

(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  
24. August 2017 (24.08.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2017/140621 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

C08G 59/68 (2006.01) C08L 29/14 (2006.01)  
C08K 3/22 (2006.01) C08L 63/00 (2006.01)  
C08K 3/28 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/053155

(22) Internationales Anmeldedatum:  
13. Februar 2017 (13.02.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2016 102 685.9  
16. Februar 2016 (16.02.2016) DE

(71) Anmelder: OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS  
GMBH [DE/DE]; Leibnizstr. 4, 93055 Regensburg (DE).

(72) Erfinder: HÖHN, Klaus; Bayreuther Str. 21 c, 91301  
Forchheim (DE). KEITH, Christina; Humboldtweg 9,  
93073 Neutraubling (DE).

(74) Anwalt: EPPING HERMANN FISCHER  
PATENTANWALTSGESELLSCHAFT MBH;  
Schloßschmidstr. 5, 80639 München (DE).

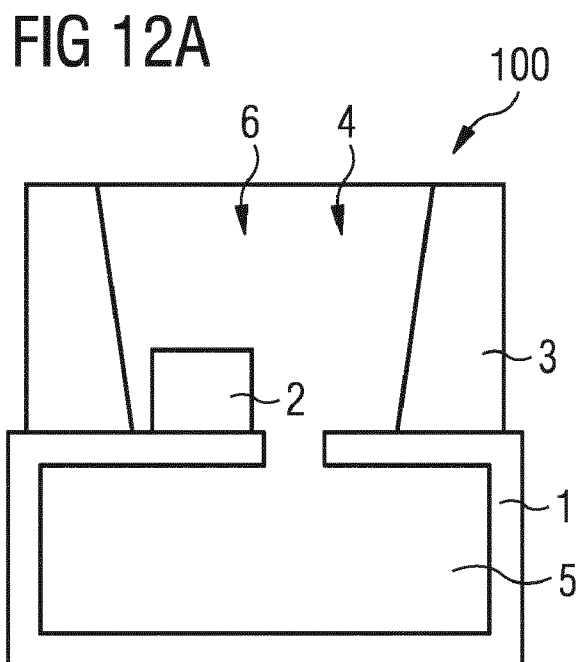
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,  
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK,  
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,  
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH,  
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,  
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA,  
NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO,  
RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV,  
SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,  
VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,  
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,  
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,  
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,  
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,  
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,  
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: EPOXY RESIN SYSTEM, USE OF AN EPOXY RESIN SYSTEM, OPTOELECTRONIC COMPONENT AND  
METHOD FOR PRODUCING AN EPOXY RESIN SYSTEM

(54) Bezeichnung : EPOXIDHARZSYSTEM, VERWENDUNG EINES EPOXIDHARZSYSTEMS, OPTOELEKTRONISCHES  
BAUELEMENT UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES EPOXIDHARZSYSTEMS



(57) Abstract: The invention relates to an epoxy resin system comprising at least one inorganic filler (F) which has an upper particle size ( $d_{\max}$ ) of a maximum of 30  $\mu\text{m}$  and is an oxide or nitride of a metal or a semimetal, at least one cycloaliphatic epoxy resin, polyvinyl butyral, at least one cationic accelerator, and wherein the epoxy resin system is a single-component system for thin-walled structural elements.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Epoxidharzsystem umfassend zumindest einen anorganischen Füllstoff (F) mit einer oberen Korngröße ( $d_{\max}$ ) von maximal 30  $\mu\text{m}$ , der ein Oxid oder Nitrid eines Metalls oder Halbmetalls ist, zumindest ein cycloaliphatisches Epoxidharz, Polyvinylbutyrat, zumindest einen kationischen Beschleuniger, und wobei das Epoxidharzsystem ein Ein-Komponenten-System für dünnwandige Strukturelemente ist.



**Veröffentlicht:**

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

## Beschreibung

Epoxidharzsystem, Verwendung eines Epoxidharzsystems,  
optoelektronisches Bauelement und Verfahren zur Herstellung  
5 eines Epoxidharzsystems

Die Erfindung betrifft ein Epoxidharzsystem, insbesondere ein  
1-komponentiges Epoxidharzsystem. Ferner betrifft die  
Erfindung die Verwendung eines Epoxidharzsystems. Ferner  
10 betrifft die Erfindung ein optoelektronisches Bauelement.  
Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung  
eines Epoxidharzsystems.

In elektronischen Bauelementen, beispielsweise in  
15 optoelektronischen Bauelementen, wie lichtemittierenden  
Dioden und Lichtmodulen, werden oft Epoxidharze,  
thermoplastische Kunststoffe und Silikone als Montage- und  
Gehäusewerkstoff, Gießharz und/oder als Matrixmaterial für  
beispielsweise Lichtkonversionselemente, Reflexionsschichten  
20 und optische Filter sowie als Linsenmaterial verwendet. Als  
Gehäusematerial haben sich heute Hochleistungspolymere,  
beispielsweise glasfaserverstärkte thermoplastische  
Kunststoffe, hauptsächlich auf Polyphthalamidbasis, Silikone,  
moldbare Epoxidharzmassen (Epoxy Mold Compounds, EMC)  
25 bewährt. Allerdings können mit diesen Materialien  
verarbeitungsbedingt und aufgrund der Größe der eingesetzten  
Füllstoffe keine Gehäuse mit Wanddicken von wesentlich  
kleiner als 200 µm hergestellt werden. Ferner können diese  
Materialien unter Reinraumbedingungen nur bedingt eingesetzt  
30 werden, weil Bedenken hinsichtlich siloxan- und  
silikonhaltiger Additive und Verarbeitungshilfsmittel  
bestehen.

Eine Aufgabe der Erfindung ist es, ein Epoxidharzsystem bereitzustellen, das verbesserte Eigenschaften aufweist. Insbesondere kann das Epoxidharzsystem dazu verwendet werden, Gehäuse von optoelektronischen Bauelementen mit Wanddicken von bis zu 80 µm bereitzustellen oder zu fertigen. Ferner ist das erfindungsgemäße Epoxidharzsystem für hohe Einsatztemperaturen verwendbar. Ferner ist eine Aufgabe der Erfindung, ein optoelektronisches Bauelement bereitzustellen, das ein Epoxidharzsystem mit den verbesserten Eigenschaften aufweist. Ferner ist Aufgabe der Erfindung, ein kostengünstiges Herstellungsverfahren für das Epoxidharzsystem bereitzustellen.

Diese Aufgaben werden durch ein Epoxidharzsystem gemäß dem unabhängigen Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche. Ferner werden diese Aufgaben durch die Verwendung eines Epoxidharzsystems gemäß dem Anspruch 13 gelöst. Ferner werden diese Aufgaben durch ein optoelektronisches Bauelement gemäß dem Anspruch 14 gelöst. Ferner werden diese Aufgaben durch ein Verfahren zur Herstellung eines Epoxidharzsystems gemäß dem Anspruch 15 gelöst.

In zumindest einer Ausführungsform umfasst das Epoxidharzsystem oder besteht das Epoxidharzsystem zumindest aus einem anorganischen Füllstoff, zumindest einem cycloaliphatischen Epoxidharz, einem Polyvinylbutyrat und zumindest einem kationischen Beschleuniger. Der anorganische Füllstoff ist insbesondere ein Oxid eines Metalls oder Halbmetalls oder ein Nitrid eines Metalls oder Halbmetalls. Insbesondere weist der anorganische Füllstoff eine obere

Korngröße ( $d_{\max}$ ) von maximal 30  $\mu\text{m}$  auf. Das Epoxidharzsystem ist insbesondere ein Ein-Komponenten-System.

Epoxidharz wird üblicherweise als Zwei-Komponenten-System  
5 bereitgestellt, die vom Anwender gebrauchsfertig zu mischen  
sind. Die sogenannte "A-Komponente" enthält meist das  
Epoxidharz, die sogenannte "B-Komponente" den Härter, der in  
einem vorbestimmten Mischungsverhältnis dem Harz zuzugeben  
ist. Unter Ein-Komponenten-System wird hier und im Folgenden  
10 verstanden, dass das Epoxidharzsystem reaktiv ist und  
thermisch aushärtet und keine B-Komponente aufweist. Ein-  
Komponenten-Systeme werden gebrauchsfertig ausgeliefert und  
sind lagerfähig. Eine B-Komponente ist insbesondere ein  
organischer Stoff, wie beispielsweise ein  
15 Carbonsäureanhydrid. Durch ein Carbonsäureanhydrid der B-  
Komponente zusammen mit einem Beschleuniger erfolgt in der  
Regel eine Vernetzung der A-Komponente (entspricht  
formuliertes Epoxidharz). Durch diese Vernetzung entsteht ein  
duromerer Epoxidharzformstoff. Das Carbonsäureanhydrid  
20 zusammen mit einem Beschleuniger kann als Härter bezeichnet  
werden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das  
Epoxidharzsystem zumindest einen anorganischen Füllstoff oder  
25 eine Mischung aus mehreren anorganischen Füllstoffen auf. Der  
anorganische Füllstoff ist aus einer Gruppe ausgewählt, die  
ein Oxid eines Metalls, ein Oxid eines Halbmetalls, ein  
Nitrid eines Metalls und ein Nitrid eines Halbmetalls  
umfasst. Insbesondere ist der anorganische Füllstoff aus  
30 einer Gruppe ausgewählt, die Siliziumdioxid, Titandioxid,  
Aluminiumoxid und Zirkoniumoxid umfasst.

Insbesondere wird als anorganischer Füllstoff Siliziumdioxid, das vorzugsweise amorph ist, verwendet. Vorzugsweise wird Siliziumdioxid mit der CAS-Nummer (Chemical Abstracts Service) 60676-86-0 verwendet.

5

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist der anorganische Füllstoff einen Anteil zwischen einschließlich 50 Gew% und einschließlich 85 Gew%, vorzugsweise zwischen einschließlich 60 Gew% und einschließlich 80 Gew% bezogen auf das

10 Gesamtgewicht des Epoxidharzsystems auf.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist der anorganische Füllstoff eine spezifische Oberfläche von mindestens 2 g/m<sup>2</sup> und höchstens 20 g/m<sup>2</sup>, insbesondere zwischen einschließlich 2 g/m<sup>2</sup> und einschließlich 10 g/m<sup>2</sup>, bevorzugt zwischen

15

einschließlich 2 g/m<sup>2</sup> und einschließlich 8 g/m<sup>2</sup>, besonders bevorzugt zwischen einschließlich 2,2 g/m<sup>2</sup> und einschließlich 5,5 g/m<sup>2</sup> auf.

Zusätzlich oder alternativ kann der anorganische Füllstoff einen Korngrößenwert d<sub>50</sub> von mindestens 0,5 µm und/oder maximal 20 µm aufweisen. Insbesondere weist der anorganische Füllstoff einen Korngrößenwert d<sub>50</sub> zwischen 2 µm und 10 µm, vorzugsweise zwischen 2,5 µm und 4,4 µm auf.

25

Alternativ oder zusätzlich kann der anorganische Füllstoff eine obere Korngröße d<sub>max</sub> von maximal 30 µm oder 25 µm oder 20 µm, insbesondere von maximal 16 µm, beispielsweise 12 µm, aufweisen.

30

Die spezifische Oberfläche kann mittels BET-Isotherme bestimmt werden. Als Korngrößenwert d<sub>50</sub> wird im Folgenden,

wenn nichts anderes angegeben, der Wert  $d_{50}$  verstanden, der so definiert ist, dass 50 % des Materials bezogen auf den Volumenanteil unterhalb und/oder 50 % des Materials bezogen auf den Volumenanteil oberhalb dieser Größe beziehungsweise

5 dieses Durchmessers liegt. Der Korngrößenwert kann mittels dynamischer Lichtstreuung (DLS) bestimmt werden. Als obere Korngröße  $d_{\max}$  wird hier und im Folgenden ein als Partikel ausgefüllter anorganischer Füllstoff bezeichnet, der einen maximalen Durchmesser als obere Korngröße aufweist. Mit  
10 anderen Worten sind keine anorganischen Füllstoffe gemäß DLS-Messung (DLS, Dynamische Lichtstreuung) in dem Epoxidharzsystem vorhanden, die größer sind als die obere Korngröße angibt.

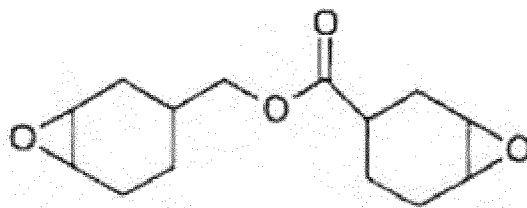
15 Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist der anorganische Füllstoff eine spezifische Oberfläche von mindestens  $2 \text{ g/m}^2$  und höchstens  $20 \text{ g/m}^2$  und einen Korngrößenwert  $d_{50}$  von maximal  $20 \text{ }\mu\text{m}$  und eine obere Korngröße  $d_{\max}$  von maximal  $30 \text{ }\mu\text{m}$  auf.

20 Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Epoxidharzsystem zumindest ein cycloaliphatisches Epoxidharz auf. Vorzugsweise wird als cycloaliphatisches Epoxidharzsystem ein Epoxidharzsystem mit der CAS-Nummer  
25 2386-87-0 verwendet.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform enthält das cycloaliphatische Epoxidharz zumindest zwei Epoxidfunktionen.

