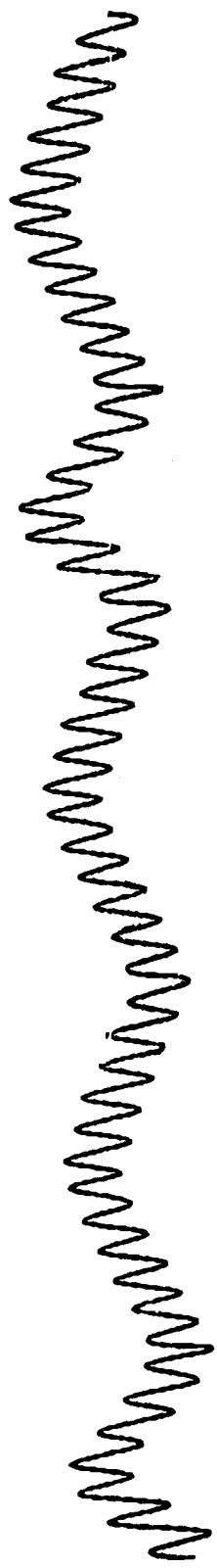


Fig. 1

2/2

Hemisphärische Reflexion einer nach dem beschriebenen
Verfahren entspiegelten Grenzfläche Substrat - Luft

