

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
10. August 2006 (10.08.2006)

PCT

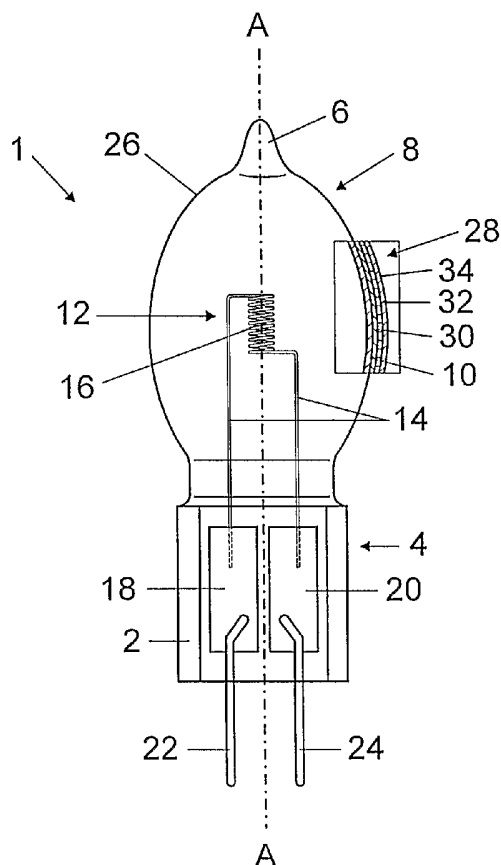
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2006/081802 A2**

- (51) Internationale Patentklassifikation: **Nicht klassifiziert**
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2006/000159
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
2. Februar 2006 (02.02.2006)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2005 005 754.3 7. Februar 2005 (07.02.2005) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **PATENT-TREUHAND-GESELLSCHAFT FÜR  
ELEKTRISCHE GLÜHLAMPEN MBH** [DE/DE];  
Hellabrunner Strasse 1, 81543 München (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHÄFER, Reinhard**  
[DE/DE]; Hauffstr. 35, 89522 Heidenheim (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,  
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV,  
LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI,  
NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,  
SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,  
UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: NIR INCANDESCENT LAMP

(54) Bezeichnung: NIR-GLÜHLAMPE



(57) Abstract: The invention relates to an incandescent lamp, in particular, a halogen incandescent lamp for the generation of light in a near-infra-red wavelength range (NIR-wavelength range), comprising a transparent lamp housing, an illuminant enclosed by the lamp housing and an interference filter arranged on the lamp housing, comprising several layer stacks (30, 32, 34) with a number of optically low-refraction and high-refraction layers, whereby a first layer stack (30) of the interference filter (28) is embodied as an absorption filter for the absorption of unwanted light spectra, comprising at least two absorption layers and an optical low-refraction intermediate layer, arranged between the absorption layers. According to the invention, the absorption filter (30) has a low transmission of light in an essentially red spectral range and the interference filter (28) has a filter edge in the NIR wavelength range as a result of the further layer stack (32, 34).

(57) Zusammenfassung: Offenbart ist eine Glühlampe, insbesondere Halogenglühlampe zur Erzeugung von Licht in einem nahinfraroten Wellenlängenbereich (NIR-Wellenlängenbereich) mit einem lichtdurchlässigen Lampengefäß, einem von dem Lampengefäß umgebenen Leuchtmittel und einem auf dem Lampengefäß angeordneten Interferenzfilter, das mehrere Schichtstapel (30, 32, 34) mit einer Vielzahl optisch niedrigbrechender und optisch hochbrechender Schichten aufweist, wobei ein erster Schichtstapel (30) des Interferenzfilters (28) als Absorptionsfilter zur Absorption von ungewünschten Lichtspektren mit zumindest zwei Absorptionsschichten und einer, zwischen den Absorptionsschichten angeordneten, optisch niedrigbrechenden Zwischenschicht ausgebildet ist. Erfindungsgemäß hat das Absorptionsfilter (30) eine geringe Transmission für Licht in einem im Wesentlichen roten Spektralbereich, und das Interferenzfilter (28) besitzt aufgrund der weiteren Schichtstapel (32, 34) eine Filterkante im NIR-Wellenlängenbereich.

WO 2006/081802 A2



ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**Veröffentlicht:**

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

## NIR-Glühlampe

### Technisches Gebiet

- 5 Die Erfindung betrifft eine Glühlampe gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

### Stand der Technik

Derartige Glühlampen finden beispielsweise im Bereich der Fahrzeugtechnik als NIR (nahinfrarot)-Lichtquelle von aktiven Nachtsichtgeräten Verwendung.

