

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50257/2012  
(22) Anmeldetag: 29.06.2012  
(43) Veröffentlicht am: 15.01.2014

(51) Int. Cl. : **C23C 16/30** (2006.01)  
**C23C 14/08** (2006.01)  
**G02B 1/04** (2006.01)  
**G02B 1/10** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
DE 102005015903 A1  
DE 102005028777 A1  
DE 3818341 A1 DE 69713347 T2  
DE 102009000699 A1  
EP 0529268 A2

(73) Patentanmelder:  
ZIZALA LICHTSYSTEME GMBH  
3250 WIESELBURG (AT)

(72) Erfinder:  
Pirringer Erik  
Wieselburg (AT)

(54) **Abdeckscheibe für das Gehäuse eines Scheinwerfers**

(57) Die Erfindung betrifft eine Abdeckscheibe (101) aus einem transparenten polymeren Material für das Gehäuse (102) eines Scheinwerfers (100) für ein Kraftfahrzeug, wobei die Abdeckscheibe (101) eine Innenfläche (103) und eine Außenfläche (104) aufweist, wobei zumindest auf der Innenfläche (103) der Abdeckscheibe (101) zumindest bereichsweise eine siliziumhaltige Schicht aufgebracht ist.

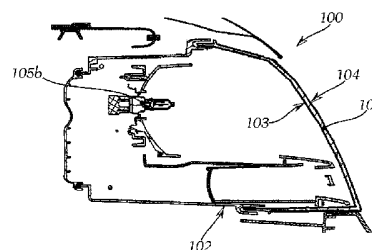


Fig. 2

### ZUSAMMENFASSUNG

Die Erfindung betrifft eine Abdeckscheibe (101) aus einem transparenten polymeren Material für das Gehäuse (102) eines Scheinwerfers (100) für ein Kraftfahrzeug, wobei die Abdeckscheibe (101) eine Innenfläche (103) und eine Außenfläche (104) aufweist, wobei zumindest auf der Innenfläche (103) der Abdeckscheibe (101) zumindest bereichsweise eine siliziumhaltige Schicht aufgebracht ist.

Fig. 2

### ABDECKSCHEIBE FÜR DAS GEHÄUSE EINES SCHEINWERFERS

Die Erfindung betrifft eine Abdeckscheibe aus einem transparenten polymeren Material für das Gehäuse eines Scheinwerfers für ein Kraftfahrzeug, wobei die Abdeckscheibe eine Innenfläche und eine Außenfläche aufweist.

Abdeckscheiben (Streuscheiben) für Kraftfahrzeugscheinwerfer werden vor allem aus Gründen eines geringen Fahrzeuggewichts häufig aus transparenten Kunststoffmaterialien wie Polycarbonat hergestellt. Derartige Kunststoffmaterialien weisen gegenüber mechanischen und chemischen Einflüssen jedoch eine unzureichende Beständigkeit auf. Zum Erhöhen der Beständigkeit werden die Oberflächen behandelt, insbesondere durch Aufbringen von Oberflächenbeschichtungen.

Bei Bauteilen aus Kunststoff wie Streuscheiben besteht ferner das Problem, dass sich beim Entformen der polymeren Bauteile auf deren Oberfläche elektrostatische Felder (bis zu 30 kV) bilden, die zu einer chaotischen Anordnung positiv und negativ geladener Bereiche auf der Bauteiloberfläche führen. Dadurch wird der in der Umgebung vorhandene Staub angezogen und bildet auf den Oberflächen verästelte Strukturen, die als Lichtenbergsche Figuren bezeichnet werden, aus.

Scheinwerfer weisen zum Druckausgleich bei Temperaturschwankungen normalerweise eine oder mehrere Luftöffnungen auf, durch welche Umgebungsluft in das Scheinwerfergehäuse eingebracht wird. Mit der Umgebungsluft kann jedoch auch Staub aus der Umgebung in das Gehäuse gelangen, der an der Innenfläche der polymeren Streuscheibe, also der Streuscheibenoberfläche, die dem Hohlraum des Scheinwerfergehäuses zugewandt ist, haften bleibt und dort Lichtenbergsche Figuren ausbildet. Die Ausbildung Lichtenbergscher Figuren auf der Streuscheibeninnenfläche ist besonders unerwünscht, da sich diese nicht ohne weiteres wieder entfernen lassen. Folglich sind Lichtenbergsche Figuren auf Streuscheibeninnenflächen ein häufiger Grund für Kundenreklamationen.

Eine bekannte Lösung für dieses Problem ist das Einbauen eines Filters in der Umgebungsluftzuleitung für das Scheinwerfergehäuse wobei der Filter den Staub aufnimmt und ihn damit am Eintritt in den Innenraum des Scheinwerfergehäuses hindert.

Die DE 102005028777 A1 offenbart eine Schutzmaßnahme gegen Lichtenbergsche Figuren mittels einer transparenten Beschichtung auf der Innenfläche einer Scheinwerferstreuscheibe. Diese Beschichtung ist elektrisch leitfähig und ist aus einem Gemisch aus einem Lack und leitfähigen Nanopartikeln gebildet. Diese Beschichtung hat jedoch den Nachteil, dass sie aufgrund der Nanopartikeln keine zufrieden stellende optische Transparenz aufweist. Wegen des eingeschränkten Lichtaustritts ist folglich eine stärkere Lichtquelle notwendig.

Ein weiteres bekanntes Problem ist die Betauung der Scheinwerfer, insbesondere bei hoher Luftfeuchtigkeit und kühler Witterung, wenn die sich innerhalb des durchlüfteten Scheinwerfers befindliche Luft durch das Scheinwerferlicht erwärmt und der Wasserdampf an der Innenfläche der Streuscheibe kondensiert. Dieses Problem wird in bekannter Weise mittels einer Antifog-Beschichtung gelöst, welche jedoch den Nachteil einer begrenzten Haltbarkeit aufweist.

Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine Schutzmaßnahme gegen Lichtenbergsche Figuren auf der Innenfläche einer Scheinwerferstreuscheibe bereitzustellen. Es ist ferner eine Aufgabe der Erfindung, eine Streuscheibe mit einem verbesserten Enttauvverhalten bereitzustellen und den Nachteil der begrenzten Haltbarkeit der gängigen Antifog-Beschichtungen zu beseitigen.

Diese Aufgaben werden durch eine Abdeckscheibe der eingangs genannten Art gelöst, wobei erfindungsgemäß zumindest auf der Innenfläche der Abdeckscheibe zumindest bereichsweise eine siliziumhaltige Schicht aufgebracht ist.

Es wurde der überraschende Sachverhalt festgestellt, dass dank der Erfindung die Ausbildung Lichtenbergscher Staubfiguren auf der Innenfläche der Abdeckscheibe im Vergleich zu einer unbeschichteten Abdeckscheibeninnenfläche verhindert und gleichzeitig das Enttauvverhalten durch Reduktion der Enttauvzeit deutlich verbessert wird.