30 Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das cycloaliphatische Epoxidharz aus einer Gruppe von Verbindungen ausgewählt, die 3,4-Epoxycyclohexylmethyl-3,4-

epoxycyclohexylcarboxylat und Poly[(2-oxiranyl)-1,2-cyclohexanediol]-2-ethyl-2-(hydroxymethyl)-1,3-propanediolether umfasst. Bevorzugt handelt es sich bei dem cycloaliphatischen Epoxidharz um 3,4-Epoxycyclohexylmethyl-  
5 3,4-epoxycyclohexylcarboxylat oder (Bis-(Epoxidcyclohexyl)-Methylcarboxylat), das die folgende Struktur aufweist (Formel I):



10

Formel I

In einer Ausführungsform umfasst das Epoxidharzsystem kein aromatisches Epoxidharz. Vorzugsweise umfasst das Epoxidharzsystem keine aromatische Verbindung. Aromatische  
15 Verbindung bedeutet, dass die entsprechende Verbindung mindestens einen aromatischen Ring enthält. Dadurch, dass das Epoxidharzsystem kein aromatisches Epoxidharz, vorzugsweise keine aromatische Verbindung, aufweist, ist das Epoxidharzsystem deutlich lichtstabiler. Das bedeutet, dass  
20 es bei einer ausgesetzten Strahlenbelastung in beispielsweise einem optoelektronischen Bauelement, wie einer lichtemittierenden Diode (LED), weniger vergilbungsanfällig ist. Im Vergleich zu Epoxidharzen auf Bisphenol A Basis zeigt sich eine erhöhte Lichtstabilität.

25

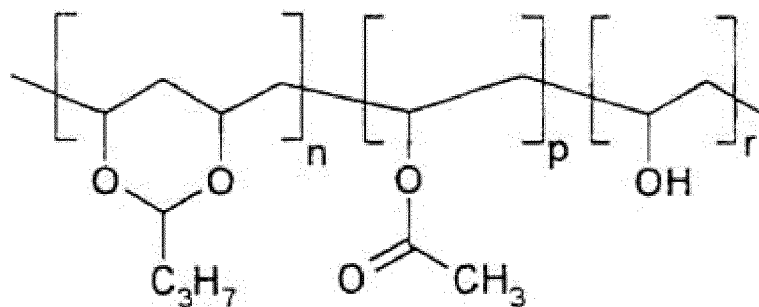
Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das cycloaliphatische Epoxidharz einen Anteil zwischen einschließlich 3 Gew% und einschließlich 50 Gew%,

vorzugsweise einen Anteil zwischen 3 Gew% und 40 Gew% bezogen auf das Gesamtgewicht des Epoxidharzsystems auf.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird als anorganischer Füllstoff Titandioxid,  $\text{TiO}_2$ , verwendet. Insbesondere wird Titandioxid vom Rutil-Typ verwendet. Insbesondere weist das Titandioxid eine CAS-Nummer 13463-67-7, EINECS 236-675-5, Farbindex CI77891 und/oder Pigmentweiß 6 (77891) auf.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Epoxidharzsystems weist dieses ein Polyvinylbutyrat als Polymeradditiv auf. Insbesondere wird das Polyvinylbutyrat mit der CAS-Nummer 68648-78-2 verwendet.

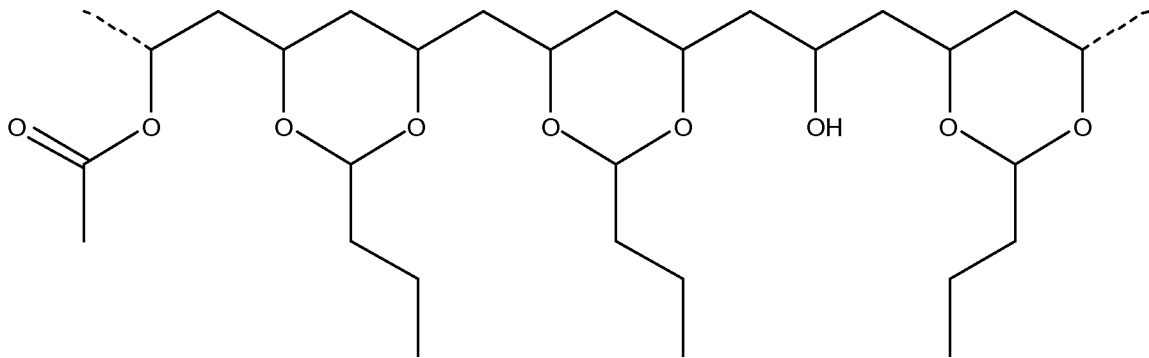
Polyvinylbutyrate sind mit unterschiedlichen Molekulargewichten und unterschiedlichen Acetalisierungsgraden erhältlich (Formel III). In einer Ausführungsform kann das Epoxidharzsystem mehrere Polyvinylbutyrate mit unterschiedlichen Molekulargewichten und/oder unterschiedlichen Acetalisierungsgraden umfassen.



Formel III

Die in der Struktureinheit der Formel III gezeigte Anordnung der Acetal-, Acetyl und Hydroxygruppen ist nicht als festgesetzt anzusehen. Vielmehr kann eine statistische

Verteilung beziehungsweise Anordnung der Acetal-, Acetyl und Hydroxygruppen vorliegen. So kann ein Strukturausschnitt beispielsweise wie folgt aussehen (Formel V):



5

Formel V

Polyvinylbutyrat zeigt eine ausreichend gute Löslichkeit in dem cycloaliphatischen Epoxidharz.

10

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Polyvinylbutyrat Gasübergangstemperaturen von 63 bis 84 °C auf. Bei Raumtemperatur liegt das Polyvinylbutyrat als Feststoff vor.

15

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Polyvinylbutyrat ein mittleres Molekulargewicht von 10000 g/mol bis 80000 g/mol, bevorzugt von 20000 g/mol bis 70000g/mol, beispielsweise 30000 g/mol oder 600000 g/mol auf. Mit dem Einsatz von Polyvinylbutyrat mit solchen mittleren Molekulargewichten sind Epoxidharzsysteme erhältlich, die gegenüber herkömmlichen auf cycloaliphatischen Epoxidverbindungen basierenden Epoxidharzen eine verminderte Sprödigkeit, geringere Crackanfälligkeit und höhere Verbundfestigkeit aufweisen.

20

25

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das Polyvinylbutyrat aus einer Gruppe ausgewählt die PVB B 30 T, PVB B 30 M, PVB B 30 H, PVB B 30 S, PVB B 30 HH, PVB B 60 T, PVB B 60 M, PVB B 60 H, PVB B 60 S, PVB B 60 HH und

5 Kombinationen daraus umfasst. Bei den Verbindungen handelt es sich um unterschiedliche Polyvinylbutyrattypen von Kuraray. Dabei steht die Zahl „30“ beziehungsweise „60“ für das mittlere Molekulargewicht, das bei etwa 30000 g/mol beziehungsweise 60000 g/mol liegt. Bei den Suffixen „T, M, H, S und HH“ handelt es sich um eine Angabe über den Acetalisierungsgrad, der in der genannten Reihenfolge ansteigt und somit „T“ für einen niedrigen und „HH“ für den höchstmöglichen Acetalisierungsgrad steht.

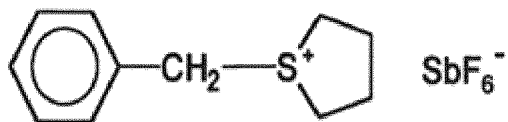
15 Durch die Menge und Art des eingesetzten Polyvinylbutyrats können die elastifizierenden und thermomechanischen Eigenschaften, das Haftungs- und Feuchtaufnahmeverhalten sowie die Beständigkeit gegenüber Umwelteinflüssen des Epoxidharzsystems gezielt gesteuert werden.

20 Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Epoxidharzsystems weist das Polyvinylbutyrat einen Anteil zwischen einschließlich 0,1 Gew% und einschließlich 10 Gew%, vorzugsweise zwischen einschließlich 0,1 Gew% und 3 Gew% bezogen auf das Gesamtgewicht des Epoxidharzsystems auf.

Das Epoxidharzsystem weist einen kationischen Beschleuniger aufweisen. Der kationische Beschleuniger kann zu einem Anteil zwischen einschließlich 0,1 Gew% und einschließlich 3 Gew%, vorzugsweise zwischen einschließlich 0,1 Gew% und einschließlich 2 Gew% bezogen auf das Gesamtgewicht des Epoxidharzsystems vorhanden sein. Der Beschleuniger bewirkt die Härtung des Epoxidharzsystems bei Temperatureinwirkung

durch Vernetzung der Epoxidfunktionen nach einem kationischen Homopolymerisationsmechanismus.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist der kationische Beschleuniger ein Halonium- und/oder Sulfoniumsalz, vorzugsweise ein Thiolaniumsalz. Der kationische Beschleuniger kann komplexe Anionen, wie  $\text{BF}_4^-$ ,  $\text{BF}_6^-$ ,  $\text{AsF}_6^-$  und/oder  $\text{SbF}_6^-$ , enthalten. Insbesondere ist der kationische Beschleuniger ein S-Benzylthiolaniumhexafluoroantimonat mit der folgenden Strukturformel:



Der kationische Beschleuniger kann von Sigma Aldrich als PI 55 bezogen werden.

15

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Epoxidharzsystems weist dieses zusätzlich einen Alkohol auf. Bei dem Alkohol kann es sich um einen mehrwertigen Alkohol handeln. Der Alkohol kann ein aliphatischer oder cycloaliphatischer Alkohol sein. Der Alkohol kann aus einer Gruppe ausgewählt sein, die Ethanol, 1,2-Propandiol, 1,4-Butandiol, 1,6-Hexandiol, Cyclohexandimethanol, 2-Ethyl-2-Hydroxymethyl, 1,3-Propandiol, Diethylenglykol, Triethylenglykol, Polyethylenglykol, Polypropylenglykol, Dipropylenglykol, Tripolyethylenglykol, Monoalkylether, Glyzerin und Isosorbit umfasst. Insbesondere kann der Alkohol 1,2-Propandiol, Butandiol oder Trimethylolpropan sein. Die rheologischen, mechanischen und thermomechanischen Eigenschaften sowie das Benetzungs- und Verlaufsverhalten des Epoxidharzsystems kann

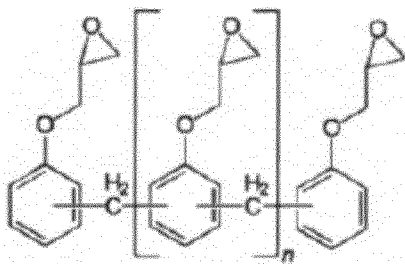
mittels Zugabe des Alkohols auf die gewünschte Applikationsform des Epoxidharzsystems abgestimmt werden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das

- 5 Epoxidharzsystem einen Anteil des Alkohols zwischen einschließlich 0,1 Gew% oder 3 Gew% und einschließlich 3 Gew% oder 10 Gew%, vorzugsweise zwischen einschließlich 0,1 Gew% und 5 Gew% bezogen auf das Gesamtgewicht des Epoxidharzsystems auf.

10

Alternativ oder zusätzlich kann das Epoxidharzsystem weitere Epoxidharze aufweisen. Ein weiteres Epoxidharz kann beispielsweise Epoxidphenolnovolak und Epoxykresolnovolak sein. Insbesondere wird Epoxidphenolnovolak mit der CAS-  
15 Nummer 28064-14-4 verwendet. Epoxidphenolnovolak kann die folgende Strukturformel mit n vorzugsweise zwischen 0,2 und 1,8 aufweisen:



20

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weisen die weiteren Epoxidharze einen Anteil bezogen auf das Gesamtgewicht des Epoxidharzsystems zwischen einschließlich 0 Gew% und einschließlich 10 Gew%, vorzugsweise zwischen einschließlich

- 25 0 Gew% und einschließlich 5 Gew% auf. Die

Epoxidphenolnovolakharze sind dem Fachmann bekannt und werden daher an dieser Stelle nicht weiter erläutert.

Epoxidphenolnovolakharze sind beispielsweise bei DOW als DEN-

Typen bezeichnet, erhältlich. Weitere Epoxidharze sind beispielsweise bei der Firma Huntsman mit der Typenbezeichnung EPN und ECN erhältlich.

- 5 Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Epoxidharzsystem weitere Materialien, die aus einer Gruppe ausgewählt sind, die Reaktivverdünner, Silanhaftvermittler, Pigmentruß, Titandioxidpigment, pyrogene Kieselsäure,  $\text{CaCO}_3$ , Entlüfter, Entgasungsmittel, Verlaufshilfsmittel, Trennmittel, Lichtschutzmittel, organische Farbstoffe, Aufheller und Leuchtstoffpigmente zur LED-Konversion umfasst. Ferner kann das Epoxidharzsystem Pigmente, wie beispielsweise Ruß, Titandioxid, Aluminiumoxid, Kalziumfluorid und/oder Leuchtstoffe aufweisen.

- 15 Der Reaktivverdünner kann ein Epoxidharz oder eine Epoxidharzverbindung mit einer oder zwei Epoxidfunktionen umfassen. Insbesondere handelt es sich bei dem Reaktivverdünner um eine aliphatische Epoxidverbindung. Der Reaktivverdünner kann die Glasübergangstemperatur und die Viskosität des Epoxidharzsystems beeinflussen. Als Reaktivverdünner kann beispielsweise ein Glyzidylether gewählt werden, wie Hexadioldiglyzidylether mit der CAS-Nummer 16096-31-4.

- 25 Insbesondere weist der Reaktivverdünner einen Anteil zwischen einschließlich 0 Gew% und einschließlich 10 Gew%, vorzugsweise zwischen einschließlich 0 Gew% und einschließlich 5 Gew%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Epoxidharzsystems auf.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform kann das Epoxidharzsystem einen Silanhaftvermittler aufweisen. Der

Silanhafthvermittler kann einen Anteil zwischen einschließlich 0 Gew% und einschließlich 5 Gew%, vorzugsweise zwischen einschließlich 0 Gew% und einschließlich 3 Gew%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Epoxidharzsystems aufweisen.

5

Gemäß zumindest einer Ausführungsform kann das Epoxidharzsystem Pigmentruß aufweisen. Insbesondere ist der Anteil an Pigmentruß zwischen 0 Gew% und einschließlich 2 Gew%, insbesondere zwischen 0 Gew% und einschließlich 1 Gew% bezogen auf das Gesamtgewicht des Epoxidharzsystems.

