



(10) **DE 10 2007 035 592 B4** 2023.05.04

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 035 592.2**
(22) Anmeldetag: **30.07.2007**
(43) Offenlegungstag: **05.02.2009**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **04.05.2023**

(51) Int Cl.: **C09K 11/79** (2006.01)
H01L 33/00 (2006.01)
H01J 61/44 (2006.01)
C09K 11/78 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
OSRAM GmbH, 80807 München, DE

(74) Vertreter:
Epping Hermann Fischer
Patentanwalts-gesellschaft mbH, 80639 München,
DE

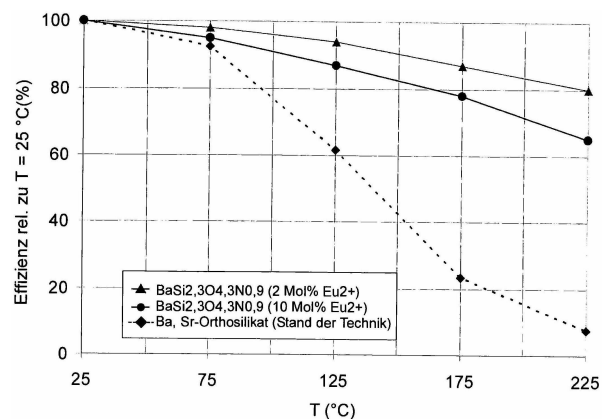
(72) Erfinder:
Becker, Daniel, Dr., 80801 München, DE; Hempel,
Wolfram, 82110 Germering, DE; Jermann, Frank,
Dr., 86343 Königsbrunn, DE; Pohl, Bianca, 46282
Dorsten, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	11 2005 002 246	T5
US	7 833 436	B2
EP	1 985 683	A1

(54) Bezeichnung: **Temperaturstabiler Leuchtstoff, Verwendung eines Leuchtstoffs und Verfahren zur Herstellung eines Leuchtstoffs**

(57) Hauptanspruch: Temperaturstabiler Leuchtstoff aus dem M-Si-O-N System, mit einem Kation M, wobei M durch Ba allein oder in Mischung mit Sr repräsentiert ist, wobei der Leuchtstoff mit Eu oder Ce oder Tb allein oder in Mischung aktiviert ist, wobei der Leuchtstoff die Summenformel $M_2Si_5O_9N_2$ aufweist.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung geht aus von einem temperaturstabilen Leuchtstoff, bevorzugt zum Einsatz bei Lichtquellen, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft einen hocheffizienten Leuchtstoff aus der Klasse der SiONE gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Weiter betrifft die Erfindung eine damit hergestellte Lichtquelle und ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Leuchtstoffs.

Stand der Technik

[0002] Die Druckschrift EP 1 413 618 A1 offenbart einen Leuchtstoff, der aus der Klasse der Oxinitride stammt und die Zusammensetzung $MSi_2O_2N_2:Eu$ aufweist. Dabei ist M vornehmlich Ca, Ba oder Sr und der Aktivator Z vornehmlich Eu. Sie werden hier als SiONE bezeichnet. Dieser Leuchtstoff ist im UV und blauen Spektralbereich gut anregbar. Er eignet sich für Lichtquellen wie LEDs.

[0003] EP 1 985 683 A1 und US 7 833 436 B2 offenbaren einen Oxynitrid Leuchtstoff. DE 11 2005 002 246 T5 beschreibt ein fluoreszierendes Material auf Oxidnitrid-Basis.

Darstellung der Erfindung

[0004] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen schmalbandigen, temperaturstabilen Leuchtstoff, der vorzugsweise im Grünen emittiert, anzugeben. Dabei soll der Leuchtstoff zur Verwendung mit UV- und Blau-LEDs besonders geeignet sein. Aber auch andere Anwendungen sind nicht ausgeschlossen.

[0005] Diese Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 1.

[0006] Besonders vorteilhafte Ausgestaltungen finden sich in den abhängigen Ansprüchen.

[0007] Die bisher bekannten Systeme zeichnen sich im Fall der Nitride durch sehr hohe Effizienz und Temperaturstabilität aus. Allerdings sind derzeit noch keine effizienten, schmalbandig emittierenden Systeme mit einer Peak-Wellenlänge bei 525 - 535 nm bekannt. Die grünen Orthosilikate und Thiogallate emittieren zwar schmalbandig und bei Raumtemperatur auch sehr effizient, besitzen aber ein sehr schlechtes Temperaturverhalten. Das heißt, ihre Lumineszenzeffizienz LE sinkt sehr stark mit zunehmender Temperatur (typisch ist $LE < 10\%$ bei 225 °C). Allerdings ist die Temperaturstabilität der Lumineszenz schlechter als bei den Nitriden. Außerdem ist eine kurzwelligere Emission in bestimmten Anwendungen wünschenswert, insbesondere um einen höheren visuellen Nutzeffekt zu erzielen.

[0008] Für viele Anwendungen, z. B. in LCD-Backlights oder für RPTV (rear projection television), werden blau- oder im nahen UV anregbare, sehr temperaturstabile Leuchtstoffe mit einer Peakwellenlänge zwischen 525 und 535 nm benötigt. Diese Wellenlänge passt ideal zu den üblichen Farbfiltern und ermöglicht eine gute Farbwiedergabe. Die gute Temperaturstabilität ist notwendig, da sich der Leuchtstoff bedingt durch hohe Chip-Temperaturen bei hohen Leistungen und bedingt durch im Leuchtstoffkorn entstehende Wärme bei hohen Strahlungsflüssen stark erwärmen kann. Dabei können sich Temperaturen bis 200 °C ergeben.

[0009] Ursache des zweiten Erwärmungsmechanismus ist der sogenannte Stokes-Shift, also die Energiedifferenz zwischen absorbiertem und emittiertem Photon, die im Leuchtstoff in Wärme umgesetzt wird.

[0010] Bisher gibt es keinen einzigen bekannten, schmalbandigen Grünleuchtstoff, der auch bei hohen Temperaturen, vorzugsweise mindestens 125 °C, insbesondere bei mindestens 175 °C, noch hohe Effizienzen aufweist, und zwar mindestens 80%, insbesondere sogar mindestens 90% der Effizienz bei Raumtemperatur. Mit schmalbandig ist eine FWHM von höchstens 70 nm gemeint. Mit Grünleuchtstoff ist ein Leuchtstoff gemeint, dessen Peakwellenlänge im Bereich 520 bis 540 nm liegt, insbesondere in einem Bereich von 525 bis 535 nm.

[0011] Es wurde ein völlig neuartiger Leuchtstoff im Phasensystem $BaO-SiO_2-Si_3N_4$ entdeckt. Dieser Leuchtstoff unterscheidet sich vom bekannten $BaSi_2O_2N_2$ durch einen wesentlich höheren Sauerstoffgehalt und von den bekannten Silikaten wie Ba_2SiO_4 , $BaSi_2O_5$ und $BaSiO_3$ durch einen signifikanten Anteil an Stickstoff im Wirtsgitter. Die neue Phase weist ein von allen bekannten Silikaten und SiONen abweichendes XRD-Reflex-

muster auf. Letzteres lässt auf eine hohe Symmetrie der neuen Verbindung schließen. Möglicherweise kann das zugehörige Kristallgitter durch kubische Raumgruppen beschrieben werden.

[0012] Der neuartige Leuchtstoff weist gegenüber bekannten grünen Leuchtstoffen wie dem $(\text{Sr,Ba})_2\text{SiO}_4\text{:Eu}$ (Orthosilikat) bzw. $\text{SrGa}_2(\text{S,Se})_4\text{:Eu}$ (Thiogallat-Typ) eine erheblich bessere Temperaturstabilität auf. Während die besten auf dem Markt erhältlichen Orthosilikate bei 175 °C noch ca. 25-30% ihrer Raumtemperatur-Effizienz aufweisen, liegt die neue Verbindung hier bei 80-90% und stellt damit einen technologischen Durchbruch dar.

[0013] Der neuartige Leuchtstoff zeigt sehr gute thermische u. chem. Stabilität. Er lässt sich sehr gut für beispielsweise Weiße LEDs, Color-On-Demand- (COD), RPTV/TV-Backlighting-LEDs und elektrische Lampen wie Leuchtstofflampen anwenden.

[0014] Angegeben wird weiterhin ein Herstellverfahren für den neuartigen Leuchtstoff.

Figurenliste

[0015] Im Folgenden soll die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. Die Figuren zeigen:

Fig. 1 die Stabilität der Effizienz eines neuartigen Leuchtstoffs gegenüber dem thermischen Löschen;

Fig. 2 die XRD-Reflexe eines neuartigen Leuchtstoffs;

Fig. 3 eine Übersicht über das Phasendiagramm des Systems der Edukte $\text{BaCO}_3\text{-SiN}_4\text{/}_3\text{-SiO}_2$ mit 2% Eu für Ba;

Fig. 4 die Emissionsspektren bei der Ansatzstöchiometrie $\text{Ba}_{2-x}\text{Eu}_x\text{Si}_5\text{O}_9\text{N}_2$ für verschiedene Eu-Konzentrationen;

Fig. 5 Emissionsspektren bei der Ansatzstöchiometrie $\text{Ba}_{2-x-y}\text{Sr}_y\text{Eu}_x\text{Si}_{4,6}\text{O}_{9,2}\text{N}_{1,8}$;

Fig. 6 die Emissionsspektren bei verschiedenen Ansatzstöchiometrien;

Fig. 7 die Pulverhelligkeit als Funktion der Aktivatorkonzentration bei 460 nm Anregung;

Fig. 8 die Pulverhelligkeit als Funktion der Aktivatorkonzentration bei 400 nm Anregung;

Fig. 9 die Anregbarkeit des neuen Ba-SiONs für verschiedene Eu-Konzentrationen;

Fig. 10 die Anregbarkeit des neuen Ba-SiONs für verschiedene Ansatzmischungen;

Fig. 11 den prinzipiellen Aufbau einer Lichtquelle für grünes Licht;

Fig. 12 den prinzipiellen Aufbau einer Lichtquelle für weißes Licht;

Fig. 13 den prinzipiellen Aufbau einer Entladungslampe;

Fig. 14 das Emissionsspektrum einer Tb^{3+} -dotierten Probe des Leuchtstoffs $(\text{Ba}_{0,95}\text{Tb}_{0,05})_2\text{Si}_5\text{O}_9\text{N}_2$;

Fig. 15 das Emissionsspektrum einer Ce^{3+} -dotierten Probe des Leuchtstoffs $(\text{Ba}_{0,98}\text{Ce}_{0,02})_2\text{Si}_5\text{O}_9\text{N}_2$;

Fig. 16 das Anregungsspektrum einer Ce^{3+} -dotierten Probe des Leuchtstoffs $(\text{Ba}_{0,98}\text{Ce}_{0,02})_2\text{Si}_5\text{O}_9\text{N}_2$.

Bevorzugte Ausführung der Erfindung

[0016] **Fig. 1** zeigt die Stabilität der Effizienz gegenüber dem thermischen Löschen. Die neu entdeckte Leuchtstoffphase besitzt eine gegenüber allen anderen bekannten schmalbandig bei etwa 525 bis 535 nm emittierenden, meist Eu^{2+} -aktivierten Systemen eine überragende Temperaturstabilität der Emission. **Fig. 1** zeigt einen Vergleich zwischen der erfindungsgemäßen BaSiON-Phase und einem SrBa-Orthosilikat mit ähnlicher Emission, welches den besten Stand der Technik darstellt.

[0017] Ein konkreter neuartiger Leuchtstoff ist $\text{BaSi}_{2,3}\text{O}_{4,3}\text{N}_{0,9}\text{:Eu}(2\%) = \text{Ba}_2\text{Si}_{4,6}\text{O}_{8,6}\text{N}_{1,8}\text{:Eu}(2\%)$. Dessen Herstellung soll nachfolgend näher beschrieben werden.

[0018] Die Ausgangsstoffe 11,784 g BaCO_3 , 6,102 g SiO_2 , 1,900 g Si_3N_4 und 0,214 g Eu_2O_3 werden, evtl. unter Zugabe üblicher Schmelzmittel, mehrere Stunden lang, insbesondere 2 bis 8 Stunden lang, homogenisiert.

[0019] Die Ansatzmischung wird in Al_2O_3 -Tiegeln mit Deckel unter reduzierenden Bedingungen (Formiergas (4% H_2)) bei etwa 1200 bis 1350 °C für mehrere Stunden, insbesondere 3 bis 7 Stunden, gegläht.

[0020] Der Glühkuchen wird in üblicher Weise gemahlen und das Leuchtstoff-Pulver dann ggf. einer zweiten Glühung bei 850 bis 1450 °C unter reduzierenden Bedingungen (Formiergas (4% H_2)) unterzogen.

[0021] In einem zweiten Ausführungsbeispiel ist das Herstellverfahren ähnlich, jedoch wird für die Zielstöchiometrie $\text{Ba}_2\text{Si}_5\text{O}_9\text{N}_2$ folgende Einwaage der Ausgangsstoffe gewählt:

11,473 BaCO_3 , 6,238 g SiO_2 , 2,081 g Si_3N_4 und 0,209 g Eu_2O_3 .