- 10 Bei derartigen, beispielsweise an Fahrzeugen angeordneten Nachtsichtgeräten sendet ein an der Fahrzeugfront angebrachter NIR-Scheinwerfer nahinfrarote Strahlung aus, die von Gegenständen auf der Fahrbahn oder am Fahrbahnrand reflektiert und durch eine mit CCD- oder CMOS-Sensoren bestückte digitale Kamera erfasst wird. Das von der Kamera empfangene Bild wird auf einem Flachbildschirm im
- 15 Fahrzeuginneren dargestellt oder mittels eines Head-up Displays im Sichtfeld des Fahrers gegen die Windschutzscheibe projiziert. Durch den Einsatz von aktiven Nachtsichtgeräten werden für den Fahrzeuglenker Objekte sichtbar, bevor sie mit herkömmlichen Autoscheinwerfern erkennbar sind. Damit der NIR-Scheinwerfer vom Gegenverkehr nicht mit Heck- oder Bremsleuchten verwechselt wird, ist es erforderlich, alles Licht im sichtbaren Wellenlängenbereich durch ein optisches Filtersystem komplett zu unterdrücken. Der Übergangsbereich vom unterdrückten sichtbaren Wellenlängenbereich (VIS-Bereich) zum bildwirksamen NIR-Wellenlängenbereich muss dabei durch eine steile Filterkante sehr schmal sein. Aufgrund der steilen Filterkante wird einerseits verhindert, dass der Übergangsbereich im
- 20 VIS-Wellenlängenbereich liegt und ungewünschtes rotes Restlicht abgestrahlt wird und andererseits verhindert, dass der Übergangsbereich zu weit in den NIR-Bereich verläuft und die Strahlungsintensität in diesem Bereich abnimmt.
- 25

- Aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 100 23 936 A1 ist eine Glühlampe zur Erzeugung von Licht im sichtbaren roten Farbspektrum bekannt, deren Lampengefäß eine hitzebeständige oxidische Interferenzfilterbeschichtung bestehend aus fünf
- 30 Schichtstapeln aufweist. Der erste Schichtstapel des Interferenzfilters bildet eine Ab-

sorptionsschicht mit zwei integrierten dünnen Absorberschichten zur Absorption von ungewünschten blauen und violetten Lichtspektren aus. Die in den nachfolgenden vier Schichtstapeln aufgebrachte Interferenzbeschichtung besteht aus optisch niedrigbrechenden und optisch hochbrechenden Schichten und dient zur weiteren Unterdrückung von Licht aus dem violetten und blauen Spektralbereich und zur Einstellung der Filterkante des Interferenzfilters im sichtbaren roten Spektralbereich. Derartige Glühlampen erzeugen aufgrund ihrer steilen Filterkante bei einer Wellenlänge von ca. 590 nm sichtbares rotes Licht. Um die Filterkante in den NIR-Wellenlängenbereich zu verschieben, müssen für das Interferenzfilter dickere Schichten verwendet werden, die allerdings eine Durchlässigkeit im kurzwelligen VIS-Bereich bewirken und dadurch für NIR-Anwendungen ungewünschtes Restlicht abgestrahlt wird.

### Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Glühlampe zu schaffen, die gegenüber herkömmlichen Lösungen eine verbesserte Unterdrückung von sichtbarem Licht bei gleichzeitig maximaler Durchlässigkeit im NIR-Wellenlängenbereich ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Besonders vorteilhafte Ausführungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

Die erfindungsgemäße Glühlampe zur Erzeugung von elektromagnetischer Strahlung in einem nahinfraroten Wellenlängenbereich (NIR-Wellenlängenbereich) hat ein lichtdurchlässiges Lampengefäß, das ein Leuchtmittel umgibt und ein auf dem Lampengefäß angeordnetes Interferenzfilter, das mehrere Schichtstapel mit einer Vielzahl optisch niedrigbrechender und optisch hochbrechender Schichten aufweist. Ein erster Schichtstapel des Interferenzfilters ist als Absorptionsfilter zur Absorption von ungewünschten Lichtspektren mit zumindest zwei Absorptionsschichten und einer, zwischen den Absorptionsschichten angeordneten, optisch niedrigbrechenden Zwischenschicht ausgebildet. Erfindungsgemäß hat das Absorptionsfilter eine geringe Transmission für Licht in einem im Wesentlichen roten Spektralbereich, wobei das Interferenzfilter aufgrund der weiteren Schichtstapel eine Filterkante im NIR-Wellenlängenbereich besitzt. Aufgrund der geringen Transmission des Absorptionsfilters im roten Spektralbereich werden gegenüber dem Stand der Technik weniger Schichtstapel benötigt, da die Schichtdicken der folgenden Schichtstapel auf eine

steile Filterkante und eine hohe Transmission für Licht aus dem NIR-Spektralbereich optimiert werden können. Dadurch wird elektromagnetische Strahlung im gewünschten NIR-Bereich abgestrahlt und die Abstrahlung von ungewünschtem roten Restlicht weitgehend verhindert.

5 Vorzugsweise sind die Schichtdicken der Absorptionsschichten und der optisch niedrigbrechenden Zwischenschicht derart ausgebildet, dass diese eine geringe Transmission für Licht aus dem roten Spektralbereich und eine hohe Transmission für elektromagnetische Strahlung aus dem NIR-Wellenlängenbereich aufweisen. Insbesondere weist das Absorptionsfilter in dem Wellenlängenbereich von 590 nm bis  
10 700 nm eine Transmission von kleiner oder gleich 50% auf. Die Filterkante des erfindungsgemäßen Interferenzfilters ist aufgrund der obigen Erläuterungen vorzugsweise derart steil ausgebildet, dass der Übergang der Transmission von 10% auf 80% in einem Wellenlängenbereich von kleiner oder gleich 50 nm erfolgt.

Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel bestehen die beiden Absorptions-  
15 onsschichten aus Eisenoxid  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Die  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -Schichten besitzen bei ausreichend dicker Schichtstärke im violetten bis roten Spektralbereich metallische und im NIR-Wellenlängenbereich dielektrische Eigenschaften. Durch Anpassung und Optimierung der Schichtdicken der  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -Schichten wird in Kombination mit der optisch niedrigbrechenden Zwischenschicht eine hohe Transmission im NIR-  
20 Wellenlängenbereich und eine hohe Absorption für Licht im sichtbaren violetten bis roten Spektralbereich erreicht.

Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel weist die Schichtdicke einer ersten, unmittelbar auf dem Lampengefäß angeordneten Absorptionsschicht, mit der Schichtdicke einer zweiten, auf die optisch niedrigbrechende Zwischenschicht fol-  
25 gende Absorptionsschicht ein Schichtdickenverhältnis im Bereich von etwa 1:3 bis 1:9 auf.

Die erste Absorptionsschicht weist vorzugsweise eine Schichtdicke im Bereich von etwa 20 nm bis 40 nm und/oder die zweite Absorptionsschicht eine Schichtdicke im Bereich von etwa 180 nm bis 210 nm auf.

30 Das Interferenzfilter ist vorzugsweise derart optimiert, dass die Filterkante im NIR-Wellenlängenbereich, insbesondere in einem Wellenlängenbereich von etwa 760 nm bis 1000 nm, vorzugsweise im Bereich von 780 nm bis 790 nm liegt. Dadurch wird gewährleistet, dass die erfindungsgemäße Glühlampe ein Lichtspektrum

im NIR-Wellenlängenbereich emittiert und die Abstrahlung von ungewünschtem roten Restlicht verhindert wird.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die optisch niedrigbrechenden Schichten  $\text{SiO}_2$ -Schichten und die optisch hochbrechenden Schichten  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ -Schichten. Es können aber auch andere, in der Dünnschichttechnik üblichen Materialien verwendet werden, wie z.B.  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{HfO}_2$ , oder Metallnitride. Die Interferenzfilterbeschichtung kann mittels aus dem allgemeinen Stand der Technik bekannten Beschichtungsverfahren, beispielsweise durch einen Sputter- oder CVD-Prozess erfolgen

Die optisch niedrigbrechenden Schichten weisen im Wesentlichen eine Schichtdicke im Bereich von etwa 100 nm bis 130 nm und die optisch hochbrechenden Schichten im Wesentlichen eine Schichtdicke im Bereich von etwa 30 nm bis 80 nm auf und sind alternierend auf dem Lampengefäß angeordnet.

Als besonders vorteilhaft hat es sich erwiesen, das Interferenzfilter aus zumindest drei Schichtstapeln und/oder 36 Schichten auszubilden.

Der zweite Schichtstapel des Interferenzfilters wird vorzugsweise von einer optisch hochbrechenden Schicht mit einer Schichtdicke von etwa 10 nm bis 20 nm begonnen und/oder der dritte Schichtstapel des Interferenzfilters von einer optisch hochbrechenden Schicht mit einer Schichtdicke von etwa 25 nm bis 45 nm abgeschlossen.

Die erfindungsgemäße Glühlampe kommt vorzugsweise als Infrarotstrahler bei Nachtsichtgeräten, insbesondere in einem NIR-Fahrzeugscheinwerfer zum Einsatz. Sie kann aber auch als Infrarotstrahler für Heizzwecke verwendet werden.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Nachstehend wird die Erfindung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine Seitenansicht einer Glühlampe gemäß des bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung und

Figur 2 Transmissionskurven der drei Schichtstapel des Interferenzfilters und des Interferenzfilters gemäß dem Stand der Technik

Figur 3 Transmissionskurve des erfindungsgemäßen Interferenzfilters

### Bevorzugte Ausführung der Erfindung

Figur 1 zeigt eine Glühlampe 1 zur Erzeugung von Licht in einem NIR-Wellenlängenbereich, die beispielsweise als Lichtquelle für ein aktives Nachtsichtgerät in einem NIR-Fahrzeugscheinwerfer verwendet wird. Diese Glühlampe 1 besitzt einen als Quetschdichtung 2 ausgebildeten Lampensockel 4 und ein um eine Lampenachse A-A rotationssymmetrisches über einen Pumpenstengel 6 abgedichtetes Lampengefäß 8 aus Lampenglas 10, welches ein Leuchtmittel 12 umgibt. Bei dem Leuchtmittel 12 handelt es sich um eine axial in dem Lampengefäß 8 ausgerichtete Glühwendel 16, deren Wendelabgänge 14 jeweils mit einer in der Quetschdichtung 2 des Lampengefäßes 8 eingebetteten Molybdänfolie 18, 20 verschweißt sind. Die Molybdänfolien 18, 20 sind jeweils mit einem aus der Quetschdichtung 2 herausragenden Stromzuführungsdraht 22, 24 verbunden. Die im Wesentlichen gesamte äußere Oberfläche 26 des Lampengefäßes 8 ist mit einem Interferenzfilter 28 beschichtet, das erfindungsgemäß für elektromagnetische Strahlung im NIR-Wellenlängenbereich eine hohe Transmission besitzt und für elektromagnetische Strahlung anderer Spektralbereiche nahezu undurchlässig ist.

Das Interferenzfilter 28 besteht gemäß Tabelle 1 aus insgesamt 36 Interferenz- und Absorptionsschichten, die im Gegensatz zum Stand der Technik, nicht in fünf sondern in drei Schichtstapeln 30, 32, 34 beginnend mit Schicht Nr. 1 auf der äußeren Oberfläche 26 des Lampengefäßes 8 angeordnet sind.

Der Schichtaufbau des Interferenzfilters 28 besteht aus optisch niedrigbrechenden und optisch hochbrechenden Schichten, die in Sputtertechnik alternierend auf das Lampengefäß 8 aufgebracht werden.