10

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Epoxidharzsystem Titandioxidpigment auf. Insbesondere ist der Anteil an Titandioxidpigment zwischen einschließlich 0 Gew% und einschließlich 20 Gew%, vorzugsweise zwischen einschließlich 0 Gew% und einschließlich 10 Gew%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Epoxidharzsystems.

15

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Epoxidharzsystem pyrogene Kieselsäure, insbesondere mit einem Anteil zwischen 0 Gew% und einschließlich 3 Gew%, vorzugsweise zwischen 0 Gew% und einschließlich 2 Gew%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Epoxidharzsystems auf. Als pyrogene Kieselsäuren können beispielsweise Aerosil R202 oder Aerosil 200 eingesetzt werden.

20

25

Gemäß zumindest einer Ausführungsform kann das Epoxidharzsystem einen silikonfreien Entlüfter und/oder ein Entgasungsmittel aufweisen. Die Entlüfter und/oder das Entgasungsmittel können organische Fluorverbindungen, Ester oder Acrylate umfassen. Beispielsweise kann als Entlüfter und/oder Entgasungsmittel BYK - A555 verwendet werden.

30

Entlüfter und/oder ein Entgasungsmittel sind bei Evonik und der BYK-Chemie als Handelsprodukte erhältlich.

Insbesondere weist der Entlüfter und/oder das

5 Entgasungsmittel einen Anteil zwischen 0 Gew% und einschließlich 1 Gew%, insbesondere zwischen 0 Gew% und einschließlich 0,5 Gew% bezogen auf das Gesamtgewicht des Epoxidharzsystems auf.

10 Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Epoxidharzsystem ein Verlaufshilfsmittel auf. Als Verlaufshilfsmittel können beispielsweise Produkte aus der ModafLOUR-Serie verwendet werden. Insbesondere weist das Verlaufshilfsmittel einen Anteil zwischen 0 Gew% und  
15 einschließlich 1 Gew%, vorzugsweise zwischen 0 Gew% und einschließlich 0,5 Gew% bezogen auf das Gesamtgewicht des Epoxidharzsystems auf.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das

20 Epoxidharzsystem Trennmittel auf. Als Trennmittel können vorzugsweise Wachse langkettiger Carbonsäuren eingesetzt werden. Als langkettig wird vorliegend eine Kohlenstoffkette beziehungsweise eine Carbonsäure mit 12 bis 30 Kohlenstoffatomen verstanden. Beispielsweise können als  
25 Trennmittel kommerziell verfügbare Carnaubawachse oder beispielsweise das Kohlenwasserstoffwachs Baerolub L-KK von der Firma Baerloher eingesetzt werden. Insbesondere weist das Trennmittel einen Anteil zwischen 0 Gew% und einschließlich 1 Gew%, vorzugsweise zwischen 0 Gew% und einschließlich 0,5  
30 Gew% bezogen auf das Gesamtgewicht des Epoxidharzsystems auf.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das

Epoxidharzsystem ein oder mehrere Lichtschutzmittel auf. Als

- Lichtschutzmittel und/oder Stabilisatoren können beispielsweise Produkte aus der Serie mit den Handelsnamen Tinnvin, Irgonor, Irgafos, Tinnvin234, Tinnvin123, Irgafos163 oder IrganoxMD1024 verwendet werden. Insbesondere weist das
- 5 Lichtschutzmittel einen Anteil zwischen einschließlich 0 Gew% und einschließlich 1 Gew%, vorzugsweise zwischen einschließlich 0 Gew% und einschließlich 0,5 Gew% bezogen auf das Gesamtgewicht des Epoxidharzsystems auf.
- 10 Gemäß zumindest einer Ausführungsform kann das Epoxidharzsystem optische Aufheller und/oder Farbstoffe umfassen. Beispielsweise kann das Epoxidharzsystem Antrachinonfarbstoffe aufweisen.
- 15 Insbesondere weist der organische Farbstoff und/oder Aufheller einen Anteil zwischen 0 Gew% und einschließlich 1 Gew%, vorzugsweise zwischen 0 Gew% und einschließlich 0,5 Gew% bezogen auf das Gesamtgewicht des Epoxidharzsystems auf.
- 20 Als Lichtschutzmittelstabilisator kann beispielsweise 1,3-Di-Tertiärbutyl-4-Hydroxyphenol eingesetzt werden. Lichtschutzmittel sind auch unter dem Handelsnamen Tinuvin erhältlich.
- 25 Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Epoxidharzsystem Leuchtstoffpigmente auf. Als Leuchtstoffe können beispielsweise seltenerddotierte Granate, seltenerddotierte Erdalkalisulfide, seltenerddotierte Thiogallate, seltenerddotierte Aluminate, seltenerddotierte
- 30 Silikate, wie Orthosilikate oder Chlorosilikate, seltenerddotierte Erdalkalisiliziumnitride, seltenerddotierte Oxynitride, seltenerddotierte Aluminiumoxynitride, seltenerddotierte Siliziumnitride und/oder Sialone gewählt

werden. Als Leuchtstoffe können insbesondere Granate, wie Yttriumaluminiumoxid (YAG), Yttriumgadoliniumaluminiumoxid, Lanthanumaluminiumoxid (LuAG), Galliumaluminiumoxid und Terbiumaluminiumoxid (TAG) verwendet werden. Die

5 Leuchtstoffe können beispielsweise mit Cerionen, Europiumionen, Terbiumionen, Praseodymionen, Samariumionen oder Manganionen dotiert sein. Insbesondere ist der Leuchtstoff dazu eingerichtet, Strahlung einer bestimmten Wellenlänge in Strahlung einer anderen, insbesondere längeren

10 Wellenlänge, zu konvertieren. Die Leuchtstoffe können auch als Konvertermaterialien bezeichnet werden. Vorzugsweise weisen die Leuchtstoffpigmente oder Leuchtstoffe einen Anteil zwischen 0 und einschließlich 30 Gew%, vorzugsweise zwischen 0 Gew% und einschließlich 20 Gew% bezogen auf das

15 Gesamtgewicht des Epoxidharzsystems auf.

Insbesondere können die Bestandteile Silanhaftvermittler, pyrogene Kieselsäure, Entlüfter, Entgasungsmittel, Verlaufshilfsmittel, Trennmittel, Lichtschutzmittel,

20 organische Farbstoffe und/oder Aufheller der Epoxidharzzusammensetzung auch als Harzadditive bezeichnet werden. Zur Feinanpassung an die jeweilige spezifische Anwendung und Applikation ist insbesondere der Anteil dieser Harzadditive in der Summe maximal 5 Gew%.

25 Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Epoxidharzsystem ein cycloaliphatisches Epoxidharz, vorzugsweise mit einem Gewichtsanteil von 85 Gew%, ein Epoxidphenolnovolak mit einem Anteil von vorzugsweise 10

30 Gew%, einen Alkohol, vorzugsweise mit einem Anteil von 1 Gew%, Polyvinylbutyrat, vorzugsweise mit einem Anteil von 3 Gew%, und einen kationischen Beschleuniger, vorzugsweise mit einem Anteil von 1 Gew%, auf oder besteht daraus.

Insbesondere weist das Epoxidharzsystem mit einer derartigen Zusammensetzung einen Brechungsindex von 1,5065 bei 24 °C und eine Viskosität von 2900 mPas bei 25 °C auf.

5 Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Epoxidharzsystem eine Zusammensetzung aus einem cycloaliphatischen Epoxidharz, vorzugsweise mit einem Anteil von 95,5 Gew%, einem Alkohol, vorzugsweise mit einem Anteil von 1 Gew%, einem Polyvinylbutyrat, vorzugsweise mit einem  
10 Anteil von 2 Gew%, und einer kationischen Beschleunigung, vorzugsweise mit einem Anteil von 1,5 Gew% auf oder besteht daraus. Eine derartige Epoxidharzzusammensetzung weist insbesondere einen Brechungsindex von 1,4960 bei 25 °C und eine Viskosität von 1240 mPas bei 25 °C auf.

15 Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die Epoxidharzzusammensetzung ein cycloaliphatisches Epoxidharz, vorzugsweise mit einem Anteil von 96,8 Gew%, einen Alkohol, vorzugsweise mit einem Anteil von 1 Gew%, Polyvinylbutyrat, vorzugsweise mit einem Gewichtsanteil von 1 Gew%, und einen  
20 kationischen Beschleuniger, vorzugsweise mit einem Anteil von 1,2 Gew%, auf. Der Brechungsindex einer derartigen Epoxidharzzusammensetzung ist 1,4974 bei 22 °C und die Viskosität ist 609 mPas bei 25 °C.

25 Die Herstellung des Epoxidharzsystems und/oder das Einmischen von Harzadditiven oder Zusatzstoffen, wie Pigmenten, können nach den für einen Fachmann bekannten Methoden erfolgen. Vorzugsweise werden in einem zweiten Verfahrensschritt der  
30 anorganische Füllstoff, vorzugsweise amorphes Siliziumdioxid, sowie gegebenenfalls Pigmente, wie Ruß, Titandioxid, Aluminiumoxid, Kalziumfluorid und/oder Leuchtstoffe beigemischt. Die thermische Härtung kann bei einer Temperatur

ab 120 °C nach einem kationischen Mechanismus mit einem Thiolaniumsalz als kationischen Beschleuniger erfolgen, der die oben gesagten komplexen Anionen umfassen kann.

- 5 Die Erfinder haben erkannt, dass das oben beschriebene Epoxidharzsystem vorteilhafte Eigenschaften aufweist und einkomponentig ist. So kann die Epoxidharzzusammensetzung bei Raumtemperatur oder insbesondere im Kühlschrank gelagert werden.

10

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das Epoxidharzsystem bei einer Temperatur zwischen einschließlich 4 °C und einschließlich 10 °C, insbesondere für mindestens sechs Monate, lagerungsstabil.

15

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das Epoxidharzsystem anhydridfrei, silikonfrei und/oder siloxanfrei. Insbesondere kann das Epoxidharzsystem silikon- und siloxanfrei für kritische Reinraumapplikationen

20

formuliert werden.

Das Epoxidharzsystem kann insbesondere einen niedrigen thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufweisen. Bei einem Füllgrad von beispielsweise 65 Gew% an anorganischem

25

Füllstoff kann das Epoxidharzsystem beispielsweise einen thermischen Ausdehnungskoeffizient (TMA, CTE, coefficient of thermal expansion) von 20 ppm/K aufweisen.

Das Epoxidharzsystem kann insbesondere eine hohe

30

Glasübergangstemperatur, insbesondere eine Glasübergangstemperatur von > 200 °C (DMA) aufweisen.

Das Epoxidharzsystem kann insbesondere eine hohe Kurzzeittemperaturbeständigkeit aufweisen. Dies bedeutet, dass das Epoxidharzsystem eine Stabilität gegen die beim Löten kurzzeitig erreichten hohen Temperaturen von gewöhnlich 260 °C, in einigen Fällen bis 325 °C, aufweist. Der Gewichtsverlust der Epoxidharzmassen bei 300 °C mit synthetischer Luft als TGA-Medium (TGA, Thermogravimetrische Analyse) mit einer Heizrate von 10 K/min ist < 1%.

- 10 Das Epoxidharzsystem kann insbesondere als schwarz und/oder weiß eingestellte Oberfläche mit guter Lichtstabilität für optische Anwendungen eingesetzt werden.

- 15 Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Epoxidharzsystem einen Chlorgehalt von < 100 ppm, insbesondere von < 50 ppm, bevorzugt < 20 ppm auf.

- Das Epoxidharzsystem weist insbesondere ein geringes EHS-Gefährdungspotenzial (Environmental, Health and Safety) auf und ist damit als wenig kritisch für Mensch in der Arbeitssicherheit und Umwelt einzustufen.

- Das Epoxidharzsystem kann insbesondere für weitere Anwendungen durch ein breites Rheologiefenster eingesetzt werden. So kann das Epoxidharzsystem beispielsweise als Gehäusematerial, als Montagmaterial, als Gießharz, als Matrixmaterial für Lichtkonversionselemente, als Reflexionsschichten und optische Filter oder als Linsenmaterial eingesetzt werden. Insbesondere kann das Epoxidharzsystem für dünnwandige Gehäuse für optoelektronische Bauelemente, insbesondere mit Wandstärken von  $\leq 80 \mu\text{m}$  eingesetzt werden. Des Weiteren weist das Epoxidharzsystem den Vorteil auf, dass die Herstellung

geringere Materialkosten verursacht im Vergleich zu Silikonen und Epoxy Mold Compounds.

Es wird weiterhin die Verwendung eines Epoxidharzsystems  
5 angegeben. Vorzugsweise wird das oben genannte Epoxidharzsystem für ein optoelektronisches Bauelement verwendet.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das  
10 optoelektronische Bauelement aus einer Gruppe ausgewählt, die eine Lumineszenzdiode, eine Fotodiode, einen Fototransistor, ein Fotoarray, einen optischen Koppler, ein SMD-Bauelement und ein SMD-fähiges Bauelement umfasst. Das optoelektronische Bauelement kann beispielsweise für den Automobilsektor  
15 und/oder für Außenanwendungen eingesetzt werden.

Es wird weiterhin ein optoelektronisches Bauelement angegeben. Vorzugsweise weist das optoelektronische Bauelement das oben beschriebene Epoxidharzsystem auf. Dabei  
20 gelten alle Definitionen und Ausführungen für das optoelektronische Bauelement wie oben für das Epoxidharz angegeben und umgekehrt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das  
25 optoelektronische Bauelement ein Epoxidharzsystem auf. Insbesondere ist das Epoxidharzsystem als Gehäuse, Reflexionselement, Verguss, Konverterelement und/oder Substrat ausgeformt.

