



(12)

Patentschrift

- (21) Deutsches Aktenzeichen: 11 2011 102 726.5
(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/US2011/038657
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 2012/024009
(86) PCT-Anmelddatag: 01.06.2011
(87) PCT-Veröffentlichungstag: 23.02.2012
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: 10.10.2013
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 03.02.2022

- (51) Int Cl.: H01L 33/60 (2010.01)
H01L 33/62 (2010.01)
H05K 1/02 (2006.01)
B64G 1/50 (2006.01)
C08G 73/10 (2006.01)
F21K 9/60 (2016.01)

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

(30) Unionspriorität:

61/374,861 18.08.2010 US
61/374,878 18.08.2010 US
61/374,844 18.08.2010 US
61/378,462 31.08.2010 US

(73) Patentinhaber:

E.I. du Pont de Nemours and Co., Wilmington,
Del., US

(74) Vertreter:

Abitz & Partner Patentanwälte mbB, 81925
München, DE

(72) Erfinder:

Simone, Christopher Dennis, Pickerington, Ohio
43147, US; Carney, Thomas Edward, Orient, Ohio,
US

(56) Ermittelter Stand der Technik:

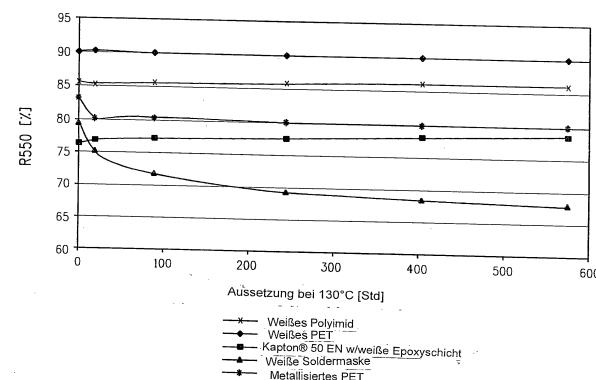
DE	10 2006 005 042	A1
DE	11 2006 001 634	T5
US	4 199 650	A
EP	1 749 850	A1

(54) Bezeichnung: **Leuchtdioden-Baugruppe und thermische Sicherungsdecke**

- (57) Hauptanspruch: Eine Leuchtdioden-Baugruppe, umfassend:
A. eine gefüllte Polyimidschicht, die eine erste und eine zweite Oberfläche aufweist, umfassend:
i) ein Polyimid in einer Menge von 50 bis 75 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht, welches abgeleitet ist aus:
a. mindestens 45 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid, bezogen auf einen gesamten Dianhydridgehalt des Polyimids, sowie
b. mindestens 50 Mol. % 2,2'-bis(Trifluoromethyl)benzidin, auf der Grundlage eines gesamten Diamingehalts des Polyimids;
ii) einen weiß pigmentierten partikulären Füllstoff mit einer gemittelten Partikelgröße unter 1,9 µm in einer Menge von 20 bis 50 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht;
B. auf mindestens der ersten Oberfläche der gefüllten Polyimidschicht gebildete elektrisch leitfähige Leiterbahnen;
C. mindestens eine an die erste Oberfläche der gefüllten Polyimidschicht oder die elektrisch leitfähigen Leiterbahnen gebundene Leuchtdiode;
D. eine die freiliegenden Flächen der Leuchtdiode sowie mindestens einen Teil der ersten Oberfläche der gefüllten Polyimidschicht abdeckende Einkapselung; und

E. eine Lötnasse, umfassend:

- i) ein Polyimid in einer Menge von 50 bis 75 Gew. % der Lötnasse, welches abgeleitet ist aus:
a. mindestens 45 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid, bezogen auf einen gesamten Dianhydridgehalt des Polyimids, sowie
b. mindestens 50 Mol. % 2,2'-bis(Trifluoromethyl)benzidin, auf der Grundlage eines gesamten Diamingehalts des Polyimids;
ii) ...



Beschreibung**FACHGEBIET DER ERFINDUNG**

[0001] Die Erfindung betrifft das Gebiet der reflektiven Stoffe für Leuchtdioden-Baugruppen und thermische Sicherungsdecken.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Im weiteren Sinne sind reflektive Stoffe für Beleuchtungssysteme an sich bekannt; siehe z.B. die veröffentlichte US-Patentanmeldung US 2009 / 0 227 050 A1 von Shin et al. Derartige reflektive Stoffe werden generell zur Verstärkung und Umlenkung von Licht in eine gewünschte Richtung benutzt. Zu den herkömmlichen reflektiven Oberflächen gehören insbesondere Metallbeschichtungen, weiß pigmentiertes Polyethylen-terephthalat sowie weiß pigmentierte Polyamide. Herkömmliche reflektive Oberflächen können aus verschiedenen Gründen problematisch sein, z.B.:

- i. Unzureichende Weiße; i. Unzureichende Reflexion; iii. Schlechte Reflexion und schlechte Farbtonstabilität bei thermischer Exposition über die Zeit (d.h. schlechte Wärmealterung); iii. Schlechte mechanische Eigenschaften; iv. Schlechte Farbtonstabilität bei UV-Exposition (d.h. schlechte UV-Alterung); und vi. Verformung oder Verfärbung beim Löten. Damit besteht ein Bedarf nach verbesserten reflektiven Stoffen für Beleuchtungsbaugruppen.

[0003] Die DE 11 2006 001 634 T5 beschreibt Lichtemissionsvorrichtungen, die Substrat aus mit thermisch leitfähigem Material gefülltem Hochtemperaturplastik, Leiterbahnen, Reflektor, Photonenvorrichtung und Kühlkörper umfassen. Die EP 1 749 850 A1 offenbart Polyimidfolien als Substrat für Leuchtdioden-Baugruppen. Die in der DE 10 2006 005 042 A1 beschriebenen lichtemittierenden Vorrichtungen umfassen eine Leuchtdiode und Streuteilchen.

Figurenliste

[0004] Die Erfindung wird anhand der beiliegenden Zeichnungen beispielhaft und ohne Einschränkung veranschaulicht.

Fig. 1 ist eine graphische Darstellung der prozentualen Transmission des erfindungsgemäß ungefüllten Polyimids sowie der Aramica@-Folie.

Fig. 2 ist eine graphische Darstellung der Veränderung der L Farbe für verschiedene reflektive Folien gegenüber Stunden Expositionszeit bei 130 ° C.

Fig. 3 ist eine graphische Darstellung der Veränderung der prozentualen Reflexion bei 550 nm für verschiedene reflektive Folien gegenüber Stunden Expositionszeit bei 130 ° C.

ZUSAMMENFASSUNG

[0005] Bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung handelt es sich um eine Leuchtdioden-Baugruppe, umfassend:

A. eine gefüllte Polyimidschicht, die eine erste und eine zweite Oberfläche aufweist; wobei die gefüllte Polyimidschicht umfasst:

i) ein Polyimid in einer Menge von 50 bis 75 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht, welches abgeleitet ist aus:

a. mindestens 45 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid, auf der Grundlage eines gesamten Dianhydidgehalts des Polyimids, sowie

b. mindestens 50 Mol. % 2,2'-bis(Trifluoromethyl)benzidin, auf der Grundlage eines gesamten Diamingehalts des Polyimids;

ii) ein weiß pigmentierter partikulärer Füllstoff mit einer gemittelten Partikelgröße unter 1,9 µm in einer Menge von 20 bis 50 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht;

B. auf mindestens der ersten Oberfläche der gefüllten Polyimidschicht gebildete elektrisch leitfähige Leiterbahnen;

C. mindestens eine an die erste Oberfläche der gefüllten Polyimidschicht oder die elektrisch leitfähigen Leiterbahnen gebundene Leuchtdiode;

D. eine die freiliegenden Flächen der Leuchtdiode sowie mindestens einen Teil der ersten Oberfläche der gefüllten Polyimidschicht abdeckende Einkapselung; und

E. eine Lötnaske, umfassend:

i) ein Polyimid in einer Menge von 50 bis 75 Gew. % der Lötnaske, welches abgeleitet ist aus:

a. mindestens 45 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid, bezogen auf einen gesamten Dianhydridgehalt des Polyimids, sowie

b. mindestens 50 Mol. % 2,2'-bis(Trifluoromethyl)benzidin, auf der Grundlage eines gesamten Diamingehalts des Polyimids;

ii) einen weiß pigmentierten partikulären Füllstoff mit einer gemittelten Partikelgröße unter 1,9 µm in einer Menge von 20 bis 50 Gew. % der Lötnaske.

[0006] Bei einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform handelt es sich um eine thermische Sicherungsdecke, die eine gefüllte Polyimidschicht umfasst, wobei die gefüllte Polyimidschicht umfasst:

A. ein Polyimid in einer Menge von 50 bis 75 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht, welches abgeleitet ist aus:

a) a. mindestens 45 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid, auf der Grundlage eines gesamten Dianhydridgehalts des Polyimids,

b) b. mindestens 50 Mol. % 2,2'-bis(Trifluoromethyl)benzidin, auf der Grundlage eines gesamten Diamingehalts des Polyimids; sowie

B. ein weiß pigmentierter partikulärer Füllstoff in einer Menge von 20 bis 50 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht mit einer gemittelten Partikelgröße unter 1,5 µm;

C. ein elektrisch leitfähiger Füllstoff in einer Menge von 2 bis 5 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht. Die thermische Sicherungsdecke weist eine nach ASTM E308 [10° Beobachter und Leuchtmittel D65] ermittelte L-Farbe von mindestens 85 sowie eine nach ASTM E1164 ermittelte Reflexion von mindestens 80 % auf.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

Definitionen

[0007] Im hiesigen Sinne ist unter den Begriffen „umfassen“, „einschließen“, „aufweisen“ und deren Varianten eine nichtexklusive Inklusion zu verstehen. Ein Verfahren, Gegenstand bzw. Apparat, der z.B. eine Reihe von Elementen umfasst, ist nicht unbedingt auf diese Elemente beschränkt, sondern kann andere Elemente aufweisen, die nicht ausdrücklich aufgezählt sind oder definitionsgemäß zum betreffenden Verfahren, Gegenstand oder Apparat gehören. Ferner ist, sofern das Gegenteil nicht ausdrücklich bestimmt ist, „oder“ im inklusiven und nicht im exklusiven Sinne auszulegen. Eine Bedingung A oder B wird z.B. durch eine beliebige der nachfolgenden Varianten erfüllt: A ist zutreffend (bzw. vorhanden) und B ist unzutreffend (bzw. nicht vorhanden), A ist unzutreffend (bzw. nicht vorhanden) und B ist zutreffend (bzw. vorhanden), und sowohl A als auch B ist zutreffend (bzw. vorhanden).

[0008] Mit dem unbestimmten Artikel werden außerdem Elemente und Komponenten der Erfindung beschrieben. Dies entspricht reinen Bequemlichkeitserwägungen und soll lediglich einen allgemeinen Umriss der Erfindung vermitteln. Diese Beschreibung ist dahingehend auszulegen, dass 1 bzw. mindestens 1 umfasst wird; außerdem umfasst die Einzahl auch die Mehrzahl, sofern nicht offensichtlich etwas anderes gemeint ist.

[0009] Unter „Dianhydrid“ sind vorliegend auch Präkursoren, Derivate und Analoge davon zu verstehen, die technisch gesehen keine Dianhydride sind, aber dennoch mit einem Diamin reagieren würden, um eine Polyamidsäure zu ergeben, die sich wiederum in ein Polyimid umwandeln ließe.

[0010] Unter „Diamin“ sind vorliegend auch Präkursoren, Derivate und Analoge davon zu verstehen, die technisch gesehen keine Diamine sind, aber dennoch mit einem Dianhydrid reagieren würden, um eine Polyamidsäure zu ergeben, die sich wiederum in ein Polyimid umwandeln ließe.