Aus dem Stand der Technik ist einem Fachmann auf dem Gebiet eine Vielzahl an Verfahren zum Aufbringen siliziumhaltiger Schichten auf polymeren Bauteiloberflächen und polymeren Substraten bekannt.

Die DE 3818341 A1 offenbart einen Kunststoff-Halbspiegel mit einem Substrat aus Kunststoff, der eine erste Filmschicht aus  $\text{SiO}_2$  aufweist. Auf dieser ersten Filmschicht sind mindestens zwei  $\text{SiO}_2$ -Filmschichten und  $\text{CeO}_2$ -Filmschichten nacheinander aufgebracht.

Aus der EP 0 529 268 A2 ist eine kratzfeste Beschichtung für optische Materialien aus Kunststoff bekannt, wobei die Kunststoffoberfläche zuerst mit einer ersten dünnen Haftschrift aus  $\text{SiO}$  versehen wird. Anschließend wird auf der ersten Schicht eine zweite Schicht aus  $\text{SiO}_2$  aufgebracht. Die erste Schicht weist eine Dicke von einer Atomlage bis 50 nm und die zweite Schicht eine Dicke von wenigstens 500 nm auf. Beide Schichten werden in einer Vakuumkammer aufgebracht, die einen Verdampfer und eine Plasmaquelle enthält.

Die FR 2803289 B1 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung einer optischen Beschichtung auf einem Substrat, wobei das Abscheiden mindestens einer der Schichten durch Vakuumverdampfung eines Pulvers erfolgt, wobei das Pulver durch ein Gemisch aus Siliziumpulver und Siliziumdioxid-Pulver gebildet ist.

Die DE 10 2009 000 699 A1 beschreibt ein Beschichtungsverfahren für Kunststoffteile in einem Hochfrequenzplasmapolymersationsreaktor, um die Kratzfestigkeit dieser Kunststoffteile zu verbessern. Als Precursoren für das Plasma werden ein oder mehrere Siloxane, insbesondere Hexamethyldisiloxan (HMDSO), gegebenenfalls unter Sauerstoffzufuhr, verwendet. Bei den erhaltenen Schichten handelt es sich um organisch modifizierte  $\text{SiO}_2$ -Gertüste.

Die DE 697 13 347 T2 offenbart ein Verfahren zum Modifizieren von Kunststoffteilen mittels Flammbehandlung, wobei die Flamme durch ein Brennstoff/Oxidationsmittel-Gemisch genährt wird, welches wenigstens eine siliziumhaltige Verbindung enthält, die als Dampf in die Flamme eingeleitet wird und als Brennstoff fungiert.

Keine der oben genannten Veröffentlichungen weist jedoch darauf hin, dass durch Aufbringen einer siliziumhaltigen Schicht auf der Innenfläche einer Abdeckscheibe Lichtenbergsche Figuren verhindert werden können und gleichzeitig eine deutliche Verbesserung des Enttaunungsverhaltens erreicht werden kann.

Der in dieser Offenbarung verwendete Begriff „Abdeckscheibe“ bezieht sich auf jenen transparenten Bauteil eines Scheinwerfergehäuses, durch welchen das Licht austritt. Der Begriff „Scheinwerfer“ umfasst alle Arten von Kraftfahrzeugscheinwerfern, insbesondere Frontscheinwerfer und Heckleuchten.

Der Begriff „Innenfläche“ ist jene Fläche der Abdeckscheibe, die dem Gehäusehohlraum des Scheinwerfers zugewandt ist. Entsprechend ist unter der „Außenfläche“ jene Fläche zu verstehen, die dem Außenraum zugewandt ist.

Bei dem polymeren Material, aus welchem die Abdeckscheibe gefertigt ist, handelt es sich, ohne darauf beschränkt zu sein, vorzugsweise um ein thermoplastisches Polymer ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Polycarbonat (PC), Polymethylmethacrylat (PMMA), Polymethylmethylimid (PMMI) und Polyethylenterphtalat (PET).

Unter dem Begriff „siliziumhältige Schicht“ ist eine transparente Schicht zu verstehen, die Silizium, optional Sauerstoff, vorzugsweise Silizium und Sauerstoff, sowie optional C, H und/oder N umfasst. Wie unten näher erläutert wird, wird die siliziumhältige Schicht vorzugsweise durch Plasmapolymersation und/oder Vernetzung von siliziumorganischen Verbindungen mit Hilfe eines Plasmaprozesses bzw. mittels eines Sputterverfahrens hergestellt. Der Transmissionsgrad (Lichtdurchlässigkeit) für Abdeckscheiben sollte grundsätzlich bei mindestens 88 % liegen. Folglich ist es für die Funktionalität der Abdeckscheibe wesentlich, dass die siliziumhältige Schicht eine sehr gute optische Transparenz aufweist. Vorzugsweise handelt es sich bei der siliziumhältigen Schicht daher um eine hochtransparente Schicht, die im Wellenlängenbereich des sichtbaren Lichts im Wesentlichen absorptionsfrei ist. Vorzugsweise weist die siliziumhältige Schicht einen Extinktionskoeffizienten  $k$  von nicht mehr als  $10^{-2}$  auf ( $k \leq 10^{-2}$ ). Darüber hinaus kann die optische Transparenz auch von der gewählten Schichtdicke abhängig sein, wobei die optische Transparenz mit zunehmender Schichtdicke typischerweise abnimmt.

Ferner kann es erfindungsgemäß bevorzugt sein, dass siliziumhältige Schichten ausgeschlossen werden, welche den hohen Anforderungen an die optische Transparenz nicht entsprechen und folglich das Scheinwerferlicht nicht im gewünschten Ausmaß durch die Abdeckscheibe austreten lassen. Wie bereits erwähnt weist die siliziumhältige Schicht vorzugsweise einen Extinktionskoeffizienten  $k$  von nicht mehr als  $10^{-2}$  auf ( $k \leq 10^{-2}$ ). Vorzugsweise ist der

Brechungsindex der siliziumhaltigen Schicht niedriger als jener des polymeren Materials, aus welchem die Abdeckscheibe gefertigt ist.

Zweckmäßigerweise ist die siliziumhaltige Schicht auf der gesamten Innenfläche aufgebracht, um die gesamte Innenfläche frei von Lichtenbergschen Figuren zu halten und die Enttauerung auf der gesamten Innenfläche zu reduzieren.