Der erste Schichtstapel 30 des Interferenzfilters 28 ist als Absorptionsfilter ausgebildet und unmittelbar auf dem Lampengefäß 8 aufgebracht. Der Absorptionsfilter besteht aus einer ersten Absorptionsschicht aus  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (Eisenoxid) mit einer physikalischen Schichtdicke von etwa 32 nm und einer zweiten Absorptionsschicht aus  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  mit einer wesentlich größeren physikalischen Schichtdicke von etwa 194 nm sowie einer zwischen den beiden Absorptionsschichten angeordneten, optisch niedrigbrechenden Zwischenschicht aus  $\text{SiO}_2$  (Siliziumdioxid) mit einer physikalischen Schichtdicke von ungefähr 55 nm. Die Schichtdicke der ersten Absorptionsschicht bildet mit der Schichtdicke der zweiten Absorptionsschicht ein Schichtdi-

ckenverhältnis von etwa 1:6 aus, d.h. die zweite Absorptionsschicht ist wesentlich dicker ausgebildet als die erste Absorptionsschicht. Aufgrund ihrer Schichtstärke von 194 nm weist die zweite  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -Absorptionsschicht im violetten bis roten Spektralbereich metallische und im NIR-Wellenlängenbereich dielektrische Eigenschaften auf. In Kombination mit der optisch niedrigbrechenden  $\text{SiO}_2$ -Zwischenschicht wird dadurch eine hohe Transmission im NIR-Wellenlängenbereich und eine hohe Absorption für Licht im sichtbaren violetten bis roten Spektralbereich erreicht. Durch die erfindungsgemäß geringe Transmission des Absorptionsfilters im roten Spektralbereich, werden gegenüber dem Stand der Technik nur drei anstatt fünf Schichtstapel benötigt, da die Schichtdicken der auf den ersten Schichtstapel 30 folgenden Schichtstapel 32, 34 auf eine steile Filterkante und eine hohe Transmission für Licht aus dem NIR-Spektralbereich optimiert sind. Dadurch wird Licht im gewünschten NIR-Bereich abgestrahlt und die Abstrahlung von unerwünschtem roten Restlicht verhindert.

Der zweite Schichtstapel 32 wird von einer achtmal wiederholten Schichtenfolge gebildet, der aus optisch hochbrechenden Schichten aus  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  (Niobiumpentoxid) und optisch niedrigbrechenden Schichten aus  $\text{SiO}_2$  besteht. Dieser zweite Schichtstapel 32 besitzt eine geringe Transmission für Licht aus dem violetten und blauen Spektralbereich und dient neben dem von dem ersten Schichtstapel 30 gebildeten Absorptionsfilter zur weiteren Unterdrückung von grünen und gelben Lichtspektren.

Der dritte Schichtstapel 32 wird ebenfalls von einer achtmal wiederholten Schichtenfolge gebildet, der aus optisch hochbrechenden Schichten aus  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  und optisch niedrigbrechenden Schichten aus  $\text{SiO}_2$  besteht und dient neben der Unterdrückung von roten Lichtspektren zur Einstellung der Filterkante des Interferenzfilters 28 im NIR-Wellenlängenbereich bei ungefähr 790 nm. Die Schichtdicken der  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ - und  $\text{SiO}_2$ -Schichten sind in diesem Stapel derart optimiert, dass das Interferenzfilter 28 bei einer Lichtwellenlänge von etwa 790 nm einen steilen Übergang von dem sichtbaren Spektralbereich geringer Transmission zu dem NIR-Bereich hoher Transmission aufweist.

In Figur 2 ist das Transmissionsverhalten des ersten als Absorptionsfilter ausgebildeten Schichtstapels 30 durch eine Kurve 36, das Transmissionsverhalten des zweiten Schichtstapels 32 durch eine punktiert angedeutete Kurve 38 und das Transmissionsverhalten des dritten Schichtstapels 34 durch eine strichpunktiert angedeutete



te Kurve 40 dargestellt. Weiterhin ist das Transmissionsverhalten des ersten Schichtstapels nach dem Stand der Technik gemäß der DE 100 23 936 A1 durch eine gestrichelte Kurve 42 angedeutet.