[0011] Unter „Polyamidsäure“ ist vorliegend jeder aus einer Kombination aus Dianhydrid und Diamin abgeleitete Polyimidpräkursor zu verstehen, der sich in ein Polyimid umwandeln lässt.

[0012] Unter „chemische Umwandlung“ oder „chemisch umgewandelt“ ist im vorliegenden Sinne der Einsatz eines Katalysators, eines wasserentziehenden Mittels oder beider zur Umwandlung der Polyamidsäure in Polyimid zu verstehen, der Begriff soll ein teilweise umgewandeltes Polyimid, das anschließend bei erhöhter Temperatur bis zu einem Feststoffgehalt über 98 % getrocknet wird mit umfassen.

[0013] Unter „Umwandlungsschemikalien“ ist im vorliegenden Sinne ein Katalysator, wasserentziehendes Mittel oder beide zu verstehen, die die Polyamidsäure in Polyamid umwandeln sollen.

[0014] Unter „Finishing-Lösung“ ist im vorliegenden Sinne ein Dianhydrid in einem polaren aprotischen Lösungsmittel zu verstehen, das zu einer Polyamidsäurelösung mit niedrigem Molekulargewicht mit Aminkettenenden hinzugegeben wird, um das Molekulargewicht und die Viskosität der Polyamidsäurelösung zu erhöhen. Beim eingesetzten Dianhydrid handelt es sich typischerweise, aber nicht unbedingt, um dasselbe Dianhydrid (oder eines derselben Dianhydride, wenn mehr als eines eingesetzt wird), das zur Herstellung der Polyamidsäure gebraucht wird.

[0015] Unter „Platte“ ist im vorliegenden Sinne eine gefüllte Polyimidschicht zu verstehen, die auf eine gewünschte Größe zugeschnitten worden ist.

[0016] Unter „Vorpolymer“ ist im vorliegenden Sinne eine Polyamidsäurelösung mit relativ niedrigem Molekulargewicht in einem Konzentrationsbereich zwischen 15-25 Gew. % zu verstehen, die unter Einsatz eines stöchiometrischen Überschusses an Diamin hergestellt wird, um eine Lösungsviskosität von etwa 50-100 Poise zu ergeben.

[0017] Wird eine Menge, Konzentration oder ein sonstiger Wert oder Parameter entweder als Bereich, bevorzugter Bereich, Liste bevorzugter Höchst- oder Mindestwerte angegeben, ist dies dahingehend auszulegen, dass sämtliche aus einem beliebigen Paar von Höchstwerten oder bevorzugten Werten und aus einem beliebigen Paar von Mindestwerten oder bevorzugten Werten ausdrücklich offenbart sind, gleichgültig, ob Bereiche gesondert offenbart werden. Wird ein Zahlenwertbereich vorliegend angegeben, soll dieser Bereich auch die Endpunkte sowie sämtliche im Bereich befindlichen Ganzzahlen und Bruchteile umfassen, sofern nichts anderes angegeben wird.

[0018] Bei der Beschreibung bestimmter Polymere ist zu verstehen, dass in einigen Fällen die Anmelder die Polymere nach den zu deren Herstellung eingesetzten Monomeren bzw. den zu deren Herstellung gebrauchten Mengen an Monomeren nennen. Zwar entspricht eine derartige Beschreibung nicht der spezifischen Nomenklatur, die zur Beschreibung des Endpolymers verwendet wird, oder enthält keine „Product by process“-Terminologie, derartige Bezeichnungen von Monomeren und Mengen sind jedoch dahingehend auszulegen, dass das Polymer aus den Monomeren hergestellt wird, sofern sich etwas anderes nicht ausdrücklich oder konkludent aus dem Zusammenhang ergibt.

[0019] Die vorliegenden Materialien, Methoden und Beispiele dienen lediglich der Veranschaulichung und sind nicht als Beschränkung aufzufassen, sofern nichts anderes ausdrücklich angegeben wird. Obwohl Methoden und Materialien, die den vorliegend beschriebenen ähnlich sind oder diesen entsprechen, bei der Ausführung bzw. Untersuchung der vorliegenden Erfindung verwendet werden können, werden vorliegend geeignete Methoden und Materialien beschrieben.

[0020] In einigen Ausführungsformen betrifft die vorliegende Erfindung eine Leuchtdioden-Baugruppe und eine thermische Sicherungsdecke, die jeweils eine gefüllte Polyimidschicht aufweisen. Die gefüllte Polyimidschicht enthält ein Polyimid mit niedrigem Farbton. Typischerweise weisen die Polyimide eine Farbe im Spektrum zwischen Gelb und Orange/Braun auf. Der Vorteil des erfindungsgemäßen Polyimids besteht darin, dass, wenn ein erfindungsgemäßer weiß pigmentierter partikulärer Füllstoff dem Polyimid hinzugegeben wird, die resultierende Folie der Farbe des Pigments eher entspricht. Deshalb sind die erfindungsgemäßen gefüllten Polyimidfolien als reflektive Oberflächen mit hoher Wärmeexposition nützlich. Die gefüllte Polyimidschicht weist i. hinreichende Weiße auf; ii. weist hinreichende Reflexion auf; iii. erhält die Reflexion und den Farbton bei thermischer Exposition über die Zeit aufrecht (d.h. gute Wärmealterung); iv. weist genügende mechanische Eigenschaften auf; und v. verfärbt oder verformt sich nicht beim Löten.

Polyimid

[0021] Die erfindungsgemäßen Polyimide weisen gegenüber anderen Polymeren einen Vorteil auf. Das Polyimid ist ein aromatisches Polyimid mit hoher Temperaturstabilität, das Verarbeitungstemperaturen standhalten kann, die für viele andere Polymere generell zu hoch sind. Die erfindungsgemäßen Polyimide weisen gegenüber anderen aromatischen Polyimiden einen Vorteil auf. Die erfindungsgemäßen Polyimide weisen einen niedrigen Farbton auf und sind transparent. Deshalb entspricht der Farbton nach der Zugabe des Pigments eher der Farbe des Pigments. Im vorliegenden Sinne ist unter „niedriger Farbton“ eine mit einem Agilent 8453 UV/Vis-Spektrophotometer ermittelte höhere Lichttransmission als 80 % bei Wellenlängen von 400 bis 700 nm zu verstehen.

[0022] Das Polyimid liegt in einer Menge vor, die zwischen zwei der nachfolgend aufgezählten Zahlen liegt und diese mit umfasst: 50, 55, 60, 65, 70 und 75 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht. In einigen Ausführungsformen liegt das Polyimid in einer Menge von 50 bis 75 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht vor.

[0023] Die erfindungsgemäßen Polyimide weisen mindestens 45 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid (BPDA) bezogen auf den gesamten Dianhydridgehalt des Polyimids und mindestens 50 Mol. % 2,2'-bis(Trifluoromethyl)benzidin (TFMB) bezogen auf den gesamten Diamingehalt des Polyimids auf. In einigen Ausführungsformen wird das Polyimid aus mindestens 50 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid bezogen auf einen gesamten Dianhydridgehalt des Polyimids abgeleitet. In einigen Ausführungsformen weisen die erfindungsgemäßen Polyimide mindestens 50 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid (BPDA) bezogen auf den gesamten Dianhydridgehalt des Polyimids und mindestens 50 Mol. % 2,2'-bis(Trifluoromethyl)benzidin (TFMB) bezogen auf den gesamten Diamingehalt des Polyimids auf.

[0024] In einigen Ausführungsformen kann das BPDA-Monomer allein (d.h. 100 Mol. % des gesamten Dianhydridanteils) oder in Kombination mit einem oder mehr Dianhydriden aus einer vorliegend beschriebenen ausgewählten Gruppe eingesetzt werden. In einigen Ausführungsformen können die allein oder in Kombination miteinander eingesetzten zusätzlichen Dianhydride nicht mehr als 55 Mol. % des gesamten Dianhydridgehalts darstellen. In einigen Ausführungsformen können zusätzliche Dianhydride nicht mehr als 50 Mol. % des gesamten Dianhydridgehalts darstellen.

[0025] In einigen Ausführungsformen wird das Polyimid außerdem aus nicht mehr als 55 Gew. % Pyromellitsäuredianhydrid bezogen auf einen gesamten Dianhydridgehalt des Polyimids abgeleitet. In einer weiteren Ausrührungsform wird das Polyimid außerdem aus nicht mehr als 55 Gew. % 4,4'-Oxydiphthalsäureanhydrid (ODPA); 4,4'-(4,4'-Isopropylidendiphenoxy)bis(phthalsäureanhydrid) (BPADA); 2,3,3',4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid; 2,2',3,3'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid oder deren Gemischen bezogen auf einen gesamten Dianhydridgehalt des Polyimids abgeleitet. In einer weiteren Ausführungsform wird das Polyimid außerdem aus nicht mehr als 55 Gew. % 4,4'-(Hexafluoroisopropyliden)diphthalsäureanhydrid (6FDA) bezogen auf einen gesamten Dianhydridgehalt des Polyimids abgeleitet. In noch einer weiteren Ausführungsform wird das Polyimid außerdem aus nicht mehr als 55 Gew. % Diphenylsulfontetracarbonsäuredianhydrid (DSDA), 4,4'-Bisphenol-A-Dianhydrid, 1,2,3,4-Cyclobutantetracarbonsäuredianhydrid; (-)-[1 S*,5R*,6S*]-3-Oxabicyclo[3.2.1]octan-2,4-dion-6-spiro-3-(tetrahydrofuran-2,5-dion); Bicyclo[2.2.2]oct-7-en-2,3,5,6-tetracarbonsäuredianhydrid; 9,9-disubstituierte Xantene oder deren Gemischen bezogen auf den gesamten Dianhydridgehalt des Polyimids abgeleitet.

[0026] In einigen Ausführungsformen kann das TFMB-Diamin-Monomer allein (d.h. 100 %iges Molverhältnis zum gesamten Diamingehalt) oder in Kombination mit einem oder mehr Diaminen aus einer vorliegend beschriebenen ausgewählten Gruppe eingesetzt werden. Diese allein oder in Kombination miteinander eingesetzten zusätzlichen Diamine können nicht mehr als 50 Mol. % des gesamten Diamingehalts darstellen. In einigen Ausführungsformen wird das Polyimid außerdem aus nicht mehr als 50 Mol. % trans-1,4-Diaminocyclohexan 3,5-diaminobenzotrifluorid; 2-(Trifluoromethyl)-1,4-phenyldiamin; 1,3-Diamino-2,4,5,6-tetrafluorobenzol; 2,2-bis(3-Aminophenyl) 1,1,1,3,3,3-hexafluoropropan; 2,2'-bis-(4-Aminophenyl)-hexafluoropropan (6F diamin); 3,4'-Oxydianilin (3,4'-ODA), m-Phenyldiamin (MPD), 4,4-bis(Trifluoromethoxy)benzidin, 3,3'-Diamino-5,5'-trifluoromethylbiphenyl, 3,3'-Diamino-6,6'-trifluoromethylbiphenyl, 3,3'-bis(Trifluoromethyl)benzidin; 2,2-Bis[4-(4-Aminophenoxy)phenyl]hexafluoropropan (4-BDAF), 4,4'-Diaminodiphenylsulfid (4,4'-DDS); 3,3'-Diaminodiphenylsulfon (3,3'-DDS); 4,4'-Diaminodiphenylsulfon; 2,2'-bis(Dimethyl)benzidin; 3,3'-bis(Dimethyl)benzidin; 4,4'-Trifluoromethyl-2,2'-diaminobiphenyl oder deren Gemischen bezogen auf den gesamten Diamingehalt des Polyimids abgeleitet.

[0027] In einigen Ausführungsformen wird das Polyimid außerdem aus nicht mehr als 50 Mol. % Diamino-cyclooctan; Tetramethylendiamin; Hexamethylendiamin; Octamethylendiamin; Dodecamethylendiamin; Aminomethylcyclooctylmethanamin; Aminomethylcyclododecylmethanamin; Aminomethylcyclohexylmethanamin oder deren Gemischen abgeleitet.