Es ist bekannt, dass siliziumhaltige Beschichtungen die Kratzfestigkeit von Kunststoffteilen erhöhen können. Ist die siliziumhaltige Schicht eine kratzfeste Schicht, dann ist es vorteilhaft, wenn sie zumindest bereichsweise auch auf der Außenfläche der Abdeckscheibe aufgebracht ist und auf dieser eine kratzfeste Schutzschicht gegenüber den beim Betrieb von Kraftfahrzeugen auftretenden mechanischen Belastungen, beispielsweise Steinschlag, bewirkt. Vorzugsweise ist die siliziumhaltige Schicht auf der gesamten Außenfläche aufgebracht.

Es hat sich herausgestellt, dass eine Beschichtungsdicke im Nanometerbereich bereits ausreichend ist, um den erfindungsgemäßen Effekt (Verhindern der Lichtenbergschen Figuren und verbessertes Enttaunungsverhalten) zu bewirken. Vorzugsweise weist die siliziumhaltige Schicht auf der Innenfläche eine Dicke von 5 bis 100 nm auf. Derart dünne Schichten in diesem Nanometerbereich haben ferner den Vorteil einer guten optischen Transparenz.

Als besonders günstig hinsichtlich der optischen Transparenz und des Verhinderns Lichtenbergscher Figuren haben sich siliziumhaltige Schichten erwiesen, die Silizium und Sauerstoff umfassen, wobei diese sich auf eine Verbindung aus Silizium- und Sauerstoffatomen mit der allgemeinen Formel  $\text{Si}_y\text{O}_x$  beziehen, wobei  $y$  und  $x$  ganze Zahlen sind. Vorzugsweise ist  $y = 1$  und  $x = 1$  oder  $2$  ( $\text{SiO}_x$  mit  $x = 1$  oder  $2$ ). Optional können diese Silizium und Sauerstoff aufweisenden Schichten auch organische Bestandteile (C, H) aufweisen. Glasartige  $\text{SiO}_2$ -Schichten haben sich als besonders günstig herausgestellt.

In einem Aspekt ist die siliziumhaltige Schicht aus optional organisch modifiziertem  $\text{SiO}_x$  gebildet, wobei  $x$  vorzugsweise 1 oder 2 ist.  $\text{SiO}_x$  bezieht sich dabei auf Siliziumdioxid ( $\text{SiO}_2$ ) oder Siliziummonoxid ( $\text{SiO}$ ) oder deren Mischungen. Vorzugsweise ist die siliziumhaltige Schicht aus optional organisch modifiziertem  $\text{SiO}_2$  gebildet ist.

Bei einer ersten Variante handelt es sich um eine Schicht aus  $\text{SiO}_2$ , wobei organische Bestandteile nicht oder nur in einem technisch nicht vermeidbaren geringfügigen Anteil vorhanden sind. Es ist aus der Literatur bekannt, dass Schichten aus  $\text{SiO}_2$ , die im Wesentlichen frei von organischen Bestandteilen sind, besonders gute optische Transparenz aufweisen und im Wellenlängenbereich des sichtbaren Lichts absorptionsfrei sind [Fahlteich J. 2010. Transparente Hochbarriereschichten auf flexiblen Substraten. Dissertation. Technische Universität Chemnitz].

Bei einer weiteren Variante weist die Schicht zudem organische Bestandteile auf. Der Ausdruck „organisch modifiziertes  $\text{SiO}_x$ “ bezieht sich folglich auf siliziumhaltige Schichten aus  $\text{SiO}_2$  oder  $\text{SiO}$  oder deren Mischungen, wobei die siliziumhaltige Schicht organische Bestandteile aufweist. Solche Schichten sind beispielsweise mittels Plasmapolymersation siliziumorganischer Verbindungen erhältlich. Siliziumorganische Plasmapolymerschichten weisen typischerweise eine Zusammensetzung der Formel  $[\text{SiO}_x\text{C}_y\text{H}_z]_n$  auf, z.B. in Form von  $[(\text{CH}_3)_2\text{Si-O}_x]_n$  - Ketten. Solche Schichten sind beispielsweise mittels des in der DE 10 2009 000 699 A1 geoffenbarten Plasmapolymersationsverfahrens erhältlich, welches auch zum Aufbringen einer siliziumhaltigen Schicht auf einer erfindungsgemäßen Abdeckscheibe geeignet ist. Bei den mittels des in der DE 10 2009 000 699 A1 geoffenbarten Verfahrens erhaltenen Schichten handelt es sich um organisch modifizierte  $\text{SiO}_2$ -Gerüste. Mittels Plasmapolymersation ist es, z.B. durch Anpassen der Arbeitsgasflüsse, auch möglich, die Eigenschaften der Schicht während des Schichtaufbaus kontinuierlich zu verändern, so dass z.B. an der Grenzfläche zum polymeren Abdeckscheibenmaterial der Anteil an organischen Bestandteilen höher ist, um z.B. eine bessere Haftung der Schicht am polymeren Material zu erreichen, und der Anteil in Richtung zur Grenzfläche zur Umgebungsluft abnimmt, um z.B. eine zum Verhindern Lichtenbergscher Figuren vorteilhafte glasartige  $\text{SiO}_2$ -Schicht, die nur mehr sehr geringe Mengen an organischen Bestandteilen aufweist, zu bilden.

Weitere zweckmäßige siliziumhaltige Schichten sind Schichten, die Silizium und N umfassen, wobei diese sich auf eine Verbindung aus Silizium- und Stickstoffatomen mit der allgemeinen Formel  $\text{Si}_y\text{N}_x$  beziehen, wobei y und x ganze Zahlen sind; vorzugsweise ist  $y = 3$  und  $x = 4$  ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ).

Da der Brechungsindex (n) von Schichten umfassend  $\text{SiO}_2$  ( $n = 1,45$ ) näher bei jenem der Luft ( $n = 1$ ) liegt, werden sie gegenüber Schichten umfassend  $\text{Si}_3\text{N}_4$  ( $n = 1,9 - 2,1$ ) bevorzugt.

Aus dem Stand der Technik steht dem Fachmann eine Vielzahl an Beschichtungsverfahren zum Aufbringen siliziumhaltiger Verbindungen auf Kunststoffteilen zur Verfügung, die auch für das Aufbringen einer siliziumhaltigen Schicht auf einer erfindungsgemäßen Abdeckscheibe geeignet sind.

Es kann von Vorteil sein, wenn die Oberflächen der Abdeckscheibe vor dem Aufbringen der siliziumhaltigen Schicht mittels einer Plasmareinigung vorbehandelt werden. Dadurch werden die Oberflächen der Abdeckscheibe von unerwünschten anhaftenden Stoffen befreit und gute Voraussetzungen für die anschließende Beschichtung geschaffen. Eine Plasmareinigung ist dem einschlägigen Fachmann bestens bekannt. Das Plasma aktiviert die Oberfläche durch gezielte Oxidationsprozesse und bewirkt eine mikrofeine Reinigung, wodurch die Haftung der siliziumhaltigen Schicht am polymeren Material der Abdeckscheibe verbessert werden kann.