[0022] Vorteilhaft ist der Einsatz typischer Schmelzmittel wie Fluoride, Chloride und Oxide (siehe Tab. 1). Konkrete Ausführungsbeispiele sind BaF_2 oder auch BaCl_2 . sowie weitere in Tab. 1 untersuchte Verbindungen.

[0023] Die Ansatzstöchiometrie ist nicht identisch mit der Produktstöchiometrie, dient aber als grober Anhaltspunkt. Beispielsweise führt die Ansatzstöchiometrie $\text{BaSi}_{2,3}\text{O}_{4,3}\text{N}_{0,9}$ gemäß Elementaranalyse zu einem Leuchtstoff der ungefähren Produktstöchiometrie $\text{Ba}_2\text{Si}_5\text{O}_9\text{N}_2$.

Tab. 1

Probe BPxx/07	Flussmittel (additiv)	Rel. QE	Rel. Helligkeit
230	ohne	100%	100%
311	2 mol% H_3BO_3	102%	122%
312	2 mol% NH_4Cl	102%	119%
313	2 mol% BaF_2	111%	131%
314	2 mol% La_2O_3	102%	119%

[0024] Fig. 2 zeigt die XRD-Reflexe des neuartigen Leuchtstoffs. Am besten gelingt die Beschreibung der XRD-Reflexe der neuen Phase mit einer kubisch innenzentrierten Elementarzelle unter Verwendung einer Gitterkonstante von $a = 9,18 \text{ \AA}$.

Eigentümlichkeiten in der Formgebung einiger Peaks weisen auf eine sehr kleine tetragonale Verzerrung des Gitters hin. Ein Strukturmodell, das auch die Peakintensitäten des Leuchtstoffs beschreiben kann, ist bisher noch nicht bekannt.

[0025] Tab. 2 zeigt die Reflexe mit Lage der Reflexe mit Netzebenenabständen d_{hkl} und abgeschätzte Peakintensitäten. Die Fehler in den Netzebenenabständen können bis zu $\pm 2\%$ betragen.

Tab. 2: Reflexlagen und Intensitäten

Reflex-Nr.	d_{hkl} (Å)	Intensität
1	6,49	Mittel
2	4,59	Mittel
3	3,75	Stark
4	3,25	Stark
5	2,90	Stark
6	2,45	Mittel
7	2,30	Mittel
8	2,16	Mittel
9	2,05	Mittel
10	1,96	Mittel
11	1,87	Schwach
12	1,80	Mittel

Reflex-Nr.	d_{hkl} (Å)	Intensität
13	1,62	Mittel
14	1,58	Schwach
15	1,45	Schwach
16	1,42	Schwach
17	1,38	Schwach
18	1,35	Schwach
19	1,30	Schwach
20	1,27	Schwach
21	1,25	Schwach
22	1,23	Schwach
23	1,21	Schwach

[0026] Fig. 3 zeigt eine Übersicht über das Phasendiagramm des Systems der Edukte $\text{BaCO}_3\text{-SiN}_{4/3}\text{-SiO}_2$ mit 2% Eu für Ba.

[0027] Die zwei wichtigsten bereits bekannten Leuchtstoffphasen in diesem System sind:

- das blaugrüne $\text{BaSi}_2\text{O}_2\text{N}_2\text{:Eu}$ sowie das blaugrüne $\text{Ba}_2\text{SiO}_4\text{:Eu}$. Diese beiden sind mit Pfeilen gekennzeichnet. Beide Systeme zeigen ein deutlich schlechteres Temperaturverhalten als der erfindungsgemäße Leuchtstoff. Der Kreis kennzeichnet den Bereich besonders hoher Effizienz der neuen Phase. Nahezu oder vollständig reinphasige neuartige Leuchtstoffe sind mit einem schwarzen Kreis gekennzeichnet, Mischphasen mit anderen Phasen mit einem schraffierten Kreis und alleine andere Phasen mit einem weißen Kreis. Die anderen Phasen sind je nach Ansatzstöchiometrie Si_3N_4 , Ba-Orthosilikat, SiO_2 , $\text{Ba}_2\text{Si}_5\text{N}_8$, BaSiO_3 , BaSi_2O_3 , BaO, Ba_3SiO_3 sowie $\text{Ba}_2\text{Si}_3\text{O}_8$. Gute Ergebnisse für die neuartige Phase liefert eine Ansatzstöchiometrie, die etwa in einem Quadrat mit den folgenden Eckpunkten liegt:

- (1) $\text{SiO}_2 : \text{SiN}_{4/3} : \text{BaCO}_3 = 0,525 : 0,25 : 0,225$ (entspricht $\text{Ba}_{1,8}\text{Si}_{6,2}\text{O}_{10,2}\text{N}_{2,67}$);
- (2) $\text{SiO}_2 : \text{SiN}_{4/3} : \text{BaCO}_3 = 0,425 : 0,25 : 0,325$ (entspricht $\text{Ba}_{2,6}\text{Si}_{5,4}\text{O}_{9,4}\text{N}_{2,67}$);
- (3) $\text{SiO}_2 : \text{SiN}_{4/3} : \text{BaCO}_3 = 0,475 : 0,15 : 0,375$ (entspricht $\text{Ba}_3\text{Si}_5\text{O}_{10,6}\text{N}_{1,6}$);
- (4) $\text{SiO}_2 : \text{SiN}_{4/3} : \text{BaCO}_3 = 0,575 : 0,15 : 0,275$ (entspricht $\text{Ba}_{2,2}\text{Si}_{5,8}\text{O}_{11,4}\text{N}_{1,6}$).

[0028] Die neuartige Phasenzusammensetzung ist besonders reinphasig ausgeprägt, wenn das $\text{BaCO}_3\text{:SiO}_2$ -Verhältnis bei den Ansatzmischungen zwischen 1:1,5 und 1:2 beträgt. Dazu wird dann $\text{SiN}_{4/3}$ zugemischt. Insgesamt sollte der $\text{SiN}_{4/3}$ -Anteil mindestens 15 % betragen, maximal 55 %. Die besten Proben ergeben sich bei 15 - 30 % $\text{SiN}_{4/3}$.

[0029] Tab. 3 zeigt ein Screening des Phasenraums, wobei die Leuchtstoffeffizienzen, die Farbörter und die dominante Emissionswellenlänge für 400 nm Anregung bei 2% Eu-Aktivatorkonzentration (Substitution of Ba-Platz) angegeben sind. Die mit einem Asterisk (*) gekennzeichneten Einträge der Tabelle 3 zeigen Einwaagestöchiometrien, die zur Bildung der neuen Phase führen.

[0030] Die neue Phase emittiert, bei einer Dotierung von 2% Eu, typischerweise bei etwa $\lambda_{\text{dom}} = 537 \pm 3$ nm. Alle anderen bekannten reinen Eu-dotierten Ba-Silikate und Ba-SiONE emittieren deutlich kurzwelliger. Es wird hierzu auf Probe BP128/07 verwiesen, die nur Ba-Orthosilikat als leuchtende Verbindung zeigt. Der Leuchtstoff $\text{BaSi}_2\text{O}_2\text{N}_2\text{:Eu}$ (ca. 500 nm) entsteht bei den gewählten Synthesebedingungen - insbesondere bei dieser niedrigen Temperatur - erst gar nicht.

[0031] Tab. 4a/4b zeigt die Effizienzen ausgewählter Ansatzstöchiometrien (hohe Phasenreinheit) für verschiedene Eu-Konzentrationen und zwar für 400 bzw. 460 nm Anregungswellenlänge.

[0032] Eine zweite Glühung (Proben mit Index ‚a‘) verbessert i. allg. die Kristallinität und erhöht so die Effizienz der Proben. Bei 460 nm Anregung sind i. allg. etwas höhere Eu-Konzentrationen vorteilhaft. Dies deckt sich mit dem Befund bei Untersuchung der Anregungsspektren.

[0033] Fig. 4 zeigt die Emissionsspektren bei der Ansatzstöchiometrie $Ba_{2-x}Eu_xSi_5O_9N_2$ für verschiedene Eu-Konzentrationen im Bereich $x = 0,02$ bis $x = 0,2$. Dies entspricht 1, 5 und 10 Mol.-% von M. Es sind aber durchaus auch höhere Konzentrationen an Eu möglich.

[0034] Fig. 5 zeigt Emissionsspektren bei der Ansatzstöchiometrie $Ba_{2-x-y}Sr_yEu_xSi_{4,6}O_{9,2}N_{1,8}$ für festes $x = 0,04$ (2% Eu) bei $y = 0$ bzw. $y = 0,48$ (ca. 25% Sr für Ba). Erwartungsgemäß führt der Einbau eines kleineren Ions wie Sr zu einer langwelligeren Emission. Ein kleineres Ion führt zu einer stärkeren Wechselwirkung mit den umgebenden Gitteratomen, und dies wiederum zu einer langwelligen Verschiebung. Die Emission verschiebt sich hier konkret um etwa 20 nm von 523 nm auf 543 nm, d.h. der neuartige Leuchtstoff kann leicht an entsprechende Applikationen angepasst werden.

[0035] Fig. 6 zeigt die Emissionswellenlänge bei drei verschiedenen Ansatzstöchiometrien. Bei Ansatzstöchiometrien nahe der durch chemische Analyse bestimmten Phase, etwa $Ba_2Si_5O_9N_2$, stellt sich jeweils eine sehr ähnliche dominante Emissionswellenlänge des mit Eu dotierten Leuchtstoffs ein.

[0036] Fig. 7 zeigt die Pulverhelligkeit als Funktion der Aktivatorkonzentration bei einer Anregungswellenlänge von 460 nm. Die bevorzugte Eu-Konzentration liegt zwischen 5 und 15% Eu.

[0037] Fig. 8 zeigt die Pulverhelligkeit als Funktion der Aktivatorkonzentration bei der Anregungswellenlänge 400 nm. Die bevorzugte Eu-Konzentration liegt zwischen 5 und 15 Mol.-% Eu.

[0038] Fig. 9 zeigt die Anregbarkeit des neuen Ba-SiONs (hier Ansatzstöchiometrie $Ba_{2-x}Eu_xSi_{4,6}O_{8,6}N_{1,8}$) für verschiedene Eu-Konzentrationen. Der Leuchtstoff ist in einem weiten Spektralbereich von etwa 250 bis 470 nm gut anregbar.

[0039] Fig. 10 zeigt die Anregbarkeit des neuen Ba-SiONs (hier: drei verschiedene Ansatzmischungen). Relativ unabhängig von der exakten Ansatzstöchiometrie ergibt sich jeweils ein ähnliches Anregungsspektrum für die angegebenen Ansatzstöchiometrien. Bei der Probe $Ba_3S_{16}O_{12}N_2$, die 2 % Eu-Anteil aufweist, führt ein geringer Fremdphasenanteil zu einer leichten Deformation des Spektrums.

[0040] Die erfindungsgemäßen Leuchtstoffe können auch in Zusammenhang mit anderen UV- oder Blau-Lichtquellen wie Molekularstrahlern (z.B. In-Entladungslampe), blauen OLEDs oder in Kombination mit blauen EL-Leuchtstoffen eingesetzt werden.

[0041] Sie ermöglichen die Herstellung von farbstabilen, effizienten LEDs bzw. LED-Modulen auf Basis einer Konversions-LED. Weitere Anwendungsbereiche sind LEDs mit guter Farbwiedergabe, Color-on-demand-LEDs oder weiße OLEDs. Weiter lässt sich der neue Leuchtstoff bei konventionellen Lampen, insbesondere Leuchtstofflampen, aber auch für elektrische Geräte wie CRT, PDP, FED etc. anwenden.

[0042] Der Aufbau einer Lichtquelle für grünes Licht ist in Fig. 11 explizit gezeigt. Die Lichtquelle ist ein Halbleiterbauelement mit einem Chip 1 des Typs InGaN mit einer Peakemissionswellenlänge im UV von beispielsweise 405 nm, das in ein lichtundurchlässiges Grundgehäuse 8 im Bereich einer Ausnehmung 9 eingebettet ist. Der Chip 1 ist über einen Bonddraht 4 mit einem ersten Anschluss 3 und direkt mit einem zweiten elektrischen Anschluss 2 verbunden. Die Ausnehmung 9 ist mit einer Vergussmasse 5 gefüllt, die als Hauptbestandteile ein Silikonharz (80 bis 90 Gew.-%) und Leuchtstoffpigmente 6 (typisch weniger als 20 Gew.-%) enthält. Die Ausnehmung hat eine Wand 7, die als Reflektor für die Primär- und Sekundärstrahlung vom Chip 1 bzw. den Pigmenten 6 dient. Die Primärstrahlung der UV-LED wird vollständig vom Leuchtstoff in grün konvertiert. Der verwendete Leuchtstoff ist das oben beschriebene Ba-SiON $Ba_2Si_5O_9N_2:Eu$.

[0043] Analog lässt sich damit auch eine Lichtquelle für weißes Licht realisieren, indem drei Leuchtstoffe verwendet werden, die von der UV-Strahlungsquelle angeregt werden, rot, grün und blau zu emittieren. Der grüne Leuchtstoff ist das neuartige Ba-SiON $Ba_2Si_5O_9N_2:Eu$, der rote ist beispielsweise $Ca_5Al_4Si_8N_{18}:Eu$ oder ein Nitridosilikat $(Ca,Sr)_2Si_5N_8:Eu$ und der blaue ist beispielsweise ein Aluminat- oder Phosphat-Leuchtstoff wie BAM:Eu oder SCAP:Eu o.ä.

