



(11) **EP 2 717 293 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.04.2014 Patentblatt 2014/15

(51) Int Cl.:
H01J 61/16 ^(2006.01) **H01J 61/38** ^(2006.01)
H01J 61/76 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12187412.7**

(22) Anmeldetag: **05.10.2012**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

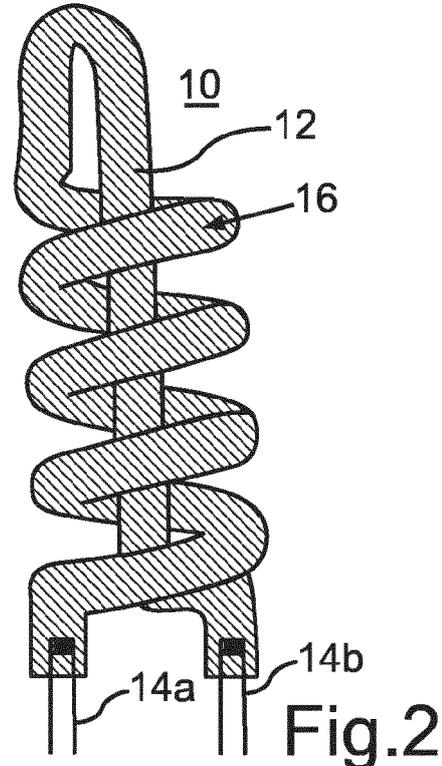
(72) Erfinder:
• **Schubert, Karl Ferdinand**
01324 Dresden (DE)
• **Müller, Frank R.**
01326 Dresden (DE)

(71) Anmelder: **Quercus Light GmbH**
10707 Berlin (DE)

(74) Vertreter: **Hofstetter, Schurack & Partner**
Patent- und Rechtsanwaltskanzlei
Partnerschaft
Balanstrasse 57
81541 München (DE)

(54) **Infrarot-Strahlungsquelle und Verfahren zum Herstellen einer Infrarot-Strahlungsquelle**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Infrarot-Strahlungsquelle (10) mit einer Niederdruckentladungslampe umfassend ein Entladungsgefäß (12) mit einem Entladungs-Volumen; und eine erste (14a) und eine zweite thermisch emittierende Elektrode (14b), die in dem Entladungsgefäß (12) gegenüberliegend angeordnet sind; wobei die Füllung des Entladungsgefäßes folgende Merkmale aufweist: die Füllung enthält kein Quecksilber; und der Xenon-Partialdruck beträgt: bei einem Entladungs-Volumen kleiner gleich 50 cm³ zwischen 0,008 mbar und 0,010 mbar, und bei einem Entladungs-Volumen größer 50 cm³ zwischen 0,3 mbar und 2 mbar. Die Erfindung betrifft überdies ein Verfahren zum Herstellen einer entsprechenden Infrarot-Strahlungsquelle (10).



EP 2 717 293 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Infrarot-Strahlungsquelle und ein Verfahren zum Herstellen einer Infrarot-Strahlungsquelle.

[0002] NIR-Strahlung (NIR = near infrared) wird insbesondere zum Anstrahlen von unbewegten oder bewegten Gegenständen sowie Bewegungsabläufen, vorzugsweise von Personen und anderen Lebewesen, aber auch unbelebten Abläufen zwecks visueller und apparativer Beobachtung mittels geeigneter Geräte, beispielsweise Kameras, Monitoren usw., zum Zwecke der Steuerung, Ablaufveränderung und/oder Verhütung unerwünschter, ungenehmigter oder strafbarer Handlungen durch Personen oder andere Lebewesen oder Vorrichtungen in ökonomischer und für Lebewesen gesundheitlich unbedenklicher Weise benutzt. In diesem Zusammenhang ist aus der EP 1 548 798 B1 eine Metallhalogenidlampe bekannt, die NIR-Strahlung aussendet. Nachteilig an dieser Lampe ist jedoch, dass zu ihrer Herstellung hochreaktive und teure Rohstoffe verwendet werden. Außerdem arbeitet eine derartige Strahlungsquelle bei einem hohen Druck, welcher aufwändige Sicherungsmaßnahmen notwendig macht.

[0003] Aus der US 5,837,478 A ist eine Niederdruckentladungslampe mit Glühkathoden bekannt, deren Füllung Quecksilber umfasst und die NIR-Strahlung emittiert. In derartigen Niederdruckentladungslampen wird Quecksilber dazu verwendet, eine UV-Anregung eines in derartigen Niederdruckentladungslampen verwendeten Leuchtstoffs zu erzwingen. Über den Quecksilberdampf entsteht das den Leuchtstoff anregende UV-Licht. Quecksilberdampf emittiert bei etwa 250 nm und daher nicht im Infrarotbereich. Nachteilig an einer derartigen Niederdruckentladungslampe ist der Umstand, dass die Füllung Quecksilber umfasst, was bei der Entsorgung nach Lebensdauerende zu Problemen, insbesondere zu unerwünscht hohen Kosten führt. Überdies ist die Effizienz einer derartigen Niederdruckentladungslampe unerwünscht gering und zu ihrer Herstellung ist die Verwendung seltener und damit teurer Rohstoffe nötig.

[0004] Aus dem Stand der Technik sind weitere Strahlungsquellen bekannt, die NIR-Strahlung emittieren. Beispielhaft sind hier zu nennen LED-Strahler, Glühlampen mit Eliminierung des sichtbaren Strahlungsanteils sowie HID-Strahler. Weiterhin sind Strahlungsquellen bekannt, bei denen dielektrisch behinderte Xenon-Entladung eingesetzt wird. Beispielhaft sind hier zu nennen die Produkte Xeradex und Planon der Firma Osram.

[0005] Den aus dem Stand der Technik bekannten Strahlungsquellen ist gemeinsam, dass sie entweder einen hohen apparativen Aufwand erfordern, der mit beträchtlichen Kosten einher geht, lediglich eine niedrige Effizienz oder geringe Strahlungsleistung aufweisen oder in der Entsorgung problematisch sind.