[0028] In einigen Ausführungsformen wird das Polyimid aus 90 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid (BPDA) und 100 Mol. % 2,2'-bis(Trifluoromethyl)benzidin (TFMB) abgeleitet. In einigen Ausführungsformen wird eine PMDA-Lösung als Finishing-Lösung für das BPDA-/TFMB-Polyimid verwendet. In einigen Ausführungsformen wird das Polyimid aus 100 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid (BPDA) und 100 Mol. % 2,2'-bis(Trifluoromethyl)benzidin (TFMB) abgeleitet. In einigen Ausführungsformen wird eine BPDA-Lösung als Finishing-Lösung für das BPDA-/TFMB-Polyimid verwendet.

[0029] Da das Polyimid aromatisch ist, weist es typischerweise mechanische Eigenschaften auf, die den aus halbaromatischen Polymeren hergestellten Folien überlegen sind. Unter „halbaromatische Polymere“ sind im vorliegenden Sinne Kondensationspolymere, in denen nur eine der Monomereinheiten aus 100 Mol. % aliphatisch ist, zu verstehen. Beispielsweise ist entweder 100 Mol. % Diol oder 100 Mol. % Dicarbonsäure (-ester) zur Bildung eines Polyesters aliphatisch (z.B. Polyethylenterephthalat (PET)); oder entweder 100 Mol. % Dicarbonsäure oder 100 Mol. % Diamin zur Bildung eines Polyamids aliphatisch. Aromatische Polymere sind Polymere, in denen mindestens 50 % jeder Monomereinheit aromatisch ist. Beispielsweise sind mindestens 50 Mol. % Diol und 50 Mol. % Dicarbonsäure(-ester) zur Bildung eines Polyesters aromatisch. In einigen Ausführungsformen bestehen die Vorteile der aromatischen gegenüber den halbaromatischen Polymeren in der Tendenz, hohe Tg, hohe Temperaturstabilität und in vielen Fällen verbesserte mechanische Eigenschaften wie Modul, Zugfestigkeit und Dehnung aufzuweisen. Verbesserte mechanische Eigenschaften können vorteilhaft bei der Bearbeitung und dem Gebrauch sein. Ein höherer Modul und eine höhere Dehnung ermöglichen den Einsatz einer Folie in dynamischen Biegungsanwendungen. Aromatische Polymere halten typischerweise höheren Temperaturen ohne Abbau stand. So wären aromatische Polymere im erfindungsgemäß Sinne vorteilhafter als halbaromatische Polymere, wenn die gefüllte Polyimidschicht über längere Zeiten hinweg hohen Temperaturen ausgesetzt wird. Die Exposition gegenüber hohen Temperaturen kann kontinuierlich oder kumulativ sein (ein paar Stunden auf einmal im Laufe mehrerer Einsätze). Unter „erhöhte Temperaturen“ sind Temperaturen zu verstehen, die die Umgebungstemperatur übersteigen. Die erfindungsgemäß Polyimide weisen generell eine Tg von 320 °C bis 350 °C auf. Die erfindungsgemäß Polyimide weisen generell einen per TMA zwischen 50-250 C ermittelten Wärmedehnungskoeffizienten (CTE) von -5 bis 10 ppm/°C auf.

[0030] In einigen Ausführungsformen können die zur Bildung der vorliegend beschriebenen Polyimide gebrauchten Dianhydride (bzw. Diamine) wahlweise eine oder mehrere reaktive Endgruppen umfassen. Zu diesen reaktiven Endgruppen gehören insbesondere Nadic, Acetylen, n-Propargyl, Cyclohexen, Malein, n-Styrenyl, Phenylethynyl. Diese reaktiven Endgruppen können als Endkappe des Polymers entweder zur Bildung eines Polymers mit niedrigerem Molekulargewicht oder zur Unterstützung bei der Vernetzung des Polymers verwendet werden. Die Vernetzung des Polymers kann die Tg und den mechanischen Modul des Polymers erhöhen.

Weiß pigmentierter partikulärer Füllstoff

[0031] Die gefüllte Polyimidschicht enthält einen weiß pigmentierten partikulären Füllstoff. Die für eine hohe Reflexion erforderliche Menge des weiß pigmentierten partikulären Füllstoffs ist geringer, als es der Fall wäre, wenn kein erfindungsgemäßes Polyimid eingesetzt würde. Der weiß pigmentierte partikuläre Füllstoff liegt in einer Menge vor, die zwischen zwei der nachfolgend aufgezählten Zahlen liegt und diese wahlweise mit umfasst: 20, 25, 30, 35, 40, 45 und 50 Gew. % der gefüllten Polyimidfolie. In einigen Ausführungsformen liegt der weiß pigmentierte partikuläre Füllstoff in einer Menge von 20 bis 50 Gew. % der gefüllten Polyimidfolie vor. In einigen Ausführungsformen wird der Füllstoff aus der Gruppe von Zirkoniumoxid, Kalziumoxid, Sili-ziumoxid, Zinkoxid, Aluminiumoxid, Zinksulfid, Kalziumsulfat, Bariumsulfat, Bleicarbonat, Bleihydroxid, basisches Zinkmolybdat, basisches Kalziumzinkmolybdat, Bleiweiß, Molybdänweiß und Lithopon gewählt. In einer anderen Ausführungsform handelt es sich beim Füllstoff um Titandioxid (TiO_2). In einigen Ausführungsformen kann der Füllstoff eine Beschichtung aufweisen, die die Oberfläche der Pigmentpartikel ganz oder teilweise abdeckt, solange die Beschichtung die Reflexion, Weiße oder eine sonstige wünschenswerte erfindungsgemäß Eigenschaft, insbesondere die Reflexion und die Farbtonstabilität bei Wärmealterung, nicht beeinträchtigt.

[0032] In einigen Ausführungsformen kann das weiße Pigment mit Haftvermittlern oder Dispergiermitteln oberflächenbehandelt werden, solange sich die Oberflächenbehandlung nicht negativ auf die Vorteile der Leuchtdioden-Baugruppe auswirkt.

[0033] Der Einsatz feiner (kleiner) Partikel mit einer engen Größenverteilung neigt dazu, eine glatte (glänzende) Oberfläche und höhere Reflexion zu ergeben. Es ist allgemein bekannt, dass matte Oberflächen generell unregelmäßige Oberflächen aufweisen, die das Licht diffus in alle Richtungen zerstreuen. Eine glatte Oberflächen (mit weniger Oberflächenfortsätze) ist generell glänzend oder reflektiv. Der Füllstoff weist eine gemittelte Partikelgröße unter 1,9 µm auf. In einigen Ausführungsformen weist der Füllstoff eine gemittelte Partikelgröße unter 1,5 µm auf. In einigen Ausführungsformen weist der Füllstoff eine gemittelte Partikelgröße unter 1 µm auf. Die Partikelgröße wird mit einem LA-930 Laserscatter-Partikelmessgerät ermittelt. In einigen Ausführungsformen kann der Füllstoff oder eine Aufschlämmung davon gemahlen werden, um die gewünschte Partikelgröße zu ergeben und etwaige große Partikelagglomerate zu zerbrechen.

Gefüllte Polyimidschicht

[0034] Die erfindungsgemäße gefüllte Polyimidschicht kann nach einem beliebigen bekannten Verfahren zur Herstellung gefüllter Polyimidfolien hergestellt werden. In einigen Ausführungsformen wird das Polyimid im Wege eines chemischen Umwandlungsverfahrens hergestellt. In einer Ausführungsform umfasst ein derartiges Verfahren die Herstellung einer Aufschlämmung aus einem weiß pigmentierten partikulären Füllstoff. Die Aufschlämmung kann mit einer Kugelmühle oder einer kontinuierlichen Medienmühle gemahlen werden, oder auch nicht, um die gewünschte Partikelgröße zu erreichen. Die Aufschlämmung kann zur Entfernung evtl. Großpartikelreste filtriert werden, oder auch nicht. Eine Polyamidsäure-Vorpolymerlösung wird durch Reagieren des Dianhydrids mit einem leichten Diaminüberschuss hergestellt. Die Polyamidsäurelösung wird in einem Schnellmischer mit der Füllstoff-Aufschlämmung vermischt. Die Menge der Polyamidsäurelösung, der Füllstoff-Aufschlämmung und der Finishing-Lösung kann zur Erreichung der gewünschten Ladungen des Füllstoffs und der gewünschten Viskosität für die Folienbildung eingestellt werden. Das Gemisch kann durch eine Düse dosiert und gegossen werden oder manuell auf ein Edelstahlband oder Substrat gegossen werden, um eine Gelfolie zu ergeben. Die Umwandlungsschemikalien können vor dem Gießen durch eine Düse dosiert werden. Zur Umwandlung in einen Feststoffgehalt über 98 % muss die Gelfolie typischerweise bei erhöhter Temperatur (konvektive Erwärmung von 200-300 °C und Strahlungsheizung von 400-800 °C) getrocknet werden, was generell auch zur Vervollständigung der Imidisierung führt.

[0035] Es wird weniger Füllstoff gebraucht, um die gewünschte Weiße und Reflexion zu erzielen. So kann die gefüllte Polyimidschicht gute mechanische Eigenschaften aufrechterhalten. In einigen Ausführungsformen hat die gefüllte Polyimidschicht einen Modul von mindestens 500 kpsi (35162 kg/cm²). In einigen Ausführungsformen hat die gefüllte Polyimidschicht einen Modul von mindestens 900 kpsi (63291 kg/cm²). Das Zugmodul wurde per ASTM D-882 ermittelt.

[0036] In einigen Ausführungsformen weist die gefüllte Polyimidschicht eine per ASTM D-882 ermittelte Dehnung von mindestens 50 % auf. Eine Dehnung von mindestens 50 % reicht für flexible Schaltungen aus.

[0037] Die Stärke der gefüllten Polyimidschicht hängt von der Anwendung ab. Aufgrund der Transparenz der erfindungsgemäßen Polyimide kann für einige Anwendungen eine dickere Schicht erforderlich sein. In einigen Ausführungsformen liegt die Dicke der gefüllten Polyimidschicht zwischen 25 und 130 µm.

[0038] Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die gefüllte Polyimidschicht in der Lage ist, dem harten Löt-Schritt (Löt-Reflow oder Lötbeschichtung), in dem die elektrisch leitfähigen Leiterbahnen ausgebildet werden, standzuhalten. Weißes PET weist typischerweise eine mit der erfindungsgemäßen Polyimidschicht vergleichbare Reflexion auf. Generell verformt sich weißes PET unter Lötbedingungen während des Bildgebungsverfahrens; deshalb können auf einer PET-Folie keine leitfähigen Leiterbahnen ausgebildet werden. Die erfindungsgemäße gefüllte Polyimidschicht weist generell eine Tg von 320 °C bis 340°C auf. Die erfindungsgemäße gefüllte Polyimidschicht weist generell einen per TMA zwischen 50-250 °C ermittelten CTE von 15 bis 25 ppm/°C auf. Die gefüllte Polyimidschicht weist eine erste und eine zweite Oberfläche auf. Die elektrisch leitfähigen Leiterbahnen werden auf der ersten Oberfläche der gefüllten Polyimidschicht ohne erhebliche Senkung der Reflexion oder Farbveränderung ausgebildet. In einigen Ausführungsformen werden die elektrisch leitfähigen Leiterbahnen auf der ersten und zweiten Oberfläche der gefüllten Polyimidschicht ohne erhebliche Senkung der Reflexion oder Farbveränderung ausgebildet. Die elektrisch leitfähigen Leiterbahnen stellen einen Stromanschluss für eine oder mehrere Leuchtdioden bereit.