30 Vorzugsweise ist das Epoxidharzsystem als Gehäuse des optoelektronischen Bauelements ausgeformt. Das Gehäuse kann eine Ausnehmung aufweisen. In dieser Ausnehmung kann eine Schichtenfolge oder eine Halbleiterschichtenfolge eines

Halbleiterchips eingebracht sein. Die Halbleiterschichtenfolge des Halbleiterchips basiert bevorzugt auf einem III-V-Verbindungshalbleitermaterial. Bei dem Halbleitermaterial handelt es sich bevorzugt um ein

5 Nitrid-Verbindungshalbleitermaterial, wie  $\text{Al}_n\text{In}_{1-n}\text{Ga}_m\text{N}$ ,  $\text{InGaN}$ ,  $\text{GaN}$  oder auch um ein Phosphid-Verbindungshalbleitermaterial, wie  $\text{Al}_n\text{In}_{1-n}\text{Ga}_m\text{P}$ , wobei jeweils  $0 \leq n \leq 1$ ,  $0 \leq m \leq 1$  und  $n + m \leq 1$  ist. Ebenso kann es sich bei dem Halbleitermaterial

10 um  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$  handeln mit  $0 \leq x \leq 1$ . Dabei kann die Halbleiterschichtenfolge Dotierstoffe sowie zusätzliche Bestandteile aufweisen. Der Einfachheit halber sind jedoch nur die wesentlichen Bestandteile des Kristallgitters der Halbleiterschichtenfolge, also Al, As, Ga, In, N oder P,

15 angegeben, auch wenn diese teilweise durch geringe Mengen weiterer Stoffe ersetzt und/oder ergänzt sein können.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das Epoxidharzsystem als Reflexionselement ausgeführt. Dabei kann

20 das Epoxidharzsystem zusätzlich Streupartikel, wie Calciumfluorid und/oder Titandioxid, aufweisen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das Epoxidharzsystem als Verguss ausgeführt. Der Verguss kann

25 zusätzlich Leuchtstoffe aufweisen, die zur Konversion der von einer Halbleiterschichtenfolge emittierten Strahlung in Strahlung mit veränderter Wellenlänge eingerichtet sind. Die Leuchtstoffe können als Partikel homogen in dem Epoxidharzsystem eingebettet sein.

30

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das Epoxidharzsystem als Substrat ausgeformt. Auf diesem Substrat

kann eine Halbleiterschichtenfolge, die zur Emission von Strahlung eingerichtet ist, angeordnet sein.

Es wird weiterhin ein Verfahren zur Herstellung eines Epoxidharzsystems angegeben. Vorzugsweise wird das oben beschriebene Epoxidharzsystem mit diesem Verfahren hergestellt. Dabei gelten alle gemachten Ausführungen und Definitionen des Epoxidharzsystems auch für das Verfahren zur Herstellung eines Epoxidharzsystems und umgekehrt.

10

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Verfahren die folgenden Verfahrensschritte auf:

- A) Bereitstellen eines cycloaliphatischen Epoxidharzes,
- 15 B) Zugabe von Polybutylbuterat (= Polybutylbutyrat) bei einer Temperatur zwischen einschließlich 50 °C und einschließlich 80 °C,
- C) Zugabe eines kationischen Beschleunigers bei einer Temperatur von maximal 45 °C zur Erzeugung einer Matrix,
- 20 D) Vermischen der nach Schritt C) erzeugten Matrix mit zumindest einem anorganischen Füllstoff, der ein Oxid oder Nitrid eines Metalls oder Halbmetalls ist und
- E) Aushärten des nach Schritt D) erzeugten Gemisches bei einer Temperatur zwischen einschließlich 120 °C und
- 25 einschließlich 190 °C.

Die Viskosität der flüssigen Harzformulierung ist insbesondere möglichst niedrig eingestellt, damit möglichst viel anorganischer Füllstoff für eine möglichst geringe thermische Ausdehnung (CTE), eine hohe mechanische Steifigkeit bei hoher thermischer Stabilität erreicht werden kann. Der anorganische Füllstoff sollte einerseits möglichst fein sein und andererseits dafür allerdings auch nicht zu

30

klein sein, da ansonsten keine ausreichenden hohen Füllgrade bei der Herstellung erzielt werden können. Zudem kann es die Harzapplikation aufgrund einer zu hohen Viskosität beziehungsweise einer zu starken Thixotropierung behindern.

5 Hohe Füllgrade sind wünschenswert für eine möglichst hohe Zuverlässigkeit und Stabilität der Bauelemente. Mit den vorliegenden anorganischen Füllstoffen, insbesondere kugelförmigem amorphem Siliziumdioxidfüllstoff, mit Korngrößen  $d_{50}$  zwischen 0,5  $\mu\text{m}$  oder 2  $\mu\text{m}$  und 10  $\mu\text{m}$  oder 20  
10  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise zwischen 2 und 8  $\mu\text{m}$  und einer oberen Korngrenze von 30  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise 20  $\mu\text{m}$ , können hohe Füllgrade bis 80 Gew%, vorzugsweise bis 75 Gew%, erzielt werden. Die Füllstoffmengen im Harz sind insbesondere 50 bis 85 Gew%, vorzugsweise 60 bis 80 Gew%. In Abhängigkeit vom  
15 Füllgrad kann die Applikation durch Dispensen, Jetten oder Molden (Compression Molding) erfolgen. Dadurch kann ein Epoxidharzsystem als Gehäusematerial, als Abdeckschicht, als Reflexionsschicht, als Unterfüllschicht (Underfiller), als Konverterelement erzeugt werden.

20

Die Härtung in Schritt E) kann vorzugsweise zwischen 120 °C und 190 °C, vorzugsweise zwischen 140 °C und 180 °C, beispielsweise zwei Stunden bei 160 °C, erfolgen.

25 Es kann ein neues 1-komponentiges Epoxidharzsystem zur Verfügung gestellt werden, das den technischen LED-Erfordernissen hinsichtlich Kosten, Verarbeitung und innovativer dünnwandiger LED-Form entspricht. Dynamisch-mechanische Untersuchungen an den gehärteten Formstoffen  
30 zeigen eine Glasübergangstemperatur von > 200 °C (DMA), weisen ein gutes mechanisches Sprödigkeitsverhalten für zuverlässige LED-Produkte auf und weisen bei einem Füllgrad

von 75 Gew% einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von 20 ppm/K auf (TMA) .

Weitere Vorteile, vorteilhafte Ausführungsformen und  
5 Weiterbildungen ergeben sich aus den im Folgenden in  
Verbindung mit den Figuren beschriebenen  
Ausführungsbeispielen.

Es zeigen:

10

Figur 1 Füllstoffe gemäß einer Ausführungsform,

Figur 2 FTIR-Spektrum von Epoxidharzsystemen gemäß einer  
Ausführungsform,

15

Figur 3 FTIR-Spektrum von Füllstoffen gemäß einer  
Ausführungsform,

20

Figuren 4A und 4B eine DSC-Kurve und DSC-Kenngrößen von  
Epoxidharzsystemen gemäß einer Ausführungsform,

Figuren 5A bis 7B jeweils Rheologiemessungen oder -daten von  
Epoxidharzsystemen gemäß einer Ausführungsform,

25

Figuren 8A und 8B TMA-Messungen von Epoxidharzsystemen gemäß  
einer Ausführungsform,

30

Figuren 9A und 9B DMA-Messungen von Epoxidharzsystemen gemäß  
einer Ausführungsform,

Figur 10 TGA-Messungen von Epoxidharzsystemen gemäß einer  
Ausführungsform,

Figur 11 physikalische Daten von Epoxidharzsystemen gemäß einer Ausführungsform, und

Figuren 12A bis 12D jeweils ein optoelektronisches Bauelement gemäß einer Ausführungsform.

In den Ausführungsbeispielen und Figuren können gleiche, gleichartige oder gleich wirkende Elemente jeweils mit denselben Bezugszeichen versehen sein. Die dargestellten Elemente und deren Größenverhältnisse untereinander sind nicht als maßstabsgerecht anzusehen. Vielmehr können einzelne Elemente, wie zum Beispiel Schichten, Bauteile, Bauelemente und Bereiche, zur besseren Darstellbarkeit und/oder zum besseren Verständnis übertrieben groß dargestellt werden.

Die Figur 1 zeigt chemische und physikalische Eigenschaften von drei anorganischen Füllstoffen F1, F2 und F3 (allgemein F). Insbesondere ist der anorganische Füllstoff F ein Siliziumdioxid. Vorzugsweise ist das Siliziumdioxid amorph und wurde gebrannt. Die anorganischen Füllstoffe F1 bis F3 weisen alle drei die CAS-Nummern 60676-86-0 auf. Insbesondere ist der Reinheitsgrad an Siliziumdioxid (amorph, gebrannt) größer 99,5 %. Die Dichte  $\rho$  in g/ml beträgt bei allen drei anorganischen Füllstoffen 2,2 g/ml. Insbesondere sind die anorganischen Füllstoffe als Partikel ausgeformt, insbesondere ist die Kornform kugelförmig. Die anorganischen Füllstoffe F1 bis F3 weisen eine spezifische Oberfläche  $A_o$  zwischen 2,2 und 5,3 g/m<sup>2</sup> auf. Die anorganischen Füllstoffe F1 bis F3 weisen einen  $d_{50}$ -Wert zwischen 2,6  $\mu\text{m}$  und 4,3  $\mu\text{m}$  auf. Die anorganischen Füllstoffe F1 bis F3 weisen einen oberen Korngrößenwert  $d_{\text{max}}$  von maximal 30  $\mu\text{m}$ , insbesondere maximal 16  $\mu\text{m}$  oder 12  $\mu\text{m}$  auf. Dabei bedeutet die Prozentangabe in der Tabelle, dass beispielsweise 99,4 % der

Partikel des anorganischen Füllstoffs F1 eine maximale obere Korngröße von 12  $\mu\text{m}$  aufweisen. Entsprechend weisen beim anorganischen Füllstoff F2 100 % der Partikel eine maximale obere Korngröße von 12  $\mu\text{m}$  auf. Entsprechend weisen bei dem

5 anorganischen Füllstoff F3 99,8 % der Partikel eine obere Korngröße von 16  $\mu\text{m}$  auf. Die elektrische Leitfähigkeit  $\kappa$  der anorganischen Füllstoffe F1 bis F3 liegt zwischen 3,1 und 6,6  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ .

10 Die Figur 2 zeigt zwei FTIR-Spektren eines Epoxidharzsystems 1 und eines Epoxidharzsystems 2. Es ist die Transmission T in Prozent % in Abhängigkeit von der Wellenzahl  $\tilde{\nu}$  in  $\text{cm}^{-1}$  dargestellt. Das Epoxidharzsystem 1, abgekürzt mit EH1, weist die folgende Zusammensetzung auf:

15

1. Cycloaliphatisches Epoxidharz 85 Gew%,
2. Epoxidphenolnovolak 10 Gew%,
3. Alkohol 1 Gew%,
4. Polyvinylbutyrat 3 Gew% und

20 5. kationischer Beschleuniger 1 Gew%.

Die Epoxidharzzusammensetzung 2, abgekürzt mit EH2, weist die folgende Zusammensetzung auf:

- 25
1. Cycloaliphatisches Epoxidharz 95,5 Gew%,
  2. Alkohol 1 Gew%,
  3. Polyvinylbutyrat 2 Gew% und
  4. kationischer Beschleuniger 1,5 Gew%.

30 Aus dem FTIR-Spektrum für EH1 (2-1) und EH2 (2-2) ist ersichtlich, dass eine Bande bei 1726  $\text{cm}^{-1}$  zu beobachten ist. Diese Bande repräsentiert das cycloaliphatische Epoxidharz.

Ferner sind OH-Banden im Bereich größer  $3000\text{ cm}^{-1}$  dargestellt.

Die Figur 3 zeigt drei FTIR-Spektren gemäß einer  
5 Ausführungsform. Es ist die Transmission  $T$  in Prozent % in  
Abhängigkeit von der Wellenzahl  $\tilde{\nu}$  in  $\text{cm}^{-1}$  dargestellt. Es  
ist das FTIR-Spektrum der in Figur 1 dargestellten  
anorganischen Füllstoffe F1 bis F3 gezeigt. Die anorganischen  
Füllstoffe F1 bis F3 bestehend aus Siliziumdioxid wurden vor  
10 der Verarbeitung jeweils 16 Stunden bei  $110\text{ }^{\circ}\text{C}$  getrocknet und  
zeigen im FTIR-Spektrum keine Feuchtespuren und keine  
Hydroxylgruppen, da keine charakteristischen Schwingungen im  
Bereich von  $3400\text{ cm}^{-1}$  beziehungsweise  $1580\text{ cm}^{-1}$  gefunden  
werden konnten.

15

Die Figur 4 zeigt eine DSC-Kurve (DSC, Differential Scanning  
Calorimetry) des Epoxidharzsystems EH2 mit 75 Gew% Füllstoff  
F3 gemäß einer Ausführungsform. Es ist der Wärmefluss  $Q$  in  
Abhängigkeit von der Temperatur  $T$  in  $^{\circ}\text{C}$  dargestellt. Aus den  
20 DSC-Kurven wurde die Peaktemperatur  $T_{\text{Peak}}$  und die  
Anfangstemperatur  $T_{\text{Onset}}$  jeweils in  $^{\circ}\text{C}$  bestimmt. Die  
Peaktemperatur  $T_{\text{Peak}}$  ist dabei die Temperatur am  
Kurvenminimum (4-1). Die Anfangstemperatur  $T_{\text{Onset}}$  ist  
extrapoliert (4-2). Aus der Fläche der DSC-Kurve konnte die  
25 Enthalpie  $\Delta H$  in  $-\text{J/g}$  bestimmt werden. Die Heizrate betrug  $10\text{ K/min}$ .

Die Figur 4B zeigt die DSC-Messergebnisse von EH1 und EH2.  
Die Epoxidharzsysteme EH1 und EH2 weisen einen  
30 unterschiedlichen anorganischen Füllstoff F1, F2 oder F3 mit  
entsprechendem Anteil  $m$  in Gew% auf. Die Masse  $m$  des  
eingemischten Füllstoffs  $F$  betrug zwischen 70 und 75 Gew%.  
Die Reaktionsenthalpien  $\Delta H$  variieren je nach Füllgrad des

anorganischen Füllstoffs zwischen -152 J/g und -172 J/g. Die Peaktemperaturen T-Peak variieren zwischen 125 °C und 144 °C je nach Füllgehalt des anorganischen Füllstoffs. Die Ergebnisse basieren auf ein einmaliges Aufheizen. Ein zweiter  
5 DSC-Lauf zeigt keine Restreaktion. Tg ist nicht im DSC aufgelöst, d.h. am Graphen nicht detektiert werden.