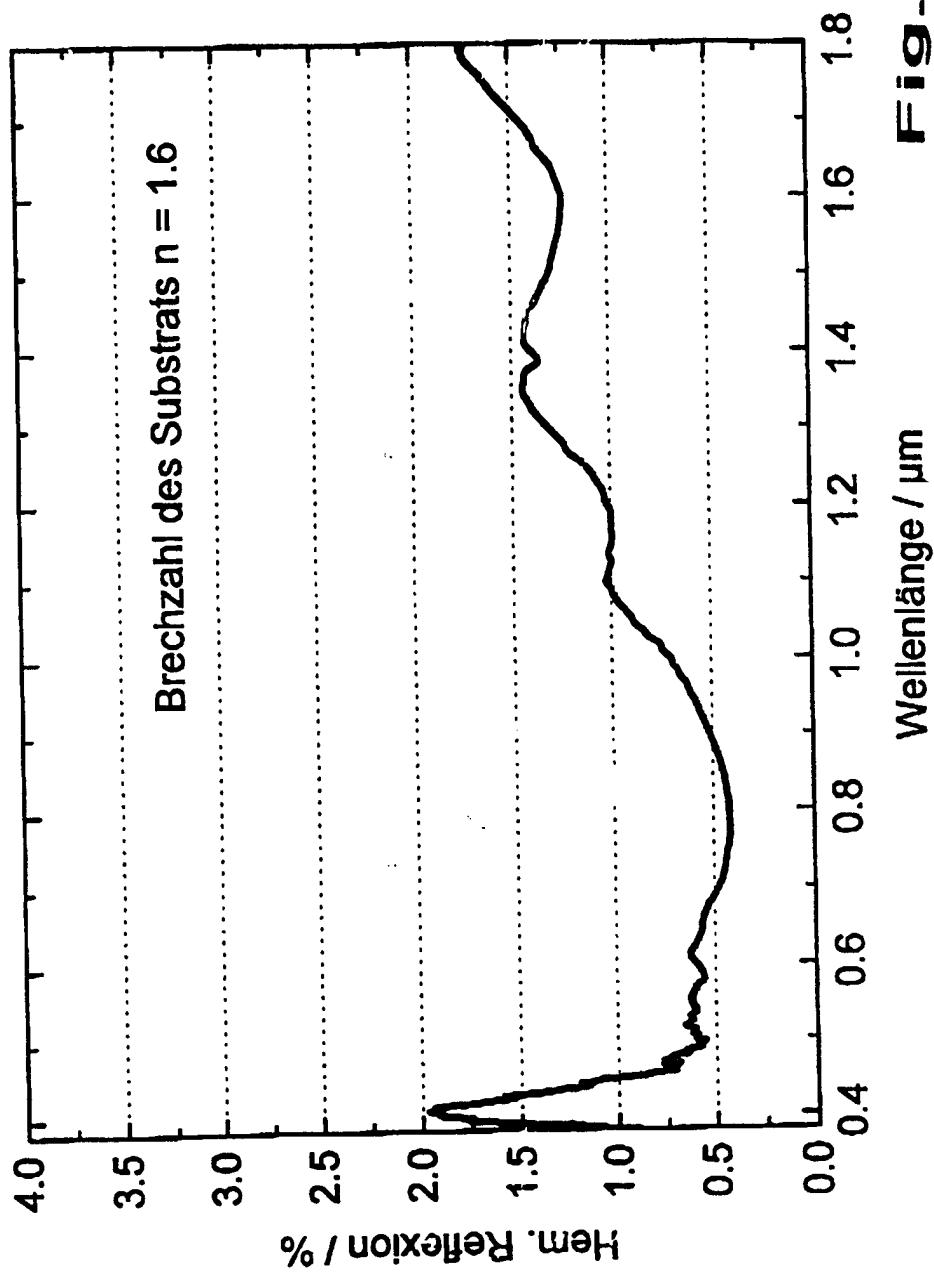


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 98/00117

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 G02B1/11 G02B1/12

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 G02B

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 944 986 A (ZUEL DAVID C) 31 July 1990 see column 5, line 12 - column 6, line 30; figures 2,4 ---	1,2,5
X	WO 95 31737 A (DAINIPPON PRINTING CO LTD ;TOMIZAWA NOBUYUKI (JP); SHIMIZU MASAHUM) 23 November 1995 see abstract; figure 6 ---	1
A	US 4 511 614 A (GREESON RICHARD L ET AL) 16 April 1985 see abstract; figure 4 ---	1
A	US 4 153 654 A (MAFFITT KENT N ET AL) 8 May 1979 see column 3, line 64 - column 5, line 65; figures 1,3 --- -/-	1,3,7

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 June 1998

Date of mailing of the international search report

22 07. 98

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

von Moers, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internal Application No

PCT/DE 98/00117

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 31 21 785 A (LICENTIA GMBH) 16 December 1982 see page 5 --- DE 38 31 503 A (VER GLASWERKE GMBH) 22 March 1990 cited in the application see page 3, line 8 - page 4, line 14 -----	7,8,10, 12 7,13,14
A		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Internal Application No

PCT/DE 98/00117

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 4944986 A	31-07-1990	CA 1331920 A		13-09-1994
		US 5120605 A		09-06-1992

WO 9531737 A	23-11-1995	NONE		

US 4511614 A	16-04-1985	NONE		

US 4153654 A	08-05-1979	US 4114983 A		19-09-1978
		AU 513979 B		15-01-1981
		AU 3339778 A		23-08-1979
		CA 1103499 A		23-06-1981
		DE 2807414 A		24-08-1978
		FR 2381323 A		15-09-1978
		GB 1601029 A		21-10-1981
		JP 1424764 C		15-02-1988
		JP 53125048 A		01-11-1978
		JP 62026441 B		09-06-1987

DE 3121785 A	16-12-1982	NONE		

DE 3831503 A	22-03-1990	NONE		

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internales Aktenzeichen

PCT/DE 98/00117

A. Klassifizierung des Anmeldungsgegenstandes
IPK 6 G02B1/11 G02B1/12

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 G02B

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

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ^a	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 944 986 A (ZUEL DAVID C) 31.Juli 1990 siehe Spalte 5, Zeile 12 - Spalte 6, Zeile 30; Abbildungen 2,4 ---	1,2,5
X	WO 95 31737 A (DAINIPPON PRINTING CO LTD ;TOMIZAWA NOBUYUKI (JP); SHIMIZU MASAHUM) 23.November 1995 siehe Zusammenfassung; Abbildung 6 ---	1
A	US 4 511 614 A (GEESON RICHARD L ET AL) 16.April 1985 siehe Zusammenfassung; Abbildung 4 ---	1
A	US 4 153 654 A (MAFFITT KENT N ET AL) 8.Mai 1979 siehe Spalte 3, Zeile 64 - Spalte 5, Zeile 65; Abbildungen 1,3 ---	1,3,7
	-/-	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

^a Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

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

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist

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

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

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

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

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

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

"*&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

18.Juni 1998

22.07.98

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

von Moers, F

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern: als Aktenzeichen

PCT/DE 98/00117

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 31 21 785 A (LICENTIA GMBH) 16.Dezember 1982 siehe Seite 5 ---	7,8,10, 12
A	DE 38 31 503 A (VER GLASWERKE GMBH) 22.März 1990 in der Anmeldung erwähnt siehe Seite 3, Zeile 8 - Seite 4, Zeile 14 -----	7,13,14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internat. Aktenzeichen

PCT/DE 98/00117

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 4944986 A	31-07-1990	CA	1331920 A	13-09-1994
		US	5120605 A	09-06-1992

WO 9531737 A	23-11-1995		KEINE	

US 4511614 A	16-04-1985		KEINE	

US 4153654 A	08-05-1979	US	4114983 A	19-09-1978
		AU	513979 B	15-01-1981
		AU	3339778 A	23-08-1979
		CA	1103499 A	23-06-1981
		DE	2807414 A	24-08-1978
		FR	2381323 A	15-09-1978
		GB	1601029 A	21-10-1981
		JP	1424764 C	15-02-1988
		JP	53125048 A	01-11-1978
		JP	62026441 B	09-06-1987

DE 3121785 A	16-12-1982		KEINE	

DE 3831503 A	22-03-1990		KEINE	