[0039] In einigen Ausführungsformen umfasst die gefüllte Polyimidschicht außerdem eine Klebstoffsenschicht. Die Klebstoffsenschicht würde an die zweite Oberfläche der gefüllten Polyimidschicht grenzen. In einigen Ausführungsformen handelt es sich bei der Klebstoffsenschicht um ein Epoxidharz. In einer Ausführungsform besteht der Klebstoff aus einem Epoxidharz und einem Härtemittel, und enthält wahlweise auch zusätzliche Komponenten je nach den gewünschten Eigenschaften, z.B. ein elastomeres Verstärkungsadditiv, Abbindebeschleuniger, Füllstoff, Flammschutzmittel. In einigen Ausführungsformen wird das Epoxidharz aus der Gruppe von Epoxidharz vom Typ Bisphenol A, Bisphenol F, Bisphenol S, Phenolnovolac, Cresolnovolac, Biphenyl, Biphenylaralkyl, Aralkyl, Dicyclopentadien, multifunktionelles Epoxidharz, Epoxidharz auf Naphthalenbasis, phosphorhaltigem Epoxidharz, kautschukmodifiziertem Epoxidharz und deren Gemischen gewählt.

[0040] In einer anderen Ausführungsform handelt es sich bei der Klebstoffsenschicht um einen Acryl- oder Methacrylklebstoff (i.F. „(Meth-)Acryl-“). In einigen Ausführungsformen handelt es sich bei der Klebstoffsenschicht um einen druckempfindlichen (Meth-)Acrylklebstoff. Druckempfindliche (Meth-)Acrylklebstoffe werden generell im Wege der Copolymerisierung einer geeigneten (Meth-)Acrylsäure mit Alkylestern hergestellt und können zur Einstellung der Eigenschaften erwünschtenfalls geeignete Klebrigmacher, Plastifikatoren und sonstige Zusatzstoffe enthalten. Druckempfindliche (Meth-)Acrylklebstoffe sind hinreichend bekannt; auf eine ausführliche Beschreibung wird hier verzichtet.

[0041] In einigen Ausführungsformen handelt es sich bei der gefüllten Polyimidschicht um eine mehrschichtige Folie, die eine erste und eine zweite Schicht aufweist, wobei die erste Schicht im Wesentlichen aus den nachfolgenden Elementen besteht:

- A. einem Polyimid in einer Menge von 60 bis 75 Gew. % der ersten Schicht, welches abgeleitet ist aus:
 - a. mindestens 45 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid, auf der Grundlage eines gesamten Dianhydidgehalts des Polyimids, sowie
 - b. mindestens 50 Mol. % 2,2'-bis(Trifluoromethyl)benzidin, auf der Grundlage eines gesamten Diamingehalts des Polyimids;
- B. einem weiß pigmentierten partikulären Füllstoff in einer Menge von 20 bis 30 Gew. % der ersten Schicht. Mit der Zunahme der Menge des Füllstoffs wird die Folie tendenziell spröder, was zu zusätzlichen Bearbeitungsschwierigkeiten bei der Herstellung führt. Deshalb umfasst die zweite Schicht ein ungefülltes Polyimid, das das gleiche ist wie das der ersten Schicht, oder sich davon unterscheidet. Die zweite Schicht ermöglicht es der gefüllten Polyimidschicht, annehmbare mechanische und elektrische Eigenschaften aufrechtzuerhalten. In einigen Ausführungsformen umfasst die zweite Schicht einen Füllstoff. Die Menge an Füllstoff in der zweiten Schicht sollte 20 Gew. % bezogen auf das Gesamtgewicht der zweiten Schicht nicht übersteigen. Die erste Schicht kann direkt an die zweite Schicht durch Laminierung, Beschichtung oder Coextrusion gebunden werden. Die erste Schicht kann mittels eines Klebstoffs an die zweite Schicht gebunden werden. Die elektrisch leitfähigen Leiterbahnen werden auf der ersten Schicht ohne erhebliche Senkung der Reflexion oder Farbveränderung ausgebildet. Wird die gefüllte Polyimidschicht in einer Leuchtdioden-Baugruppe eingesetzt, kann eine einzelne Leuchtdiode (LED) oder mehrere LEDs an die elektrisch leitfähigen Leiterbahnen der ersten Schicht durch Löten gebunden werden. In einer weiteren Ausführungsform werden eine oder mehrere LEDs an einen Teil der ersten Schicht gebunden, die keine elektrisch leitfähigen Leiterbahnen aufweist.

Leuchtdioden-Baugruppe

[0042] Bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung handelt es sich um eine Leuchtdioden-Baugruppe, umfassend:

- A. eine erfindungsgemäße gefüllte Polyimidschicht, die eine erste und eine zweite Oberfläche aufweist;
- B. auf mindestens der ersten Oberfläche der gefüllten Polyimidschicht gebildete elektrisch leitfähige Leiterbahnen;
- C. mindestens eine an die erste Oberfläche der gefüllten Polyimidschicht oder die elektrisch leitfähigen Leiterbahnen gebundene Leuchtdiode;
- D. eine die freiliegenden Flächen der Leuchtdiode sowie mindestens einen Teil der ersten Oberfläche der gefüllten Polyimidschicht abdeckende Einkapselung; und
- E. eine Lötmasse wie hierin beschrieben.

[0043] Die erfindungsgemäße Leuchtdioden-Baugruppe kann nach bekannten Verfahren hergestellt werden. In einigen Ausführungsformen wird die Leuchtdioden-Baugruppe nach dem nachfolgenden Verfahren hergestellt:

- a) Auftragen von Fotolack auf die abzubildenden Bereiche der Polyimidfolie;
- b) Belichten und Entwickeln des Musters im Fotolack
- c) Ätzen zur Entfernung ungeschützten Metalls,
- d) Abstreifen des Schutzmaterials des Fotolacks,
- e) Auftragen einer Lötmaske zum Schutz bestimmter Bereiche während der nachfolgenden Schritte,
- f) Auftragen des Lötzinns (Löt-Reflow oder -Beschichtung),
- g) Entfernen mindestens eines Teils des Lötzinns (Lötzinnüberschuss).

[0044] Der Lötzinnüberschuss ist das Lötzinn, das keine chemische Bindung mit dem elektrisch leitfähigen Metall (typischerweise Kupfer) gebildet hat. In einigen Ausführungsformen wird der Lötzinnüberschuss mit heißem Öl oder heißer Luft entfernt (häufig „Verzinnung“ genannt).

- h) Anbinden einer oder mehrerer LEDs. In einigen Ausführungsformen werden eine oder mehrere LED(s) direkt an die elektrisch leitfähigen Leiterbahnen durch Löten gebunden. In einer weiteren Ausführungsform werden eine oder mehrere LED(s) an einen Teil der ersten Oberfläche gebunden, die keine elektrisch leitfähigen Leiterbahnen aufweist, insbesondere mit einem Klebstoff oder mit mechanischen Mitteln; Stromanschlüsse können mit zwei Litzen gebildet werden. In einigen Ausführungsformen wird neben dem Lötzinn auch ein Klebstoff eingesetzt, um die LED zu verkleben.
- i) Auftragen einer Einkapselung zur Abdeckung freiliegender Oberflächen der LED. Die Einkapselung kann die erste Oberfläche auch ganz oder teilweise abdecken. In einigen Ausführungsformen handelt es sich bei der Einkapselung um ein Silikon- oder Epoxidharz. Die Einkapselung bietet Umwelt- und mechanischen Schutz. Die Einkapselung kann ferner einen Phosphor zur Wellenlängenumwandlung oder eine Phosphorkombination umfassen. In einigen Ausführungsformen fungiert die Einkapselung auch als Linse. In einer weiteren Ausführungsform umfasst die Leuchtdioden-Baugruppe eine über der Einkapselung angeordnete lichtstreuende Linse.

[0045] In einigen Ausführungsformen wird während der Gestaltung auch ein Epoxidgehäuse zur Aufnahme der LED hinzugefügt. Nach der Bildung des Drahtbonds wird die Einkapselung hinzugefügt, um das Epoxidgehäuse zu füllen.

[0046] Ein Vorteil der erfindungsgemäßen Leuchtdioden-Baugruppe besteht darin, dass die gefüllte Polyimidschicht aufweist:

- i) eine L-Farbe von mindestens 85. In einigen Ausführungsformen weist das Substrat der Leiterplatte der LED eine L-Farbe von mindestens 90 auf. Die L-Farbe nach CIE 1976 ist ein per ASTM E308 [10 ° Beobachter und Leuchtmittel D65] ermittelter (L^* , a^* , b^*) Farbraum. Eine L-Farbe von 100 gilt als echtweiß.
- ii) eine Reflexion von mindestens 80 %. Für LEDs gilt: Je mehr Licht reflektiert wird, desto heller und effizienter ist die LED. In einigen Ausführungsformen hat die gefüllte Polyimidschicht eine Reflexion von mindestens 85 %. Die Reflexion wird nach ASTM E1 164 ermittelt. Daher erfordert die LED-Baugruppe keine zusätzlichen reflektiven Oberflächen wie Reflexionsfolie oder Metallbeschichtung zur Verstärkung und Leitung des Lichts aus der LED. Da kein Bedarf nach zusätzlichen reflektiven Oberflächen besteht, weist die erfindungsgemäße LED-Baugruppe eine vereinfachte Struktur und Herstellungsverfahren auf, und kann auch das Gewicht reduzieren.

[0047] Noch ein weiterer Vorteil der LED-Baugruppe besteht darin, dass die Reflexion und der Farnton der gefüllten Polyimidschicht während der Wärmealterung entweder durch die Temperaturschwankungen der LED-Module zwischen Umgebungstemperatur und 70 °C oder die typischen Betriebsumgebungen aufrechterhalten.

[0048] In einigen Ausführungsformen wird das Polyimid für die LED-Baugruppe aus 90 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid (BPDA) und 100 Mol. % 2,2'-bis(Trifluoromethyl)benzidin (TFMB) abgeleitet, und beim weiß pigmentierten partikulären Füllstoff handelt es sich um Titandioxid. In

einer weiteren Ausführungsform wird das Polyimid für die LED-Baugruppe aus 100 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid und 100 Mol. % 2,2'-bis(Trifluoromethyl)benzidin (TFMB) abgeleitet, und beim weiß pigmentierten partikulären Füllstoff handelt es sich um Titandioxid.

[0049] Die gefüllte Polyimidschicht der LED-Baugruppe kann wahlweise verstärkende Füllstoffe, Zusatzstoffe und dgl. umfassen, solange diese die Vorteile der LED-Baugruppe nicht negativ beeinflussen. In einigen Ausführungsformen sind Beispiele der Zusatzstoffe, die die Vorteile der erfindungsgemäßen LED-Baugruppe negativ beeinflussen insbesondere schwarze Pigmente oder Mattierungsmittel. In einigen Ausführungsformen können geringe Mengen an blauem Pigment hinzugegeben werden. In geringen Mengen verstärkt das blaue Pigment die weiße Farbe visuell und/oder gleicht diese aus. Unter „geringe Mengen an blauen Pigment“ wird gleich oder kleiner 1 Gew. % verstanden. In einigen Ausführungsformen können blaue Pigmente wie Cobalt-, Eisen-, Aluminiumpigmente oder deren Gemische eingesetzt werden. In einer Ausführungsform werden Aluminiumpigmente eingesetzt. In einigen Ausführungsformen umfasst die gefüllte Polyimidschicht außerdem im Wesentlichen Natriumaluminiumsulfosilicatpigment (Ultramarin) in einer Menge, die zwischen zwei der nachfolgenden Werte liegt und diese wahlweise mit umfasst: 0,01, 0,05, 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9 und 1 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht. In einigen Ausführungsformen umfasst die gefüllte Polyimidschicht außerdem im Wesentlichen Natriumaluminiumsulfosilicatpigment (Ultramarin) in einer Menge von 0,01 bis 1 Gew. % der gefüllten Polyimidfolie.