[0006] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht deshalb darin, eine Infrarot-Strahlungsquelle bereitzustellen, die sich durch niedrige Herstellungskosten,

Umweltverträglichkeit sowie hohe Effizienz auszeichnet. Der vorliegenden Erfindung liegt weiterhin die Aufgabe zugrunde, ein entsprechendes Verfahren zur Herstellung einer derartigen Infrarot-Strahlungsquelle bereitzustellen.

[0007] Diese Aufgaben werden gelöst durch eine Infrarot-Strahlungsquelle mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 13.

[0008] Der vorliegenden Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass sich bei Niederdruckentladungslampen mit thermisch emittierenden Elektroden unter Verzicht auf Quecksilber bei bestimmten Xenonpartialdrücken in Abhängigkeit des Entladungs-Volumens des Entladungsgefäßes in überraschenderweise ein Effekt einstellt, der in unerwartet hohem Umfang zur Emission von Strahlung im infraroten Wellenlängenbereich führt. Empirisch konnte ermittelt werden, dass dieser Effekt auftritt, wenn bei einem Entladungs-Volumen kleiner gleich 50 cm³ ein Xenonpartialdruck zwischen 0,008 mbar und 0,010 mbar verwendet wird und bei einem Entladungs-Volumen größer 50 cm³ ein Xenonpartialdruck zwischen 0,3 mbar und 2 mbar. Das Entladungsgefäß einer erfindungsgemäßen Infrarot-Strahlungsquelle ist selbstverständlich so ausgebildet, dass es für Strahlung im infraroten Wellenlängenbereich transmissiv ist. Insbesondere konnte bei den durchgeführten Versuchen festgestellt werden, dass sich bei einer derart dimensionierten Füllung in Abhängigkeit des Entladungs-Volumens völlig unvermutet ein Emissionsmaximum im infraroten Wellenlängenbereich ergibt. Durch die vorliegende Erfindung lässt sich demnach eine infrarote Lichtquelle schaffen, die NIR-Strahlung hoher Intensität und hoher Effizienz sowie geringer Bandbreite erzeugt. Dadurch, dass die Füllung einer erfindungsgemäßen Infrarot-Strahlungsquelle kein Quecksilber aufweist, ergibt sich eine hohe Umweltverträglichkeit.

[0009] Die bei einer erfindungsgemäßen Infrarot-Strahlungsquelle verwendete Niederdruckentladungslampe zeichnet sich dadurch aus, dass die Elektroden- und Gastemperaturen kaum gekoppelt sind. Es herrscht demnach kein thermisches Gleichgewicht. Diese Entladungsform wird auch als Glühemission mit anschließender Stoßentladung bezeichnet. Eine typische Anwendung ist die Leuchtstofflampe. Bei teilvakuiertem Glasrohr bildet sich an gegenüberliegenden Elektroden bei ausreichend hoher Spannung eine Glühemission mit anschließender Stoßentladung aus. "Gegenüberliegend" bedeutet hier "innerhalb des Entladungsgefäßes gegenüberliegend". Dabei brauchen sich die Elektroden nicht in einer Ebene gegenüberliegen, sondern sind jeweils am Ende eines beliebig geformten Entladungsgefäßes angeordnet. Niederdruckentladungslampen können mit direkt beheizten Glühkathoden arbeiten, wobei die Glühkathoden vor dem Zünden meistens beheizt werden und anschließend ihre Temperatur von selbst durch Rückheizung beibehalten. Um die Emissionsfähigkeit der Elektroden zu erhalten, werden diese beim Dimmen be-

vorzug beheizt. Alternativ kann anstelle der Stoßentladung auch eine Excimer-Entladung verwendet werden, um die Aufgabe der vorliegenden Erfindung zu lösen. Wie für den Fachmann hinlänglich bekannt, kann dies Anpassung der Anregungsfrequenz und des Stromflusses unter Beibehaltung von Druck und Gaszusammensetzung erreicht werden.

[0010] Bei den erwähnten Versuchen konnte eine Ausbeute von Strahlung im infraroten Wellenlängenbereich von bis zu 30 % nachgewiesen werden. Mittels derartiger Strahlungsquellen beleuchtete Objekte sind ohne sichtbares Licht für aktive Infrarotkamarasysteme sichtbar. Eine mögliche Anwendung der vorliegenden Erfindung besteht daher insbesondere in der Objektüberwachung, wenn sichtbares Licht nicht erwünscht (Lichtverschmutzung; sicherheitsrelevante Dunkelheit) oder gefährdend (Tunnelüberwachung) ist.

[0011] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel konnten Strahlungsmaxima näherungsweise bei den folgenden Wellenlängen festgestellt werden: $\lambda = 825 \text{ nm}$, 880 nm , 895 nm , 905 nm , 915 nm , 980 nm sowie bei 992 nm . Bei dem genannten Ausführungsbeispiel wurden mehr als 90 % der NIR-Strahlung bis 1000 nm bei den genannten Wellenlängen emittiert. Dadurch ergeben sich eine äußerst hohe Effizienz und ein sehr hoher Wirkungsgrad.

[0012] Bei bevorzugten Ausführungsbeispielen beträgt der Gesamt-Füllgasdruck im Entladungsgefäß zwischen $2,5$ und 200 mbar , bevorzugt zwischen $6,5$ und 20 mbar . Insbesondere im letztgenannten Bereich wurden eine besonders hohe Effizienz und damit ein besonders hoher Wirkungsgrad festgestellt.

[0013] Die Elektroden können für eine Gleichspannungsversorgung oder eine Wechselspannungsversorgung ausgelegt sein. Beide Arten der Versorgung sind möglich. Die Elektroden sind bevorzugt als Glühwendelelektroden ausgeführt.