Mit Vorteil wird zum Aufbringen der siliziumhaltigen Schicht zumindest ein plasmaunterstütztes Materialabscheidungsverfahren angewendet.

Als vorteilhafte plasmaunterstützte Materialabscheidungsverfahren zum Aufbringen einer siliziumhaltigen Schicht auf einer erfindungsgemäßen Abdeckscheibe sind Verfahren aus dem Gebiet der plasmaunterstützten chemischen Gasphasenabscheidung (PECVD) zu nennen.

Beispielsweise lässt sich mittels PECVD unter Verwendung von Monosilan und Stickstoffmonoxid als Ausgangsverbindungen unter Plasmaatmosphäre eine glasartige SiO<sub>2</sub>-Schicht auf den Oberflächen der Abdeckscheibe herstellen.

Als eine besonders vorteilhafte Form der PECVD ist die Plasmapolymerisation zu nennen, wobei als Ausgangsverbindungen (Precursoren) für das Plasma eine oder mehrere siliziumorganische Verbindungen eingesetzt werden, gegebenenfalls unter Zufuhr von Sauerstoff. Bei der Plasmapolymerisation werden plasmapolymere Schichten erhalten, indem gasförmige bzw. verdampfte siliziumhaltige Precursormoleküle („Precursorgas“), die durch ein Plasma angeregt werden, sich auf einem polymeren Material als polymere Schicht niederschlagen. Das Plasma wirkt auf die abgeschiedene Schicht weiter ein, so dass in der Schicht weitere Reaktionen ausgelöst werden, die schlussendlich zu einer hochgradigen Vernetzung

der siliziumorganischen Verbindungen führen. Die Plasmapolymerisation wird üblicherweise bei Nieder- oder Atmosphärendruck durchgeführt. Für die vorliegende Erfindung geeignete siliziumorganische Verbindungen sind vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Siloxanen, Silazanen, Silanen und deren Gemischen. Besonders geeignet sind Siloxane, vorzugsweise Methylsiloxane, am meisten bevorzugt Hexamethyldisiloxan (HMDSO). HMDSO zeichnet sich durch eine geringe Toxizität aus. Zudem ist es nichtkorrosiv und lässt sich auf ökonomische Weise in großen Mengen und in hoher Reinheit herstellen. Vorzugsweise wird für das Plasma lediglich HMDSO, vorzugsweise unter Sauerstoffzufuhr, verwendet. Das flüssige Monomer HMDSO wird dabei in ein siliziumhaltiges Prozessgas („Precursorgas“, siehe oben) umgewandelt und bildet in Gegenwart von Sauerstoff eine glasartige  $\text{SiO}_2$ -Schicht auf der Abdeckscheibenoberfläche aus, wobei die Schicht in Abhängigkeit der Prozessparameter auch organische Bestandteile aufweisen kann.

Die Sauerstoffzufuhr erfolgt vorzugsweise mittels Zufuhr eines sauerstoffhaltigen Gases, das weder Kohlenstoff noch Silizium bzw. kohlenstoff- oder siliziumhaltige Verbindungen enthält. Das sauerstoffhaltige Gas wird also zusätzlich zu den Precursoren oder den Fragmenten der Precursoren bei der Erzeugung der Schicht zugeführt. Bevorzugte Beispiele für ein sauerstoffhaltiges Gas sind  $\text{O}_2$  und  $\text{N}_2\text{O}$ .

Die Schichtzusammensetzung sowie die optischen Schichteigenschaften lassen sich durch Anpassen der Arbeitsgasflüsse (Precursorgas, Sauerstoffzufuhr) variieren. Beispielsweise ist bekannt, dass bei geringem HMDSO-Monomer-Fluss und hohem Sauerstofffluss  $\text{SiO}_2$ -Schichten mit geringem organischen Anteil (C, H) erhältlich sind, wobei der organische Anteil mit zunehmenden HMDSO-Monomer-Fluss zunimmt. Mittels Plasmapolymerisation ist es durch Anpassen der Arbeitsgasflüsse daher auch möglich, die Eigenschaften der Schicht während des Schichtaufbaus kontinuierlich zu verändern, so dass z.B. an der Grenzfläche zum polymeren Abdeckscheibenmaterial der Anteil an organischen Bestandteilen höher ist und in Richtung zur Grenzfläche zur Umgebungsluft abnimmt. Ein für die vorliegende Erfindung geeignetes Plasmapolymerisationsverfahren ist zum Beispiel in der DE 10 2009 000 699 A1 beschrieben.

Eine vorteilhafte Ausführung der Plasmapolymerisation stellt ferner die Magnetron-Plasmapolymerisation (auch als Magnetron-PECVD bezeichnet) dar, bei welcher ein Magnetron oder eine Doppelmagnetronanordnung als Plasmaquelle zum Einsatz kommt.

Durch die magnetfeldverstärkte Plasmaentladung wird ein höherer Ionisierungsgrad erreicht, der zu höheren Beschichtungsraten und einer gleichförmigen Schichtdicke führt. Die Schichtzusammensetzung sowie die optischen Schichteigenschaften lassen sich auch bei diesem Plasmapolymerisationsverfahren durch Anpassen der Arbeitsgasflüsse (Precursor-gas, Sauerstoffzufuhr) variieren. Das Abscheiden siliziumbasierter Schichten auf Kunststoffteilen mittels Magnetron-Plasmapolymerisation wurde beispielsweise von Fahlteich [Fahlteich J. 2010. Transparente Hochbarriereschichten auf flexiblen Substraten. Dissertation. Technische Universität Chemnitz] beschrieben.

Bei einer weiteren für die vorliegende Erfindung vorteilhaften Variante wird zum Aufbringen der siliziumhaltigen Schicht ein plasmaunterstütztes Sputterverfahren angewendet. Beim Sputtern werden in bekannter Weise Kunststoffoberflächen in Vakuumatmosphäre beschichtet, indem mittels eines Plasmas (typischerweise aus einem Arbeitsgas aus Argon gebildet) Atome aus einem Target (siliziumhaltiges Beschichtungsmaterial) herausgeschlagen und zerstäubt werden und sich anschließend als Schicht auf der Kunststoffoberfläche niederschlagen. Das Aufbringen siliziumhaltiger Oxidschichten (wie  $\text{SiO}_2$ ) oder siliziumhaltiger Nitridschichten (wie  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) erfolgt typischerweise mittels Hochfrequenzsputtern (AC-Sputtern) oder mittels eines reaktiven Sputterverfahrens. Beim reaktiven Sputtern wird zusätzlich zum Arbeitsgas (typischerweise Argon) ein Prozessgas ( $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$ ) zugeführt, wobei es zu einer Reaktion zwischen dem Targetmaterial (Silizium) und dem Prozessgas kommt. Die entstandenen siliziumhaltigen Reaktionsprodukte schlagen sich auf der zu beschichtenden Abdeckscheibe nieder. Die Schichteigenschaften und die Beschichtungsrate lassen sich beispielsweise über den Fluss des Reaktivgases einstellen, wobei eine hohe Präzision der Schichtstöchiometrie erreichbar ist.