[0044] Der Aufbau einer anderen Lichtquelle für weißes Licht ist in **Fig. 12** explizit gezeigt. Die Lichtquelle, ist ein Halbleiterbauelement 16 vom Typ LED mit einem blau emittierenden Chip 11 des Typs InGaN mit einer Peakemissionswellenlänge von beispielsweise 460 nm. Das Halbleiterbauelement 16 ist in ein lichtundurchlässiges Grundgehäuse 18 mit Seitenwand 15 und Deckel 19 eingebettet. Der Chip ist die Primärlichtquelle für zwei Leuchtstoffe. Der erste Leuchtstoff 14 ist das Oxinitridosilikat $\text{Ba}_2\text{Si}_5\text{O}_9\text{N}_2:\text{Eu}$ (10%), der die primäre Strahlung des Chips 13 teilweise konvertiert und in grüne Strahlung der Peakemission 530 nm umwandelt. Der zweite Leuchtstoff ist das Nitridosilikat $(\text{Ca},\text{Sr},\text{Mg})_5\text{Al}_4\text{Si}_8\text{N}_{18}:\text{Eu}$, das die primäre Strahlung des Chips 13 teilweise konvertiert und in rote Strahlung der Peakemission 630-660 nm umwandelt.

[0045] Der besondere Vorteil der Verwendung einer langwelligen primären Lichtquelle (450 bis 465 nm) für die Lumineszenzkonversions-LED ist, dass hier Probleme mit Alterung und Degradation von Gehäuse und Harz bzw. Leuchtstoff vermieden werden, so dass eine lange Lebensdauer erzielt wird.

[0046] In einem anderen Ausführungsbeispiel wird als primäre Lichtquelle eine UV-LED (etwa 380 nm) für eine weiße RGB Lumineszenzkonversions-LED verwendet, wobei hier Probleme mit Alterung und Degradation von Gehäuse und Harz bzw. Leuchtstoff durch zusätzliche an sich bekannte Maßnahmen möglichst weitgehend vermieden werden müssen wie sorgfältige Wahl des Gehäusematerials, Zugabe UV-resistenter Harzkomponenten. Der große Vorteil dieser Lösung ist die geringe Blickwinkelabhängigkeit der Emissionsfarbe und die hohe Farbstabilität.

[0047] **Fig. 13** zeigt eine Niederdruck-Entladungslampe 20 mit einer quecksilberfreien Gasfüllung 21 (schematisiert), die eine Indiumverbindung und ein Puffergas analog WO 02/ 103 748 A1 enthält, wobei eine Schicht 22 aus Ba-SiON. In aller Regel werden bei Leuchtstofflampen sog. Dreibandleuchtstoffe eingesetzt. Dazu ist ein blauer und roter Leuchtstoff beigemischt. Gut geeignet sind $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}$ sowie rotes Nitridosilikat $(\text{Ba},\text{Sr},\text{Ca})_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$. Dieses Leuchtstoff-System ist einerseits der Indium-Strahlung angepasst, weil diese wesentliche Anteile sowohl im UV als auch im blauen Spektralbereich hat, die beide gleichermaßen gut absorbiert werden, diese Mischung eignet sich aber auch für konventionelle Leuchtstofflampen. Möglich ist auch die Anwendung bei einer Indium-Lampe auf Hochdruck-Basis wie an sich aus US 4 810 938 A bekannt. Grünverbesserung ist möglich. Dabei hat die Lampe ein übliches Entladungsgefäß mit Metallhalogenid-Füllung. Die Strahlung trifft auf eine Leuchtstoff-Schicht auf einem Außenkolben, die einen Teil der primären Strahlung in grüne Strahlungsanteile umwandelt. Die Leuchtstoff-Schicht besteht aus Ba-SiON:Eu. Diese Technik ist im Prinzip beispielsweise in der US 6 958 575 B2 beschrieben.

[0048] Weitere Informationen sind in der nächsten Tab. 4a und 4b enthalten. Tab. 4a bezieht sich auf eine Anregung mit einer Wellenlänge von 400 nm. Tab. 4b bezieht sich auf eine Anregung mit einer Wellenlänge von 460 nm. Beide Tabellen zeigen für verschiedene Ausführungsbeispiele und Vergleichsbeispiele die Einwaagenstöchiometrie, die Konzentration des Aktivators, die Farbortkomponenten x und y, die dominante Wellenlänge, die relative Quanteneffizienz Q.E. und die relative Helligkeit in Prozent. Die Einträge der Ausführungsbeispiele sind jeweils mit einem Asterisk (*) gekennzeichnet.

[0049] Ein weiteres Beispiel ist ein LED-Modul, bestehend aus mindestens einem Satz von drei rot, grün und blau emittierenden LEDs. Dieses RGB-Modul wird für die Anregung von LCD-Bildschirmen oder RPTV-Geräten verwendet. Die grüne LED ist eine primär UV-emittierende pc-LED (Phosphorconversion-LED), die mittels eines neuartigen grünen Ba-SiONs in grüne Strahlung umgewandelt wird. Die Peakwellenlänge der UV-LED ist insbesondere 400 nm. Die Temperatur im Betrieb des Moduls steigt leicht auf 200 °C, was der temperaturstabile Leuchtstoff problemlos bewältigt.

[0050] Grundsätzlich ist es auch möglich, Si zumindest teilweise durch Ge zu ersetzen. Auch ein vollständiger Ersatz ist möglich.

[0051] Anstatt mit Eu und/oder Ce kann der neuartige Leuchtstoff auch mit Mn zusätzlich kodotiert sein. Gute Ergebnisse liefert insbesondere die Kodotierung Eu, Mn. Außerdem kann auch Tb^{3+} als Aktivator verwendet werden, allein oder in Kombination mit den anderen. Während die Dotierung mit Ce zu einem UV- bis blau- emittierenden Leuchtstoff bei UV-Anregung, insbesondere bei der bekannten Hg-Linie 254 nm führt, emittiert die reine Tb-Variante bei derselben UV-Anregung grün.

[0052] **Fig. 14** zeigt das Emissionsspektrum einer Tb^{3+} -dotierten Probe des Leuchtstoffs $(\text{Ba}_{0,95}\text{Tb}_{0,05})_2\text{Si}_5\text{O}_9\text{N}_2$ bei einer Anregung im tiefen UV bei 254 nm. Diese Tb^{3+} -dotierte Probe zeigt eine typische Linienemission, wie dies bei Tb^{3+} -Emission häufig zu beobachten ist. Dieser Leuchtstoff kann außerdem mit Ce

sensibilisiert werden, gemäß der Formel $\text{Ba}_2\text{Si}_5\text{O}_9\text{N}_2$: (Tb, Ce). Bei diesem Leuchtstoff ist die Anregbarkeit tendenziell langwelliger und ähnelt mehr dem der reinen Ce-dotierten Probe.

[0053] Fig. 15 zeigt das Emissionsspektrum der Ce-dotierten Probe $(\text{Ba}_{0,98}\text{Ce}_{0,02})_2\text{Si}_5\text{O}_9\text{N}_2$ für eine Anregung bei 338 nm. Dieses Ausführungsbeispiel leuchtet blau-violett. Fig. 16 zeigt das Anregungsspektrum der gleichen Probe, wobei die Emission bei 378 nm beobachtet wurde.

[0054] In Tab. 5 sind verschieden dotierte Leuchtstoffe des Typs $\text{Ba}_2\text{Si}_5\text{O}_9\text{N}_2$:D mit den Dotierungen D=Eu, bzw. D=Ce bzw. D=Tb sowie D=(Eu,Mn) und D=(Eu,Ce) gegenübergestellt. Es ist jeweils die Farbortkomponente x und y angegeben. Dabei dient das Eu-dotierte Ausführungsbeispiel als Referenz. Verglichen damit zeigt eine (Eu,Ce)-kodierte Probe keine Verschiebung des Farborts, da die Ce-Bande bei Anregung im Bereich 370 bis 400 nm nicht signifikant ist.

[0055] Die Ce-dotierte Probe leuchtet blau-violett. Die Tb-dotierte Probe zeigt sich als grüner Linienstrahler. Der Einbau von Mn^{2+} als Kodotierung zu Eu^{2+} ist in kleinen Mengen möglich. Ce-dotierte und Ce,Tb-kodierte Leuchtstoffe eignen sich auch für Leuchtstofflampen oder andere UV-Lichtquellen wie Excimerstrahler, die im fernen UV anregen und beispielsweise eine Dreibandenmischung verwenden. Mittels des neuartigen Ce-dotierten und Ce,Tb-kodierten SiON-Leuchtstoffs kann damit sogar eine Lichtquelle für nahes UV oder mit Peak-Emission bei etwa 380 bis 390 nm realisiert werden. Dabei ist das SiON der einzige Leuchtstoff. Die Anregung, die im Bereich 250 bis 375 nm gut möglich ist, gelingt besonders effizient im Bereich 290 bis 340 nm.

[0056] Generell lässt sich die Effizienz insbesondere der Tb^{3+} und Ce^{3+} -dotierten Ausführungsbeispiele optimieren, wenn kleine Mengen an Li^+ und/oder Na^+ dazu eingebaut werden, die der Ladungskompensation dienen. Die zusätzliche positive Ladung kann generell entweder über einwertige Ionen wie Li oder Na eingebracht werden, alternativ kann außerdem eine leichte Änderung des Ba/Si-Verhältnisses oder eine leichte Änderung des O/N-Verhältnisses erfolgen.

Tab. 3

Probe BP – /07	Einwaagestöchiometrie	Phasenzusammensetzung nach XRD	x	y	λ_{Dom} (nm)	rel. Q.E. (%)
121	Ba ₄ Si ₅ O ₈ N ₂	-	0,259	0,623	539	61
122	Ba ₁ Si ₅ O _{4,4} N _{4,4}	-	0,248	0,607	535	55
123	Ba _{1,3} Si ₁ O ₃ N _{0,2}	-	0,167	0,555	510	84
124	Ba _{1,3} Si _{1,45} O _{3,2} N _{0,66}	-	0,271	0,511	532	6
126*	Ba ₁ Si ₉ O ₃ N _{10,7}	Neue Phase, Si ₃ N ₄	-	-	-	-
127*	Ba ₁ Si ₉ O ₅ N _{9,3}	Neue Phase, Si ₃ N ₄	0,244	0,586	532	33
128	Ba ₁ Si ₄ O ₂ N _{4,65}	Ba ₂ SiO ₄ , Si ₃ N ₄	0,170	0,517	507	31
129*	Ba ₁ Si ₉ O ₇ N ₈	Neue Phase, Si ₃ N ₄	0,241	0,595	532	25
130*	Ba ₁ Si ₄ O ₃ N ₄	Neue Phase, Si ₃ N ₄	-	-	-	-
131	Ba ₁ Si _{2,3} O _{1,67} N _{2,67}	Ba ₂ SiO ₄ , Si ₃ N ₄	-	-	-	-
132*	Ba ₁ Si ₉ O ₉ N _{6,7}	Neue Phase, Si ₃ N ₄	0,245	0,599	534	30
133*	Ba ₁ Si ₄ O ₄ N _{3,35}	Neue Phase	0,253	0,612	537	66
134	Ba ₁ Si _{2,3} O _{2,3} N _{2,22}	?	0,182	0,505	507	16
135	Ba ₁ Si _{1,5} O _{1,5} N _{1,68}	Ba ₂ SiO ₄ , Si ₃ N ₄	-	-	-	-
136*	Ba ₁ Si ₉ O ₁₁ N _{5,3}	Neue Phase, Si ₃ N ₄ , SiO ₂	0,247	0,602	534	33
137*	Ba ₁ Si ₄ O ₅ N _{2,65}	Neue Phase	0,250	0,613	536	70
138	Ba ₁ Si _{2,3} O ₃ N _{1,77}	?, BaSiO ₃	-	-	-	-
139	Ba ₂ Si ₃ O ₄ N _{2,65}	Ba ₂ SiO ₄	-	-	-	-
140	Ba ₁ Si ₁ O _{1,4} N _{1,06}	Ba ₂ SiO ₄	-	-	-	-
141	Ba ₁ Si ₉ O ₁₃ N ₄	?, SiO ₂	0,254	0,590	535	30
142*	Ba ₁ Si ₄ O ₆ N ₂	Neue Phase, BaSi ₂ O ₅	0,256	0,618	538	55
143*	Ba ₁ Si _{2,3} O _{3,67} N _{1,33}	Neue Phase, ?	0,252	0,621	537	50
144	Ba ₂ Si ₃ O ₅ N ₂	?, BaSiO ₃	-	-	-	-
145	Ba ₅ Si ₅ O ₉ N ₄	Ba ₂ SiO ₄	-	-	-	-
146	Ba ₁ Si _{0,67} O _{1,3} N _{0,67}	Ba ₂ SiO ₄	0,174	0,545	510	63