Die Figuren 5A und 5B zeigen rheologische Messungen des Epoxidharzsystems EH1. Die Figur 5A zeigt die Viskosität  $\eta$   
10 bei 25 °C in Pas · s in Abhängigkeit von der Scherrate  $S$  in 1/s von drei Ausführungsbeispielen A1 bis A3. Das Ausführungsbeispiel A1 weist das Epoxidharzsystem EH1 mit 60 Gew% anorganischem Füllstoff F1 auf. Das Ausführungsbeispiel A2 weist das Epoxidharzsystem EH1 mit 65 Gew% anorganischem  
15 Füllstoff F1 auf. Das Ausführungsbeispiel A3 weist das Epoxidharzsystem EH1 mit 70 Gew% Füllstoff F1 auf.

Die Figur 5B zeigt die tabellarische Zusammenstellung der Scherrate  $S$  bei entsprechender Temperatur  $T$  in °C der drei  
20 Ausführungsbeispiele A1 bis A3. Außerdem zeigt die Tabelle der Figur 5B den Thixotropieindex  $T_I$  der drei Ausführungsbeispiele A1 bis A3. Der Figur 5A ist zu entnehmen, dass bei konstanter Scherrate  $S$  das Epoxidharzsystem EH1 mit einem höheren anorganischen  
25 Füllstoffanteil eine höhere Viskosität aufweist. Je größer die Scherrate wird, insbesondere bei Scherraten von  $> 40$  1/s, hat der Anteil des anorganischen Füllstoffs F1 im Epoxidharzsystem EH1 keinen signifikanten Einfluss auf die Viskosität. Der Thixotropieindex  $T_I$  bei 25 °C steigt von dem  
30 Ausführungsbeispiel A1 von 2 bis hin zu 7,5 bei dem Ausführungsbeispiel A3. Die Messungen wurden mit einem Platte-Kegel (CP 25 - 2) jeweils bei einer konstanten Scherrate bestimmt. Aus der Abbildung der Figur 5B ist ferner

die Temperaturabhängigkeit der Viskosität bei einer konstanten Scherrate  $S$  von 5 1/s der drei Ausführungsbeispiele A1 bis A3 gezeigt. Je höher die Temperatur umso kleiner ist die Viskosität.

5

Die Figuren 6A und 6B zeigen rheologische Messungen der Epoxidharzsysteme EH1 und EH2 gemäß der Ausführungsformen A3 bis A7. A3 bezeichnet dasselbe wie in Figur 5A und 5B. A4 bezeichnet hier das Epoxidharzsystem EH2 mit einem anorganischen Füllstoff F1 mit einem Anteil von 70 Gew%. A5 bezeichnet hier das Epoxidharzsystem EH2 mit einem anorganischen Füllstoff F1 mit einem Anteil von 70 Gew%. A6 bezeichnet hier das Epoxidharzsystem EH2 mit einem anorganischen Füllstoff F2 mit einem Anteil von 75 Gew%. A7 bezeichnet hier das Epoxidharzsystem EH2 mit einem anorganischen Füllstoff F3 mit einem Anteil von 75 Gew%. Es wurde die Viskosität  $\eta$  bei 25 °C in Pas · s in Abhängigkeit von der Scherrate  $S$  in 1/s vermessen. Es wurde ein Platten-Kegel (CP 25 - 2) verwendet.

20

Die Figur 6B zeigt die zugehörigen experimentellen Ergebnisse. Das Ausführungsbeispiel A3 zeigt im Vergleich zum Ausführungsbeispiel A4 bei 25 und 50 1/s eine höhere Viskosität. Bei einer Scherrate  $S$  von 5 1/s ist die Viskosität von A4 kleiner als bei A3. Der Thixotropieindex  $T_I$  von A3 ist um den Faktor 3 größer als  $T_I$  von A4. Die Ausführungsbeispiele A4 bis A5 unterscheiden sich durch ihren Anteil des anorganischen Füllstoffs F1. Ein höherer Anteil an anorganischem Füllstoff F1 im Epoxidharzsystem EH2 führt zu einem größeren Thixotropieindex  $T_I$ . Insbesondere ist der Thixotropieindex  $T_I$  um den Faktor 2 höher bei Erhöhung des Füllstoffanteils von 70 auf 75 Gew%.

30

Die Ausführungsbeispiele A5 bis A7 zeigen ein gleiches Epoxidharzsystem EH2 mit unterschiedlichem anorganischem Füllstoff F1 bis F3, wobei der Anteil des Füllstoffs bei den Ausführungsbeispielen A5 bis A7 konstant ist und 75 Gew% beträgt. Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass die Art des Füllstoffs einen Einfluss auf den Thixotropieindex  $T_I$  hat. A7 mit dem Füllstoff F3 weist den kleinsten Thixotropieindex auf verglichen mit den Ausführungsbeispielen A5 und A6. Ferner zeigt die Tabelle gemäß der Figur 6B die Viskosität bei 25 °C mit einer konstanten Scherrate S von 25 1/s eines Epoxidharzsystems EH2, in dem die Füllstoffe 1 bis 3 eindispersiert wurden.

Die Figuren 7A und 7B zeigen rheologische Messungen verschiedener Ausführungsbeispiele A bis H. Die Figur 7A zeigt Epoxidharzsysteme EH2 und EH3, in dem der Füllstoff F3 gemäß der Figur 1 eingebracht wurde. Das Epoxidharzsystem EH2 weist die Zusammensetzung gemäß Figur 2 auf. Das Epoxidharzsystem EH3 weist die folgende Zusammensetzung auf:

1. Cycloaliphatisches Epoxidharz 96,8 Gew%,
2. Alkohol 1 Gew%,
3. Polyvinylbutyrat 1 Gew% und
4. kationischer Beschleuniger 1,2 Gew%.

Der Füllstoffanteil m in Gew% variiert dabei zwischen 60 Gew% und 77 Gew%. Die Ausführungsbeispiele A bis H weisen gemäß der Figur 7A verschiedene Titandioxidanteile  $TiO_2$  zwischen 2 Gew% und 15 Gew% auf. Der Gesamtfüllgrad G ist zwischen 75 und 80 Gew%. Es ist die Viskosität  $\eta$  in Pas/s bei 25 °C mit einer Scherrate S von 25 1/s dargestellt. Die Figur 7B zeigt die Scherratenabhängigkeit der Viskosität der Pasten A, G und H. Die Viskosität wurde mit einem Platte-Kegel CP 25 - 2

vermessen. Die Figur 7C zeigt die Thixotropierung  $T_T$  bei 25 °C der Paste A, G und H. Die Figuren 7A bis 7C zeigen das rheologische Verhalten von Epoxidharzmassen mit unterschiedlichen Quarzfüllstoffen und  $TiO_2$ -Anteilen und liefern dem Fachmann Optimierungshinweise bei der Verarbeitung und das thermomechanische wie optische Formstoffverhalten. Die Viskosität der Probe F ist nicht scherstabil.

Die Figuren 8A und 8B zeigen thermomechanische Analysen (TMA) verschiedener Ausführungsbeispiele. Gemäß der Figur 8B wurden das Epoxidharzsystem EH1 oder EH2 verwendet. Als Füllstoff F wurde der anorganische Füllstoff F1, F2 oder F3 in entsprechenden Füllstoffanteilen  $m$  zwischen 60 und 80 Gew% verwendet. Es wurde der CTE1-Wert in ppm/K und der CTE2-Wert in ppm/K gemessen. Die Figur 8A zeigt den Dimension Change DC in ppm in Abhängigkeit von der Temperatur  $T$  in °C des Epoxidharzsystems EH2 mit 75 Gew% des Füllstoffs F3. Mittels der thermomechanischen Analyse wird das Ausdehnungsverhalten von Polymeren untersucht und der lineare thermische Ausdehnungskoeffizient unterhalb CTE1 und oberhalb CTE2 der Glasübergangstemperatur in ppm/K bei einer vorgegebenen Heizrate hier 3 K/min ermittelt. Der anorganische Füllstoff vermindert den Ausdehnungskoeffizienten, sodass durch den Füllstoffanteil im Kompositwerkstoff das thermische Ausdehnungsverhalten in weiten Grenzen den Erfordernissen angepasst werden kann.

Die Figuren 9A und 9B zeigen dynamisch-mechanische Analysen (DMA). Die Figur 9A zeigt das Speichermodul SM in MPa in Abhängigkeit von der Temperatur  $T$  in °C für das Epoxidharzsystem EH2 mit 75 Gew% eines anorganischen Füllstoffs F1, F2 oder F3. Die Kurve 9-1 zeigt das

Epoxidharzsystem EH2 mit 75 Gew% des anorganischen Füllstoffs F1, die Kurve 9-2 mit dem anorganischen Füllstoff F2 und die Kurve 9-3 mit dem anorganischen Füllstoff F3. Außerdem zeigt die Figur 9A den  $\tan\delta$  in Abhängigkeit von der Temperatur T in °C.

Die Figur 9B zeigt die zugehörigen experimentellen Werte. Mittels der dynamisch-mechanischen Analyse wird das thermomechanische Strukturverhalten von Polymeren untersucht. Das Speichermodul und der  $\tan\delta$  als Verhältnis aus Speicher- und Verlustmodul in Abhängigkeit von der Temperatur bei vorgegebener Heizrate und Anregungsfrequenz (hier 3 K/min, 1 Hz, Zugmodus) sind Werkstoffcharakteristiken, die Hinweise zur thermomechanischen Einsatzfähigkeit von Polymeren in der Zielanwendung liefern, wobei das  $\tan\delta_{\max}$  (struktureller Alphaübergang) als die Glasübergangstemperatur  $T_g$  betrachtet wird. Aus den Kurven der Figur 9A und den experimentellen Daten der Figur 9B ist ersichtlich, dass das Epoxidharzsystem eine hohe Glasübergangstemperatur  $T_g$  aufweist. Außerdem weist das Epoxidharzsystem ein hohes E-Modul und eine hohe Steifigkeit bei Temperaturen  $> 200$  °C auf.

Die Figur 10 zeigt experimentelle Daten einer thermogravimetrischen Analyse (TGA) verschiedener Epoxidharzsysteme gemäß einer Ausführungsform. Der Gewichtsverlust bei bestimmten Temperaturen nach einem vorgegebenen Temperaturprogramm, zum Beispiel bei 10 K/min in Luft, lässt vergleichende Aussagen zur Temperaturstabilität von Polymeren zu. Im vorliegenden Fall sind die Gewichtsverluste GVT bei 300 °C in Prozent als gering einzustufen und die Temperatur bei 1 % Gewichtsverlust  $T_{GVT}$  in °C liegt oberhalb von 320 °C. Weiterhin erkennt man, dass

der Füllstofftyp F1, F2 oder F3 keinen wesentlichen Einfluss auf die Kurzzeittemperaturbeständigkeit hat.

Die Figur 11 zeigt eine Zusammenstellung von experimentellen  
5 Daten des Epoxidharzsystems der Ausführungsformen A, G und H als weiße Paste. In der Tabelle ist der Gesamtfüllstoffgrad G in Gew%, die TMA-Ergebnisse bei 3 K/min, der CTE1-Wert in ppm/K, der CTE2-Wert in ppm/K, die DMA-Werte (Tensile T, 1 Hz, 3K/min), das heißt die Glasübergangstemperatur Tg, der  
10 tanδmax, das Speichermodul SM in MPa bei -40 °C, 0 °C, 20 °C, 100 °C, 200 °C und 260 °C und die TGA-Werte bei 10 K/min in Luft, insbesondere der GVT, das heißt der Gewichtsverlust bei 300 °C in Prozent und die T<sub>GVT</sub>, das heißt die Temperatur bei 1 % Gewichtsverlust in °C, dargestellt. Nach 3 Tagen UVA-  
15 Belastung mit 60 mW/cm<sup>2</sup> durch Flächenstrahler bei rund 90 °C und Luft wurden keine Vergilbung und keine Kreidung festgestellt. Die Formstoffhärtung erfolgte eine Stunde bei 120 °C und zwei Stunden bei 160 °C.

20 Die Figuren 12A bis 12D zeigen optoelektronische Bauelemente 100 gemäß verschiedener Ausführungsformen. Insbesondere weist das optoelektronische Bauelement ein hier beschriebenes Epoxidharzsystem auf.

25 Gemäß der Figur 12A weist das optoelektronische Bauelement 100 einen Leiterrahmen 1 auf. Ferner weist das optoelektronische Bauelement einen Träger 5 auf. Auf dem Leiterrahmen 1 ist eine Halbleiterschichtenfolge 2 angeordnet. Insbesondere ist die Halbleiterschichtenfolge 2  
30 zur Emission von Strahlung eingerichtet. Die Halbleiterschichtenfolge 2 ist innerhalb einer Ausnehmung 6 eines Gehäuses 3 angeordnet. Die Ausnehmung 6 kann mit einem Verguss 4 ausgefüllt sein. Zusätzlich kann der Verguss 4

weitere Partikel, beispielsweise Leuchtstoffpartikel, aufweisen (hier nicht gezeigt). Das erfindungsgemäße Epoxidharzsystem kann auch das Gehäuse bilden oder bildet aus. Insbesondere weist das Gehäuse eine Wandstärke von  $\geq 80$   $\mu\text{m}$ , insbesondere  $\geq 60$   $\mu\text{m}$  oder  $\geq 70$   $\mu\text{m}$  auf.

Gemäß der Figur 12B kann das Epoxidharzsystem auch als Substrat 7 ausgebildet sein. Auf dem Substrat 7 kann eine Halbleiterschichtenfolge 2, beispielsweise ein LED-Chip, angeordnet sein.