Gemäß der Kurve 36 ist das Absorptionsfilter des ersten Schichtstapels 30 derart ausgebildet, dass der für NIR-Anwendungen ungewünschte kurzwellige violette bis rote Spektralbereich (ca.  $<720$  nm) größtenteils absorbiert wird, d.h. die Transmissionsschwingungen der Kurven-38 und 40 im Bereich von ca. 400 nm bis 580 nm werden durch die Absorptionswirkung des ersten Schichtstapels 30 überlagert. Aufgrund der gegenüber der Kurve 42 gemäß dem Stand der Technik erfindungsgemäß verringerten Transmission des Absorptionsfilters im roten Spektralbereich, werden nachfolgend weniger Schichtstapel benötigt, da die Schichtdicken der folgenden Schichtstapel 32, 34 auf eine steile Filterkante und eine hohe Transmission für elektromagnetische Strahlung aus dem NIR-Spektralbereich ( $>780$  nm) optimiert sind. Aus diesem Grund kann das Interferenzfilter 28 aus drei anstatt fünf Schichtstapeln bestehen. Die weitere Unterdrückung der Transmission im gelb-roten Spektralbereich und die Ausbildung einer steilen Filterkante des erfindungsgemäßen Interferenzfilters 28 im NIR-Wellenlängenbereich erfolgt durch den zweiten und dritten Schichtstapel 32, 34 des Interferenzfilters 28. Die Filterkante des Schichtstapels 34 bei der die Transmission gemäß der Kurve 40 fünfzig Prozent des einfallenden Lichtes beträgt, liegt gemäß Figur 2 bei ungefähr 790 nm. In Figur 3 ist die Transmissionskurve des erfindungsgemäßen, aus den drei Schichtstapeln 30, 32 und 34 bestehenden kompletten Interferenzfilters 28 dargestellt. Die Filterkante des kompletten Interferenzfilters 28 liegt zwischen 780 nm und 790 nm. Der Übergang der Transmission von 10% auf 80% erfolgt bei dem Interferenzfilter 28 in einem schmalen Wellenlängenbereich von nur 37 nm. Dadurch wird elektromagnetische Strahlung im gewünschten NIR-Bereich abgestrahlt und die Abstrahlung von ungewünschtem roten Restlicht verhindert. Die erfindungsgemäße Glühlampe 1 emittiert daher elektromagnetische Strahlung im NIR-Wellenlängenbereich und kann als Infrarotstrahler für aktive Nachtsichtgeräte in NIR-Fahrzeugscheinwerfern verwendet werden.

Die Erfindung beschränkt sich nicht auf das oben näher erläuterte Ausführungsbeispiel, insbesondere können für die Interferenzschichten andere geeignete Materialien und Beschichtungsprozesse Verwendung finden. Je nach Beschichtungsverfahren kann als optisch hochbrechendes Material alternativ z. B. auch  $\text{TiO}_2$  (Tioxid) eingesetzt werden. Die physikalischen Schichtdicken von  $\text{TiO}_2$  werden

dann aufgrund des unterschiedlichen Brechungsindex um einen Faktor von ungefähr 0,9 angepasst.

Außerdem kann die Erfindung auch mit einer anderen Anzahl von optisch niedrigbrechenden und optisch hochbrechenden Schichten und Schichtstapeln ausgeführt werden.

Die Erfindung beschränkt sich nicht auf das oben erläuterte Ausführungsbeispiel, insbesondere kann die Erfindung auf Glühlampen mit beliebiger Lampengeäßgeometrie angewendet werden. Neben der Anwendung als Strahlungsquelle für Nachtsichtgeräte kann die Erfindung auch für andere Anwendungen z.B. als IR-Heizstrahler eingesetzt werden.

Die näher erläuterte, bevorzugte Ausführung ist für minimales sichtbares Restlicht abgestimmt. Durch Modifikationen des Schichtdesigns kann der Restlichtwert, sowie dessen abgestrahlte Farbtemperatur in vielfältiger Weise und Variationen eingestellt werden.

Offenbart ist eine Glühlampe 1, insbesondere Halogenglühlampe zur Erzeugung von elektromagnetischer Strahlung in einem nahinfraroten Wellenlängenbereich (NIR-Wellenlängenbereich) mit einem lichtdurchlässigen Lampengeäß 8, einem von dem Lampengeäß 8 umgebenen Leuchtmittel 12 und einem auf dem Lampengeäß 8 angeordneten Interferenzfilter 28, das mehrere Schichtstapel 30, 32, 34 mit einer Vielzahl optisch niedrigbrechender und optisch hochbrechender Schichten aufweist, wobei ein erster Schichtstapel 30 des Interferenzfilters 28 als Absorptionsfilter 30 zur Absorption von ungewünschten Lichtspektren mit zumindest zwei Absorptionsschichten und einer, zwischen den Absorptionsschichten angeordneten, optisch niedrigbrechenden Zwischenschicht ausgebildet ist. Erfindungsgemäß hat das Absorptionsfilter 30 eine geringe Transmission für Licht in einem im Wesentlichen roten Spektralbereich, wobei das Interferenzfilter 28 aufgrund der weiteren Schichtstapel 32, 34 eine Filterkante im NIR-Wellenlängenbereich besitzt.