Eine besonders vorteilhafte Sputtervariante stellt ferner das Magnetron-Sputtern dar, da durch den höheren Ionisierungsgrad eine höhere Abscheiderate erreichbar ist. Ein Magnetron-Sputterverfahren zum Abscheiden von  $\text{SiO}_2$  auf Kunststoffsubstraten wurde beispielsweise von Fahlteich [Fahlteich J. 2010. Transparente Hochbarriereschichten auf flexiblen Substraten. Dissertation. Technische Universität Chemnitz] beschrieben. Darüber hinaus offenbart die EP 0 301 602 A2 eine Vorrichtung zum Beschichten von Substraten mit einer siliziumhaltigen Schicht, wobei die Vorrichtung sowohl zum Beschichten mittels PECVD als auch zum Beschichten mittels Hochfrequenz-Kathodenzerstäubung eingerichtet ist.

Ein weiteres geeignetes Verfahren zum Aufbringen einer siliziumhaltigen Schicht auf einer erfindungsgemäßen Abdeckscheibe ist eine Flammbehandlung in Gegenwart einer oder mehrerer siliziumhaltiger Verbindungen, gegebenenfalls unter Zufuhr von Sauerstoff. Bei der Flammbehandlung werden dem Brenngas ein oder mehrere geeignete siliziumhaltige Verbindungen als Ausgangsverbindungen (Precursoren) zugesetzt. Die eine oder mehrere siliziumhaltigen Verbindungen sind vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Siloxanen, Silazanen, Silanen und deren Gemischen. Als besonders geeignet haben sich Siloxane erwiesen, insbesondere Hexamethyldisiloxan (HMDSO). Die Abdeckscheibe wird bei der Flammbehandlung durch die Flamme gezogen, wodurch sich im Falle von HMDSO als Precursor und gegebenenfalls unter Sauerstoffzufuhr auf der Abdeckscheibenoberfläche eine glasartige  $\text{SiO}_2$ -Schicht bildet. Ein für die vorliegende Erfindung geeignetes Flammbehandlungsverfahren ist in Beispiel 1 (siehe unten) dieser Offenbarung und beispielsweise in der DE 697 13 347 T2 beschrieben.

Zum Aufbringen der siliziumhaltigen Schicht kommt üblicherweise nur eines der oben beschriebenen Verfahren, beispielsweise ein PECVD-Verfahren oder ein Sputterverfahren, zum Einsatz. Es ist jedoch auch möglich die Schicht mittels einer Kombination verschiedener Verfahren aufzubringen. Zum Beispiel kann die Schicht aus zwei Unterschichten bestehen, mit einer ersten Unterschicht aus gesputtertem  $\text{SiO}_2$  und einer zweiten Unterschicht aus mittels Plasmapolymersation abgeschiedenem  $\text{SiO}_2$ . Beispielsweise beschreibt die EP 0 301 602 A2 eine Vorrichtung zum Beschichten von Substraten mit einer siliziumhaltigen Schicht, wobei die Vorrichtung sowohl zum Beschichten mittels PECVD als auch zum Beschichten mittels Hochfrequenz-Kathodenerstäubung eingerichtet ist.

Die Abdeckscheibe ist für das Gehäuse eines Scheinwerfers für ein Kraftfahrzeug vorgesehen. Ein weiterer Gegenstand der Erfindung betrifft daher einen Scheinwerfer, insbesondere in Form eines Frontscheinwerfers oder einer Heckleuchte, für ein Kraftfahrzeug umfassend eine Abdeckscheibe wie oben definiert.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand von nicht einschränkenden Beispielen näher beschrieben.

Fig. 1 zeigt eine Vorderansicht eines Scheinwerfers für ein Kraftfahrzeug mit Blick auf die Außenfläche.

Fig. 2 zeigt einen Schnitt durch den Scheinwerfer aus Fig. 1 entlang der Schnittlinie A-A.

Fig. 1 zeigt eine Vorderansicht eines Scheinwerfers 100 für ein Kraftfahrzeug mit einer Abdeckscheibe 101 für das Gehäuse 102 des Scheinwerfers 100 und mit zwei im Scheinwerfer angeordneten Lichtquellen 105a, 105b. Die Abdeckscheibe 101 ist hochtransparent, so dass das durch die Lichtquellen 105a, 105b generierte Licht ungehindert (d.h. absorptionsfrei) durch die Abdeckscheibe 101 hindurch treten kann.

Fig. 2 zeigt einen Schnitt durch den Scheinwerfer der Fig. 1 entlang der Schnittlinie A-A. Die Abdeckscheibe 101, die aus einem polymeren Material gefertigt ist, weist eine Innenfläche 103 und eine Außenfläche 104 auf. Auf der Innenfläche 103 ist eine siliziumhaltige Schicht aufgebracht, die vorzugsweise aus  $\text{SiO}_2$  besteht. Verfahren zum Aufbringen einer siliziumhaltigen Schicht auf Streuscheiben sind weiter oben sowie in den unten stehenden Beispielen 1 und 2 im Detail beschrieben.

**1. Beispiel: Aufbringen einer siliziumhaltigen Schicht aus  $\text{SiO}_2$  auf einer Streuscheibe mittels Flammbehandlung und Austesten der Eigenschaften hinsichtlich der Ausbildung Lichtenbergscher Figuren und des Enttaunungsverhaltens.**

Streuscheiben 700 (Hersteller der Scheibe ZKW; Material: PC Makrolon (Bayer MaterialScience) AL2647 glasklar) wurden auf ihrer Innenfläche in Gegenwart von HMDSO (Arcosil®, Arcotec GmbH) als siliziumhaltige Verbindung auf ein Förderband gelegt und über eine Flamme gezogen (Temperatur der Flamme: bis zu  $800^\circ\text{C}$ ; Geschwindigkeit Förderband:  $\sim 20$  m/min; zu 100 L Brennerluft wurden 0,1-0,2 L HMDSO zugeführt). Die Flamme kann durch Erdgas oder Propangas genährt sein. Auf der Abdeckscheibe bildet sich unter den oben genannten Bedingungen daraufhin eine glasartige  $\text{SiO}_2$ -Schicht mit einer Schichtdicke von ca. 10 nm aus. Je nach Prozessparametern, die anhand von einfachen Routineversuchen angepasst werden können, können Schichten bis zu einer Dicke von 100 Nanometern erzeugt werden.