Gemäß der Figur 12C kann auf dem Substrat 7 eine Halbleiterschichtenfolge 2 angeordnet sein. Der Halbleiterschichtenfolge 2 kann direkt ein Konverterelement 8 nachgeordnet sein. Direkt nachgeordnet kann hier insbesondere bedeuten, dass keine weiteren Schichten oder Elemente zwischen der Halbleiterschichtenfolge 2 und dem Konverterelement 8 angeordnet sind. Alternativ kann aber auch eine Kleberschicht zwischen dem Konverterelement 8 und der Halbleiterschichtenfolge 2 vorhanden sein. Das Konverterelement 8 kann das Epoxidharzsystem aufweisen oder daraus gebildet sein. Zusätzlich kann das Epoxidharzsystem Leuchtstoffpartikel oder Konverterpartikel aufweisen.

Figur 12D zeigt ein optoelektronisches Bauelement 100 gemäß einer Ausführungsform. Gemäß der Figur 12D ist ein Konverterelement 8 sowohl auf der Strahlungsaustrittsfläche der Halbleiterschichtenfolge 2 als auch auf den Seitenflächen 2 der Halbleiterschichtenfolge 2 angeordnet.

30

Die in Verbindung mit den Figuren beschriebenen Ausführungsbeispiele und deren Merkmale können gemäß weiterer Ausführungsbeispiele auch miteinander kombiniert werden, auch

wenn solche Kombinationen nicht explizit in den Figuren  
gezeigt sind. Weiterhin können die in Verbindung mit den  
Figuren beschriebenen Ausführungsbeispiele zusätzliche oder  
alternative Merkmale gemäß der Beschreibung im allgemeinen  
5 Teil aufweisen.

Die Erfindung ist nicht durch die Beschreibung anhand der  
Ausführungsbeispiele auf diese beschränkt. Vielmehr umfasst  
die Erfindung jedes neue Merkmal sowie jede Kombination von  
10 Merkmalen, was insbesondere jede Kombination von Merkmalen in  
den Patentansprüchen beinhaltet, auch wenn dieses Merkmal  
oder diese Kombination selbst nicht explizit in den  
Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

15 Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen  
Patentanmeldung 10 2016 102 685.9, deren Offenbarungsgehalt  
hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

## Bezugszeichenliste

|    |                  |                                               |
|----|------------------|-----------------------------------------------|
|    | F                | Füllstoff                                     |
|    | F1               | Füllstoff 1                                   |
| 5  | F2               | Füllstoff 2                                   |
|    | F3               | Füllstoff 3                                   |
|    | $\rho$           | Dichte                                        |
|    | A <sub>O</sub>   | spezifische Oberfläche                        |
|    | d <sub>50</sub>  | Korngröße                                     |
| 10 | d <sub>max</sub> | maximale Korngröße oder oberer Korngrößenwert |
|    | $\kappa$         | elektrische Leitfähigkeit                     |
|    | EH               | Epoxidharz                                    |
|    | M                | Füllstoffmenge                                |
|    | $\eta$           | Viskosität                                    |
| 15 | S                | Scherrate                                     |
|    | T <sub>I</sub>   | Thixotropieindex                              |
|    | T <sub>T</sub>   | Thixotropierung                               |
|    | G                | Gesamtfüllgrad                                |
|    | SM               | Schermodul                                    |
| 20 | GVT              | Gewichtsverlust bei 300 °C                    |
|    | T <sub>GVT</sub> | Temperatur bei 1 % Gewichtsverlust            |
|    | 1                | Leiterrahmen                                  |
|    | 2                | Halbleiterschichtenfolge                      |
|    | 3                | Gehäuse                                       |
| 25 | 4                | Verguss                                       |
|    | 5                | Träger                                        |
|    | 6                | Ausnehmung                                    |
|    | 7                | Substrat                                      |
|    | 8                | Konverterelement                              |
| 30 | 9                | Reflexionselement                             |
|    | 100              | optoelektronisches Bauelement                 |

## Patentansprüche

1. Epoxidharzsystem umfassend

- zumindest einen anorganischen Füllstoff (F) mit einer
- 5 oberen Korngröße ( $d_{\max}$ ) von maximal 30  $\mu\text{m}$ , der ein Oxid oder Nitrid eines Metalls oder Halbmetalls ist,
- zumindest ein cycloaliphatisches Epoxidharz,
- Polyvinylbutyrat,
- zumindest einen kationischen Beschleuniger, und

10 wobei das Epoxidharzsystem ein Ein-Komponenten-System ist.

2. Epoxidharzsystem nach Anspruch 1,

wobei das Polyvinylbutyrat ein mittleres Molekulargewicht von 10000 g/mol bis 80000 g/mol aufweist.

15

3. Epoxidharzsystem nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei der anorganische Füllstoff (F) eine spezifische Oberfläche ( $A_0$ ) von mindestens 2  $\text{g/m}^2$  und höchstens 20  $\text{g/m}^2$ ,  
20 einen Korngrößenwert ( $d_{50}$ ) von maximal 20  $\mu\text{m}$  und eine obere Korngröße ( $d_{\max}$ ) von maximal 30  $\mu\text{m}$  aufweist.

4. Epoxidharzsystem nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,

25 wobei der anorganische Füllstoff (F) aus einer Gruppe ausgewählt ist, die Siliziumdioxid, Titandioxid, Aluminiumoxid und Zirkoniumoxid umfasst.

5. Epoxidharzsystem nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,

30

das anhydridfrei, silikonfrei und/oder siloxanfrei ist.

6. Epoxidharzsystem nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
das einen Chlorgehalt von kleiner 100 ppm aufweist.

5 7. Epoxidharzsystem nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
wobei der anorganische Füllstoff (F) einen Anteil zwischen  
einschließlich 50 Gew% und einschließlich 85 Gew% bezogen auf  
das Gesamtgewicht des Epoxidharzsystems aufweist.

10 8. Epoxidharzsystem nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
wobei das cycloaliphatische Epoxidharz einen Anteil zwischen  
einschließlich 3 Gew% und einschließlich 50 Gew% bezogen auf  
15 das Gesamtgewicht des Epoxidharzsystems aufweist.

9. Epoxidharzsystem nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
wobei das Polyvinylbutyrat einen Anteil zwischen  
20 einschließlich 0,1 Gew% und einschließlich 10 Gew% und der  
kationische Beschleuniger einen Anteil zwischen  
einschließlich 0,1 Gew% und einschließlich 3 Gew% jeweils  
bezogen auf das Gesamtgewicht des Epoxidharzsystems  
aufweisen.

25 10. Epoxidharzsystem nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
das zusätzlich einen Alkohol und weitere Epoxidharze  
aufweist, wobei der Anteil des Alkohols zwischen  
30 einschließlich 0,1 Gew% und einschließlich 3 Gew% bezogen auf  
das Gesamtgewicht des Epoxidharzsystems ist.

11. Epoxidharzsystem nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
wobei der kationische Beschleuniger ein Thiolaniumsalz ist.

5 12. Epoxidharzsystem nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
das bei einer Temperatur zwischen 4 °C und 10 °C  
lagerungsstabil ist.

10 13. Verwendung eines Epoxidharzsystems nach einem der Ansprüche 1 bis 12 für ein optoelektronisches Bauelement (100), das aus einer Gruppe ausgewählt ist, die eine Lumineszenzdiode, eine Photodiode, ein Phototransistor, ein Photoarray, einen optischen Koppler, ein SMD-Bauelement und  
15 ein SMD-fähiges Bauelement umfasst.

14. Optoelektronisches Bauelement (100) aufweisend ein Epoxidharzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 12,  
wobei das Epoxidharzsystem als Gehäuse (3), Reflexionselement  
20 (9), Verguss (4), Konverterelement (8) und/oder Substrat (7) ausgeformt ist.

15. Verfahren zur Herstellung eines Epoxidharzsystems nach einem der Ansprüche 1 bis 12 mit den Verfahrensschritten:

- 25 A) Bereitstellen eines cycloaliphatischen Epoxidharzes,  
B) Zugabe von Polybutylbuterat bei einer Temperatur zwischen 50 °C und 80 °C,  
C) Zugabe eines kationischen Beschleunigers bei einer Temperatur von maximal 45 °C zur Erzeugung einer Matrix,  
30 D) Vermischen der nach Schritt C) erzeugten Matrix mit zumindest einem anorganischen Füllstoff (F), der ein Oxid oder Nitrid eines Metalls oder Halbmetalls ist, und

- E) Aushärten des nach Schritt D) erzeugten Gemisches bei einer Temperatur zwischen 120 °C und 190 °C.

FIG 1

|                           | F1                | F2               | F3                |
|---------------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| CAS#                      | 60676-86-0        | 60676-86-0       | 60676-86-0        |
| $\rho$ [g/m]              | 2,2               | 2,2              | 2,2               |
| $A_0$ [g/m <sup>2</sup> ] | 2,9               | 5,3              | 2,2               |
| d50-Wert [ $\mu$ m]       | 2,6               | 3,1              | 4,3               |
| dmax [%]                  | 99,4 (12 $\mu$ m) | 100 (12 $\mu$ m) | 99,8 (16 $\mu$ m) |
| $\kappa$ [ $\mu$ S/cm]    | 3,1               | 6,6              | 3,5               |