[0014] Grundsätzlich wird die Aufgabe der vorliegenden Erfindung bereits zufriedenstellend gelöst, wenn die Füllung des Entladungsgefäßes keinen Leuchtstoff umfasst. Bereits in diesem Fall ist die im infraroten Wellenlängenbereich emittierte Strahlung ausreichend hoch genug, sodass eine derartige Infrarot-Strahlungsquelle für die meisten Anwendungsfälle bereits genügend effizient arbeitet. Allerdings lässt sich der Wirkungsgrad noch weiter optimieren, wenn die Füllung des Entladungsgefäßes einen Leuchtstoff umfasst, der ausgelegt ist, Strahlung bei einer Wellenlänge von insbesondere 154 nm und/oder 172 nm in NIR-Strahlung umzuwandeln. Diese Idee beruht darauf, dass bei der Anregung des Xenonanteils durch Stoßentladung oder Excimer-Entladung auch Strahlungsanteile im UV-Bereich entstehen, die durch Transformation bzw. Konversion mittels eines geeigneten Leuchtstoffs zum Gesamtausgangssignal im infraroten Wellenlängenbereich beitragen können. Dabei wird der Leuchtstoff bevorzugt an der Innenwand des Entladungsgefäßes angebracht, wobei es sich bei dem Leuchtstoff um einen Ein-Photon-Leuchtstoff oder einen

Mehr-Photonen-Leuchtstoff handeln kann. Ein besonders bevorzugter Leuchtstoff ist unter der Bezeichnung Nichia NP-870 auf dem Markt erhältlich.

[0015] Während Xenon bei einer erfindungsgemäßen Infrarot-Strahlungsquelle die Funktion des Emissionsgases übernimmt, kann die Füllung des Entladungsgefäßes weiterhin mindestens eines der folgenden Elemente als Trägergas umfassen: Argon, Neon, Krypton, Helium, Radon, Stickstoff in Kombination mit mindestens einem Edelgas, Sauerstoff in Kombination mit mindestens einem Edelgas. Bei Röhren mit einem Durchmesser von bis zu 120 mm liefert die Verwendung von reinem Argon als Trägergas besonders gute Ergebnisse. Bei Durchmessern von über 120 mm funktionieren Neon-Argon-Gasgemische gut. Noch bessere Ergebnisse ergeben sich bei einem Gasgemisch, das Neon, Argon und Krypton umfasst. In beiden Fällen ergibt sich eine hohe Lebensdauer. Weiterhin werden die Strahlungsleistung und die Effizienz der Niederdruckentladungslampe deutlich erhöht. Die Verwendung von Neon als Trägergas liefert die höchste Strahlungsdichte und die höchste Strahlungseffizienz. Allerdings fehlen hierzu noch Ergebnisse die Lebensdauer betreffend.

[0016] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist das Entladungsgefäß so ausgebildet, dass es UV-A-, UV-B- und/oder UV-C-Strahlung absorbiert. Zu diesem Zweck kann das Entladungsgefäß aus Borosilikat- oder Weichgläsern bestehen. Auf diese Weise wird die Entstehung von umwelt- und gesundheitsschädlichem Ozon verhindert. Dieser entsteht sonst, wenn kurzwellige/hochenergetische UV-Strahlung vom Luftsauerstoff absorbiert wird.

[0017] Besonders bevorzugt ist es jedoch, wenn eine erfindungsgemäße Infrarot-Strahlungsquelle eine optische Filtervorrichtung umfasst. Dabei kann die optische Filtervorrichtung derart ausgebildet sein, dass sie für Strahlung im Wellenlängenbereich zwischen 380 nm und 600 nm undurchlässig ist, insbesondere Strahlung in diesem Wellenlängenbereich absorbiert.

[0018] Bei einer besonders bevorzugten Variante stellt das Entladungsgefäß die optische Filtervorrichtung dar und besteht aus optischem Filterglas, das ausgelegt ist, Strahlung im Wellenlängenbereich zwischen 380 nm und 600 nm zu absorbieren. Die optische Filtervorrichtung kann jedoch auch beispielsweise in Form eines Schutzlacks oder eines Schlauchs auf das Entladungsgefäß aufgebracht sein. Alternativ kann ein Filtergefäß vorgesehen sein, das die optische Filtervorrichtung umfasst und das das Entladungsgefäß zumindest teilweise umschließt.

[0019] Die optische Filtervorrichtung kann demnach bevorzugt ausgelegt werden, auch minimale Spektralanteile im sichtbaren Wellenlängenbereich aus dem Emissionsspektrum zu filtern. Die optische Filtervorrichtung ist daher insbesondere für Strahlung im sichtbaren Wellenlängenbereich undurchlässig. Mit bloßem Auge kann eine erfindungsgemäße Infrarot-Strahlungsquelle somit nicht erkannt werden. Auf diese Weise wirkt sie auch

nicht störend.

[0020] Weitere bevorzugte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0021] Die mit Bezug auf eine erfindungsgemäße Infrarot-Strahlungsquelle vorgestellten bevorzugten Ausführungsformen und deren Vorteile gelten entsprechend, soweit anwendbar, für das erfindungsgemäße Verfahren. Die Reihenfolge der Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens kann zweckmäßig variiert werden.

[0022] Im Nachfolgenden werden nunmehr Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 in schematischer Darstellung ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Infrarot-Strahlungsquelle;

Fig. 2 in schematischer Darstellung ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Infrarot-Strahlungsquelle;

Fig. 3 in schematischer Darstellung ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Infrarot-Strahlungsquelle;

Fig. 4 in schematischer Darstellung ein viertes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Infrarot-Strahlungsquelle;

Fig. 5 den Transmissionsgrad über der Wellenlänge für ein erstes Ausführungsbeispiel einer bei einer erfindungsgemäßen Infrarot-Strahlungsquelle verwendbaren optischen Filtervorrichtung;

Fig. 6 den Transmissionsgrad über der Wellenlänge für ein zweites Ausführungsbeispiel einer bei einer erfindungsgemäßen Infrarot-Strahlungsquelle verwendbaren optischen Filtervorrichtung; und

Fig. 7 in schematischer Darstellung das Anregungsspektrum sowie das Emissionsspektrum eines bei einer erfindungsgemäßen Infrarot-Strahlungsquelle verwendbaren Leuchtstoffs.

[0023] In den Figuren werden für gleiche und gleich wirkende Bauteile und Elemente dieselben Bezugszeichen verwendet. Diese werden der Einfachheit halber nur einmal eingeführt.