Die beschichteten Streuscheiben wurden anschließend hinsichtlich der Ausbildung von Lichtenbergschen Figuren und des Enttaunungsverhaltens mit unbeschichteten Streuscheiben verglichen. Die beschichteten und die unbeschichteten Streuscheiben stammten aus der gleichen Serie.

#### *1.1. Staubtest am Streuscheibeneinzelteil*

Prüfablauf: Es wurden die gleichen Staubmengen (genormter Prüfstaub mit vorgegebener Korngrößenverteilung: Arizona Staub A2 fein, ISO 12103-1:1997) auf die Innenfläche einer beschichteten und die Innenfläche einer unbeschichteten Streuscheibe geblasen.

Ergebnis: Die Streuscheibe mit Beschichtung wies signifikant weniger Staubanhaftungen auf als die unbeschichtete Streuscheibe.

#### *1.2. Staubtest am Gesamtscheinwerfer*

Der Staubtest wurde an zusammengebauten Gesamtscheinwerfern im Prüflabor durchgeführt, wobei Hauptscheinwerfer mit darin eingebauten beschichteten Streuscheiben mit Hauptscheinwerfern mit darin eingebauten unbeschichteten Streuscheiben verglichen wurden.

Prüfablauf: Im Prüflabor wurde mittels Druckluft eine definiertes Staubmenge (genormter Prüfstaub mit vorgegebener Korngrößenverteilung: Arizona Staub A2 fein, ISO 12103-1:1997) über einen Schlauch in eine zum Druckausgleich bei Temperaturschwankungen in Scheinwerfern vorgesehene Luftöffnung der zu prüfenden Hauptscheinwerfer eingeblasen. Der eingeblasene Staub scheidet sich durch die Druckbeaufschlagung innerhalb kürzester Zeit auf der Innenfläche der Streuscheibe ab (vergleiche Fig. 2: Innenfläche 103 der Streuscheibe 101). Im Regelfall bei normaler Fahrt des Kraftfahrzeugs kann dieser Vorgang einige Monate dauern, so dass Lichtenbergsche Figuren erst nach längerer Benutzung des Kraftfahrzeugs auf den Scheinwerferinnenflächen erscheinen.

Ergebnis: Auf der Innenfläche der beschichteten Streuscheibe befanden sich wesentlich weniger Staubanhaftungen als auf der Innenfläche der unbeschichteten Streuscheibe. Der Staub legte sich auf der beschichteten Streuscheibe eher flächig an (siehe Fig. 3), während

sich auf der unbeschichteten Streuscheibe die für Lichtenbergsche Strukturen typischen verästelten Strukturen ausbildeten (siehe Fig. 4).

### 1.3. Be- und Enttaugstest am Gesamtscheinwerfer

Der Be- und Enttaugstest wurde an Hauptscheinwerfern durchgeführt, wobei Hauptscheinwerfer mit darin eingebauten beschichteten Streuscheiben mit Hauptscheinwerfern mit darin eingebauten unbeschichteten Streuscheiben verglichen wurden.

Prüfablauf: Die zu prüfenden Hauptscheinwerfer werden in einem Schwitzwasserschrank des Typs „HK12050“ der Firma CTS-Umweltsimulation platziert und darin bei einer Temperatur von 40°C und einer Luftfeuchtigkeit von 100% für 1 min 30 sec belassen. Danach werden die Scheinwerfer aus dem Schwitzwasserschrank entnommen und auf einer Haltevorrichtung montiert, wobei der weitere Prüfablauf bei normalen Umgebungsbedingungen (Raumtemperatur, normale Luftfeuchtigkeit) stattfindet. Unmittelbar nach der Montage in der Haltevorrichtung wird das Abblendlicht 10 min eingeschaltet. Danach wird das Abblendlicht ausgeschaltet und das Scheinwerfergehäuse mit kaltem Wasser abgesprüht, so dass sich auf den Innenflächen der Streuscheiben ein Feuchtigkeitsniederschlag ausbildet (Betauung). Die Betauung wird durch fotografische Bildaufnahmen in Zeitabständen von 30 Sekunden festgehalten. Nach der vollständigen Betauung der Streuscheibeninnenseiten wird das Abblendlicht wieder eingeschaltet und die Enttaugung durch fotografische Bildaufnahmen in Zeitabständen von 30 Sekunden festgehalten.

Ergebnis: Nach Einschalten des Abblendlichts für 10 min und Absprühen mit kaltem Wasser war die Innenfläche der unbeschichteten Streuscheibe deutlich mehr betaut als die Innenfläche der beschichteten Streuscheibe. Ferner war nach der gleichen Enttaugungszeit die Innenfläche der beschichteten Streuscheibe deutlich weniger betaut (siehe Fig. 5) als die Innenfläche der unbeschichteten Streuscheibe (siehe Fig. 6).

### 1.4. Zusammenfassung

Die Ergebnisse aus Beispiel 1 zeigen, dass die Beschichtung der Innenflächen von Kraftfahrzeugscheinwerferstreuscheiben mit einer siliziumhaltigen Schicht ( $\text{SiO}_2$ ) die Ausbildung

Lichtenbergscher Figuren verhindert und deutliche Verbesserungen hinsichtlich des Enttaugungsverhaltens mit sich bringt.

**2. Beispiel: Aufbringen einer siliziumhaltigen Schicht auf einer Streuscheibe durch Hochfrequenz (HF)-Sputtern unter Verwendung nicht elektrisch leitfähiger Targets ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ )**

Zur Beschleunigung der Ionen setzt man diese einem hochfrequenten Wechselfeld aus, das von einer Elektrode hinter dem isolierenden Target (aus  $\text{SiO}_2$  oder  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) und einer seitlich umgebenden Abschirmung erzeugt wird. In dem Umgebungsgas, können sich aufgrund der erfolgten Ionisation viele Elektronen unabhängig bewegen. Diese werden während eines Zykluses des Wechselfeldes zunächst zur Kathode gezogen, solange die positive Spannung anliegt. Nach der erfolgten Feldumpolung können diese Elektronen jedoch nicht mehr aus der Kathode austreten, da dazu nicht genügend Energie zugeführt wird. Es wird also negative Ladung im Target gesammelt, durch die die Ionen nun effektiv angezogen werden, die daraufhin das Targetmaterial freischlagen, welches sich auf der Streuscheibenoberfläche niederschlägt.