[0050] Die Leuchtdioden-Baugruppe umfasst außerdem eine Lötmaske, die umfasst oder im Wesentlichen besteht aus:

- i) einem Polyimid in einer Menge von 50 bis 75 Gew. % der Lötmaske, welches abgeleitet ist aus:
 - a. mindestens 45 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid, auf der Grundlage eines gesamten Dianhydidgehalts des Polyimids, sowie
 - b. mindestens 50 Mol. % 2,2'-bis(Trifluoromethyl)benzidin, auf der Grundlage eines gesamten Diamingehalts des Polyimids;
- ii) einem weiß pigmentierten partikulären Füllstoff mit einer gemittelten Partikelgröße unter 1,9 µm in einer Menge von 20 bis 50 Gew. % der Lötmaske.

[0051] In einigen Ausführungsformen liegt die Dicke der Lötmaske zwischen zwei der nachfolgend aufgeführten Zahlen, und umfasst diese wahlweise: 12, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120 und 130 µm. In einigen Ausführungsformen liegt die Dicke der Lötmaske zwischen 12 und 130 µm. In einer weiteren Ausführungsform liegt die Dicke der Lötmaske zwischen 12 und 60 µm.

[0052] Im weiteren Sinne sind reflektive Lötmasken an sich bekannt; siehe z.B. die veröffentlichte US-Patentanmeldung 7,431,479 an Weaver et al. Weaver et al. beschreiben elektrisch isolierende Lötmasken, z.B. ein lichtempfindliches Epoxid, ein lichtempfindliches Polyimid und mehrschichtige Reflektorfolien. Weaver et al. offenbaren, dass bei hinreichenden Füllstoffkonzentrationen die Reflexion der Lötmaske erhöht werden kann. Mit der Zunahme der Menge des Füllstoffs wird die Folie tendenziell spröder, was zu zusätzlichen Bearbeitungsschwierigkeiten bei der Herstellung führt. Herkömmliche reflektive Lötmasken können aus verschiedenen Gründen problematisch sein, z.B.: i. Unzureichende Weißheit; ii. Unzureichende Reflexion; iii. Schlechte Reflexion und schlechte Farbtonstabilität bei thermischer Exposition über die Zeit (d.h. schlechte Wärmealterung); iv. Schlechte mechanische Eigenschaften; v. Schlechte Farbtonstabilität bei UV-Exposition (d.h. schlechte UV-Alterung); und vi. Verformung oder Verfärbung beim Löten. Damit besteht ein Bedarf nach verbesserten reflektiven Lötmasken.

[0053] In einer Ausführungsform weist die erfindungsgemäße Lötmaske eine Reflexion von mindestens 80 %. In einer weiteren Ausführungsform hat die Lötmaske eine Reflexion von mindestens 85 %. Die Reflexion wird nach ASTM E1164 ermittelt. Die Reflexion wird erzielt, ohne dass zusätzliche reflektive Oberflächen an der Lötmasken benötigt werden. Daher sind zusätzliche reflektive Oberflächen generell nicht erforderlich, um das Licht zu verstärken und zu leiten. Ohne Bedarf nach einer zusätzlichen reflektiven Oberfläche vereinfacht die erfindungsgemäße Lötmaske die Struktur und die Herstellung. Außerdem ist eine Lötmaske mit mehr als einer Schicht anfällig für Entlaminierung und Einrollen.

[0054] Die Lötmaske hat eine L-Farbe von mindestens 85. In einigen Ausführungsformen hat die Lötmaske eine L-Farbe von mindestens 90. Die L-Farbe nach CIE 1976 (L^* , a^* , b^*) ist ein Farbraum. Eine L-Farbe von 100 gilt als echtweiß.

[0055] Noch ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Lötmaske besteht darin, dass die Reflexion und der Farbton während der Wärmealterung aufrechterhalten werden. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass sich die erfindungsgemäße Lötmaske beim Löten nicht verfärbt. Weißes PET weist typischerweise eine mit der erfindungsgemäßen gefüllten Polyimidschicht vergleichbare Reflexion auf. Generell verformt sich weißes PET unter Lötbedingungen während des Bildgebungsverfahrens; deshalb kann es als Lötmaske nicht verwendet werden. Die erfindungsgemäße Lötmaske weist auf: i. hinreichende Weiße; ii. hinreichende Reflexion; iii. hinreichende Wärmealterung; iv. hinreichende mechanische Eigenschaften; und v. verfärbt oder verformt sich nicht beim Löten.

[0056] Die Lötmaske kann wahlweise verstärkende Füllstoffe, Zusatzstoffe und dgl. umfassen, solange diese die Vorteile der erfindungsgemäßen Lötmaske nicht negativ beeinflussen. In einigen Ausführungsformen sind Beispiele der Zusatzstoffe, die die Vorteile der erfindungsgemäßen Lötmaske negativ beeinflussen insbesondere schwarze Pigmente oder Mattierungsmittel. In einigen Ausführungsformen können geringe Mengen an blauem Pigment hinzugegeben werden. In geringen Mengen verstärkt das blaue Pigment die weiße Farbe visuell und/oder gleicht diese aus. In einigen Ausführungsformen können blaue Pigmente wie Cobalt-, Eisen-, Aluminiumpigmente oder deren Gemische eingesetzt werden. In einer Ausführungsform werden Aluminiumpigmente eingesetzt. In einigen Ausführungsformen umfasst die Lötmaske außerdem im Wesentlichen Natriumaluminiumsulfosilikatpigment (Ultramarin) in einer Menge von 0,01 bis 1 Gew. % der Lötmaske vor.

[0057] Die erfindungsgemäße Lötmaske weist auf: i. hinreichende Weiße; ii. hinreichende Reflexion; iii. hinreichende Wärmealterung; iv. hinreichende mechanische Eigenschaften; und v. verfärbt oder verformt sich nicht beim Löten. Die Kombination der erfindungsgemäßen Lötmaske mit der gefüllten Polyimidschicht der LED ergibt eine LED-Baugruppe, deren Reflexion stärker ist als der Fall wäre, wenn nur eines eingesetzt würde. In Kombination sind alle freiliegenden Oberflächen reflektiv, was das Licht aus den angebundenen LED(s) noch weiter verstärkt und umlenkt.

[0058] Erfindungsgemäß umfasst die Leuchtdioden-Baugruppe:

- A. eine gefüllte Polyimidschicht, die eine erste und eine zweite Oberfläche aufweist, umfassend:
 - i) ein Polyimid in einer Menge von 50 bis 75 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht, welches abgeleitet ist aus:
 - a. mindestens 45 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid, auf der Grundlage eines gesamten Dianhydridgehalts des Polyimids, sowie
 - b. mindestens 50 Mol. % 2,2'-bis(Trifluoromethyl)benzidin, auf der Grundlage eines gesamten Diamingehalts des Polyimids;
 - ii) einen weiß pigmentierten partikulären Füllstoff mit einer gemittelten Partikelgröße unter 1,9 µm in einer Menge von 20 bis 50 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht;
- B. auf mindestens der ersten Oberfläche der gefüllten Polyimidschicht gebildete elektrisch leitfähige Leiterbahnen;
- C. mindestens eine an die erste Oberfläche der gefüllten Polyimidschicht oder die elektrisch leitfähigen Leiterbahnen gebundene Leuchtdiode;
- D. eine die freiliegenden Flächen der Leuchtdiode sowie mindestens einen Teil der ersten Oberfläche der gefüllten Polyimidschicht abdeckende Einkapselung; und
- E. eine Lötmaske, umfassend:
 - i) ein Polyimid in einer Menge von 50 bis 75 Gew. % der Lötmaske, welches abgeleitet ist aus:
 - a. mindestens 45 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid, auf der Grundlage eines gesamten Dianhydridgehalts des Polyimids, sowie
 - b. mindestens 50 Mol. % 2,2'-bis(Trifluoromethyl)benzidin, auf der Grundlage eines gesamten Diamingehalts des Polyimids;
 - ii) einen weiß pigmentierten partikulären Füllstoff mit einer gemittelten Partikelgröße unter 1,9 µm in einer Menge von 20 bis 50 Gew. % der Lötmaske;

[0059] In einigen Ausführungsformen umfasst die Leuchtdioden-Baugruppe:

A. eine gefüllte Polyimidschicht, die eine erste und eine zweite Oberfläche aufweist, im Wesentlichen umfassend:

i) ein Polyimid in einer Menge von 50 bis 75 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht, welches abgeleitet ist aus:

a. mindestens 45 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid, auf der Grundlage eines gesamten Dianhydridgehalts des Polyimids, sowie

b. mindestens 50 Mol. % 2,2'-bis(Trifluoromethyl)benzidin, auf der Grundlage eines gesamten Diamingehalts des Polyimids;

ii) einen weiß pigmentierten partikulären Füllstoff mit einer gemittelten Partikelgröße unter 1,9 µm in einer Menge von 20 bis 50 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht;

B. auf mindestens der ersten Oberfläche der gefüllten Polyimidschicht gebildete elektrisch leitfähige Leiterbahnen;

C. mindestens eine an die erste Oberfläche der gefüllten Polyimidschicht oder die elektrisch leitfähigen Leiterbahnen gebundene Leuchtdiode;

D. eine die freiliegenden Flächen der Leuchtdiode sowie mindestens einen Teil der ersten Oberfläche der gefüllten Polyimidschicht abdeckende Einkapselung; und

E. eine Lötmaske, im Wesentlichen umfassend:

i) ein Polyimid in einer Menge von 50 bis 75 Gew. % der Lötmaske, welches abgeleitet ist aus:

a. mindestens 45 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid, auf der Grundlage eines gesamten Dianhydridgehalts des Polyimids, sowie

b. mindestens 50 Mol. % 2,2'-bis(Trifluoromethyl)benzidin, auf der Grundlage eines gesamten Diamingehalts des Polyimids;

ii) einen weiß pigmentierten partikulären Füllstoff mit einer gemittelten Partikelgröße unter 1,9 µm in einer Menge von 20 bis 50 Gew. % der Lötmaske;

[0060] In einer weiteren Ausführungsform umfasst die Leuchtdioden-Baugruppe:

A. eine gefüllte Polyimidschicht, die eine erste und eine zweite Oberfläche aufweist, umfassend;

i) ein Polyimid in einer Menge von 50 bis 75 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht, welches abgeleitet ist aus:

a. mindestens 45 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid, auf der Grundlage eines gesamten Dianhydridgehalts des Polyimids, sowie

b. mindestens 50 Mol. % 2,2'-bis(Trifluoromethyl)benzidin, auf der Grundlage eines gesamten Diamingehalts des Polyimids;

ii) einen weiß pigmentierten partikulären Füllstoff mit einer gemittelten Partikelgröße unter 1,9 µm in einer Menge von 20 bis 50 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht;

iii) Natriumaluminiumsulfosilikatpigment in einer Menge von 0,01 bis 1 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht;

B. auf mindestens der ersten Oberfläche der gefüllten Polyimidschicht gebildete elektrisch leitfähige Leiterbahnen;

C. mindestens eine an die erste Oberfläche der gefüllten Polyimidschicht oder die elektrisch leitfähigen Leiterbahnen gebundene Leuchtdiode;

D. eine die freiliegenden Flächen der Leuchtdiode sowie mindestens einen Teil der ersten Oberfläche der gefüllten Polyimidschicht abdeckende Einkapselung; und

E. eine Lötmaske, umfassend:

i) ein Polyimid in einer Menge von 50 bis 75 Gew. % der Lötmaske, welches abgeleitet ist aus:

a. mindestens 45 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid, auf der Grundlage eines gesamten Dianhydridgehalts des Polyimids, sowie

- b. mindestens 50 Mol. % 2,2'-bis(Trifluoromethyl)benzidin, auf der Grundlage eines gesamten Diamingehalts des Polyimids;
- ii) einen weiß pigmentierten partikulären Füllstoff mit einer gemittelten Partikelgröße unter 1,9 µm in einer Menge von 20 bis 50 Gew. % der Lötmaske; und
- iii) Natriumaluminiumsulfosilicatpigment in einer Menge von 0,01 bis 1 Gew. % der Lötmaske.