[0024] Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Infrarot-Strahlungsquelle 10. Diese weist eine Niederdruckentladungslampe mit einem Entladungsgefäß 12 auf, dessen Füllung in Abhängigkeit von seinem Entladungsvolumen durch folgende Merkmale gekennzeichnet ist: Beträgt das Entladungsvolumen weniger als 50 cm³, ent-

hält die Füllung Xenon mit einem Partialdruck zwischen 0,008 mbar und 0,010 mbar. Beträgt das Entladungsvolumen mehr als 50 cm³, beträgt der Partialdruck des Xenonanteils zwischen 0,3 mbar und 2 mbar. Die Füllung enthält ausdrücklich kein Quecksilber.

[0025] Die Niederdruckentladungslampe umfasst eine erste 14a und eine zweite Glühwendelektrode 14b, die an jeweiligen Enden des Entladungsgefäßes 12 und innerhalb des Entladungsgefäßes 12 gegenüberliegend angeordnet sind. In dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel enthält die Füllung des Entladungsgefäßes 12 keinen Leuchtstoff. Weiterhin enthält die Füllung als Trägergas mindestens eines der Elemente Argon, Neon, Krypton, Helium, Radon, Stickstoff in Kombination mit mindestens einem Edelgas, Sauerstoff in Kombination mit mindestens einem Edelgas. Selbstverständlich sind andere Formen des Entladungsgefäßes als das Dargestellte ebenfalls möglich. Der Gesamt-Füllgasdruck im Entladungsgefäß beträgt zwischen 2,5 und 200 mbar, bevorzugt zwischen 6,5 und 20 mbar.

[0026] Bei einer Alternative zu dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel kann das Entladungsgefäß 12 einen Leuchtstoff umfassen, der ausgelegt ist, insbesondere Strahlung bei einer Wellenlänge von 154 nm und/oder 172 nm in NIR-Strahlung umzuwandeln. Das Entladungsgefäß 12 selbst kann ausgebildet sein, UV-A-, UV-B- und/oder UV-C-Strahlung zu absorbieren.

[0027] Bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel ist ein optisches Filter 16 auf das Entladungsgefäß 12 aufgebracht. Dabei ist das optische Filter 16 für Strahlung im Wellenlängenbereich zwischen 360 nm und 600 nm undurchlässig beziehungsweise absorbiert Strahlung in diesem Wellenlängenbereich.

[0028] Das optische Filter kann beispielsweise in Form eines Lacks oder einer Pulverschicht innen oder außen auf das Entladungsgefäß 12 aufgebracht sein.

[0029] Bei dem in Fig. 3 dargestellten Ausführungsbeispiel ist ein Filtergefäß 18 vorgesehen, das das Entladungsgefäß 12 zumindest teilweise umschließt, wobei das Filtergefäß 18 die optische Filtervorrichtung darstellt. Auf diese Weise lässt sich eine erfindungsgemäße Infrarot-Strahlungsquelle in unterschiedlichen Betriebsmodi betreiben, einmal für das menschliche Auge unsichtbar und einmal für das menschliche Auge sichtbar, sofern das Filtergefäß 18 reversibel mit dem Entladungsgefäß 12 koppelbar ist. Bei einer defekten Niederdruckentladungslampe kann überdies das Filtergefäß 18 für die Ersatz-Niederdruckentladungslampe weiterverwendet werden.

[0030] Fig. 4 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem das Entladungsgefäß 12 die optische Filtervorrichtung darstellt. Bei diesem Ausführungsbeispiel besteht das Entladungsgefäß 12 aus optischem Filterglas, das ausgelegt ist, Strahlung in dem genannten Wellenlängenbereich zwischen 380 nm und 600 nm zu absorbieren.

[0031] In Fig. 5 ist der Transmissionsgrad in Abhängigkeit der Wellenlänge für ein erstes Ausführungsbeispiel einer optischen Filtervorrichtung, wie sie bei einer

erfindungsgemäßen Infrarot-Strahlungsquelle verwendbar ist, dargestellt. Wie deutlich zu erkennen, ist eine derartige optische Filtervorrichtung für Strahlung bis zu einer Wellenlänge von 600 nm undurchlässig.

[0032] Fig. 6 zeigt den entsprechenden Verlauf für ein zweites Ausführungsbeispiel einer optischen Filtervorrichtung. Diese ist so ausgestaltet, dass sie für Strahlung bis zu Wellenlängen von ca. 730 nm undurchlässig ist. Der Vorteil der Verwendung einer optischen Filtervorrichtung, die einen wie in Fig. 6 dargestellten spektralen Verlauf aufweist, liegt darin, dass nahezu kein sichtbares Licht emittiert wird. Nachteilig daran ist allerdings der Umstand, dass die Effizienz um ca. 20% gesenkt wird.

[0033] Wie bereits erwähnt, kann bei besonders bevorzugten Ausführungsbeispielen einer erfindungsgemäßen Infrarot-Strahlungsquelle ein Leuchtstoff vorgesehen sein, der ausgelegt ist, Strahlung insbesondere bei einer Wellenlänge von 154 nm und/oder von 172 nm in NIR-Strahlung umzuwandeln. In diesem Zusammenhang zeigt Fig. 7 das Emissions- und Absorptionsspektrum eines geeigneten Leuchtstoffs, der unter der Bezeichnung Nichia NP-870 auf dem Markt erhältlich ist. Ein derartiger Leuchtstoff absorbiert elektromagnetische Energie im Bereich der UV-A-, UV-B- und/oder UV-C-Strahlung, siehe Kurvenzug a), der das Anregungsspektrum zeigt. Kurvenzug b) zeigt das Emissionsspektrum von elektromagnetischer Energie bei Anregung gemäß Kurvenzug a). Wie aus dem Verlauf des Kurvenzugs b) deutlich zu erkennen ist, wird Energie im infraroten Wellenlängenbereich emittiert.