Parameter:

Hochfrequenz-Spannung  $f = 13,56 \text{ Mhz}$

Entladung bei Drücken zw. 0,5 bis 2 Pa

Prozessgas: Argon

Zu beschichtendes Substrat: Polycarbonat (PC) Streuscheiben (transparent)

## ANSPRÜCHE

1. Abdeckscheibe (101) aus einem transparenten polymeren Material für das Gehäuse (102) eines Scheinwerfers (100) für ein Kraftfahrzeug, wobei die Abdeckscheibe (101) eine Innenfläche (103) und eine Außenfläche (104) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest auf der Innenfläche (103) der Abdeckscheibe (101) zumindest bereichsweise eine siliziumhaltige Schicht aufgebracht ist.
2. Abdeckscheibe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die siliziumhaltige Schicht auf der gesamten Innenfläche (103) aufgebracht ist.
3. Abdeckscheibe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die siliziumhaltige Schicht zumindest bereichsweise auf der Außenfläche (104) aufgebracht ist.
4. Abdeckscheibe nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die siliziumhaltige Schicht auf der gesamten Außenfläche (104) aufgebracht ist.
5. Abdeckscheibe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die siliziumhaltige Schicht auf der Innenfläche (103) eine Dicke von 5 bis 100 nm aufweist.
6. Abdeckscheibe nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die siliziumhaltige Schicht aus optional organisch modifiziertem SiO<sub>x</sub> gebildet ist.
7. Abdeckscheibe nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die siliziumhaltige Schicht aus optional organisch modifiziertem SiO<sub>2</sub> gebildet ist.
8. Abdeckscheibe nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Aufbringen der siliziumhaltigen Schicht zumindest ein plasmaunterstütztes Materialabscheidungsverfahren angewendet wird.
9. Abdeckscheibe nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass es sich bei dem plasmaunterstützten Materialabscheidungsverfahren um eine plasmaunterstützte chemische Gasphasenabscheidung (PECVD) handelt.

10. Abdeckscheibe nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei der plasmaunterstützten chemischen Gasphasenabscheidung um eine Plasmapolymerisation handelt, wobei als Precursor für das Plasma eine oder mehrere siliziumorganische Verbindungen eingesetzt werden, gegebenenfalls unter Zufuhr von Sauerstoff.
11. Abdeckscheibe nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die eine oder mehreren siliziumorganischen Verbindungen ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus Siloxanen, Silazanen, Silanen und deren Gemischen.
12. Abdeckscheibe nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Precursor ein Siloxan, vorzugsweise Hexamethyldisiloxan (HMDSO), eingesetzt wird.
13. Abdeckscheibe nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Aufbringen der siliziumhaltigen Schicht ein Sputterverfahren angewendet wird.
14. Abdeckscheibe nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Aufbringen der siliziumhaltigen Schicht eine Flammbehandlung in Gegenwart einer oder mehrerer siliziumhaltiger Verbindungen angewendet wird.
15. Scheinwerfer (100) für ein Kraftfahrzeug umfassend eine Abdeckscheibe (101) nach einem der Ansprüche 1 bis 14.
16. Scheinwerfer nach Anspruch 16 in Form eines Frontscheinwerfers oder einer Heckleuchte.