Tabelle 1

| Aufbau der Interferenzfilterbeschichtung |             |                         |                       |
|------------------------------------------|-------------|-------------------------|-----------------------|
| Schichtstapel-Nr.                        | Schicht-Nr. | Schichtart              | ca. Schichtdicke [nm] |
| 30                                       | 1           | $\text{Fe}_2\text{O}_3$ | 32                    |
|                                          | 2           | $\text{SiO}_2$          | 55                    |
|                                          | 3           | $\text{Fe}_2\text{O}_3$ | 194                   |
| 32                                       | 4           | $\text{Nb}_2\text{O}_5$ | 14                    |
|                                          | 5           | $\text{SiO}_2$          | 116                   |
|                                          | 6           | $\text{Nb}_2\text{O}_5$ | 40                    |
|                                          | 7           | $\text{SiO}_2$          | 116                   |
|                                          | 8           | $\text{Nb}_2\text{O}_5$ | 40                    |
|                                          | 9           | $\text{SiO}_2$          | 116                   |
|                                          | 10          | $\text{Nb}_2\text{O}_5$ | 40                    |
|                                          | 11          | $\text{SiO}_2$          | 116                   |
|                                          | 12          | $\text{Nb}_2\text{O}_5$ | 40                    |
|                                          | 13          | $\text{SiO}_2$          | 116                   |
|                                          | 14          | $\text{Nb}_2\text{O}_5$ | 40                    |
|                                          | 15          | $\text{SiO}_2$          | 116                   |
|                                          | 16          | $\text{Nb}_2\text{O}_5$ | 40                    |
|                                          | 17          | $\text{SiO}_2$          | 116                   |
|                                          | 18          | $\text{Nb}_2\text{O}_5$ | 40                    |
|                                          | 19          | $\text{SiO}_2$          | 116                   |
| 34                                       | 20          | $\text{Nb}_2\text{O}_5$ | 62                    |
|                                          | 21          | $\text{SiO}_2$          | 117                   |
|                                          | 22          | $\text{Nb}_2\text{O}_5$ | 71                    |
|                                          | 23          | $\text{SiO}_2$          | 117                   |
|                                          | 24          | $\text{Nb}_2\text{O}_5$ | 71                    |
|                                          | 25          | $\text{SiO}_2$          | 117                   |
|                                          | 26          | $\text{Nb}_2\text{O}_5$ | 71                    |
|                                          | 27          | $\text{SiO}_2$          | 117                   |
|                                          | 28          | $\text{Nb}_2\text{O}_5$ | 71                    |
|                                          | 29          | $\text{SiO}_2$          | 117                   |
|                                          | 30          | $\text{Nb}_2\text{O}_5$ | 71                    |
|                                          | 31          | $\text{SiO}_2$          | 117                   |
|                                          | 32          | $\text{Nb}_2\text{O}_5$ | 71                    |
|                                          | 33          | $\text{SiO}_2$          | 117                   |
|                                          | 34          | $\text{Nb}_2\text{O}_5$ | 71                    |
|                                          | 35          | $\text{SiO}_2$          | 117                   |
|                                          | 36          | $\text{Nb}_2\text{O}_5$ | 36                    |

### Ansprüche

1. Glühlampe zur Erzeugung von elektromagnetischer Strahlung in einem nah-infraroten Wellenlängenbereich (NIR-Wellenlängenbereich) mit einem lichtdurchlässigen Lampengefäß (8), einem von dem Lampengefäß (8) umgebenen Leuchtmittel  
5 (12) und einem auf dem Lampengefäß (8) angeordneten Interferenzfilter (28), das mehrere Schichtstapel (30, 32, 34) mit einer Vielzahl optisch niedrigbrechender und optisch hochbrechender Schichten aufweist, wobei ein erster Schichtstapel (30) des Interferenzfilters (28) als Absorptionsfilter (30) zur Absorption von ungewünschten Lichtspektren mit zumindest zwei Absorptionsschichten und einer, zwischen den  
10 Absorptionsschichten angeordneten, optisch niedrigbrechenden Zwischenschicht ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Absorptionsfilter (30) eine geringe Transmission für Licht in einem im Wesentlichen roten Spektralbereich aufweist und das Interferenzfilter (28) aufgrund der weiteren Schichtstapel (32, 34) eine Filterkante im NIR-Wellenlängenbereich besitzt.
- 15 2. Glühlampe nach Anspruch 1, wobei die Schichtdicken der Absorptionsschichten und der optisch niedrigbrechenden Zwischenschicht derart optimiert sind, dass diese eine geringe Transmission für Licht aus dem roten Spektralbereich und eine hohe Transmission für Licht aus dem NIR-Wellenlängenbereich aufweisen.
- 20 3. Glühlampe nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Schichtdicke einer ersten, unmittelbar auf dem Lampengefäß angeordneten Absorptionsschicht, mit der Schichtdicke einer zweiten, auf die optisch niedrigbrechende Zwischenschicht folgenden Absorptionsschicht ein Schichtdickenverhältnis im Bereich von etwa 1:3 bis 1:9 aufweist.
- 25 4. Glühlampe nach Anspruch 3, wobei die beiden Absorptionsschichten  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -Schichten sind.
5. Glühlampe nach Anspruch 3 oder 4, wobei die erste Absorptionsschicht eine Schichtdicke im Bereich von etwa 20 nm bis 40 nm und/oder die zweite Absorptionsschicht eine Schichtdicke im Bereich von etwa 180 nm bis 210 nm aufweist.
- 30 6. Glühlampe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die optisch niedrigbrechenden Schichten  $\text{SiO}_2$ -Schichten und die optisch hochbrechenden Schichten  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ -Schichten sind.

7. Glühlampe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die optisch niedrigbrechenden Schichten im Wesentlichen eine Schichtdicke im Bereich von etwa 100 nm bis 130 nm und die optisch hochbrechenden Schichten im Wesentlichen eine Schichtdicke im Bereich von etwa 30 nm bis 80 nm aufweisen und alternierend angeordnet sind.

8. Glühlampe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Interferenzfilter (28) aus zumindest drei Schichtstapeln (30, 32, 34) besteht.

9. Glühlampe nach Anspruch 8, wobei ein zweiter Schichtstapel (32) des Interferenzfilters (28) in Strahlrichtung eine erste optisch hochbrechende Schicht mit einer Schichtdicke von etwa 10 nm bis 20 nm und/oder ein dritter Schichtstapel (34) des Interferenzfilters (28) eine letzte optisch hochbrechende Schicht mit einer Schichtdicke von etwa 25 nm bis 45 nm aufweist.

10. Glühlampe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Interferenzfilter (28) 36 Schichten aufweist.

11. Glühlampe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Interferenzfilter (28) derart ausgebildet ist, dass seine Filterkante in einem Wellenlängenbereich von 760 nm bis 1000 nm, vorzugsweise im Bereich von 780 nm bis 790 nm liegt.