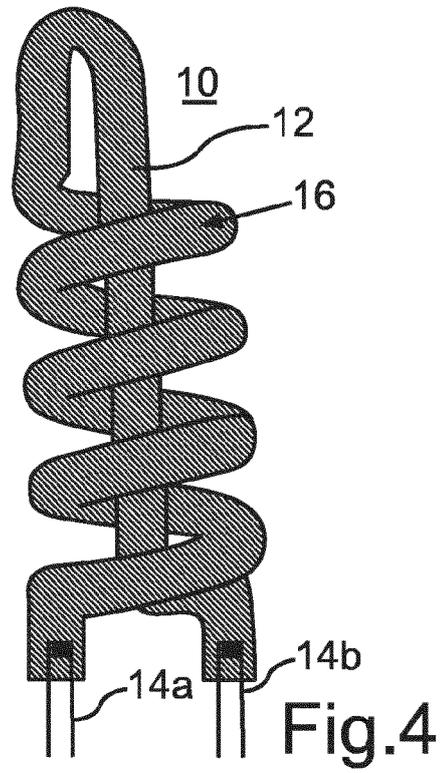
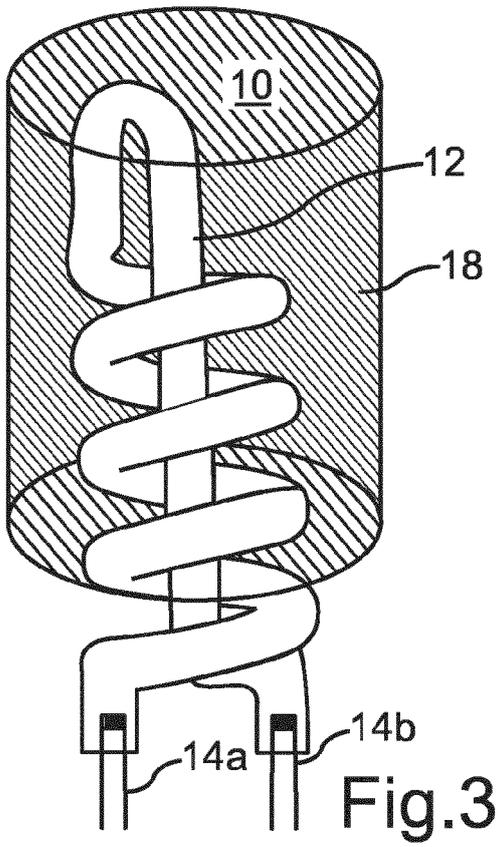
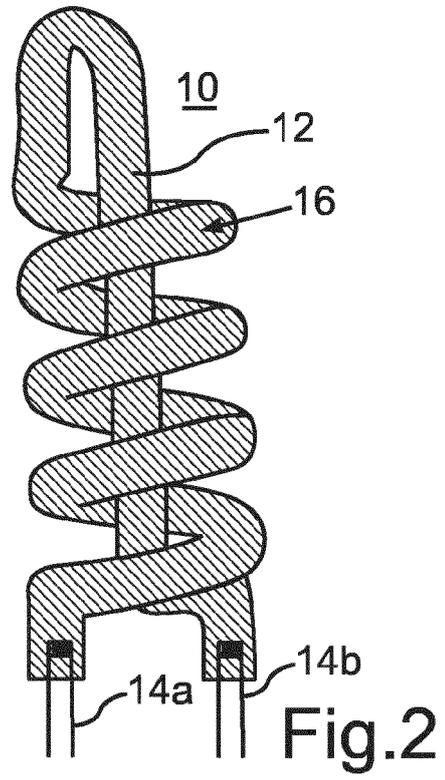
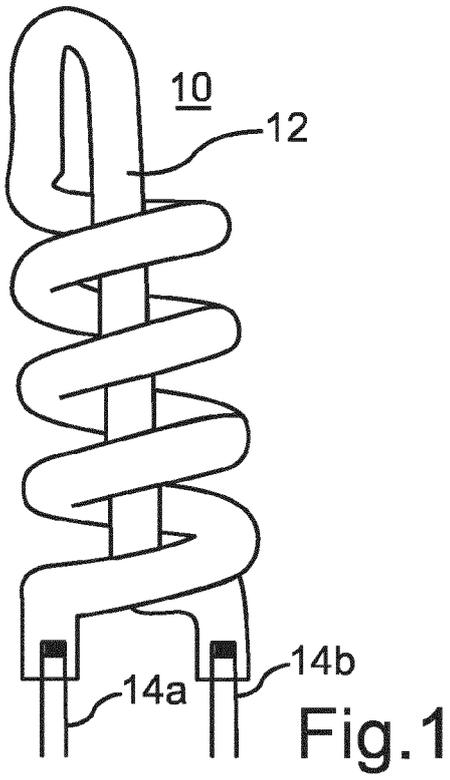
[0034] Der Leuchtstoff kann in Form einer Pulverschicht an der Innenseite eines UV-A-, Bund/oder C-Strahlung absorbierenden oder außerhalb eines für UV-A-, UV-B- und/oder UV-C-Strahlung transmissiven Entladungsgefäßes 12 aufgebracht sein. Die Aufbringung an der Innenseite hat den Vorteil, dass der Leuchtstoff vor mechanischen Einflüssen geschützt ist.

[0035] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Herstellen einer Infrarot-Strahlungsquelle wird zunächst ein Entladungsgefäß 12 bereitgestellt. Dann werden in dem Entladungsgefäß die erste 14a und die zweite thermisch emittierende Elektrode 14b derart angeordnet, dass sie im Entladungsgefäß gegenüberliegend, das heißt an beiden Enden des Entladungsgefäßes, angeordnet sind. Anschließend wird das Entladungsgefäß aufgeheizt und evakuiert. Nach einem Abkühlungsschritt wird das Entladungsgefäß mit einer Füllung befüllt, die kein Quecksilber enthält, jedoch Xenon mit einem Partialdruck, der abhängt vom Entladungs-Volumen des Entladungsgefäßes. Ist dieses kleiner gleich 50 cm^3 , beträgt der Xenonpartialdruck zwischen 0,008 mbar und 0,010 mbar, während für Entladungs-Volumina größer 50 cm^3 der Xenonpartialdruck zwischen 0,3 mbar und 2 mbar beträgt. Wie bereits erwähnt, können die Reihenfolge der Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens zweckmäßig variiert werden.