[0061] In einer weiteren Ausführungsform umfasst die Leuchtdioden-Baugruppe:

- A. eine gefüllte Polyimidschicht, die eine erste und eine zweite Oberfläche aufweist, im Wesentlichen umfassend:
 - i) ein Polyimid in einer Menge von 50 bis 75 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht, welches abgeleitet ist aus:
 - a. mindestens 45 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid, auf der Grundlage eines gesamten Dianhydridgehalts des Polyimids, sowie
 - b. mindestens 50 Mol. % 2,2'-bis(Trifluoromethyl)benzidin, auf der Grundlage eines gesamten Diamingehalts des Polyimids;
 - ii) einen weiß pigmentierten partikulären Füllstoff mit einer gemittelten Partikelgröße unter 1,9 µm in einer Menge von 20 bis 50 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht;
 - iii) Natriumaluminiumsulfosilicatpigment in einer Menge von 0,01 bis 1 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht;
- B. auf mindestens der ersten Oberfläche der gefüllten Polyimidschicht gebildete elektrisch leitfähige Leiterbahnen;
- C. mindestens eine an die erste Oberfläche der gefüllten Polyimidschicht oder die elektrisch leitfähigen Leiterbahnen gebundene Leuchtdiode;
- D. eine die freiliegenden Flächen der Leuchtdiode sowie mindestens einen Teil der ersten Oberfläche der gefüllten Polyimidschicht abdeckende Einkapselung; und
- E. eine Lötmaske, im Wesentlichen umfassend:
 - i) ein Polyimid in einer Menge von 50 bis 75 Gew. % der Lötmaske, welches abgeleitet ist aus:
 - a. mindestens 45 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid, bezogen auf einen gesamten Dianhydridgehalt des Polyimids, sowie
 - b. mindestens 50 Mol. % 2,2'-bis(Trifluoromethyl)benzidin, auf der Grundlage eines gesamten Diamingehalts des Polyimids;
 - ii) einen weiß pigmentierten partikulären Füllstoff mit einer gemittelten Partikelgröße unter 1,9 µm in einer Menge von 20 bis 50 Gew. % der Lötmaske; und
 - iii) Natriumaluminiumsulfosilicatpigment in einer Menge von 0,01 bis 1 Gew. % der Lötmaske.

[0062] In einigen Ausführungsformen handelt es sich beim weiß pigmentierten Füllstoff der gefüllten Polyimidschicht und der Lötmaske für eine beliebige der oben aufgeführten Ausführungsformen der LED-Baugruppe jeweils unabhängig voneinander um Titandioxid, oder aber es kann sich bei beiden um Titandioxid handeln.

[0063] In einer weiteren Ausführungsform werden das Polyimid der gefüllten Polyimidschicht und das Polyimid der Lötmaske für eine beliebige der oben beschriebenen Ausführungsformen der LED-Baugruppe unabhängig voneinander aus mindestens 50 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid bezogen auf einen gesamten Dianhydridgehalt des Polyimids abgeleitet. In einer weiteren Ausführungsform werden das Polyimid der gefüllten Polyimidschicht und das Polyimid der Lötmaske für eine beliebige der oben beschriebenen Ausführungsformen der LED-Baugruppe unabhängig voneinander aus 90 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid und 100 Mol. % 2,2'-bis(Trifluoromethyl)benzidin abgeleitet. In einer weiteren Ausführungsform werden das Polyimid der gefüllten Polyimidschicht und das Polyimid der Lötmaske für eine beliebige der oben beschriebenen Ausführungsformen der LED-Baugruppe unabhängig voneinander aus 100 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid und 100 Mol. % 2,2'-bis(Trifluoromethyl)benzidin abgeleitet.

[0064] In einer weiteren Ausführungsform, wenn das Polyimid aus mindestens 45 Gew. % 3,3',4,4'-Biphenyl-tetracarbonsäureanhydrid bezogen auf einen gesamten Dianhydridgehalt des Polyimids abgeleitet wird, wird das Polyimid außerdem aus nicht mehr als 55 Gew. % 4,4'-(Hexafluoroisopropyliden)diphthalsäureanhydrid (6FDA) bezogen auf den gesamten Dianhydridgehalt des Polyimids abgeleitet.

[0065] In einer weiteren Ausführungsform, wenn das Polyimid aus mindestens 45 Gew. % 3,3',4,4'-Biphenyl-tetracarbonsäureanhydrid bezogen auf einen gesamten Dianhydridgehalt des Polyimids abgeleitet wird, wird das Polyimid außerdem aus nicht mehr als 55 Gew. % Pyromellitdianhydrid bezogen auf den gesamten Dianhydridgehalt des Polyimids abgeleitet.

[0066] In noch einer weiteren Ausführungsform, wenn das Polyimid aus mindestens 45 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäureanhydrid bezogen auf einen gesamten Dianhydridgehalt des Polyimids abgeleitet wird, wird das Polyimid außerdem aus nicht mehr als 55 Gew. % 4,4'-Oxydiphthalsäureanhydrid (ODPA); 4,4'-(4,4'-Isopropylidendiphenoxy)bis(phthalsäureanhydrid) (BPADA); 2,3,3',4'-Biphenyltetracarbon-säuredianhydrid; 2,2',3,3'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid oder deren Gemischen bezogen auf den gesamten Dianhydridgehalt des Polyimids abgeleitet.

[0067] In noch einer weiteren Ausführungsform, wenn das Polyimid aus mindestens 45 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid bezogen auf einen gesamten Dianhydridgehalt des Polyimids abgeleitet wird, wird das Polyimid außerdem aus nicht mehr als 55 Gew. % Diphenylsulfontetracarbonsäure-dianhydrid (DSDA), 4,4'-Bisphenol-A-Dianhydrid, 1,2,3,4-Cyclobutan-tetracarbonsäuredianhydrid; (-)-[1S*,5R*,6S*]-1-3-Oxabicyclo[3.2.1]octan-2,4-dion-6-spiro-3-(tetrahydrofuran-2,5-dion); Bicyclo[2.2.2]oct-7-en-2,3,5,6-tetracarbonsäuredianhydrid; 9,9-disubstituierte Xantene oder deren Gemischen bezogen auf den gesamten Dianhydridgehalt des Polyimids abgeleitet.

Thermische Sicherungsdecke

[0068] Das sichtbare Licht ist die Hauptquelle der thermischen Energie im Weltraum. Thermische Sicherungsbeschichtungen (Decken) werden auf empfindliche Raumfahrzeug- oder Satellitkomponenten gelegt, um übermäßige Hitzebildung zu vermeiden. Im weiteren Sinne sind reflektive Stoffe für thermische Sicherungsdecken an sich bekannt; siehe z.B. die veröffentlichte US-Patentanmeldung 7,270,891 an Roth et al. und WO02/097829 an Long et al.

[0069] Herkömmliche thermische Sicherungsdecken können aus verschiedenen Gründen problematisch sein, z.B. unzureichende Reflexion, schlechte Haftung, komplizierte Strukturen, teure Metalle oder Polymere, Polymere mit niedriger Tg und/oder hohem CTE, was für den Einsatz in womöglich extremen Wärmeumgebungen im Weltraum bei der Belichtung mit Sonnenlicht unerwünscht ist. Obwohl weißes Polyethylenterephthalat gute Reflexion aufweist, kann es langfristiger Exposition in niedrigen Umlaufbahnen im Weltraum nicht standhalten; siehe „Changes in Optical and Thermal Properties of the MISSE 2 PEACE Polymers and Spacecraft Silicones“, Waters et al.; 11th International Symposium on Materials in Space Environment, Sept 15-18 2009, Aix en Provence, Frankreich. Mehrschichtige Beschichtungen oder Lamine können aufgrund der schlechten Haftung zwischen den Schichten, der erhöhten Kosten aufgrund komplizierterer Herstellung sowie der zusätzlichen Materialkosten problematisch sein. Ebenfalls wünschenswert ist es, das Einheitsgewicht der thermischen Sicherungsdecke zu reduzieren. Damit besteht ein Bedarf nach kostengünstigeren, verbesserten thermischen Sicherungsdecken.

[0070] Bei einer erfindungsgemäßen Ausführungsform handelt es sich um eine thermische Sicherungsdecke, die eine gefüllte Polyimidschicht umfasst. Die gefüllte Polyimidschicht besteht im Wesentlichen aus Polyimid, einem weiß pigmentierten partikulären Füllstoff und einem elektrisch leitfähigen Füllstoff. Das Polyimid liegt in einer Menge vor, die zwischen zwei der nachfolgend aufgezählten Zahlen liegt und diese mit umfasst: 50, 55, 60, 65, 70 und 75 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht. In einigen Ausführungsformen liegt das Polyimid in einer Menge von 50 bis 75 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht vor. Der weiß pigmentierte partikuläre Füllstoff liegt in einer Menge vor, die zwischen zwei der nachfolgend aufgezählten Zahlen liegt und diese mit umfasst: 20, 25, 30, 35, 40, 45 und 50 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht. In einigen Ausführungsformen liegt der weiß pigmentierte partikuläre Füllstoff in einer Menge von 20 bis 50 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht vor. In einigen Ausführungsformen handelt es sich beim Füllstoff um Titandioxid.

[0071] Der elektrisch leitfähige Füllstoff liegt in einer Menge vor, die zwischen zwei der nachfolgend aufgeführten Zahlen liegt und diese mit umfasst: 2, 3, 4 und 5 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht. In einigen Ausführungsformen liegt der elektrisch leitfähige Füllstoff in einer Menge von 2 bis 5 Gew. % der gefüllten

Polyimidschicht vor. In einigen Ausführungsformen wird der elektrisch leitfähige Füllstoff aus der Gruppe gewählt, die Kohlenstoff, Ruß, Graphit, Metallpartikeln und deren Gemische umfasst. Der elektrisch leitfähige Füllstoff verleiht der gefüllten Polyimidschicht eine hinreichende elektrische Leitfähigkeit, um die Entladung der elektrostatischen Ladung zu ermöglichen, was schädliche Schnellentladungen vermeidet.

[0072] Bei einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform handelt es sich um eine thermische Sicherungsdecke, die eine gefüllte Polyimidschicht umfasst, wobei die gefüllte Polyimidschicht im Wesentlichen aus den nachfolgenden Elementen besteht:

A. ein Polyimid in einer Menge von 50 bis 75 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht, welches abgeleitet ist aus:

- a) a. mindestens 45 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid, auf der Grundlage eines gesamten Dianhydridgehalts des Polyimids,
- b) b. mindestens 50 Mol. % 2,2'-bis(Trifluoromethyl)benzidin, auf der Grundlage eines gesamten Diamingehalts des Polyimids; sowie

B. ein weiß pigmentierter partikulärer Füllstoff in einer Menge von 20 bis 50 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht mit einer gemittelten Partikelgröße unter 1,5 µm;

C. ein elektrisch leitfähiger Füllstoff in einer Menge von 2 bis 5 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht. Die thermische Sicherungsdecke weist eine nach ASTM E308 [10° Beobachter und Leuchtmittel D65] ermittelte L-Farbe von mindestens 85 sowie eine nach ASTM E1164 ermittelte Reflexion von mindestens 80 % auf.

[0073] In einigen Ausführungsformen wird das Polyimid abgeleitet aus

- a) a. mindestens 50 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid, auf der Grundlage eines gesamten Dianhydridgehalts des Polyimids,
- b) b. mindestens 50 Mol. % 2,2'-bis(Trifluoromethyl)benzidin bezogen auf einen gesamten Diamingehalt des Polyimids. In einigen Ausführungsformen handelt es sich beim Füllstoff um Titandioxid.