Probe BP – /07	Einwaagestöchiometrie	Phasenzusammensetzung nach XRD	x	y	λ_{Dom} (nm)	rel. Q.E. (%)
147*	$\text{Ba}_1\text{Si}_9\text{O}_{15}\text{N}_{2,67}$	Neue Phase, SiO_2	0,255	0,602	537	58
148	$\text{Ba}_2\text{Si}_8\text{O}_{14}\text{N}_{2,67}$?	0,264	0,623	540	67
149*	$\text{Ba}_1\text{Si}_{2,3}\text{O}_{4,3}\text{N}_{0,9}$	Neue Phase	0,255	0,622	538	100
150	$\text{Ba}_1\text{Si}_{1,5}\text{O}_3\text{N}_{0,668}$	BaSiO_3	-	-	-	-
151	$\text{Ba}_1\text{Si}_1\text{O}_{2,2}\text{N}_{0,534}$	Ba_2SiO_4 , SiO_2	0,167	0,545	510	70
152	$\text{Ba}_1\text{Si}_{0,67}\text{O}_{1,67}\text{N}_{0,445}$	Ba_2SiO_4	-	-	-	-
153	$\text{Ba}_1\text{Si}_{0,43}\text{O}_{1,3}\text{N}_{0,38}$	Ba_2SiO_4	-	-	-	-
154	$\text{Ba}_1\text{Si}_9\text{O}_{17}\text{N}_{1,3}$	SiO_2 , BaSi_2O_5	0,274	0,586	541	39
155	$\text{Ba}_1\text{Si}_4\text{O}_8\text{N}_{0,65}$	SiO_2 , BaSi_2O_5	-	-	-	-
156	$\text{Ba}_1\text{Si}_{2,3}\text{O}_5\text{N}_{0,43}$	BaO (?), BaSi_2O_5	0,262	0,616	540	92
157*	$\text{Ba}_2\text{Si}_3\text{O}_7\text{N}_{0,65}$	Neue Phase, BaSi_2O_5	0,282	0,567	542	42
158	$\text{Ba}_1\text{Si}_1\text{O}_{2,6}\text{N}_{0,26}$	Ba_2SiO_4 , SiO_2	0,180	0,551	512	25
159	$\text{Ba}_1\text{Si}_{0,67}\text{O}_{2,8}\text{N}_{0,216}$	Ba_2SiO_4	0,163	0,547	509	108
160	$\text{Ba}_1\text{Si}_{0,43}\text{O}_{1,57}\text{N}_{0,19}$	Ba_2SiO_4 , Ba_3SiO_5	0,410	0,501	569	86
161	$\text{Ba}_1\text{Si}_{0,25}\text{O}_{1,25}\text{N}_{0,163}$	Ba_3SiO_5	0,517	0,465	582	94
168*	$\text{Ba}_3\text{Si}_7\text{O}_{14}\text{N}_2$	Neue Phase, BaSi_2O_5	0,260	0,621	539	95
169*	$\text{Ba}_{0,7}\text{Si}_{1,3}\text{O}_{2,7}\text{N}_{0,4}$	Neue Phase, SiO_2	0,260	0,585	537	77
170*	$\text{Ba}_{0,7}\text{Si}_{1,3}\text{O}_{2,5}\text{N}_{0,524}$	Neue Phase, SiO_2	0,258	0,613	538	44
171*	$\text{Ba}_3\text{Si}_7\text{O}_{12,5}\text{N}_{3,3}$	Neue Phase	0,254	0,621	538	100
172*	$\text{Ba}_1\text{Si}_3\text{O}_5\text{N}_{1,33}$	Neue Phase, BaSi_2O_5	0,260	0,619	539	75
173*	$\text{Ba}_1\text{Si}_3\text{O}_{5,4}\text{N}_{1,068}$	Neue Phase, BaSi_2O_5	0,262	0,622	540	73
174*	$\text{Ba}_3\text{Si}_6\text{O}_{12}\text{N}_2$	Neue Phase, BaSi_2O_5	0,258	0,591	537	100
175*	$\text{Ba}_2\text{Si}_5\text{O}_9\text{N}_2$	Neue Phase	0,255	0,623	536	100

Tabelle 4a

Probe BP — /07	Einwaagestöchiometrie	Aktivatorkonz. (mol%)	Exc (nm)	x	y	λ_{Dom} (nm)	Rel. Q.E. (%)	Rel. Helligkeit (%)
230	$\text{Ba}_1\text{Si}_{2,3}\text{O}_{4,3}\text{N}_{0,9}$	2	400	0,254	0,624	538	97	59
230 a	$\text{Ba}_1\text{Si}_{2,3}\text{O}_{4,3}\text{N}_{0,9}$	2	400	0,254	0,630	538	100	83
231	$\text{Ba}_3\text{Si}_6\text{O}_{12}\text{N}_2$	2	400	0,253	0,583	534	96	54
231 a	$\text{Ba}_3\text{Si}_6\text{O}_{12}\text{N}_2$	2	400	0,250	0,592	534	96	66
232*	$\text{Ba}_2\text{Si}_5\text{O}_9\text{N}_2$	2	400	0,255	0,625	538	97	61
232 a*	$\text{Ba}_2\text{Si}_5\text{O}_9\text{N}_2$	2	400	0,252	0,630	538	96	83
233*	$\text{Ba}_2\text{Si}_5\text{O}_9\text{N}_2$	4	400	0,268	0,629	542	102	83
233 a*	$\text{Ba}_2\text{Si}_5\text{O}_9\text{N}_2$	4	400	0,265	0,634	541	95	100
236*	$\text{Ba}_2\text{Si}_5\text{O}_9\text{N}_2$	5	400	0,269	0,632	542	94	90
237*	$\text{Ba}_2\text{Si}_5\text{O}_9\text{N}_2$	10	400	0,296	0,632	548	75	89
240	$\text{Ba}_3\text{Si}_6\text{O}_{12}\text{N}_2$	5	400	0,269	0,602	541	96	79
241	$\text{Ba}_3\text{Si}_6\text{O}_{12}\text{N}_2$	10	400	0,296	0,619	548	78	88
244	$\text{Ba}_1\text{Si}_{2,3}\text{O}_{4,3}\text{N}_{0,9}$	5	400	0,269	0,634	542	101	98
245	$\text{Ba}_1\text{Si}_{2,3}\text{O}_{4,3}\text{N}_{0,9}$	10	400	0,296	0,633	548	82	100

Tabelle 4b

Probe BP — /07	Einwaagestöchiometrie	Aktivatorkonz. (mol%)	Exc (nm)	x	y	λ_{Dom} (nm)	Rel. Q.E. (%)	Rel. Helligkeit (%)
230	$\text{Ba}_1\text{Si}_{2,3}\text{O}_{4,3}\text{N}_{0,9}$	2	460	0,259	0,630	540	82	33
230 a	$\text{Ba}_1\text{Si}_{2,3}\text{O}_{4,3}\text{N}_{0,9}$	2	460	0,259	0,636	540	91	56
231	$\text{Ba}_3\text{Si}_6\text{O}_{12}\text{N}_2$	2	460	0,256	0,628	539	86	30
231 a	$\text{Ba}_3\text{Si}_6\text{O}_{12}\text{N}_2$	2	460	0,257	0,633	539	92	40
232*	$\text{Ba}_2\text{Si}_5\text{O}_9\text{N}_2$	2	460	0,260	0,629	540	80	34
232 a*	$\text{Ba}_2\text{Si}_5\text{O}_9\text{N}_2$	2	460	0,256	0,363	539	87	55
233*	$\text{Ba}_2\text{Si}_5\text{O}_9\text{N}_2$	4	460	0,273	0,633	543	91	53
233 a*	$\text{Ba}_2\text{Si}_5\text{O}_9\text{N}_2$	4	460	0,269	0,639	543	90	80
236*	$\text{Ba}_2\text{Si}_5\text{O}_9\text{N}_2$	5	460	0,274	0,636	544	89	68
237*	$\text{Ba}_2\text{Si}_5\text{O}_9\text{N}_2$	10	460	0,300	0,633	549	74	100
240	$\text{Ba}_3\text{Si}_6\text{O}_{12}\text{N}_2$	5	460	0,273	0,634	543	102	56
241	$\text{Ba}_3\text{Si}_6\text{O}_{12}\text{N}_2$	10	460	0,300	0,633	549	93	89
244	$\text{Ba}_1\text{Si}_{2,3}\text{O}_{4,3}\text{N}_{0,9}$	5	460	0,274	0,638	544	96	75
245	$\text{Ba}_1\text{Si}_{2,3}\text{O}_{4,3}\text{N}_{0,9}$	10	460	0,301	0,635	549	83	95

Tab. 5

Probennummer	Ansatzstöchiometrie	λ_{Exc} (nm)	x	y
BP 234/07	$(\text{Ba}_{0,99}\text{Eu}_{0,01})_2\text{Si}_5\text{O}_9\text{N}_2$	400	0,25	0,62
BP 319/07	$(\text{Ba}_{0,98}\text{Eu}_{0,01}\text{Ce}_{0,01})_2\text{Si}_5\text{O}_9\text{N}_2$	400	0,25	0,62
BP 319/07	$(\text{Ba}_{0,98}\text{Eu}_{0,01}\text{Ce}_{0,01})_2\text{Si}_5\text{O}_9\text{N}_2$	370	0,25	0,62
BP 320/07	$(\text{Ba}_{0,98}\text{Ce}_{0,02})_2\text{Si}_5\text{O}_9\text{N}_2$	370	0,18	0,15
BP 320/07	$(\text{Ba}_{0,98}\text{Ce}_{0,02})_2\text{Si}_5\text{O}_9\text{N}_2$	338	0,18	0,12
BP 320/07	$(\text{Ba}_{0,98}\text{Ce}_{0,02})_2\text{Si}_5\text{O}_9\text{N}_2$	290	0,18	0,12
BP 322/07	$(\text{Ba}_{0,95}\text{Tb}_{0,05})_2\text{Si}_5\text{O}_9\text{N}_2$	254	0,21	0,61
BP 323/07	$(\text{Ba}_{0,98}\text{Eu}_{0,01}\text{Mn}_{0,01})_2\text{Si}_5\text{O}_9\text{N}_2$	400	0,25	0,62
BP 323/07	$(\text{Ba}_{0,98}\text{Eu}_{0,01}\text{Mn}_{0,01})_2\text{Si}_5\text{O}_9\text{N}_2$	370	0,25	0,62

Patentansprüche

1. Temperaturstabiler Leuchtstoff aus dem M-Si-O-N System, mit einem Kation M, wobei M durch Ba allein oder in Mischung mit Sr repräsentiert ist, wobei der Leuchtstoff mit Eu oder Ce oder Tb allein oder in Mischung aktiviert ist, wobei der Leuchtstoff die Summenformel $\text{M}_2\text{Si}_5\text{O}_9\text{N}_2$ aufweist.

2. Leuchtstoff nach Anspruch 1, wobei der Leuchtstoff eine kubisch innenzentrierte Elementarzelle mit einer Gitterkonstanten a von 9,18 Å aufweist.

3. Leuchtstoff nach Anspruch 1, wobei M = Ba allein oder überwiegend, d.h. zu mehr als 50 %.

4. Leuchtstoff nach Anspruch 1, wobei der Leuchtstoff die Summenformel $\text{Ba}_2\text{Si}_5\text{O}_9\text{N}_2$ aufweist.

5. Leuchtstoff nach Anspruch 1, wobei der Leuchtstoff mit Mn kodotiert ist.

6. Verwendung des Leuchtstoffs nach einem der vorhergehenden Ansprüche als Lichtquelle.

7. Verfahren zur Herstellung eines Leuchtstoffs nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** folgende Verfahrensschritte:

a) Homogenisieren der Substanzen BaCO_3 , SiO_2 , Si_3N_4 und des Vorläufers der Aktivierungssubstanz über mehrere Stunden,

b) Mischen der Substanzen unter Beachtung eines Verhältnisses $\text{BaCO}_3:\text{SiO}_2$ zwischen 1:1,5 und 1:2, Randwerte eingeschlossen,

c) Glühen der Ansatzmischung unter reduzierenden Bedingungen, bei 1200 bis 1400 °C für mehrere Stunden;

d) Mahlen des Glühkuchens,

e) zweites Glühen unter reduzierenden Bedingungen, bei 850 bis 1450 °C.