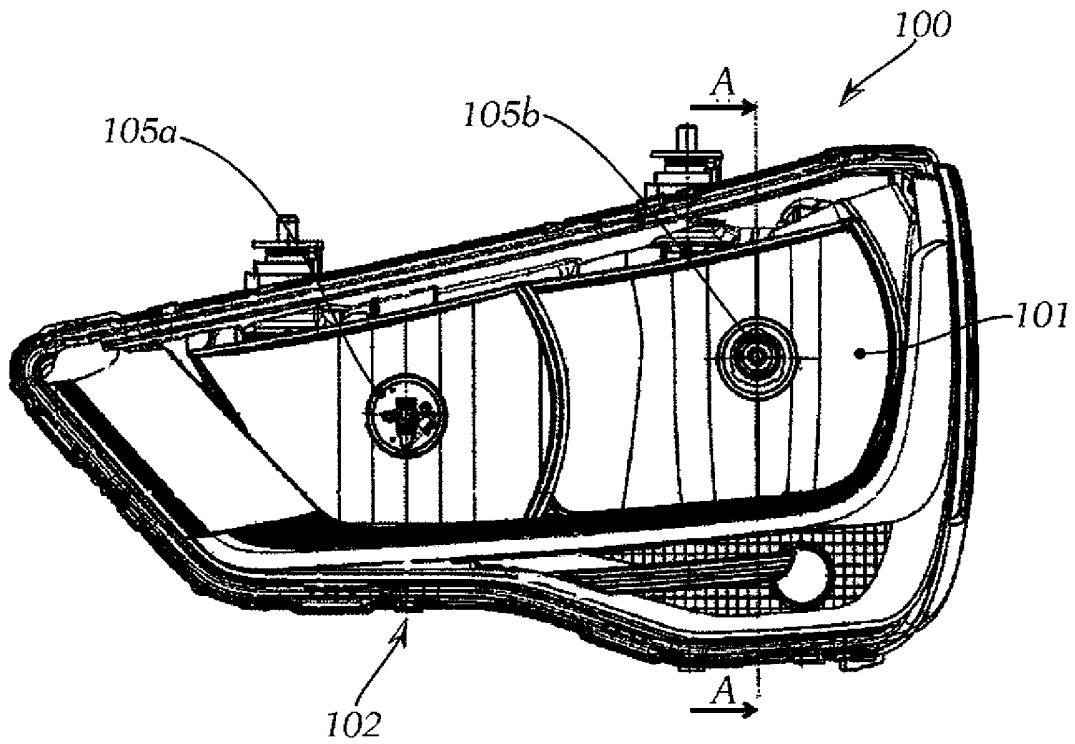


Fig. 1

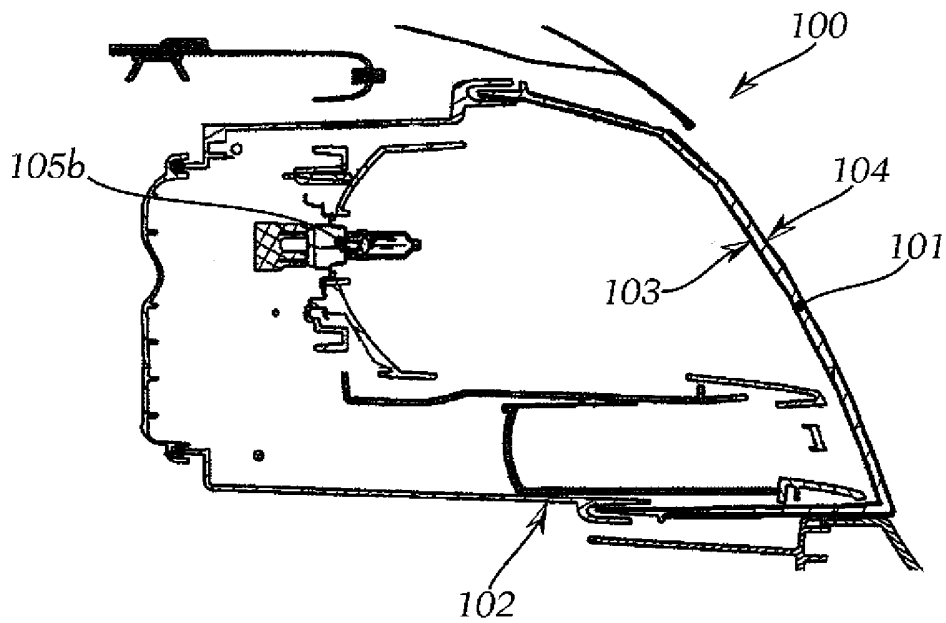


Fig. 2

2/3

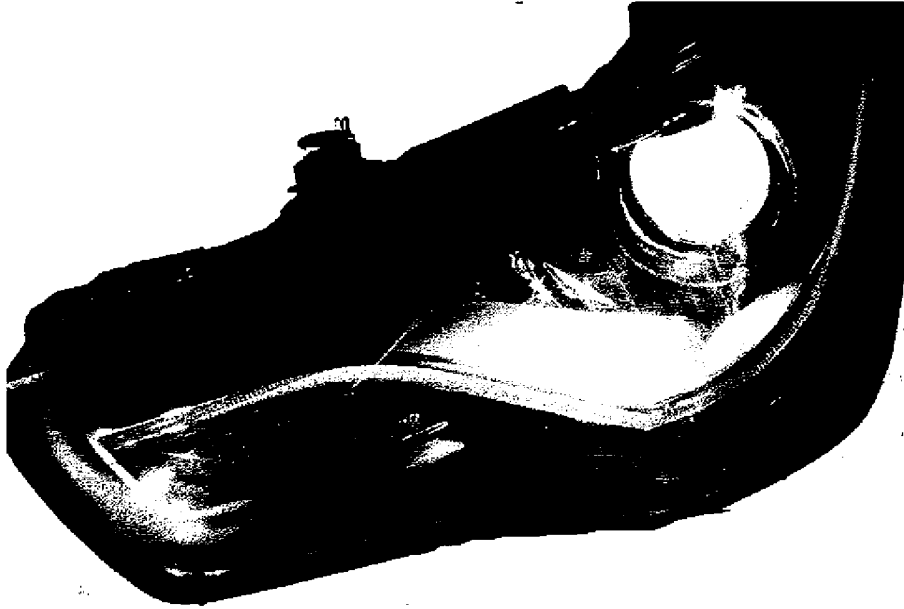


*Fig. 3*

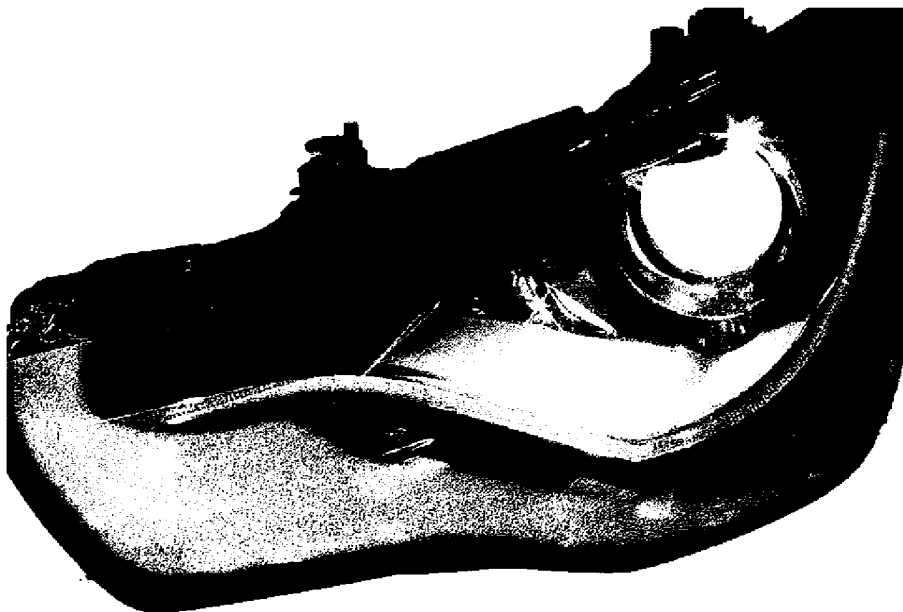


*Fig. 4*

3/3



*Fig. 5*



*Fig. 6*



Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß IPC: C23C 16/30 (2006.01); C23C 14/08 (2006.01); G02B 1/04 (2006.01); G02B 1/10 (2006.01)		
Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß ECLA: C23C 16/30; C23C 14/08; G02B 1/04; G02B 1/10		
Recherchierter Prüfstoﬀ (Klassifikation): C23C, G02B		
Konsultierte Online-Datenbank: WPI, EPODOC, PAJ, STN-Patdpa, Espacenet, Internet		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 29. Juni 2012 eingereichten Ansprüchen 1-16 erstellt.		
Kategorie <sup>1)</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreﬀend Anspruch
Y	DE 102005015903 A1 (BAYER MATERIALSCIENCE AG) 12. Oktober 2006 (12.10.2006) Ansprüche, Zusammenfassung	1-16
Y	DE 102005028777 A1 (AUTOMOTIVE LIGHTING REUTLINGEN GMBH) 04. Jänner 2007 (04.01.2007) Ansprüche, Zusammenfassung	1-16
Y	DE 3818341 A1 (OLYMPUS OPTICAL CO., LTD., TOKIO/TOKYO, JP) 22. Dezember 1988 (22.12.1988) Ansprüche 1, 3 und 4, Zusammenfassung	1-16
Y	DE 69713347 T2 (MINNESOTA MINING AND MANUFACTURING COMPANY, ST. PAUL) 23. Jänner 2003 (23.01.2003) Ansprüche, Beispiele	1-16
Y	DE 102009000699 A1 (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V, IMPREGON BESCHICHTUNGEN GMBH, VEREINIGUNG ZUR FOERDERUNG DES INSTITUTS FUER KUNSTSTOFFVERARBEITUNG IN INDUSTRIE UND HANDWERK AN DE) 12. August 2010 (12.08.2010) Anspruch 1, Figur 2	1-16
Datum der Beendigung der Recherche: 18. Dezember 2012		<input checked="" type="checkbox"/> Fortsetzung siehe Folgeblatt Prüfer(in): STEPANOVSKY M.
<sup>1)</sup> Kategorien der angeführten Dokumente: X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung: der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist. A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein älteres Recht hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.		

Fortsetzung des Recherchenberichts - Blatt 2/2

Kategorie <sup>1</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
Y	EP 0529268 A2 (LEYBOLD AKTIENGESELLSCHAFT) 03. März 1993 (03.03.1993) Ansprüche, Figuren  ()	1-16