



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

PATENTSCHRIFT

(19) **DD** (11) **273 902 A1**

4(51) G 02 B 5/08

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	WP G 02 B / 317 646 6	(22)	01.07.88	(44)	29.11.89
------	-----------------------	------	----------	------	----------

(71)	VEB Carl Zeiss JENA, Carl-Zeiss-Straße 1, Jena, 6900, DD
------	--

(72)	Hacker, Erik, Dr. rer. nat.; Hänsch, Gerhard, Dipl.-Math.; Meyer, Jürgen, Dipl.-Phys., DD
------	---

(54)	Metallschichtoptische Anordnung zur Erzielung eines hohen Lichtreflexionsvermögens
------	---

(55) Haftvermittlerschicht, Substrat, Reflexionsschicht, Degradation, Edelmetalle, metallschichtoptische Anwendungen, amphoteres Übergangsmetall, siliziumhaltige Substanz, Halbedelmetalle, Periodensystem der Elemente

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine degradationsstabile Haftvermittlerschicht insbesondere für reflektierende metallschichtoptische Anwendungen auf metallischen, halbleitenden oder dielektrischen Substraten unter Verwendung von Edelmetall- oder Halbedelmetallschichten als funktionelle Reflexionsschicht. Die erfindungsgemäße Haftvermittlerschicht aus einem amphoteren Übergangsmetall der vierten bis sechsten Nebengruppe des Periodensystems der Elemente und einer siliziumhaltigen Substanz ist zwischen Substrat und Reflexionsschicht angeordnet.

Patentansprüche

1. Metallschichtoptische Anordnung zur Erzielung eines hohen Lichtreflexionsvermögens mit einer Haftvermittlerschicht, die sich zwischen einem Substrat und einer Metallschicht befindet, gekennzeichnet dadurch, daß die Haftvermittlerschicht aus mindestens einem amphoteren Übergangsmetall der vierten bis sechsten Nebengruppe des Periodensystems der Elemente und einer siliziumhaltigen Substanz besteht, wobei das Übergangsmetall vorzugsweise im Grenzflächenbereich zum Substrat angereichert ist und die siliziumhaltige Substanz vorzugsweise im Grenzflächenbereich zur reflektierenden Metallschicht angereichert ist.
2. Anordnung nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Anreicherung des Übergangsmetalls in einem ca. 10 Nanometer dicken Grenzflächenbereich zum Substrat größer als 80 Atomprozent ist und die Anreicherung der siliziumhaltigen Substanz in einem ca. 10 Nanometer dicken Grenzflächenbereich zur reflektierenden Metallschicht größer als 80 Atom- bzw. Molekülprozent ist.
3. Anordnung nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Schichtdicke der Haftvermittlerschicht zwischen 20 Nanometer und 100 Nanometer liegt.
4. Anordnung nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß das Übergangsmetall Chrom, Titan, Wolfram, Molybdän oder eine Mischung aus mindestens zwei der genannten Metalle ist und daß die siliziumhaltige Substanz Silizium, Siliziummonoxid, Siliziumdioxid, Siliziumnitrid, Siliziumcarbid oder eine Mischung aus mindestens zwei der genannten siliziumhaltigen Substanzen ist.

Titel der Erfindung

Metallschichtoptische Anordnung zur Erzielung eines hohen Lichtreflexionsvermögens

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung ist in allen metallschichtoptischen Anordnungen anwendbar, in denen im ultravioletten, sichtbaren oder infraroten Spektralbereich ein hohes Reflexionsvermögen gekoppelt mit einer hohen technischen, elektrischen und klimatischen Belastbarkeit gefordert wird.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Funktionell hochreflektierende Schichten aus Edelmetallen oder Halbedelmetallen, die mittels physikalischer Beschichtungsverfahren auf geeignete Substrate aufgebracht werden, haben für die Reflexion von Licht über weite Spektralbereiche vor allem als Vorderflächenspiegel eine große technische Bedeutung. Abhängig vom spektralen Anwendungsbereich und den erforderlichen optischen und Resistenzeigenschaften werden z. B. Schichten aus Gold, Kupfer, Silber oder Material der Platingruppe verwendet, wobei das Silber als Material mit der höchsten Reflexion im visuellen bis infraroten Spektralbereich bei geringer Polarisierung eine herausragende Stellung inne hat. Eine Anwendbarkeit der genannten Metallschichten als Vorderflächenspiegel ist jedoch nur begrenzt möglich, da diese Schichten wenig resistent gegenüber mechanischen, chemischen und klimatischen Einflüssen sind und auf typischen optischen Substratmaterialien wie Glas oder Silizium aufgrund schwacher Adhäsionskräfte zu diesen Materialien schlecht haften.

Eine seit langem bekannte Methode zur Vermeidung von Adhäsionsproblemen bei Silber- und Goldschichten ist das Einfügen von Haftvermittlerschichten, die sowohl zum Substrat als auch zum Schichtmaterial gute Adhäsionseigenschaften entwickeln. Durch das Einfügen von Haftvermittlerzwischenschichten entstehen gestapelte Anordnungen von physiko-chemisch verschiedenen Schichten, die mit Degradationsproblemen behaftet sind, was bis zum Totalausfall der Spiegelfunktion führen kann.