[0074] In einer Ausführungsform wird das Polyimid für die thermische Sicherungsdecke aus 90 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid (BPDA) und 100 Mol. % 2,2'-bis(Trifluoromethyl)benzidin (TFMB) abgeleitet, und beim weiß pigmentierten partikulären Füllstoff handelt es sich um Titandioxid. In einer weiteren Ausführungsform wird das Polyimid für die thermische Sicherungsdecke aus 100 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid (BPDA) und 100 Mol. % 2,2'-bis(Trifluoromethyl)benzidin (TFMB) abgeleitet, und beim weiß pigmentierten partikulären Füllstoff handelt es sich um Titandioxid. In einer weiteren Ausführungsform wird das Polyimid der thermischen Sicherungsdecke außerdem aus nicht mehr als 55 Gew. % 4,4'-Oxydiphthalsäureanhydrid (ODPA); 4,4'-(4,4'-Isopropylidendiphenoxy)bis(phthal-säureanhydrid) (BPADA); 2,3,3',4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid; 2,2',3,3'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid oder deren Gemischen bezogen auf einen gesamten Dianhydridgehalt des Polyimids abgeleitet. In noch einer weiteren Ausführungsform wird das Polyimid der thermischen Sicherungsdecke außerdem aus nicht mehr als 55 Gew. % Diphenylsulfontetracarbonsäuredianhydrid (DSDA), 4,4'-Bisphenol-A-Dianhydrid, 1,2,3,4-Cyclobutantetracarbonsäuredianhydrid; (-)-[1 S*,5R*,6S*]-3-Oxabicyclo[3.2.1]octan-2,4-dion-6-spiro-3-(tetrahydrofuran-2,5-dion); Bicyclo[2.2.2]oct-7-en-2,3,5,6-tetracarbonsäuredianhydrid; 9,9-disubstituierte Xantene oder deren Gemischen bezogen auf den gesamten Dianhydridgehalt des Polyimids abgeleitet. In noch einer weiteren Ausführungsform wird das Polyimid der thermischen Sicherungsdecke außerdem aus nicht mehr als 55 Gew. % 4,4'-(Hexafluoroisopropyliden)diphthalsäureanhydrid (6FDA) bezogen auf einen gesamten Dianhydridgehalt des Polyimids abgeleitet. In einer weiteren Ausführungsform wird das Polyimid der thermischen Sicherungsdecke außerdem aus nicht mehr als 55 Gew. % Pyromellitsäuredianhydrid bezogen auf einen gesamten Dianhydridgehalt des Polyimids abgeleitet. In noch einer weiteren Ausführungsform wird das Polyimid der thermischen Sicherungsdecke außerdem aus nicht mehr als 50 Mol. % trans-1,4-Diaminocyclohexan 3,5-diaminobenzotrifluorid; 2-(Trifluoromethyl)-1,4-phenylen diamin; 1,3-Diamino-2,4,5,6-tetrafluorobenzol; 2,2-bis(3-Aminophenyl) 1,1,1,3,3,3-hexafluoropropan; 2,2'-bis-(4-Aminophenyl)-hexafluoropropan (6F diamin); 3,4'-Oxydianilin (3,4'-ODA), m-Phenylen diamin (MPD), 4,4-bis(Trifluoromethoxy)benzidin, 3,3'-Diamino-5,5'-trifluoromethylbiphenyl, 3,3'-Diamino-6,6'-trifluoromethylbiphenyl, 3,3'-bis(Trifluoromethyl)benzidin; 2,2-Bis[4-(4-Aminophenoxy)phenyl]hexafluoropropan (4-BDAF), 4,4'-Diaminodiphenylsulfid (4,4'-DDS); 3,3'-Diaminodiphenylsulfon (3,3'-DDS); 4,4'-Diaminodiphenylsulfon; 2,2'-bis(Dimethyl)benzidin; 3,3'-bis(Dimethyl)benzidin; 4,4'-Trifluoromethyl-2,2'-diaminobiphenyl oder deren Gemischen bezogen auf den gesamten Diamingehalt des Polyimids abgeleitet.

[0075] Die erfindungsgemäße thermische Sicherungsdecke weist eine hohe Reflexion auf. Deshalb sind zusätzliche reflektive Schichten wie Silikon oder Germanium nicht erforderlich, um eine hohe Reflexion zu erzielen. Die erfindungsgemäße thermische Sicherungsdecke vereinfacht die Struktur, die Herstellung, und kann auch das Gewicht reduzieren.

[0076] Die thermische Sicherungsdecke weist typischerweise mechanische Eigenschaften auf, die den aus halbaromatischen Polymeren hergestellten Folien überlegen sind. Aromatische Polymere weisen typischerweise eine bessere UV-Stabilität sowie bessere mechanische Eigenschaften wie Modul oder Dehnung auf. Je höher der Modul (Stärke), desto dünner kann die Folie sein. Dünnerne Folien ermöglichen die Herstellung kleinerer Komponenten mit niedrigeren Kosten. Ein höherer Modul und eine höhere Dehnung ermöglichen den Einsatz einer Folie in dynamischen Biegungsanwendungen. Aromatische Polymere halten typischerweise höheren Temperaturen ohne Abbau stand. Die Exposition gegenüber hohen Temperaturen kann kontinuierlich oder kumulativ sein (ein paar Stunden auf einmal im Laufe mehrerer Einsätze).

[0077] In einigen Ausführungsformen hat die thermische Sicherungsdecke einen Modul von mindestens 500 kpsi (35162 kg/cm²). In einigen Ausführungsformen hat die thermische Sicherungsdecke einen Modul von mindestens 900 kpsi (63291 kg/cm²). Das Zugmodul wird per ASTM D-882 ermittelt.

[0078] Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass das Polyimid vor der Zugabe des Pigments einen niedrigen Farbton aufweist. So ergibt sich durch die Zugabe des Füllstoffs eine thermische Sicherungsdecke mit:

- i) einer L-Farbe von mindestens 85. In einigen Ausführungsformen hat die thermische Sicherungsdecke eine L-Farbe von mindestens 90. Die L-Farbe nach CIE 1976 ist ein per ASTM E308 [10 ° Beobachter und Leuchtmittel D65] ermittelter (L*, a*, b*) Farbraum. Eine L-Farbe von 100 gilt als echtweiß.
- ii) einer Reflexion von mindestens 80 %. In einigen Ausführungsformen hat die thermische Sicherungsdecke eine Reflexion von mindestens 85 %. Die Reflexion wird nach ASTM E1164 ermittelt. Außerdem wird weniger weiß pigmentierter partikularer Füllstoff benötigt, um die L-Farbe sowie die Reflexion zu erzielen, was die guten mechanischen Eigenschaften aufrechterhält.

[0079] Weitere Vorteile der erfindungsgemäßen thermischen Sicherungsdecke bestehen darin, dass die Reflexion und der Farbton während der Wärmealterung aufrechterhalten werden, und dass sie einer Exposition in einer niedrigen Umlaufbahn langfristig standhalten kann.

[0080] Wünschenswert ist, dass eine thermische Sicherungsdecke eine Sonnenreflexion größer als 60 %, eine Strahlungsabsorptionszahl kleiner als 20 % und eine Sonnentransmissivität kleiner als 30 % jeweils per ASTM E1105 (Luftmasse-0, nahezu normale Inzidenz ($\leq 15^\circ$)), durchschnittlich zwei Orientierungen auf der Ebene) aufweist. Außerdem ist wünschenswert, dass eine thermische Sicherungsdecke eine Infrarotreflexion kleiner als 20 %, einen Infrarot-Emissionsgrad größer als 80 % und eine Infrarot-Transmissivität kleiner als 5 % jeweils per ASTM E408 (300K Schwarzkörpergewichtung, nahezu normale Inzidenz ($\leq 15^\circ$)), durchschnittlich zwei Orientierungen auf der Ebene) aufweist. Die erfindungsgemäße thermische Sicherungsdecke weist eine Sonnenreflexion von 65 %, eine Strahlungsabsorptionszahl von 15 % und eine Sonnentransmissivität von 20 % jeweils per ASTM E1105 (Luftmasse-0, nahezu normale Inzidenz ($\leq 15^\circ$)), durchschnittlich zwei Orientierungen auf der Ebene) auf. Außerdem ist wünschenswert, dass die erfindungsgemäße thermische Sicherungsdecke eine Infrarotreflexion von 17 %, einen Infrarot-Emissionsgrad von 83 % und eine Infrarot-Transmissivität von 0 % jeweils per ASTM E408 (300K Schwarzkörpergewichtung, nahezu normale Inzidenz ($\leq 15^\circ$)), durchschnittlich zwei Orientierungen auf der Ebene) aufweist. So funktioniert die erfindungsgemäße thermische Sicherungsdecke mindestens so gut wie oder gar besser als die herkömmlichen thermischen Sicherungsdecken.

[0081] Die gefüllte Polyimidschicht der thermischen Sicherungsdecke kann wahlweise verstärkende Füllstoffe oder sonstige Zusatzstoffe umfassen, solange diese die Vorteile der erfindungsgemäßen thermischen Sicherungsdecke nicht negativ beeinflussen. In einigen Ausführungsformen sind Beispiele der Zusatzstoffe, die die Vorteile der erfindungsgemäßen thermischen Sicherungsdecke negativ beeinflussen insbesondere schwarze Pigmente in einer Menge über 5 Gew. % oder Mattierungsmittel. In einigen Ausführungsformen kann die Menge des elektrisch leitfähigen Füllstoffs feinabgestimmt werden, um ein Potential für elektrostatische Entladungen mit nur geringen Veränderungen hinsichtlich der Reflexion zu gewähren. In einigen Ausführungsformen können geringe Mengen an blauem Pigment hinzugegeben werden. In geringen Mengen verstärkt das blaue Pigment die weiße Farbe visuell und/oder gleicht diese aus. In einigen Ausführungsformen können blaue Pigmente wie Cobalt-, Eisen-, Aluminiumpigmente oder deren Gemische eingesetzt werden. In einer Ausführungsform werden Aluminiumpigmente eingesetzt. In einigen Ausführungsformen umfasst

die gefüllte Polyimidschicht außerdem im Wesentlichen Natriumaluminiumsulfosilicatpigment (Ultramarin) in einer Menge, die zwischen zwei der nachfolgenden Werte liegt und diese wahlweise mit umfasst: 0,01, 0,05, 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9 und 1 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht. In einigen Ausführungsformen umfasst die gefüllte Polyimidschicht außerdem im Wesentlichen Natriumaluminiumsulfosilicatpigment (Ultramarin) in einer Menge von 0,01 bis 1 Gew. % der gefüllten Polyimidfolie.

[0082] In einigen Ausführungsformen wird die thermische Sicherungsdecke an ein Substrat gebunden. In einigen Ausführungsformen handelt es sich beim Substrat um ein Metall. In einer weiteren Ausführungsform handelt es sich beim Substrat um ein Polymer. In einigen Ausführungsformen kann die thermische Sicherungsdecke direkt mittels Laminierung oder Coextrusion an ein Substrat gebunden. In einigen Ausführungsformen wird ein Klebstoff eingesetzt, um die thermische Sicherungsdecke mit dem Substrat zu verkleben. In einigen Ausführungsformen handelt es sich bei der Klebstoffschicht um ein Epoxidharz. In einer Ausführungsform besteht die Klebstoffschicht aus einem Epoxidharz und einem Härtemittel, und enthält wahlweise auch zusätzliche Komponenten je nach den gewünschten Eigenschaften, z.B. ein elastomeres Verstärkungsadditiv, Abbindebeschleuniger, Füllstoff, Flammschutzmittel. In einigen Ausführungsformen wird das Epoxidharz aus der Gruppe von Epoxidharz vom Typ Bisphenol A, Bisphenol F, Bisphenol S, Phenolnovolac, Cresolnovolac, Biphenyl, Biphenylaralkyl, Aralkyl, Dicyclopentadien, multifunktionelles Epoxidharz, Epoxidharz auf Naphthalenbasis, phosphorhaltigem Epoxidharz, kautschukmodifiziertem Epoxidharz und deren Gemischen gewählt.