FIG 2

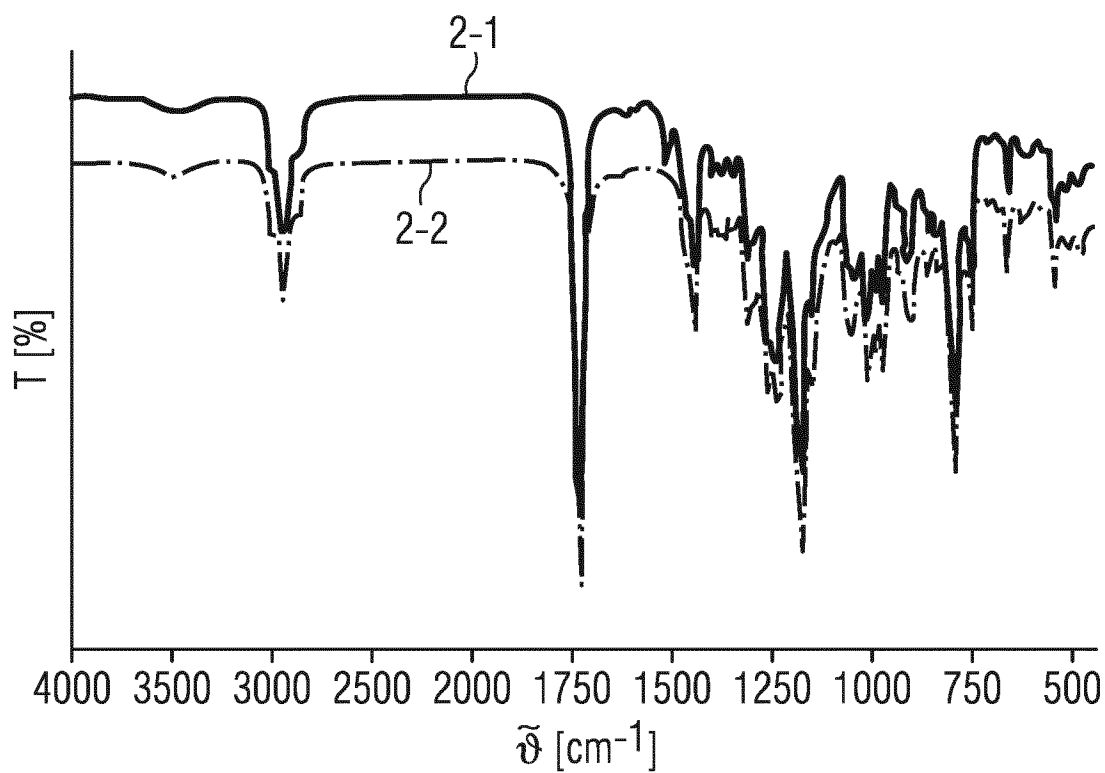


FIG 3

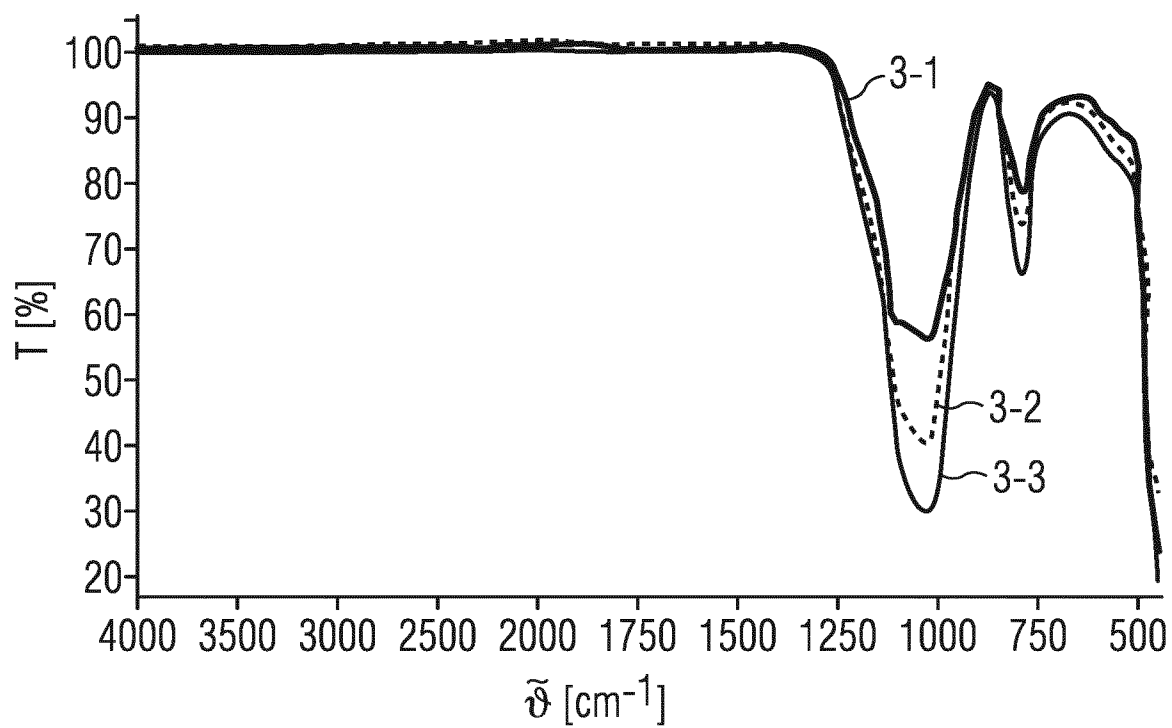


FIG 4A

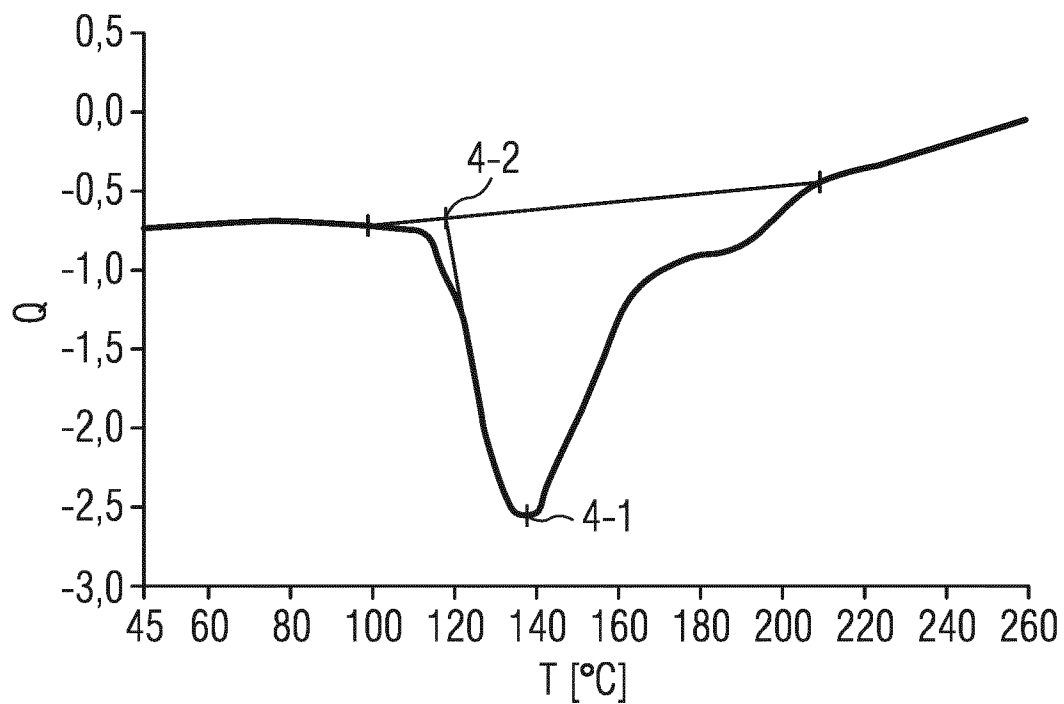


FIG 4B

|                   |     |     |     |     |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|
| EH                | 1   | 2   | 2   | 2   |
| F                 | 1   | 1   | 2   | 3   |
| m [Gew.-%]        | 70  | 75  | 75  | 75  |
| T-Onset [°C]      | 123 | 118 | 118 | 119 |
| T-Peak [°C]       | 144 | 131 | 125 | 139 |
| $\Delta H$ [-J/g] | 172 | 154 | 152 | 157 |

FIG 5A

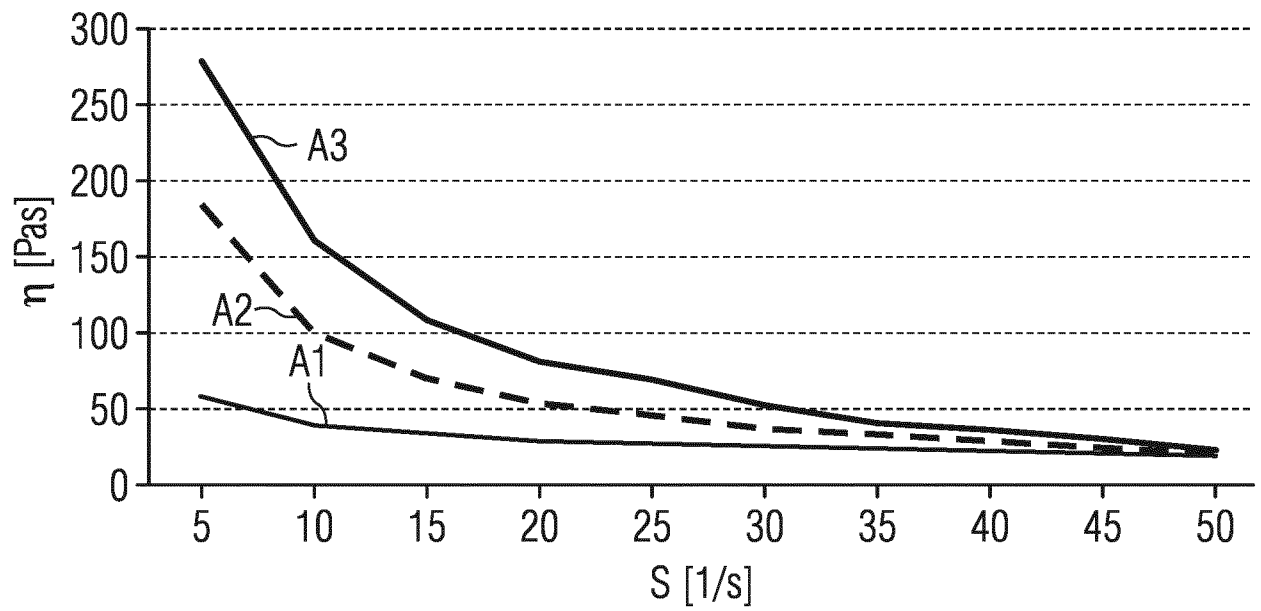


FIG 5B

| S [1/sec] | T [°C] | $\eta$ |      |      |
|-----------|--------|--------|------|------|
|           |        | A1     | A2   | A3   |
| 50        | 25     | 35     | 35,5 | 40,5 |
| 5         | 25     | 71,2   | 177  | 304  |
| 5         | 30     | 52,2   | 121  | 197  |
| 5         | 40     | 24,1   | 59,9 | 97,4 |
| $T_l$     | 25     | 2      | 5    | 7,5  |

FIG 6A

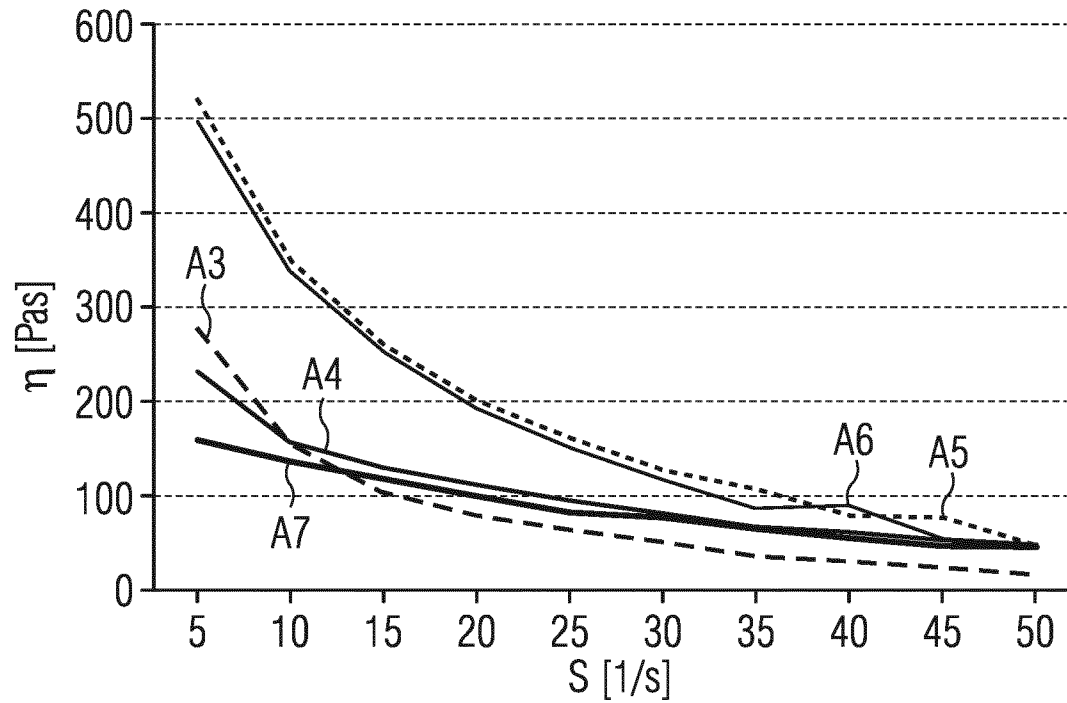


FIG 6B

|              | A3   | A4   | A5   | A6   | A7   |
|--------------|------|------|------|------|------|
| EH           | 1    | 2    | 2    | 2    | 2    |
| F            | 1    | 1    | 1    | 2    | 3    |
| m [Gew.-%]   | 70   | 70   | 75   | 75   | 75   |
| $\eta$ [Pas] |      |      |      |      |      |
| 5 1/s        | 279  | 223  | 522  | 499  | 158  |
| 25 1/s       | 66,4 | 98,1 | 165  | 154  | 86,8 |
| 50 1/s       | 20,2 | 46,6 | 51,8 | 51,1 | 46   |
| $T_l$        | 13,8 | 4,8  | 10,1 | 9,8  | 3,4  |

|                         | A4   | A5  | A6  | A7   |
|-------------------------|------|-----|-----|------|
| EH                      | 2    | 2   | 2   | 2    |
| F                       | 1    | 1   | 2   | 3    |
| m [Gew.-%]              | 70   | 75  | 75  | 75   |
| $\eta$ [Pas] bei 25 1/s | 76,9 | 117 | 117 | 69,9 |

FIG 7A

|                                 | A   | B    | C    | D    | E    | F  | G   | H   |
|---------------------------------|-----|------|------|------|------|----|-----|-----|
| EH                              | 2   | 3    | 3    | 3    | 3    | 3  | 3   | 3   |
| F                               | 3   | 3    | 3    | 3    | 3    | 3  | 3   | 3   |
| m [Gew.-%]                      | 75  | 60   | 65   | 70   | 72   | 77 | 76  | 70  |
| TiO <sub>2</sub> [Gew.-%]       | 2   | 15   | 10   | 7    | 5    | 3  | 3   | 10  |
| G                               | 77  | 75   | 75   | 77   | 77   | 80 | 79  | 80  |
| $\eta$ [Pas]<br>(25 °C, 25 1/s) | 131 | 43,9 | 51,5 | 89,9 | 80,9 | —  | 152 | 127 |

FIG 7B

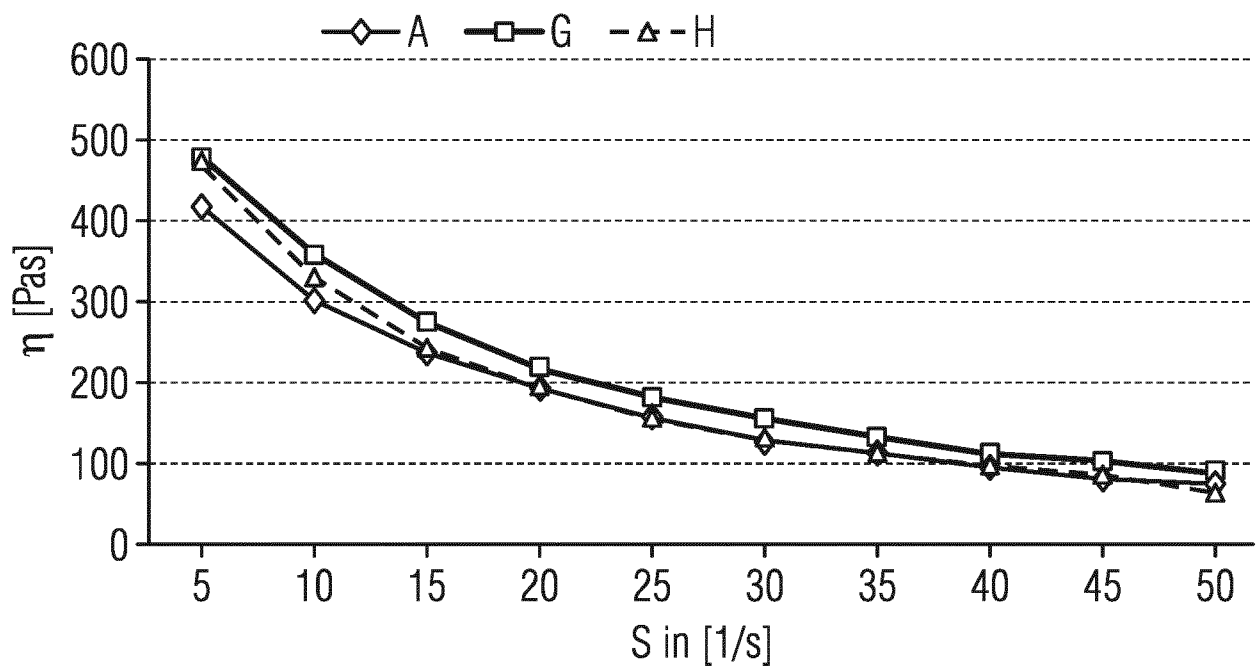


FIG 7C

| T <sub>T</sub> (25 °C) | A   | G   | H   |
|------------------------|-----|-----|-----|
| 1) (5/50 1/s)          | 5,5 | 5,7 | 7,2 |
| 2) (5/25 1/s)          | 2,6 | 2,6 | 3,0 |