Patentansprüche

1. Infrarot-Strahlungsquelle (10) mit einer Niederdruckentladungslampe umfassend
 - ein Entladungsgefäß (12) mit einem Entladungs-Volumen; und
 - eine erste (14a) und eine zweite thermisch emittierende Elektrode (14b), die in dem Entladungsgefäß (12) gegenüberliegend angeordnet sind;
 - wobei die Füllung des Entladungsgefäßes folgende Merkmale aufweist:
 - die Füllung enthält kein Quecksilber; und
 - der Xenon-Partialdruck beträgt:
 - bei einem Entladungs-Volumen kleiner gleich 50 cm^3 zwischen 0,008 mbar und 0,010 mbar, und
 - bei einem Entladungs-Volumen größer 50 cm^3 zwischen 0,3 mbar und 2 mbar.
2. Infrarot-Strahlungsquelle (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gesamt-Füllgasdruck im Entladungsgefäß (12) zwischen 2,5 und 200 mbar beträgt, bevorzugt zwischen 6,5 und 20 mbar.
3. Infrarot-Strahlungsquelle (10) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Füllung des Entladungsgefäßes (12) keinen Leuchtstoff umfasst.
4. Infrarot-Strahlungsquelle (10) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Füllung des Entladungsgefäßes (12) einen Leuchtstoff umfasst, der ausgelegt ist, Strahlung bei einer Wellenlänge von 154 nm und/oder 172 nm in IR-Strahlung umzuwandeln.
5. Infrarot-Strahlungsquelle (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Füllung des Entladungsgefäßes (12) als Trägergas mindestens eines der folgenden Elemente umfasst:
 - Argon; Neon; Krypton; Helium; Radon; Stickstoff in Kombination mit mindestens einem Edelgas; Sauerstoff in Kombination mit mindestens einem Edelgas.
6. Infrarot-Strahlungsquelle (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Entladungsgefäß (12) ausgebildet ist, UV-

- A-, UV-B- und/oder UV-C-Strahlung zu absorbieren.
7. Infrarot-Strahlungsquelle (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, 5
dass eine optische Filtervorrichtung (16; 18) vorgesehen ist.
8. Infrarot-Strahlungsquelle (10) nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, 10
dass die optische Filtervorrichtung (16; 18) für Strahlung im Wellenlängenbereich zwischen 380 nm und 600 nm undurchlässig ist.
9. Infrarot-Strahlungsquelle (10) nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, 15
dass die optische Filtervorrichtung (16; 18) ausgelegt ist, Strahlung im Wellenlängenbereich zwischen 380 nm und 600 nm zu absorbieren. 20
10. Infrarot-Strahlungsquelle (10) nach einem der Ansprüche 7 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, 25
dass das Entladungsgefäß (12) die optische Filtervorrichtung (16; 18) darstellt und aus optischem Filterglas besteht, das ausgelegt ist, Strahlung im Wellenlängenbereich zwischen 380 nm und 600 nm zu absorbieren.
11. Infrarot-Strahlungsquelle (10) nach einem der Ansprüche 7 oder 10,
dadurch gekennzeichnet, 30
dass die optische Filtervorrichtung (16; 18) auf das Entladungsgefäß (12) aufgebracht ist. 35
12. Infrarot-Strahlungsquelle (10) nach einem der Ansprüche 7 oder 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Entladungsgefäß (12) zumindest teilweise von einem Filtergefäß umschlossen ist, das die optische Filtervorrichtung (16; 18) umfasst. 40
13. Verfahren zum Herstellen einer Infrarot-Strahlungsquelle (10),
folgende Schritte umfassend: 45
- a) Bereitstellen eines Entladungsgefäßes;
 - b) Montieren einer ersten (14a) und einer zweiten thermisch emittierenden Elektrode (14b) in dem Entladungsgefäß (12) derart, dass die Elektroden (14a, 14b) gegenüberliegend angeordnet sind; 50
 - c) Aufheizen und Evakuieren des Entladungsgefäßes; und
 - d) Abkühlen des Entladungsgefäßes; und 55
 - e) Befüllen des Entladungsgefäßes mit einer Füllung, wobei die Füllung folgende Merkmale aufweist:
- die Füllung enthält kein Quecksilber; und
 - die Füllung enthält Xenon, wobei der Xenon-Partialdruck
 - bei einem Entladungs-Volumen kleiner gleich 50 cm^3 zwischen 0,008 mbar und 0,010 mbar beträgt; und
 - bei einem Entladungs-Volumen größer 50 cm^3 zwischen 0,3 mbar und 2 mbar.