12. Glühlampe nach Anspruch 1, wobei die Transmission des Absorptionsfilters (30) für Licht im Wellenlängenbereich von 590 nm bis 700 nm kleiner oder gleich 50% ist.

13. Glühlampe nach Anspruch 1 oder 11, wobei die Filterkante derart ausgebildet ist, dass der Übergang der Transmission von 10% auf 80% in einem Wellenlängenbereich von kleiner oder gleich 50 nm stattfindet.

14. Glühlampe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Lampe (1) in Nachtsichtgeräten, insbesondere in einem NIR-Fahrzeugscheinwerfer zum Einsatz kommt.

15. Glühlampe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Lampe (1) als elektrischer Infrarot-Strahler für Heizzwecke zum Einsatz kommt.

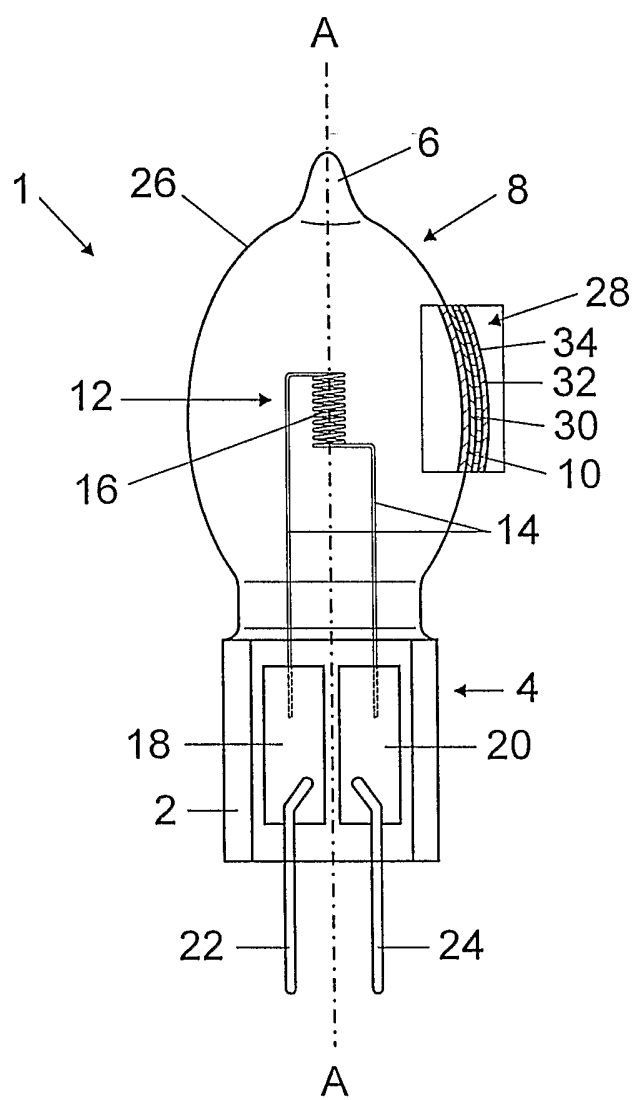


FIG 1

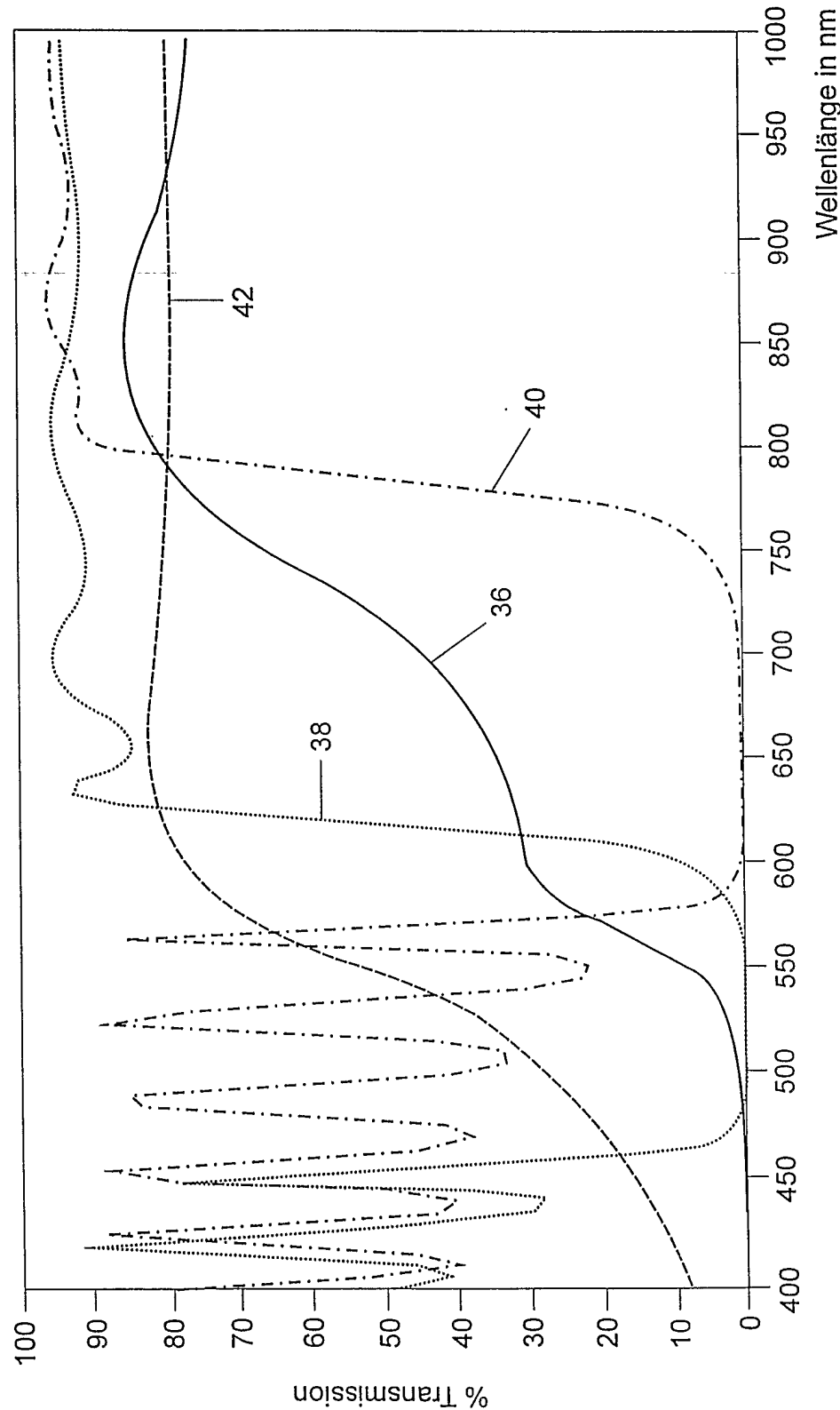


FIG 2

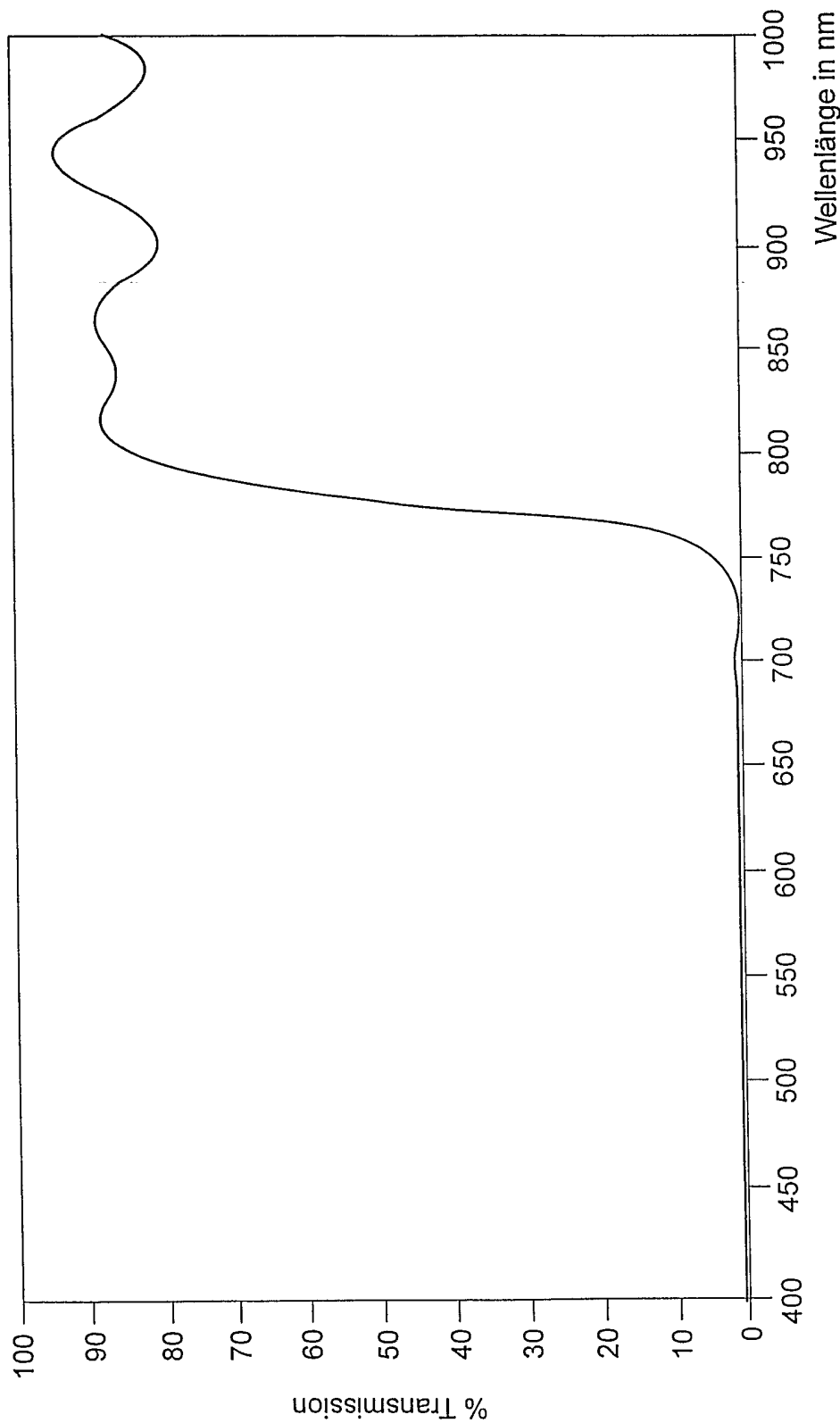


FIG 3