In der DE-PS 3 509 942 wird für Gold-, Silber- oder Kupferschichten eine Haftvermittlerschicht aus Chrom, Nickel bzw. Wolfram vorgeschlagen. Bei höheren Belastungen eines solchen Schichtaufbaus treten aber als Nachteil Diffusionsvorgänge auf, die eine starke Beeinträchtigung der Bauelementefunktion bewirken können.

Zur Vermeidung dieser Nachteile wird in der DE-PS 3 107 612 vorgeschlagen, zwischen Haftvermittlerschicht und Reflexionsschicht als Diffusionssperre eine amorphe Zwischenschicht aus Silizium- bzw. Aluminiumoxid zu verwenden. Ein prinzipieller Nachteil dieser Lösung besteht in der geringen thermischen Leitfähigkeit einer solchen dielektrischen Zwischenschicht, was bei hohen thermischen Belastungen zu einer unzulässigen Aufheizung der Reflexionsschicht führen kann.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist eine reflektierende schichtoptische Anordnung, die für hohe Belastungen geeignet ist und sich mittels konventioneller Beschichtungstechnik auf einfache Art und Weise ökonomisch herstellen läßt.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Haftvermittlerschicht mit gutem Adhäsionsvermögen vorzugsweise bezüglich

Reflexionsschichten aus Gold oder Silber auf der einen Seite und Siliziumsubstraten auf der anderen Seite anzugeben, die bei erhöhten thermischen, klimatischen, elektrischen und mechanischen Belastungen degradationsstabil sind. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit einer metallschichtoptischen Anordnung zur Erzielung eines hohen Lichtreflexionsvermögens mit einer Haftvermittlerschicht, die sich zwischen einem Substrat und einer Metallschicht befindet, dadurch gelöst, daß die Haftvermittlerschicht aus mindestens einem amphoteren Übergangsmetall der vierten bis sechsten Nebengruppe des Periodensystems der Elemente und einer siliziumhaltigen Substanz besteht, wobei das Übergangsmetall vorzugsweise im Grenzflächenbereich zum Substrat angereichert ist und die siliziumhaltige Substanz vorzugsweise im Grenzflächenbereich zur reflektierenden Metallschicht angereichert ist.

Es ist besonders zweckmäßig, wenn die Anreicherung des Übergangsmetalls in einem ca. 10 Nanometer dicken Grenzflächenbereich zum Substrat größer als 80 Atomprozent ist und die Anreicherung der siliziumhaltigen Substanz in einem ca. 10 Nanometer dicken Grenzflächenbereich zur reflektierenden Metallschicht größer als 80 Atom- bzw. Molekülprozent ist. Die Dicke der Haftvermittlerschicht liegt günstig in einem Bereich zwischen 20 Nanometer und 100 Nanometer. Als Material für das Übergangsmetall ist beispielsweise Chrom, Titan, Wolfram oder Molybdän oder eine Mischung aus mindestens zwei der genannten Metalle geeignet. Günstigere siliziumhaltige Substanzen sind Silizium, Siliziummonoxid, Siliziumdioxid, Siliziumnitrid, Siliziumcarbit oder eine Mischung aus mindestens zwei der genannten Substanzen. Durch die angegebene erfindungsgemäße Lösung ergibt sich eine Haftvermittlerschicht, die zu Reflexionsschichten aus Silber oder Gold, aber auch zu Aluminium auf der einen Seite und Silizium- und Glassubstraten auf der anderen Seite ein ausgezeichnetes Adhäsionsvermögen entwickelt und bei erhöhten thermischen, klimatischen, elektrischen und mechanischen Belastungen aufgrund geringer Diffusion und Reaktion zu den angrenzenden Medien sowie aufgrund einer hochdispersen Schichtstruktur degradationsstabil sind.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll anhand eines Beispiels für eine degradationsstabile Haftvermittlerschicht näher erläutert werden. Die erfindungsgemäße Haftvermittlerschicht besteht dabei aus Chrom als amphoterem Übergangsmetall der 6. Nebengruppe des Periodensystems der Elemente und Siliziummonoxid als siliziumhaltige Substanz, wobei das Chrom vorzugsweise in einem ca. 10 nm breiten Grenzflächenbereich zum Substrat mit einem Gehalt von mehr als 80 Atomprozent angereichert ist, während das Siliziummonoxid in einem ca. 10 nm breiten Grenzflächenbereich zur metallischen Reflexionsschicht mit einem Gehalt von mehr als 80 Molekülprozent angereichert ist. In der speziellen Ausführungsform beträgt die Dicke der erfindungsgemäßen Haftvermittlerschicht ca. 50 nm.

Ein mit der erfindungsgemäßen Haftvermittlerschicht versehener Goldspiegel ist beispielsweise für CO_2 -Hochleistungslaser mit erhöhten thermischen Belastungen ohne wesentliche Degradation der Leistungsparameter geeignet. Ebenso widersteht der mit der erfindungsgemäßen Haftvermittlerschicht aufgebaute Goldspiegel erhöhten klimatischen, chemischen und elektrischen Belastungen insbesondere dadurch, daß die erfindungsgemäße Haftvermittlerschicht bei ausgezeichnetem Adhäsionsvermögen zu den angrenzenden Medien die Diffusion infolge komplex wirkender Effekte minimiert. Durch die angegebene Lösung kann die Rekristallisationstemperatur der Haftvermittlerschicht um mehr als 200 Kelvin gesteigert werden.