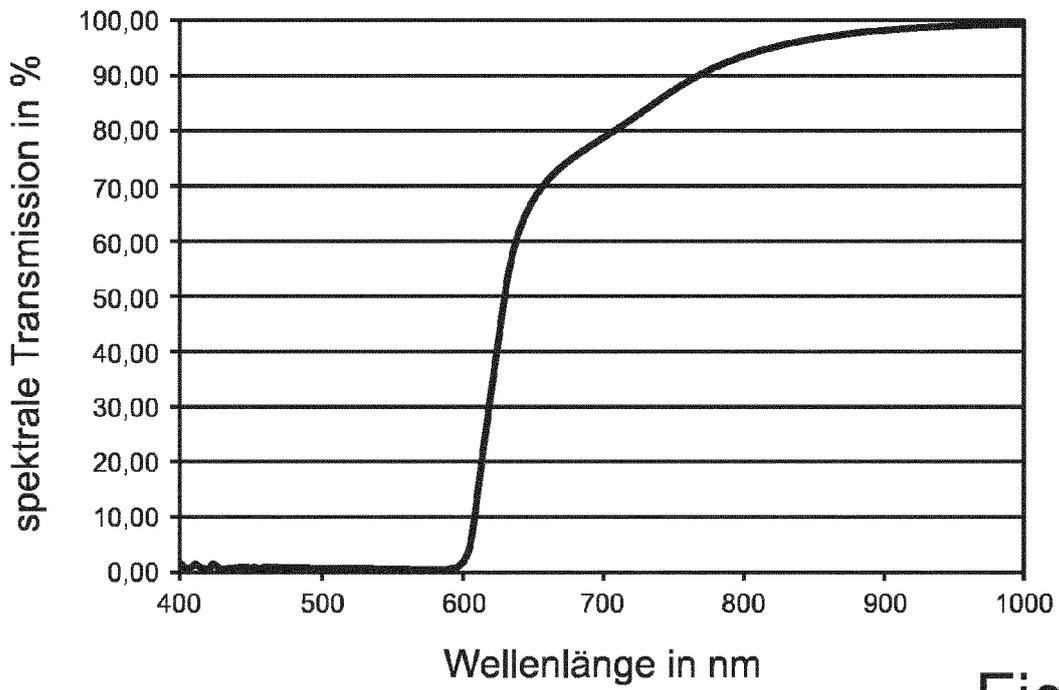


Fig.5

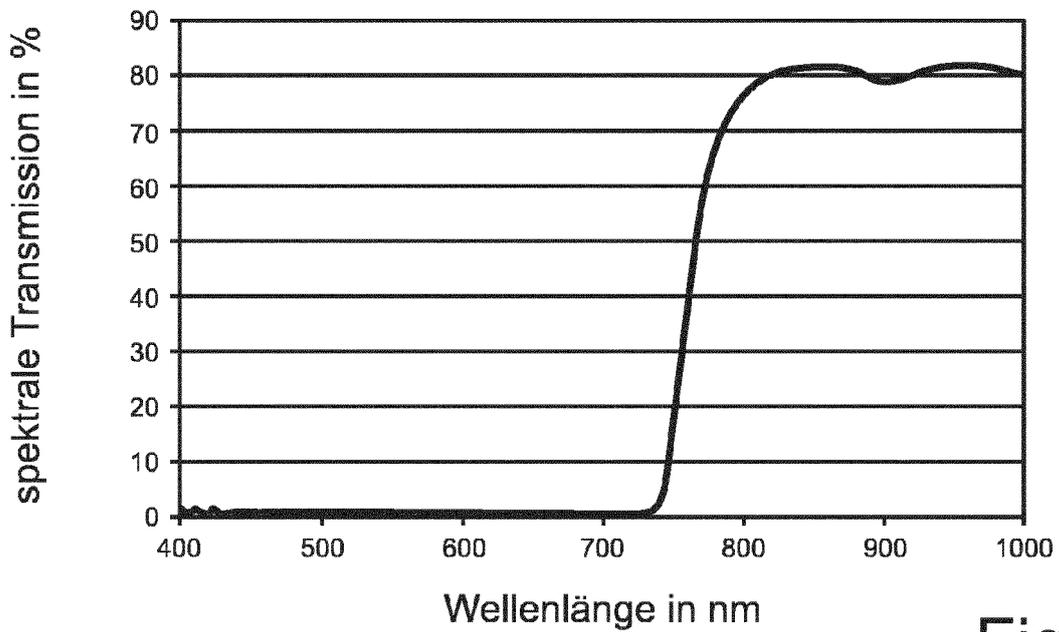


Fig.6

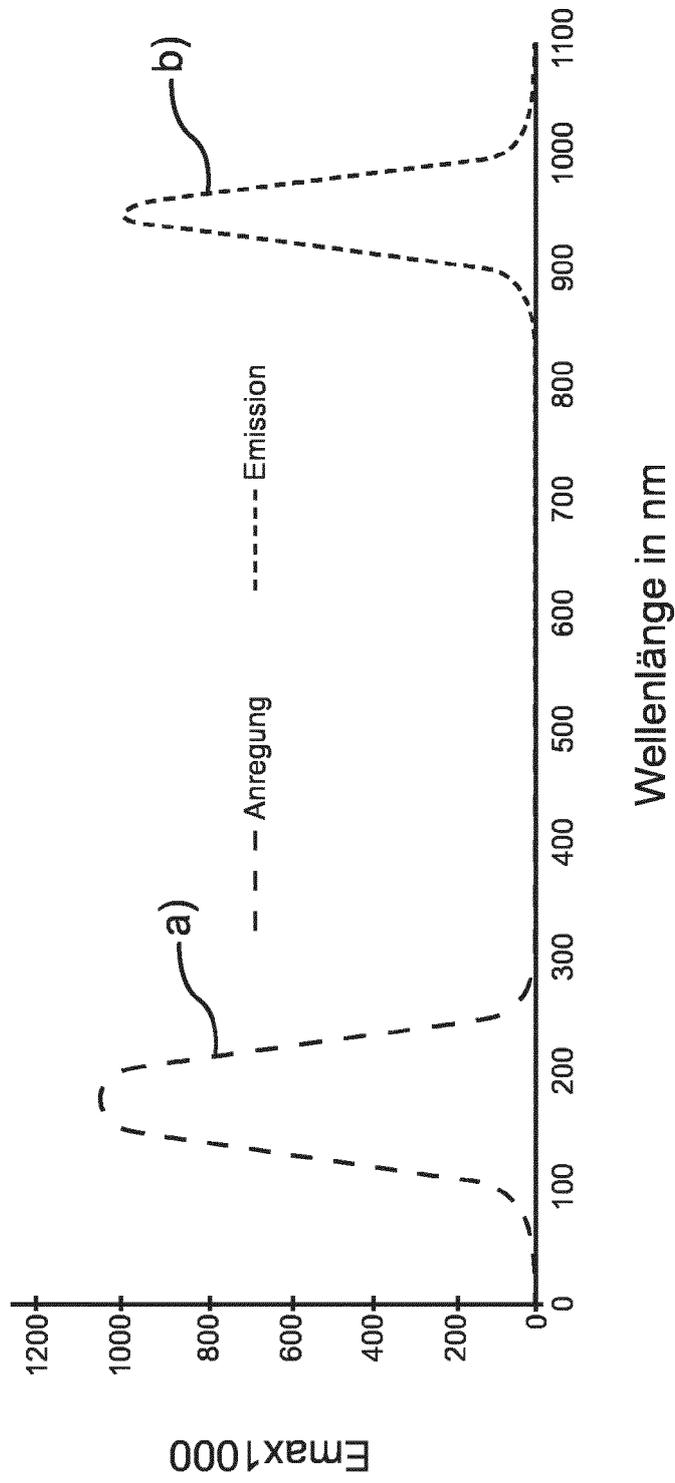


Fig.7



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 12 18 7412

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 4 914 347 A (OSAWA TAKASHI [JP] ET AL) 3. April 1990 (1990-04-03) * Zusammenfassung * * Spalte 1, Zeile 56 - Spalte 4, Zeile 57; Ansprüche 1-2; Abbildungen 1-4 * -----	1,2,5,6, 13	INV. H01J61/16 H01J61/38 H01J61/76
X	US 5 866 984 A (DOUGHTY DOUGLAS ALLEN [US] ET AL) 2. Februar 1999 (1999-02-02) * Zusammenfassung * * Spalte 1, Zeile 57 - Spalte 6, Zeile 29; Ansprüche 1-5; Abbildungen 1-6 * -----	1,2,6,13	
X	US 2010/060138 A1 (HILBIG RAINER [DE] ET AL) 11. März 2010 (2010-03-11) * Zusammenfassung * * Absätze [0018] - [0019], [0026] - [0032], [0043], [0058] - [0061], [0074] - [0077]; Ansprüche 1,2,5,6; Abbildung 1 * -----	1-3,5,6, 13	
X	US 4 837 478 A (ANZAI YOSHINORI [JP] ET AL) 6. Juni 1989 (1989-06-06) * Zusammenfassung * * Spalte 2, Zeile 62 - Spalte 5, Zeile 61; Ansprüche 1,2; Abbildungen 1-3 * * Spalte 6, Zeilen 38-42 * -----	1-3,5-13	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H01J
X	JP 58 119150 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 15. Juli 1983 (1983-07-15) * Zusammenfassung * * Seiten 1-2; Abbildungen 1-4; Beispiele 1-3 * -----	1-3,5,6, 13 7-10	
Y	JP 59 091654 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 26. Mai 1984 (1984-05-26) * Zusammenfassung * -----	7-10	
-/--			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 5. August 2013	Prüfer Lang, Thomas
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 12 18 7412

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	US 2005/062429 A1 (IMOTO YOSHIYA [JP]) 24. März 2005 (2005-03-24) * Zusammenfassung * * Absätze [0041] - [0042]; Abbildungen 1,4,6 * -----	1,13	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 5. August 2013	Prüfer Lang, Thomas
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

3
EPO FORM 1503_03_82 (P04C03)



Nummer der Anmeldung

EP 12 18 7412

GEBÜHRENPFLLICHIGE PATENTANSPRÜCHE

Die vorliegende europäische Patentanmeldung enthielt bei ihrer Einreichung Patentansprüche, für die eine Zahlung fällig war.

- Nur ein Teil der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für jene Patentansprüche erstellt, für die keine Zahlung fällig war, sowie für die Patentansprüche, für die Anspruchsgebühren entrichtet wurden, nämlich Patentansprüche:
- Keine der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Patentansprüche erstellt, für die keine Zahlung fällig war.

MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

Siehe Ergänzungsblatt B

- Alle weiteren Recherchegebühren wurden innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.
- Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Recherchenabteilung nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.