Es folgen 15 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

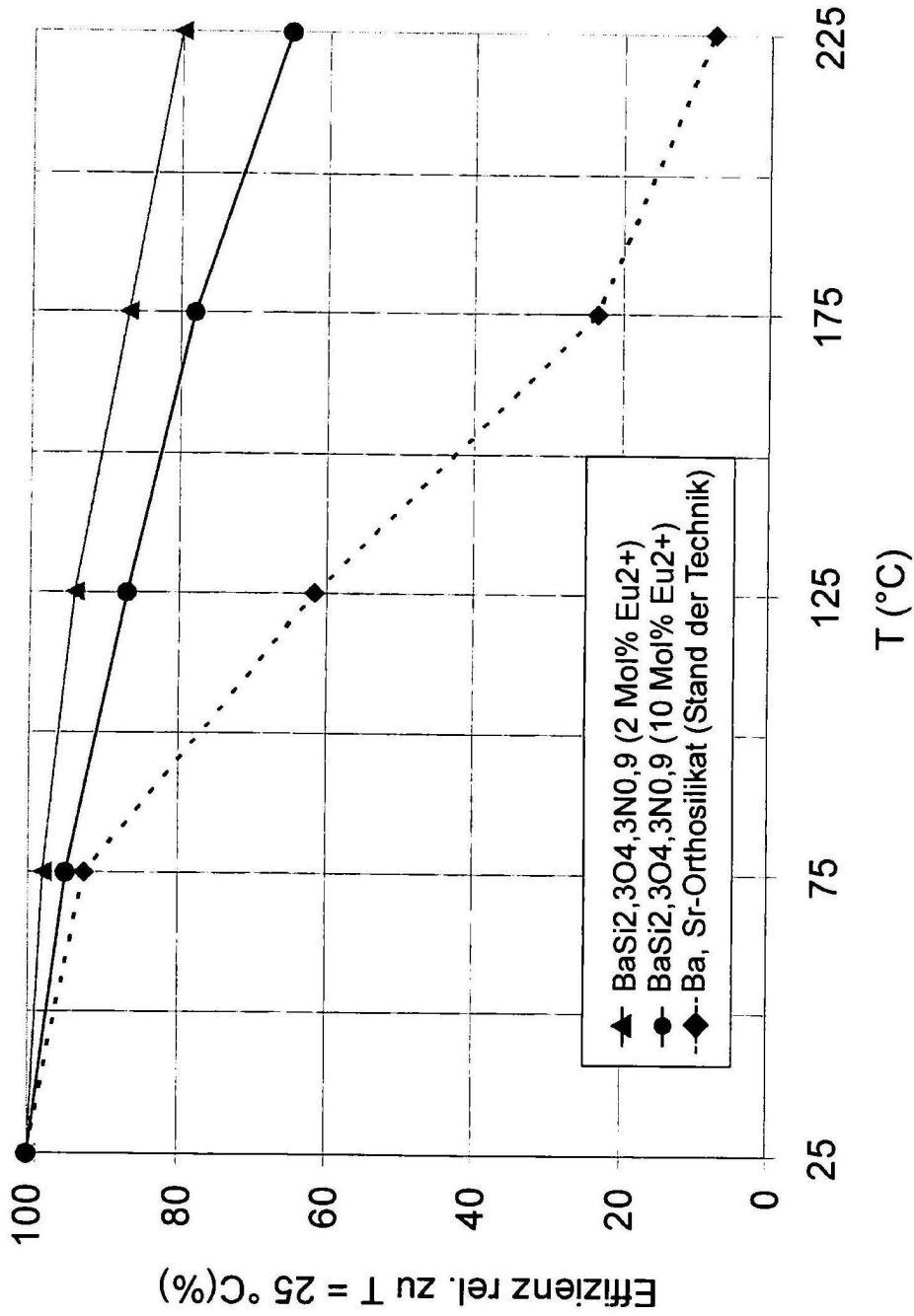


FIG 1

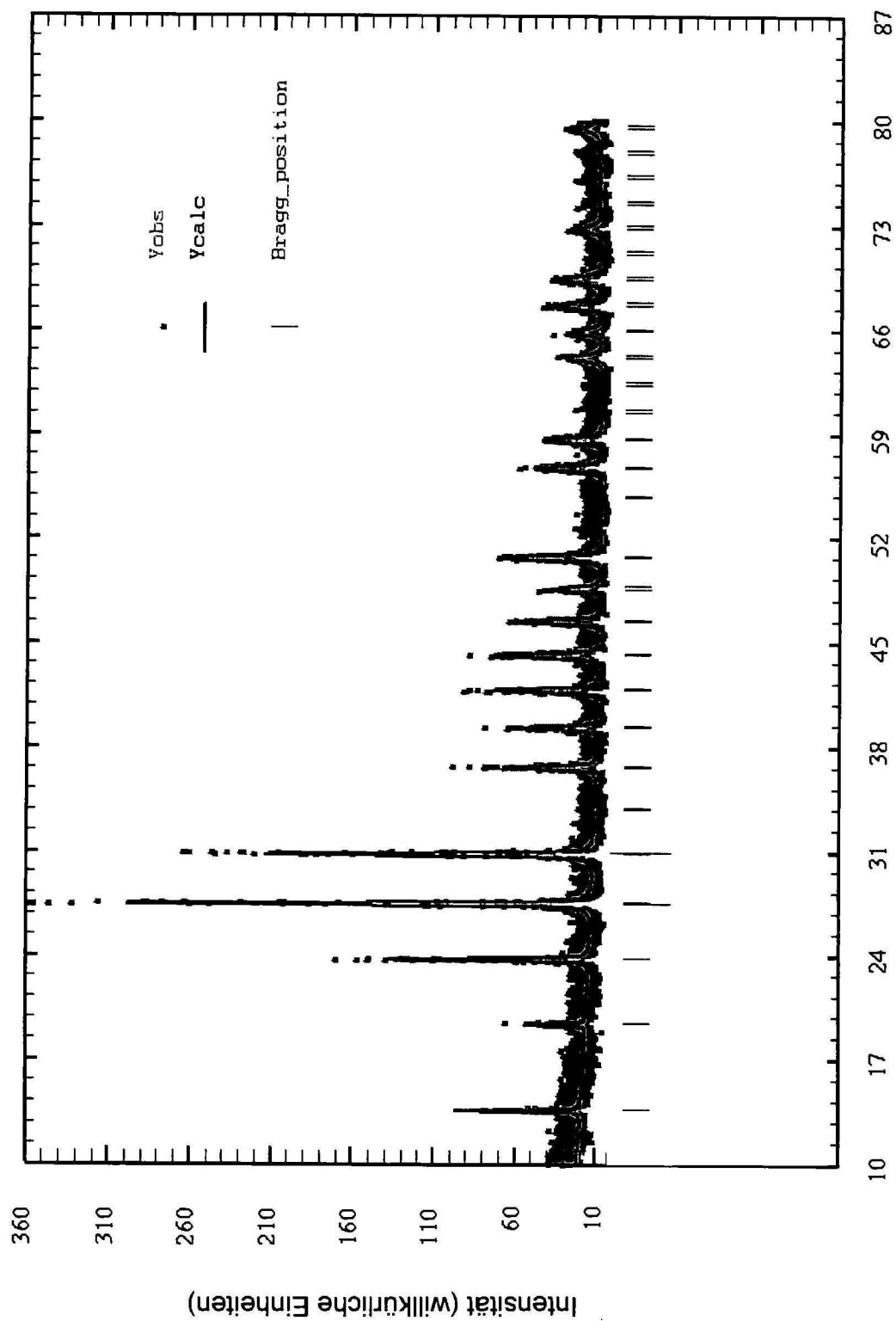


FIG 2

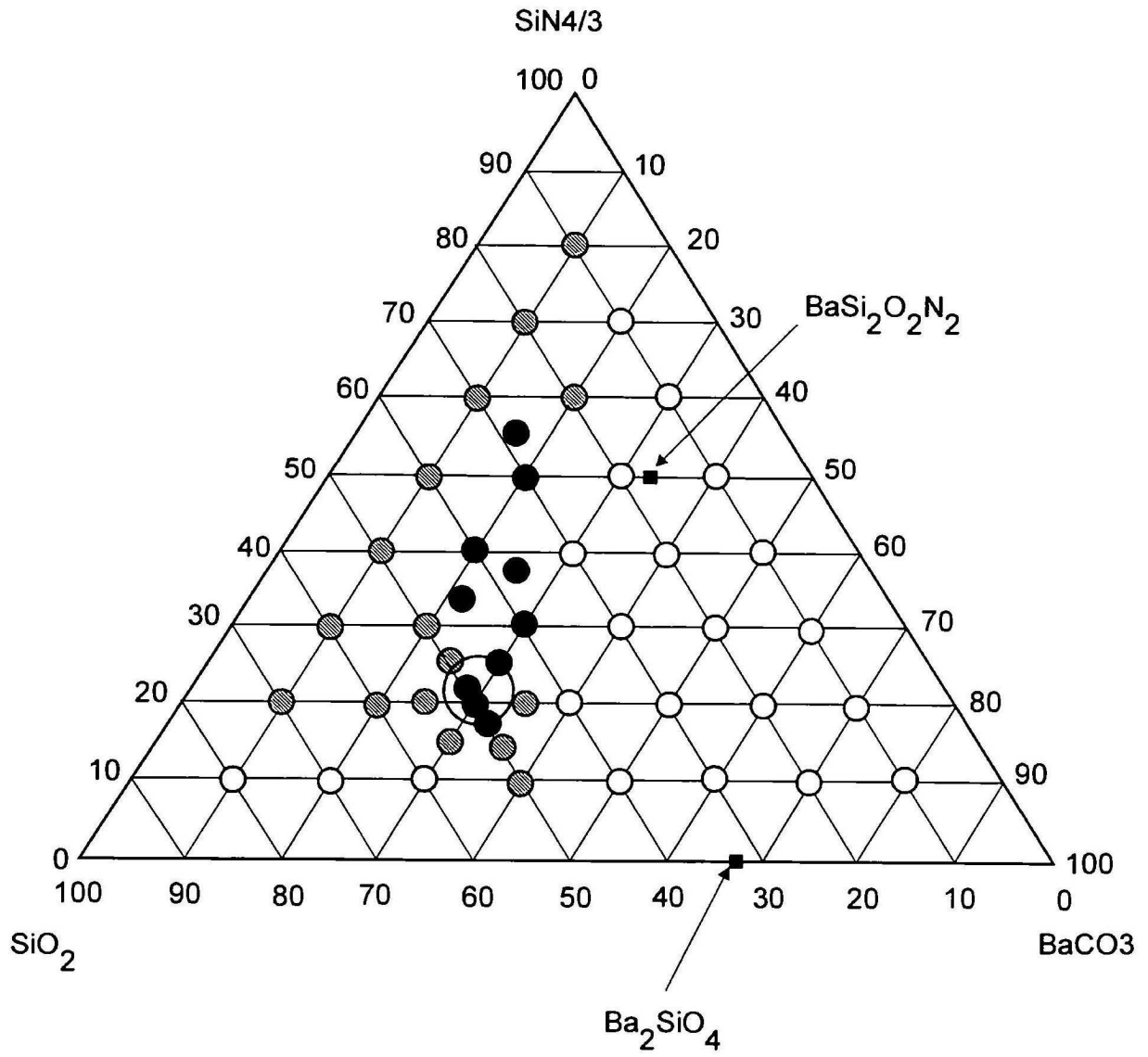