FIG 8A

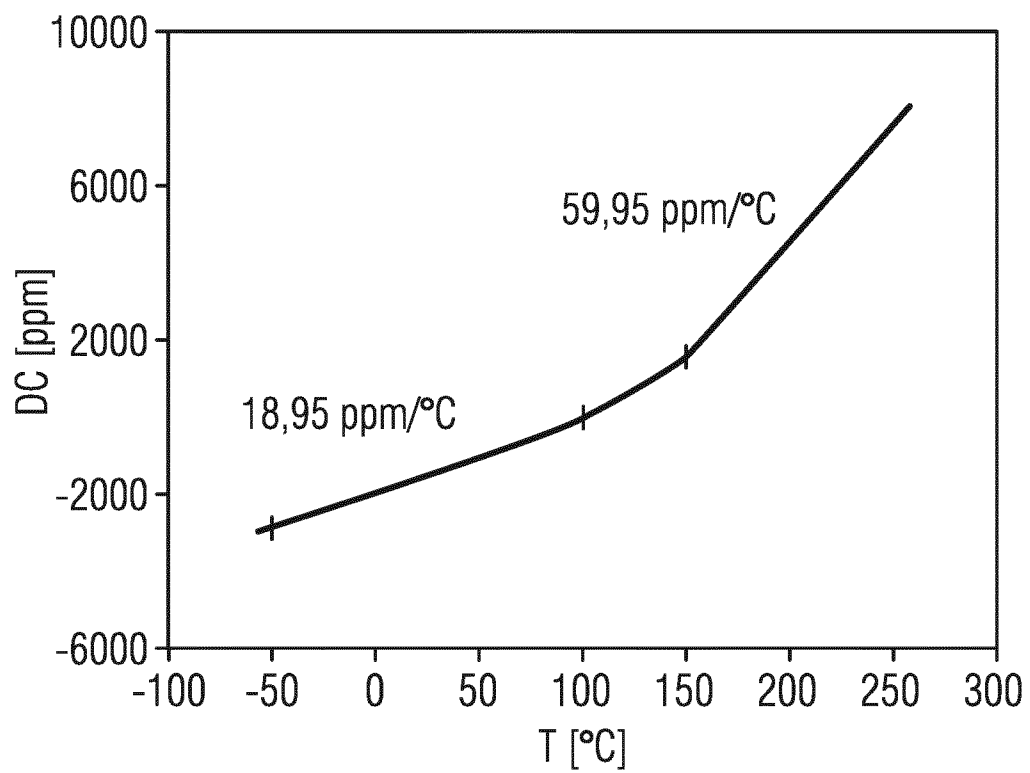


FIG 8B

| EH | F | m [Gew.-%] | CTE 1 [ppm/K] | CTE 2 [ppm/K] |
|----|---|------------|---------------|---------------|
| 1  | 1 | 60         | 31,5          | 99,3          |
| 1  | 1 | 70         | 22,5          | 75,9          |
| 2  | 1 | 75         | 20,1          | 66,9          |
| 2  | 2 | 75         | 20,2          | 65,8          |
| 2  | 3 | 75         | 19,0          | 60,0          |
| 2  | 1 | 80         | 14,2          | 37,5          |

FIG 9A

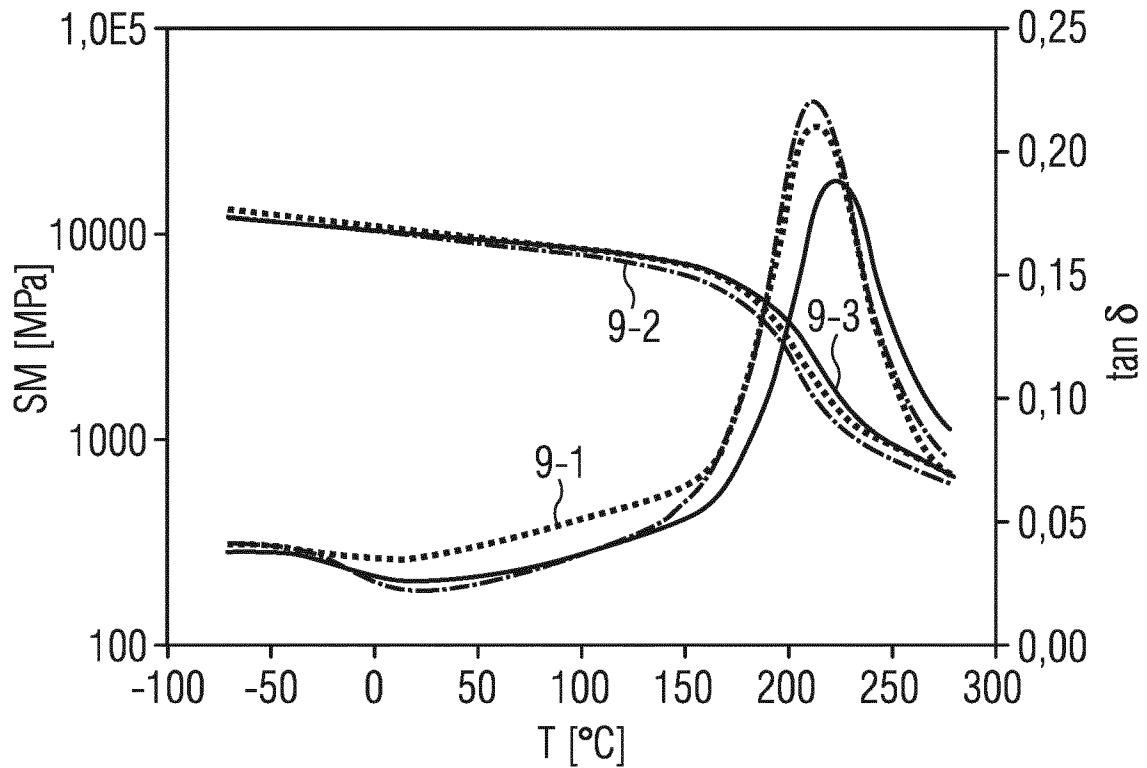


FIG 9B

| EH | F | m<br>[Gew.-%] | T <sub>g</sub><br>[°C] | SM [MPa] |        |         |          |          |          |
|----|---|---------------|------------------------|----------|--------|---------|----------|----------|----------|
|    |   |               |                        | -40 [°C] | 0 [°C] | 20 [°C] | 100 [°C] | 200 [°C] | 260 [°C] |
| 1  | 1 | 60            | 223                    | 6930     | 6102   | 5828    | 4839     | 2377     | 573      |
| 1  | 1 | 70            | 226                    | 10301    | 8294   | 7898    | 6601     | 3413     | 883      |
| 2  | 1 | 75            | 214                    | 12342    | 11030  | 10495   | 8602     | 3169     | 834      |
| 2  | 2 | 75            | 213                    | 11169    | 10189  | 9790    | 7831     | 2580     | 713      |
| 2  | 3 | 75            | 225                    | 11556    | 10545  | 10181   | 8639     | 3668     | 829      |

FIG 10

| EH | F | m [Gew.-%] | GVT<br>300 °C [%] | T <sub>GVT</sub><br>[°C] |
|----|---|------------|-------------------|--------------------------|
| 1  | 1 | 60         | 0,3               | 326                      |
| 1  | 1 | 70         | 0,2               | 331                      |
| 2  | 1 | 75         | 0,4               | 329                      |
| 2  | 2 | 75         | 0,3               | 330                      |
| 2  | 3 | 75         | 0,4               | 330                      |
| 2  | 3 | 80         | 0,2               | 339                      |

FIG 11

|                         | A     | G     | H     |
|-------------------------|-------|-------|-------|
| G [Gew.-%]              | 77    | 79    | 80    |
| TMA (3 K/min):          |       |       |       |
| CTE 1 [ppm/K]           | 18,9  | 16,7  | 16,4  |
| CTE 2 [ppm/K]           | 62,7  | 59,2  | 57,2  |
| DMA (T, 1 Hz, 3 K/min): |       |       |       |
| T <sub>g</sub> [°C]     | 222   | 219   | 216   |
| tanδ max                | 0,201 | 0,202 | 0,274 |
| SM [MPa]                |       |       |       |
| -40 °C                  | 11483 | 13276 | 14096 |
| 0 °C                    | 10211 | 11697 | 12553 |
| 20 °C                   | 9805  | 11187 | 12042 |
| 100 °C                  | 8213  | 9594  | 10188 |
| 200 °C                  | 3786  | 4508  | 3669  |
| 260 °C                  | 527   | 753   | 675   |
| TGA (10 K/min):         |       |       |       |
| GVT [%]                 | 0,5   | 0,5   | 0,4   |
| T <sub>GVT</sub> [°C]   | 311   | 311   | 310   |

FIG 12A

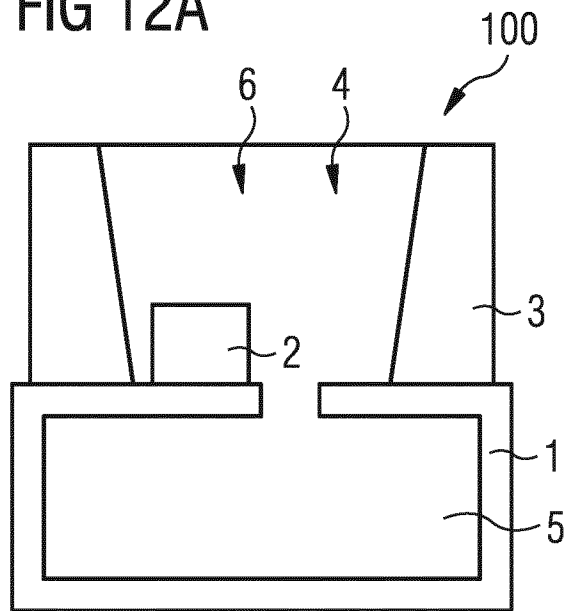


FIG 12B

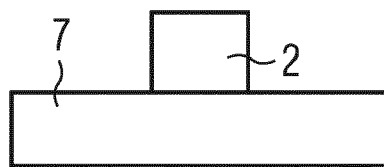


FIG 12C

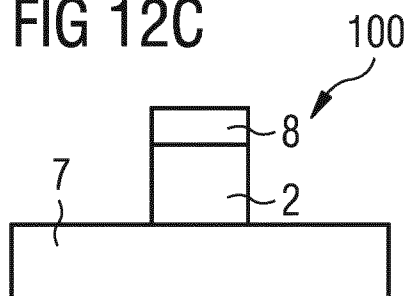
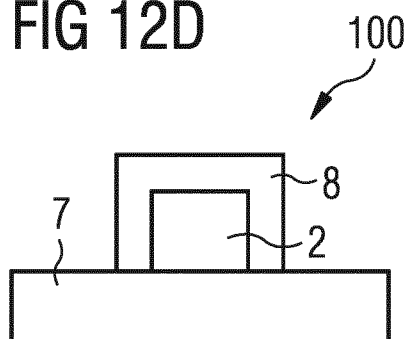


FIG 12D



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2017/053155

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. C08G59/68 C08K3/22 C08K3/28 C08L29/14 C08L63/00  
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
C08G C08K C08L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                       | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | DATABASE WPI<br>Week 201623<br>Thomson Scientific, London, GB;<br>AN 2015-655302<br>XP002769194,<br>& CN 104 893 635 A (DARBOND TECHNOLOGY CO<br>LTD) 9 September 2015 (2015-09-09)<br>abstract<br>----- | 1-15                  |
| A         | DATABASE WPI<br>Week 198540<br>Thomson Scientific, London, GB;<br>AN 1985-245887<br>XP002769195,<br>& JP S60 161423 A (TOSHIBA CHEM CORP)<br>23 August 1985 (1985-08-23)<br>abstract<br>-----            | 1-15                  |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 April 2017

Date of mailing of the international search report

02/05/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Siemens, Thomas

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/053155

| Patent document<br>cited in search report |   | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|-------------------------------------------|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| CN 104893635                              | A | 09-09-2015          | NONE                       |                     |
| -----                                     |   |                     |                            |                     |
| JP S60161423                              | A | 23-08-1985          | NONE                       |                     |
| -----                                     |   |                     |                            |                     |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                  |                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                  |                                                      |
| INV. C08G59/68                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | C08K3/22                                                                                                                                                                                                         | C08K3/28 C08L29/14 C08L63/00                         |
| ADD.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                  |                                                      |
| Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                  |                                                      |
| B. RECHERCHIERTE GEBIETE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                  |                                                      |
| Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                  |                                                      |
| C08G C08K C08L                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                  |                                                      |
| Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                  |                                                      |
| Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                  |                                                      |
| EPO-Internal, WPI Data                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                  |                                                      |
| C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                  |                                                      |
| Kategorie*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                                                                                                               | Betr. Anspruch Nr.                                   |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | DATABASE WPI<br>Week 201623<br>Thomson Scientific, London, GB;<br>AN 2015-655302<br>XP002769194,<br>& CN 104 893 635 A (DARBOND TECHNOLOGY CO<br>LTD) 9. September 2015 (2015-09-09)<br>Zusammenfassung<br>----- | 1-15                                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | DATABASE WPI<br>Week 198540<br>Thomson Scientific, London, GB;<br>AN 1985-245887<br>XP002769195,<br>& JP S60 161423 A (TOSHIBA CHEM CORP)<br>23. August 1985 (1985-08-23)<br>Zusammenfassung<br>-----            | 1-15                                                 |
| <input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                  |                                                      |
| * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :<br>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist<br>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)<br>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht<br>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist<br>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist<br>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden<br>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist<br>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist |                                                                                                                                                                                                                  |                                                      |
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                  | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts  |
| 13. April 2017                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                  | 02/05/2017                                           |
| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde<br>Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                  | Bevollmächtigter Bediensteter<br><br>Siemens, Thomas |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/053155

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| CN 104893635                                       | A                             | 09-09-2015                        | KEINE                         |
| JP S60161423                                       | A                             | 23-08-1985                        | KEINE                         |