- Nur ein Teil der weiteren Recherchegebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf Erfindungen beziehen, für die Recherchegebühren entrichtet worden sind, nämlich Patentansprüche:
- 1-3, 5-13
- Keine der weiteren Recherchegebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen, nämlich Patentansprüche:
- Der vorliegende ergänzende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen (Regel 164 (1) EPU).



**MANGELNDE EINHEITLICHKEIT
DER ERFINDUNG
ERGÄNZUNGSBLATT B**

Nummer der Anmeldung

EP 12 18 7412

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

1. Ansprüche: 1-3, 5, 6, 13

Infrarot-Strahlungsquelle mit einer Niederdruckentladungslampe umfassend ein Entladungsgefäß mit einem Entladungs-Volumen; und eine erste und eine zweite thermisch emittierende Elektrode, die in dem Entladungsgefäß gegenüberliegend angeordnet sind; wobei die Füllung des Entladungsgefäßes folgende Merkmale aufweist: die Füllung enthält kein Quecksilber; und der Xenon-Partialdruck beträgt bei einem Entladungs-Volumen kleiner gleich 50 cm^3 zwischen 0,008 mbar und 0,010 mbar, und bei einem Entladungs-Volumen grösser 50 cm^3 zwischen 0,3 mbar und 2 mbar (Anspruch 1); wobei die Füllung des Entladungsgefäßes keinen Leuchtstoff umfasst (Anspruch 3).

2. Anspruch: 4

Infrarot-Strahlungsquelle nach Anspruch 1, wobei die Füllung des Entladungsgefäßes einen Leuchtstoff umfasst, der ausgelegt ist, Strahlung bei einer Wellenlänge von 154 nm und/oder 172 nm in IR-Strahlung umzuwandeln.

3. Ansprüche: 7-12

Infrarot-Strahlungsquelle nach Anspruch 1, wobei eine optische Filtervorrichtung vorgesehen ist.

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 12 18 7412

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

05-08-2013

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4914347 A	03-04-1990	DE 3850738 D1	25-08-1994
		DE 3850738 T2	03-11-1994
		EP 0314121 A2	03-05-1989
		JP H0624116 B2	30-03-1994
		JP H01115047 A	08-05-1989
		US 4914347 A	03-04-1990

US 5866984 A	02-02-1999	CN 1160284 A	24-09-1997
		DE 69731136 D1	18-11-2004
		DE 69731136 T2	13-10-2005
		EP 0793258 A2	03-09-1997
		JP H09320518 A	12-12-1997
		US 5866984 A	02-02-1999

US 2010060138 A1	11-03-2010	CN 101213636 A	02-07-2008
		EP 1905062 A2	02-04-2008
		JP 2008545233 A	11-12-2008
		US 2010060138 A1	11-03-2010
		WO 2007000723 A2	04-01-2007

US 4837478 A	06-06-1989	AU 580003 B2	22-12-1988
		AU 2962284 A	28-11-1985
		DE 3485543 D1	09-04-1992
		EP 0181400 A1	21-05-1986
		US 4837478 A	06-06-1989
		WO 8505220 A1	21-11-1985

JP 58119150 A	15-07-1983	-----	-----
JP 59091654 A	26-05-1984	-----	-----
US 2005062429 A1	24-03-2005	JP 3654297 B2	02-06-2005
		JP 2004120743 A	15-04-2004
		US 2005062429 A1	24-03-2005

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1548798 B1 [0002]
- US 5837478 A [0003]