FIG 3

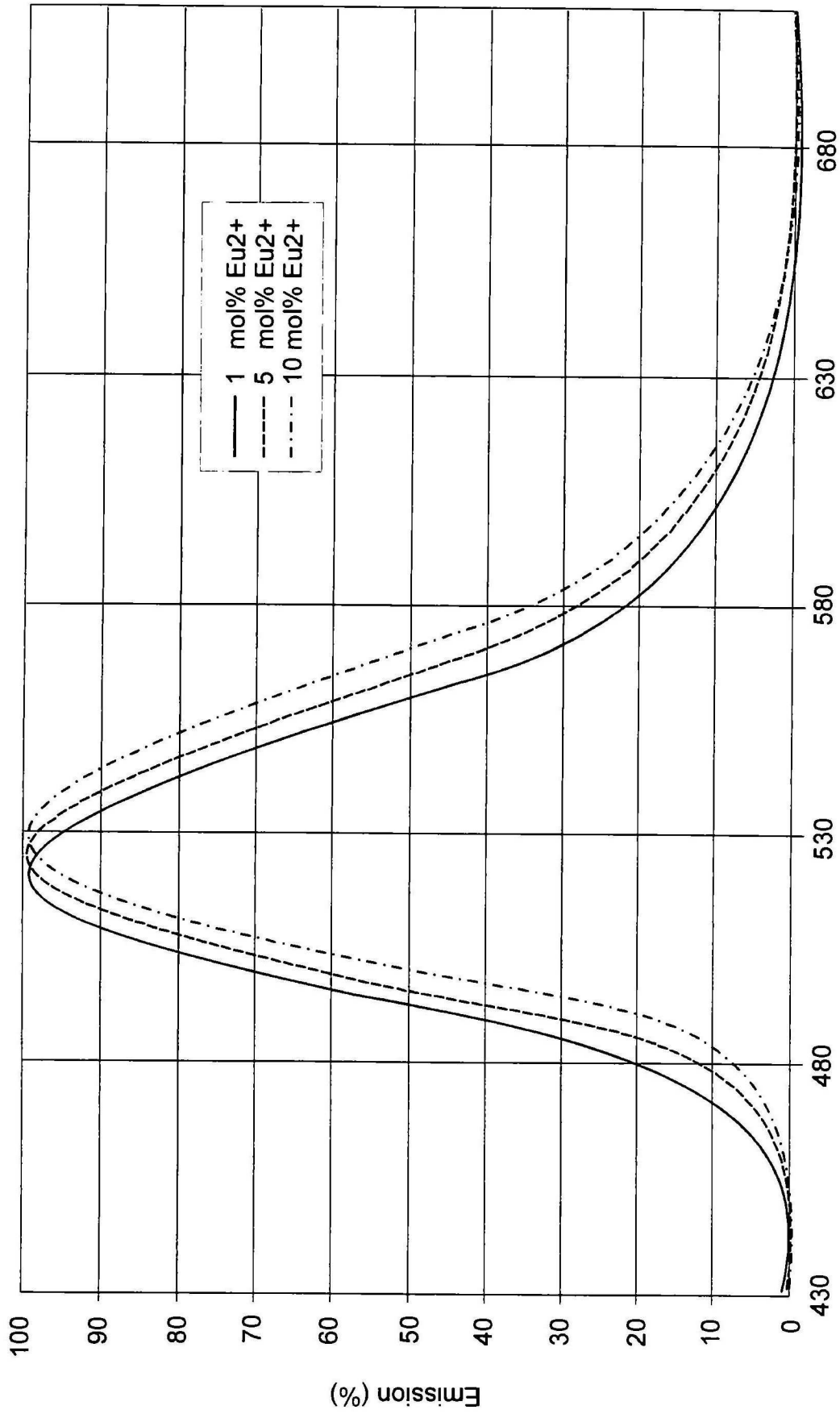


FIG 4

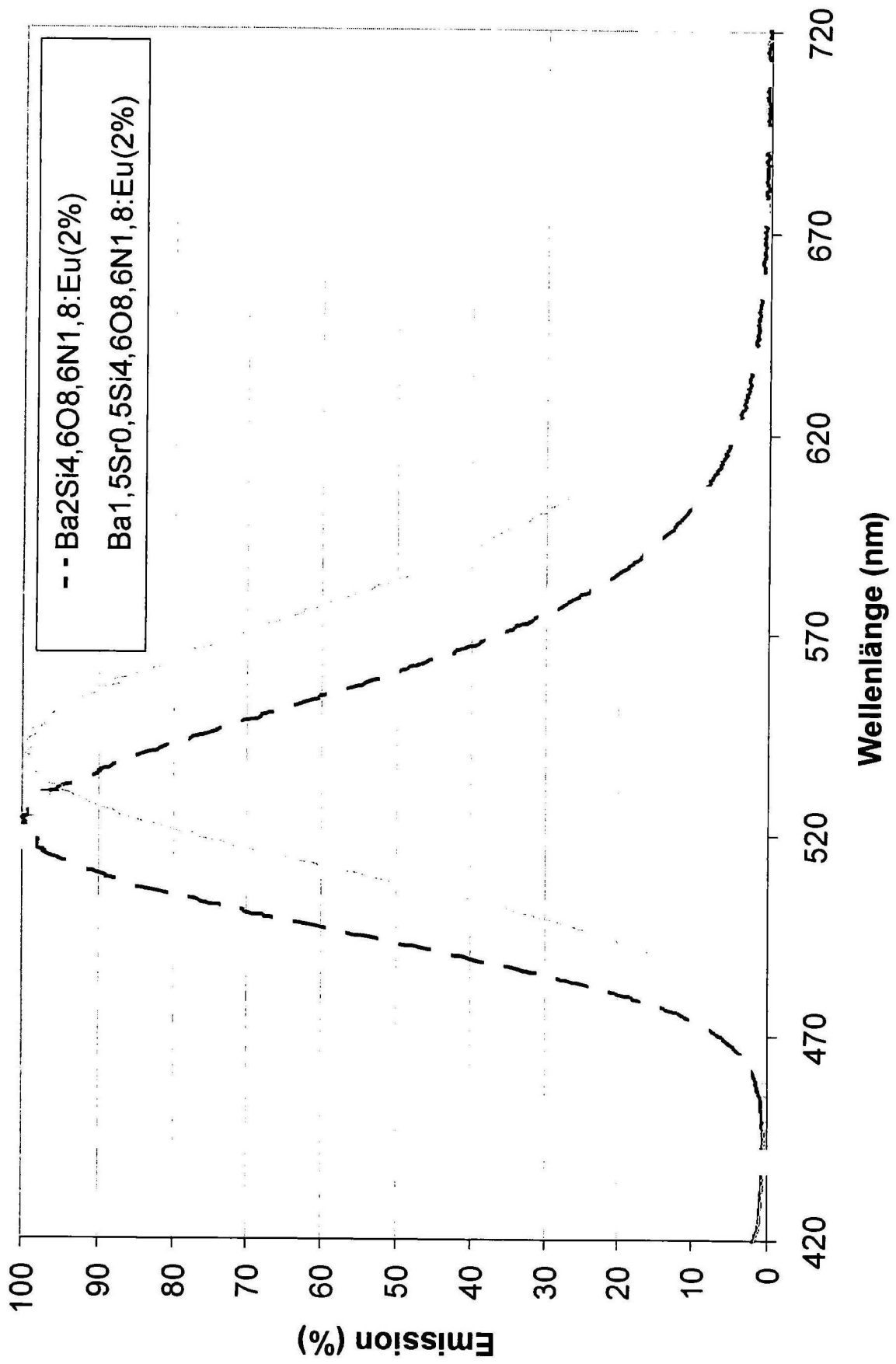


FIG 5

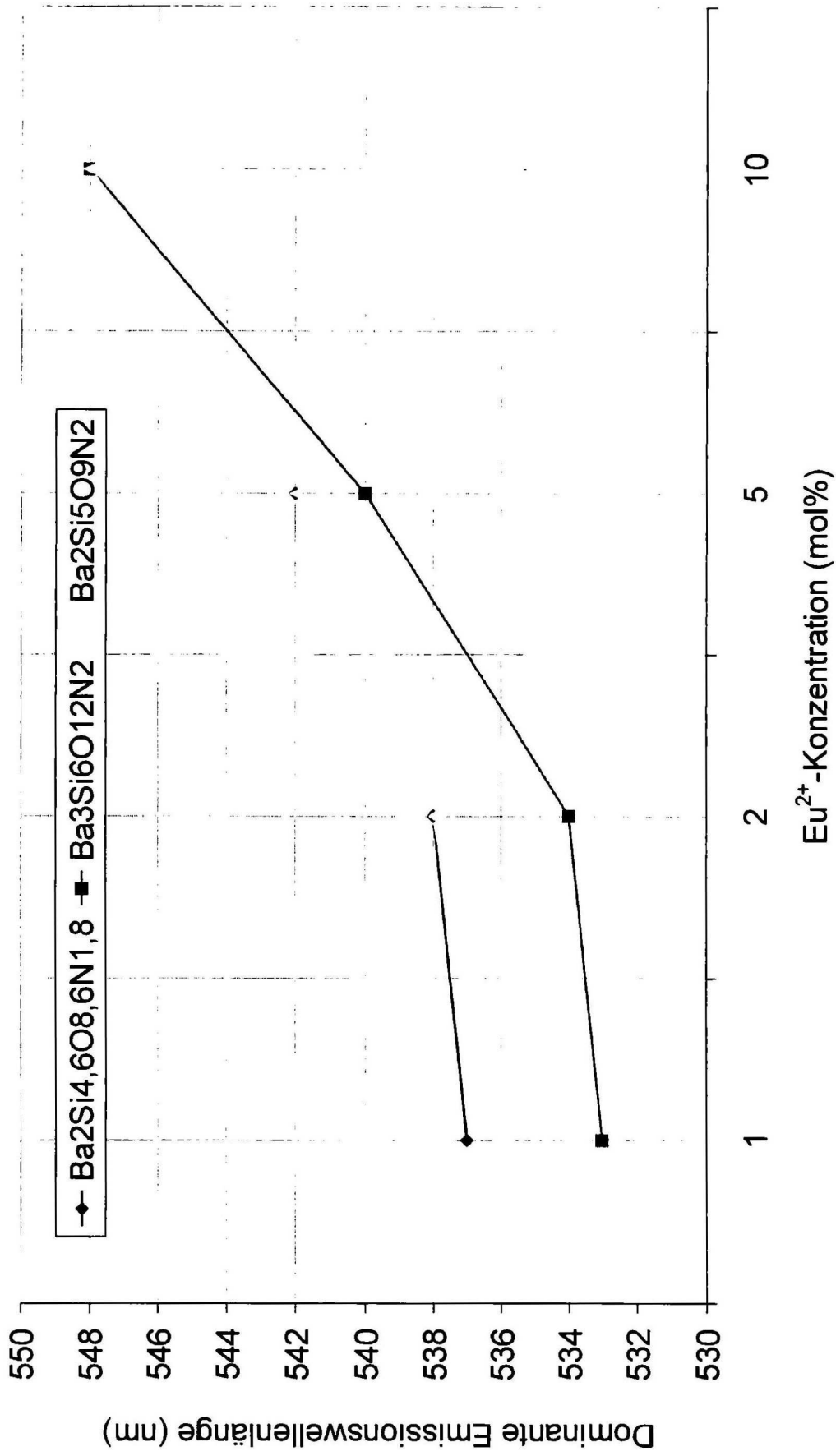


FIG 6

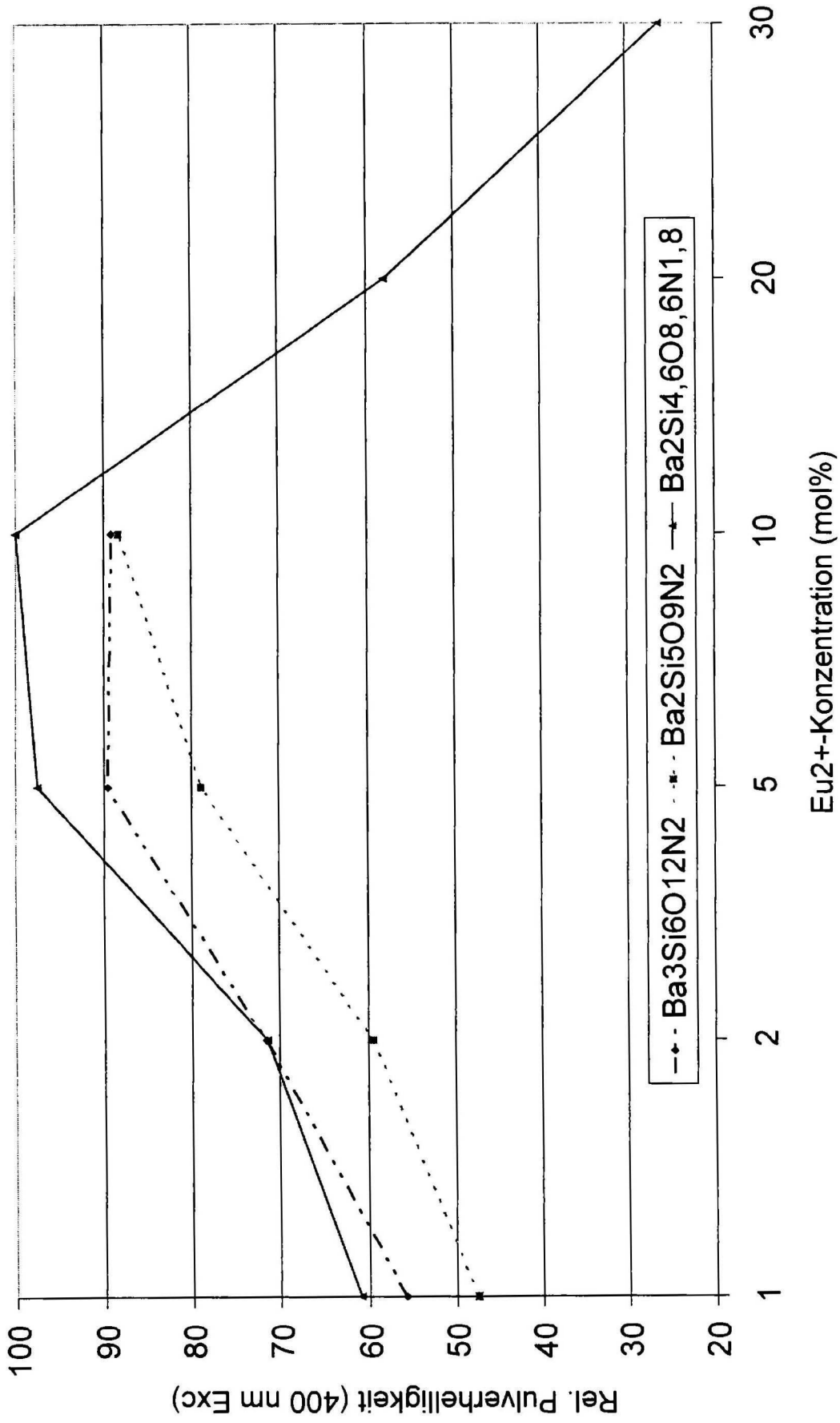


FIG 7

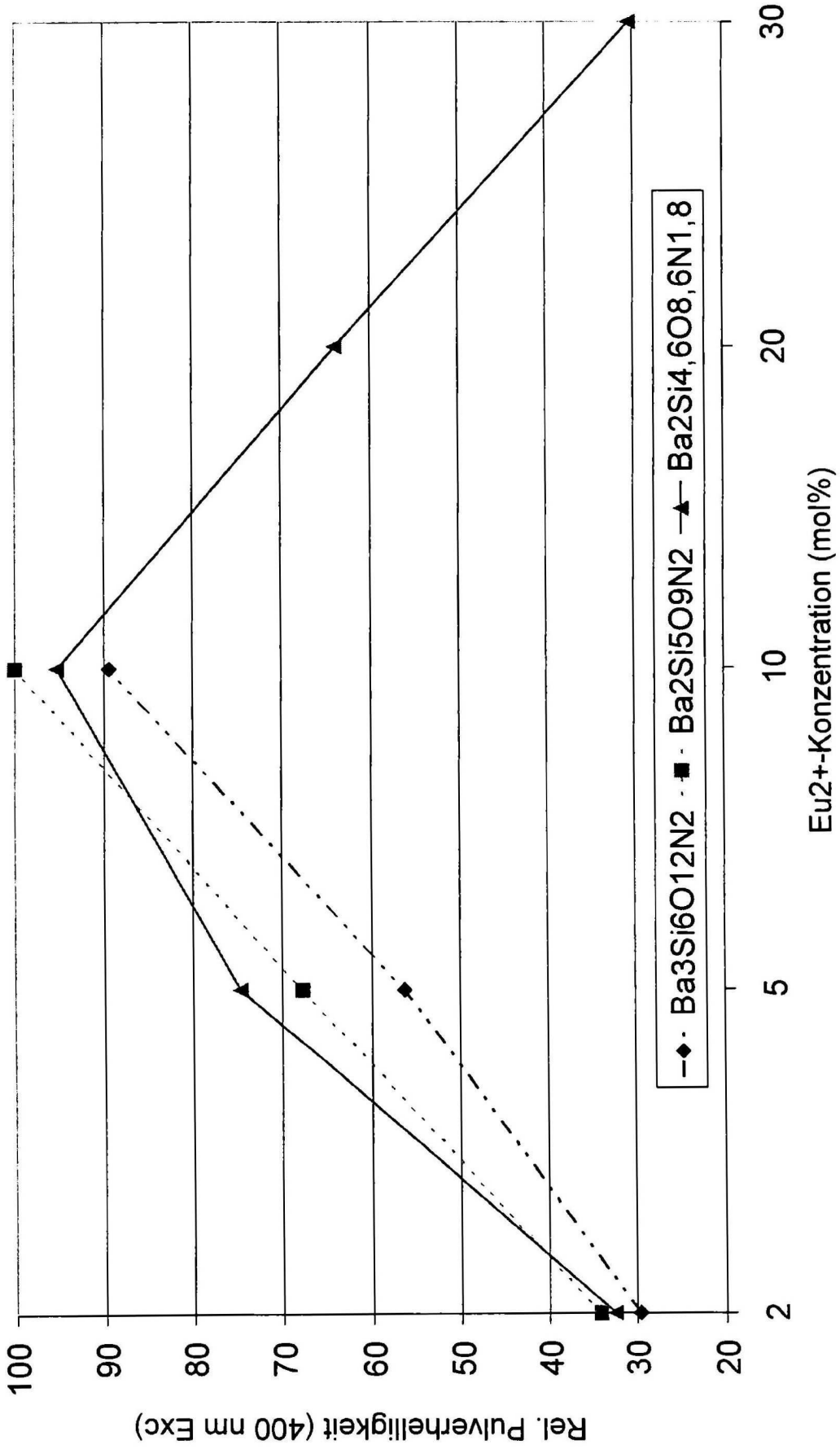


FIG 8

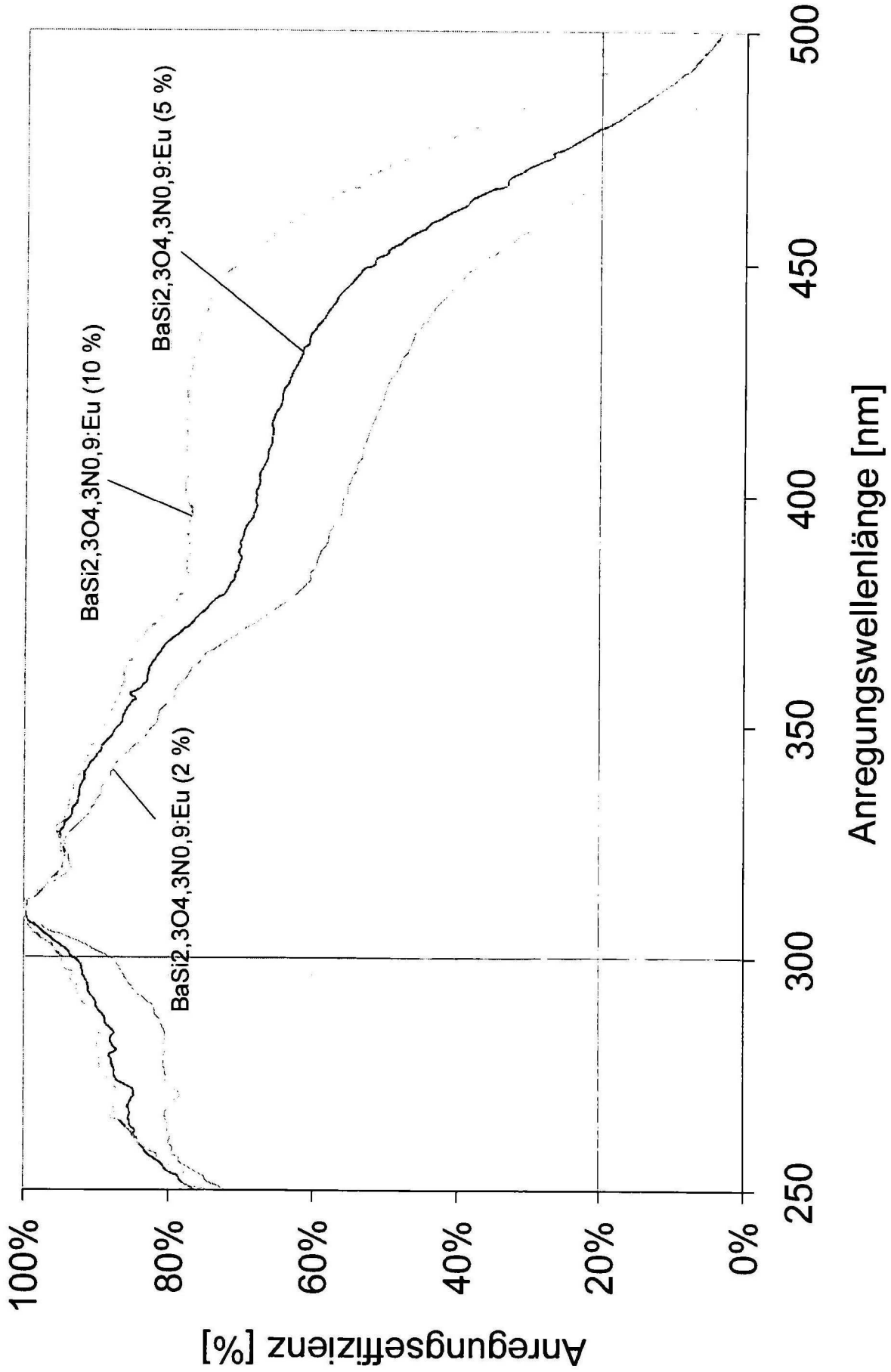
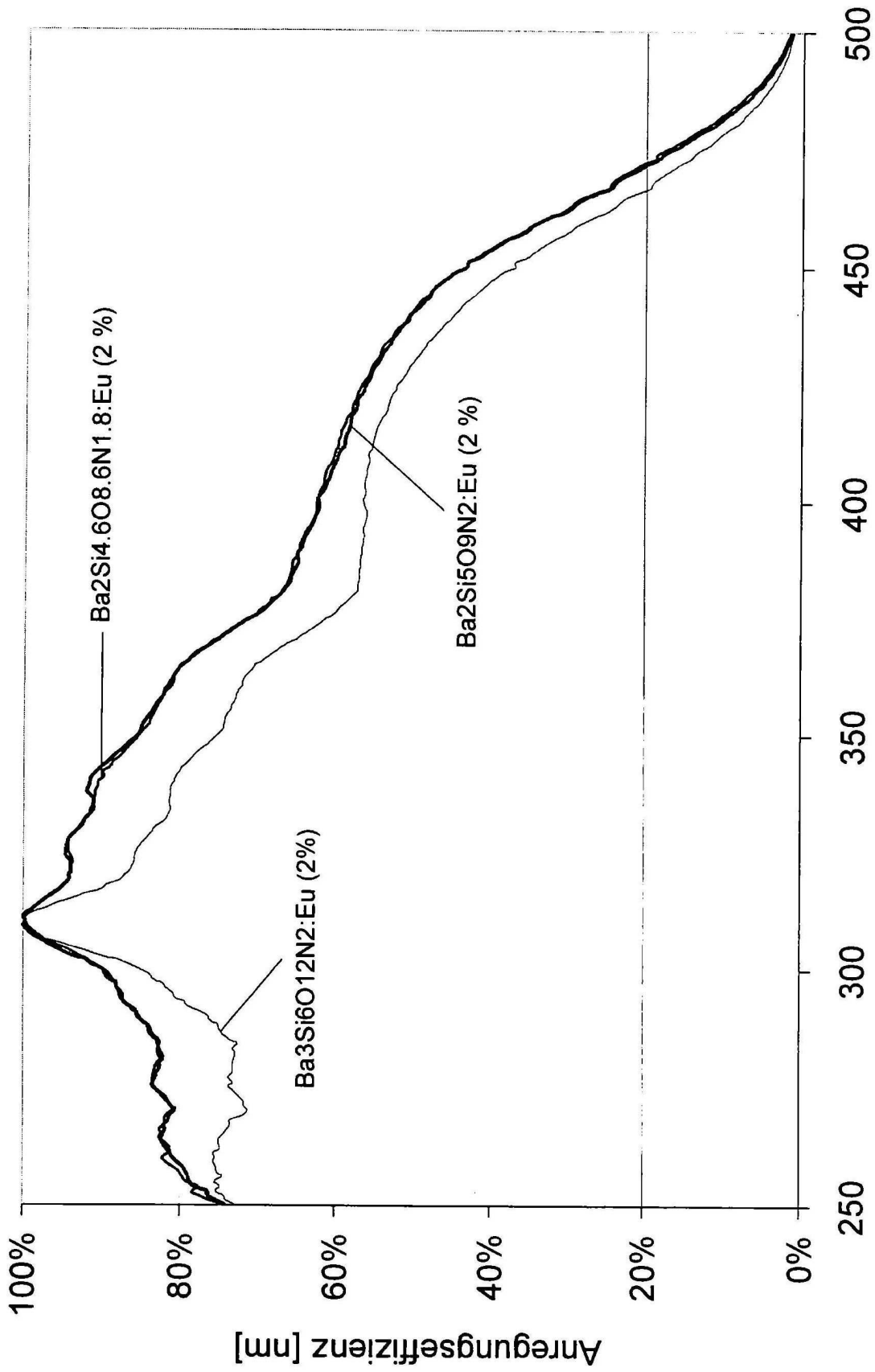


FIG 9



Anregungswellenlänge [nm]

FIG 10

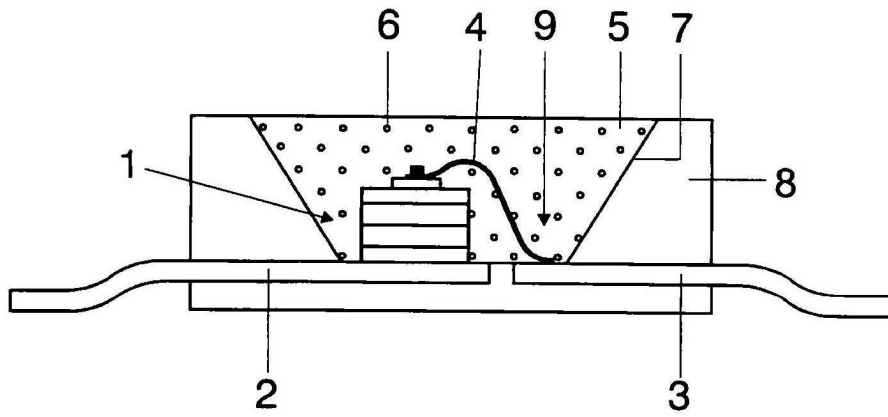


FIG 11

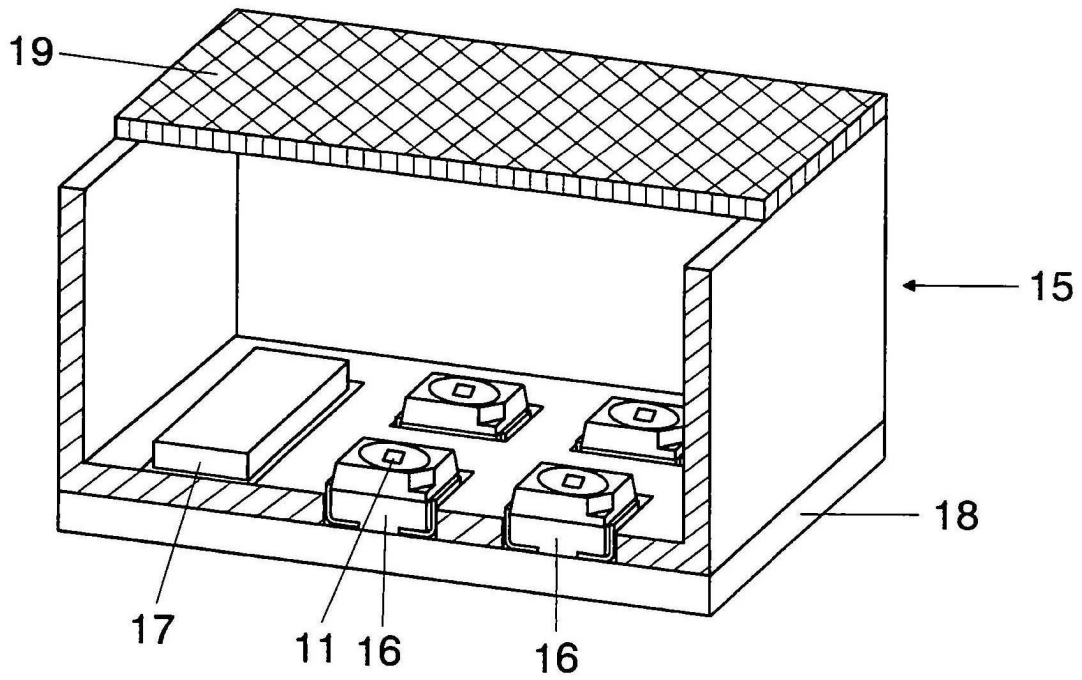


FIG 12

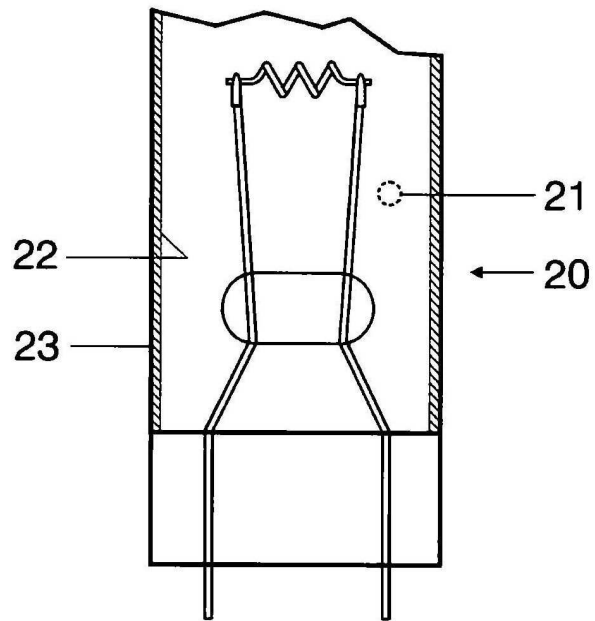


FIG 13

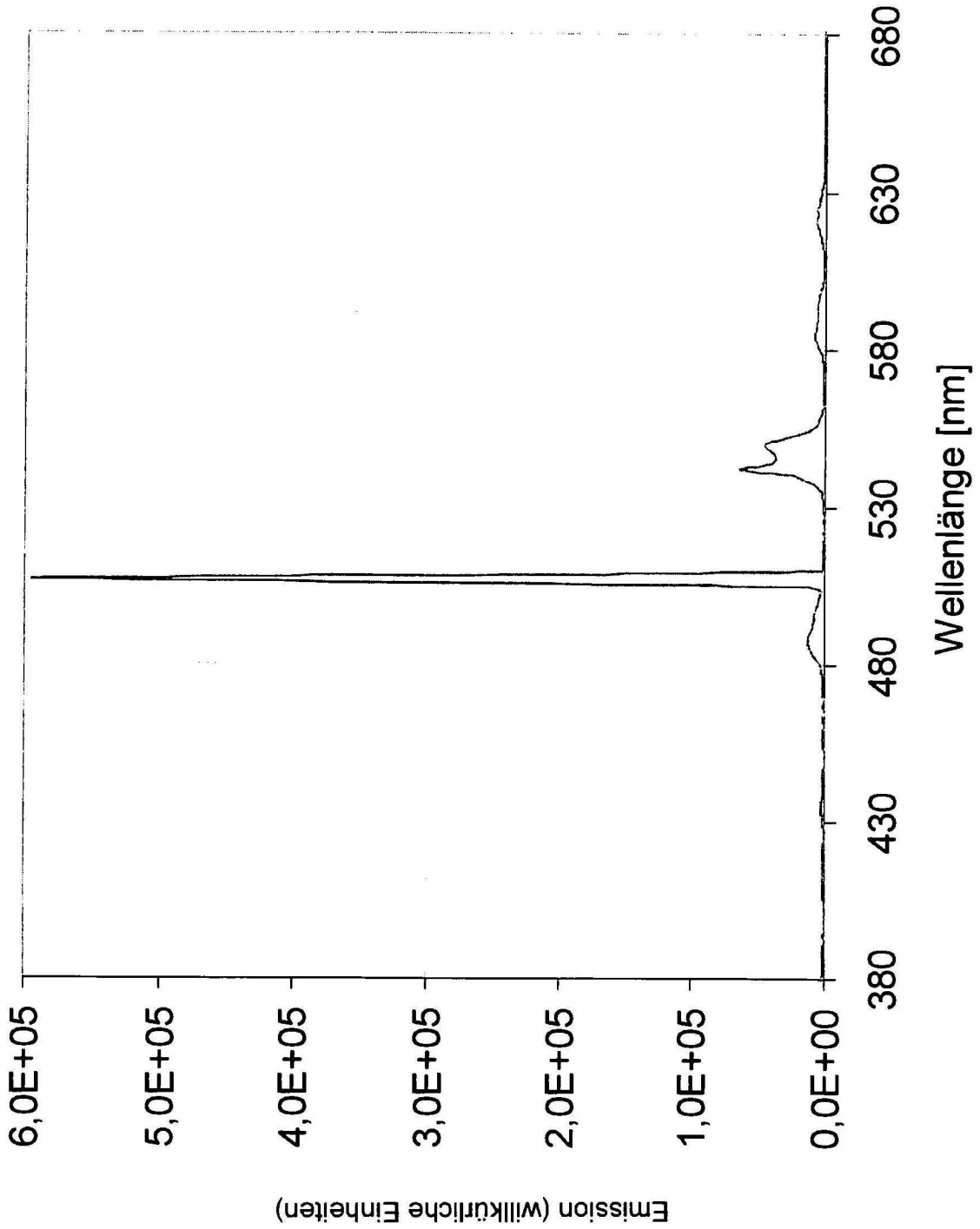
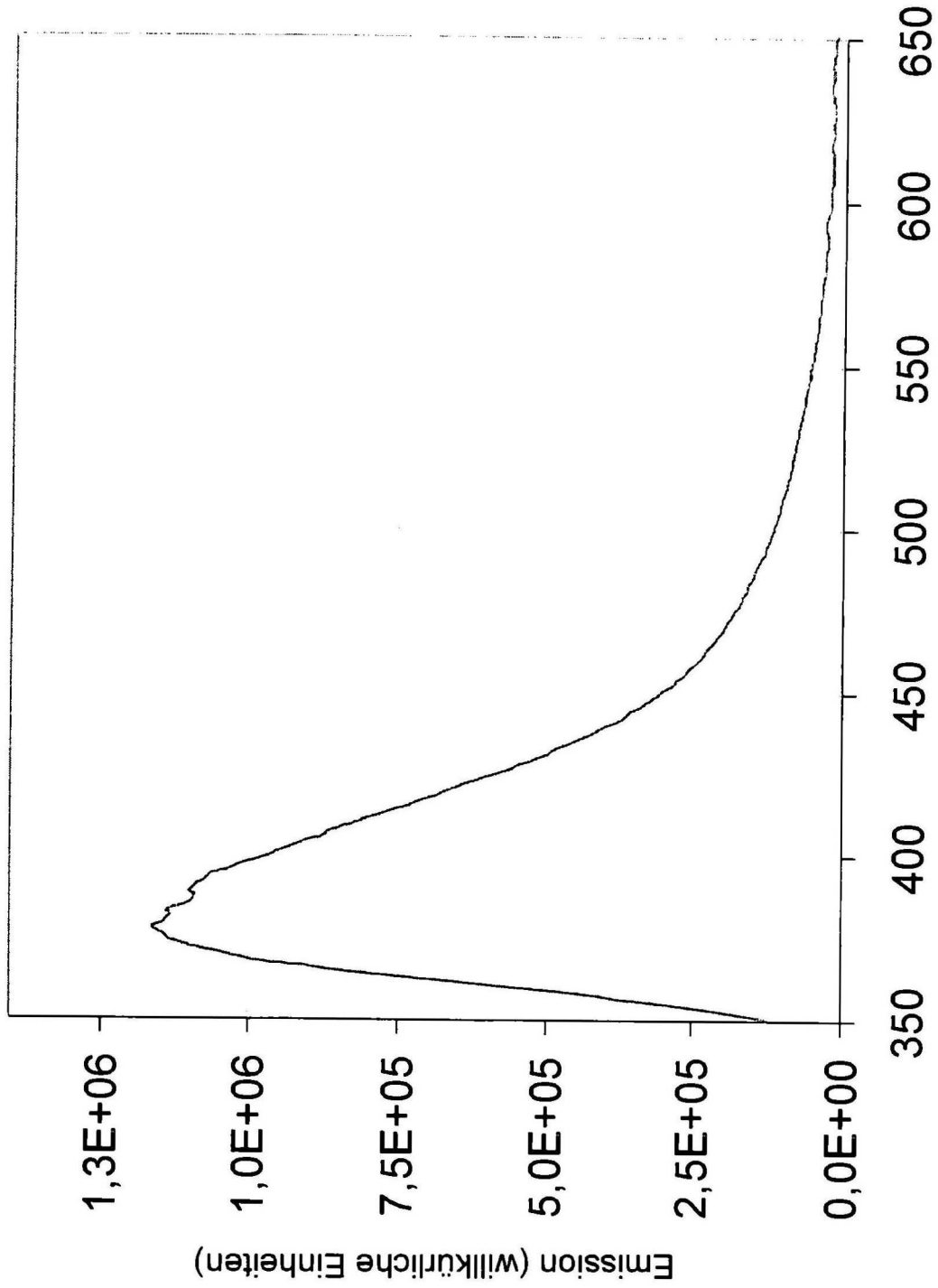


FIG 14



Wellenlänge [nm]
FIG 15

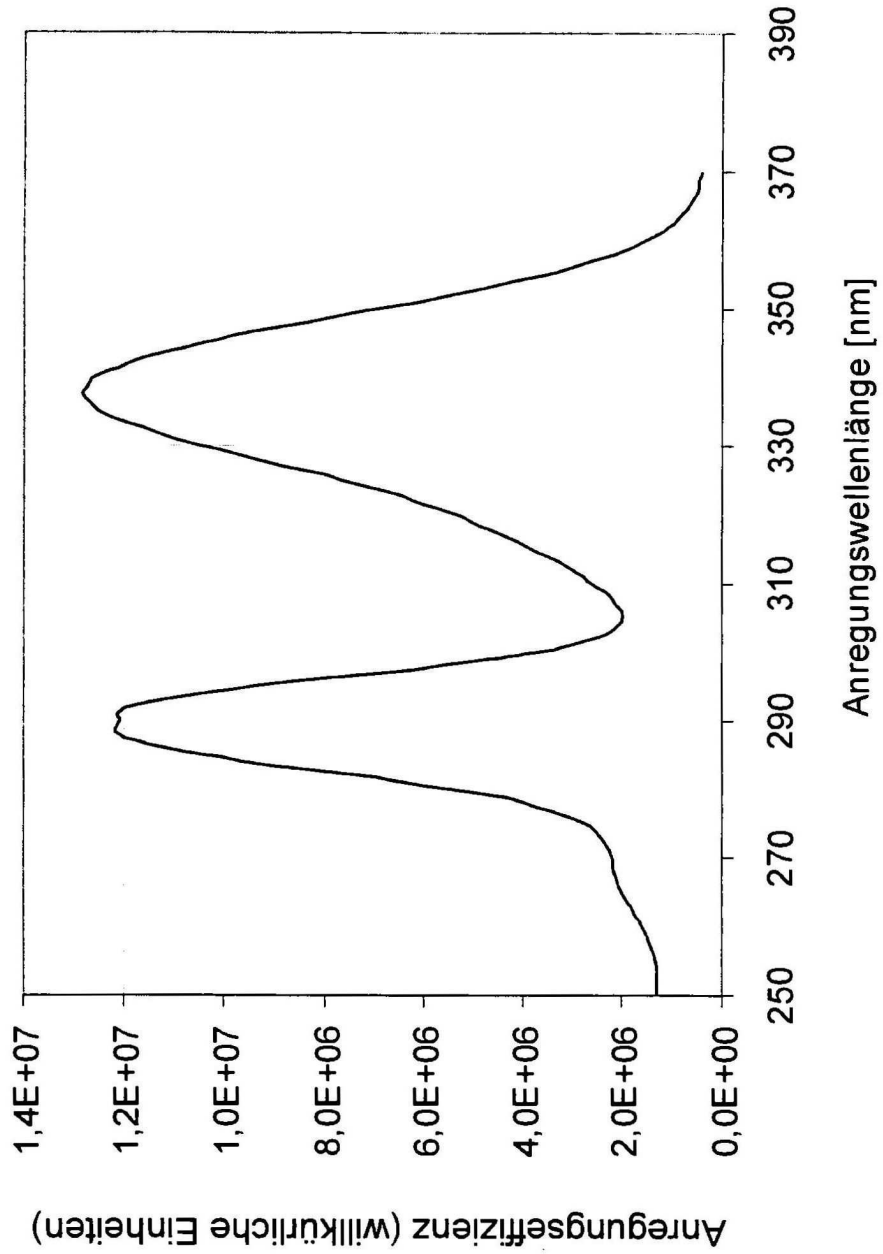


FIG 16