[0083] In einer anderen Ausführungsform handelt es sich bei der Klebstoffschicht um einen Acryl- oder Methacrylklebstoff (i.F. „(Meth-)Acryl-“). In einigen Ausführungsformen handelt es sich bei der Klebstoffschicht um einen druckempfindlichen (Meth-)Acrylklebstoff. Druckempfindliche (Meth-)Acrylklebstoffe werden generell im Wege der Copolymerisierung einer geeigneten (Meth-)Acrylsäure mit Alkylestern hergestellt und können zur Einstellung der Eigenschaften erwünschtenfalls geeignete Klebrigmacher, Plastifikatoren und sonstige Zusatzstoffe enthalten. Druckempfindliche (Meth-)Acrylklebstoffe sind hinreichend bekannt; auf eine ausführliche Beschreibung wird vorliegend verzichtet.

[0084] In einer weiteren Ausführungsform kann ein (Metallocid-)Haftvermittler auf die thermische Sicherungsdecke angewendet werden, um die Haftung der thermischen Sicherungsdecke am Substrat zu verstärken. Der Klebstoff bzw. Haftvermittler kann auf eine oder beide Seiten der thermischen Sicherungsdecke mittels Vakuumbeschichtung, Atomic-Layer-Deposition oder Plasmaabscheidung aufgetragen werden. In einigen Ausführungsformen umfasst die thermische Sicherungsdecke außerdem eine Klebstoffschicht auf mindestens einer Seite der thermischen Sicherungsdecke. In einer weiteren Ausführungsform umfasst die thermische Sicherungsdecke außerdem eine Haftvermittlerschicht auf mindestens einer Seite der thermischen Sicherungsdecke. In einigen Ausführungsformen umfasst die thermische Sicherungsdecke außerdem einen Klebstoff auf mindestens einer Seite der thermischen Sicherungsdecke, wobei es sich beim Klebstoff um einen Epoxid-, Acryl- oder Methacrylklebstoff handelt. In einigen Ausführungsformen umfasst die thermische Sicherungsdecke außerdem eine Klebstoffschicht auf mindestens einer Seite der thermischen Sicherungsdecke.

[0085] Erfindungsgemäß umfasst die thermische Sicherungsdecke eine gefüllte Polyimidschicht, umfassend:

- A. ein Polyimid in einer Menge von 50 bis 75 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht, welches abgeleitet ist aus:
 - a) a. mindestens 45 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid, auf der Grundlage eines gesamten Dianhydridgehalts des Polyimids,
 - b) b. mindestens 50 Mol. % 2,2'-bis(Trifluoromethyl)benzidin, auf der Grundlage eines gesamten Diamingehalts des Polyimids; sowie
- B. einen weiß pigmentierten partikulären Füllstoff in einer Menge von 20 bis 50 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht mit einer gemittelten Partikelgröße unter 1,5 µm;
- C. einen elektrisch leitfähigen Füllstoff in einer Menge von 2 bis 5 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht, wobei die thermische Sicherungsdecke eine nach ASTM E308 [10° Beobachter und Leuchtmittel D65] ermittelte L-Farbe von mindestens 85 sowie eine nach ASTM E1164 ermittelte Reflexion von mindestens 80 % aufweist.

[0086] In einigen Ausführungsformen umfasst die thermische Sicherungsdecke eine gefüllte Polyimidschicht, im Wesentlichen umfassend:

A. ein Polyimid in einer Menge von 50 bis 75 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht, welches abgeleitet ist aus:

a) a. mindestens 45 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid, auf der Grundlage eines gesamten Dianhydridgehalts des Polyimids,

b) b. mindestens 50 Mol. % 2,2'-bis(Trifluoromethyl)benzidin, auf der Grundlage eines gesamten Diamingehalts des Polyimids; sowie

B. einen weiß pigmentierten partikulären Füllstoff in einer Menge von 20 bis 50 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht mit einer gemittelten Partikelgröße unter 1,5 µm;

C. einen elektrisch leitfähigen Füllstoff in einer Menge von 2 bis 5 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht,

wobei die thermische Sicherungsdecke eine nach ASTM E308 [10° Beobachter und Leuchtmittel D65] ermittelte L-Farbe von mindestens 85 sowie eine nach ASTM E1164 ermittelte Reflexion von mindestens 80 % aufweist.

[0087] In einigen Ausführungsformen umfasst die thermische Sicherungsdecke eine gefüllte Polyimidschicht, im Wesentlichen umfassend:

A. ein Polyimid in einer Menge von 50 bis 75 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht, welches abgeleitet ist aus:

a) a. mindestens 45 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid, auf der Grundlage eines gesamten Dianhydridgehalts des Polyimids,

b) b. mindestens 50 Mol. % 2,2'-bis(Trifluoromethyl)benzidin, auf der Grundlage eines gesamten Diamingehalts des Polyimids; sowie

B. einen weiß pigmentierten partikulären Füllstoff in einer Menge von 20 bis 50 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht mit einer gemittelten Partikelgröße unter 1,5 µm;

C. einen elektrisch leitfähigen Füllstoff, der in einer Menge von 2 bis 5 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht vorliegt;

D. ein Natriumaluminiumsulfosilicatpigment in einer Menge von 0,01 bis 1 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht,

wobei die thermische Sicherungsdecke eine nach ASTM E308 [10° Beobachter und Leuchtmittel D65] ermittelte L-Farbe von mindestens 85 sowie eine nach ASTM E1164 ermittelte Reflexion von mindestens 80 % auf.

[0088] In einigen Ausführungsformen umfasst die thermische Sicherungsdecke eine gefüllte Polyimidschicht, im Wesentlichen umfassend:

A. ein Polyimid in einer Menge von 50 bis 75 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht, welches abgeleitet ist aus:

a) a. mindestens 45 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid, auf der Grundlage eines gesamten Dianhydridgehalts des Polyimids,

b) b. mindestens 50 Mol. % 2,2'-bis(Trifluoromethyl)benzidin, auf der Grundlage eines gesamten Diamingehalts des Polyimids; sowie

B. einen weiß pigmentierten partikulären Füllstoff in einer Menge von 20 bis 50 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht mit einer gemittelten Partikelgröße unter 1,5 µm;

C. einen elektrisch leitfähigen Füllstoff in einer Menge von 2 bis 5 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht, der aus der Gruppe von Kohlenstoff, Ruß, Graphit, Metallpartikeln und deren Gemischen gewählt ist,

wobei die thermische Sicherungsdecke eine nach ASTM E308 [10° Beobachter und Leuchtmittel D65] ermittelte L-Farbe von mindestens 85 sowie eine nach ASTM E1164 ermittelte Reflexion von mindestens 80 % aufweist.

[0089] In einigen Ausführungsformen umfasst die thermische Sicherungsdecke eine gefüllte Polyimidschicht, umfassend:

A. ein Polyimid in einer Menge von 50 bis 75 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht, welches abgeleitet ist aus:

a) mindestens 45 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid, auf der Grundlage eines gesamten Dianhydridgehalts des Polyimids,

b) mindestens 50 Mol. % 2,2'-bis(Trifluoromethyl)benzidin, auf der Grundlage eines gesamten Diamingehalts des Polyimids; sowie

B. weiß pigmentierten partikulären Füllstoff in einer Menge von 20 bis 50 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht mit einer gemittelten Partikelgröße unter 1,5 µm;

C. einen elektrisch leitfähigen Füllstoff in einer Menge von 2 bis 5 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht, der aus der Gruppe von Kohlenstoff, Ruß, Graphit, Metallpartikeln und deren Gemischen gewählt ist,

wobei die thermische Sicherungsdecke eine nach ASTM E308 [10° Beobachter und Leuchtmittel D65] ermittelte L-Farbe von mindestens 85 sowie eine nach ASTM E1164 ermittelte Reflexion von mindestens 80 % auf, wobei die thermische Sicherungsdecke außerdem umfasst i). Ein Klebstoff auf mindestens einer Seite der thermischen Decke, wobei es sich beim Klebstoff um einen Epoxid-, Acryl- oder Methacrylklebstoff handelt ii). eine Metalloxid-Haftvermittlerschicht auf mindestens einer Seite der thermischen Sicherungsdecke.

[0090] In einigen Ausführungsformen umfasst die thermische Sicherungsdecke eine gefüllte Polyimidschicht, im Wesentlichen umfassend:

A. ein Polyimid in einer Menge von 50 bis 75 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht, welche abgeleitet ist aus:

a) a. mindestens 45 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid, auf der Grundlage eines gesamten Dianhydridgehalts des Polyimids,

b) b. mindestens 50 Mol. % 2,2'-bis(Trifluoromethyl)benzidin, auf der Grundlage eines gesamten Diamingehalts des Polyimids; sowie

B. einen weiß pigmentierten partikulären Füllstoff in einer Menge von 20 bis 50 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht mit einer gemittelten Partikelgröße unter 1,5 µm ;

C. einen elektrisch leitfähigen Füllstoff in einer Menge von 2 bis 5 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht, der aus der Gruppe von Kohlenstoff, Ruß, Graphit, Metallpartikeln und deren Gemischen gewählt ist,

wobei die thermische Sicherungsdecke eine nach ASTM E308 [10° Beobachter und Leuchtmittel D65] ermittelte L-Farbe von mindestens 85 sowie eine nach ASTM E1164 ermittelte Reflexion von mindestens 80 % auf, wobei die thermische Sicherungsdecke außerdem umfasst i) einen Klebstoff auf mindestens einer Seite der thermischen Decke, wobei es sich beim Klebstoff um einen Epoxid-, Acryl- oder Methacrylklebstoff handelt, ii) eine Metalloxid-Haftvermittlerschicht auf mindestens einer Seite der thermischen Sicherungsdecke.

[0091] In einigen Ausführungsform ist der weiß pigmentierte partikuläre Füllstoff für alle oben beschriebenen Ausführungen der thermischen Sicherungsdecke Titandioxid.

[0092] In einer weiteren Ausführungsform wird das Polyimid für eine beliebige der oben beschriebenen Ausführungsformen der thermischen Sicherungsdecke aus mindestens 50 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid bezogen auf einen gesamten Dianhydridgehalt des Polyimids abgeleitet. In einer weiteren Ausführungsform wird das Polyimid für eine beliebige der oben beschriebenen Ausführungsformen der thermischen Sicherungsdecke aus 90 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid und 100 Mol. % 2,2'-bis(Trifluoromethyl)benzidin abgeleitet. In einer weiteren Ausführungsform wird das Polyimid für eine beliebige der oben beschriebenen Ausführungsformen der thermischen Sicherungsdecke aus 100 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid und 100 Mol. % 2,2'-bis(Trifluoromethyl)benzidin abgeleitet.

[0093] In einer weiteren Ausführungsform, wenn das Polyimid aus mindestens 45 Gew. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäureanhydrid bezogen auf einen gesamten Dianhydridgehalt des Polyimids abgeleitet wird, wird das Polyimid außerdem aus nicht mehr als 55 Gew. % 4,4'-(Hexafluoroisopropyliden)diphthalsäureanhydrid (6FDA) bezogen auf den gesamten Dianhydridgehalt des Polyimids abgeleitet.

[0094] In einer weiteren Ausführungsform, wenn das Polyimid aus mindestens 45 Gew. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäureanhydrid bezogen auf einen gesamten Dianhydridgehalt des Polyimids abgeleitet wird, wird

das Polyimid außerdem aus nicht mehr als 55 Gew. % Pyromellittianhydrid bezogen auf den gesamten Dianhydridgehalt des Polyimids abgeleitet.

[0095] In noch einer weiteren Ausführungsform, wenn das Polyimid aus mindestens 45 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäureanhydrid bezogen auf einen gesamten Dianhydridgehalt des Polyimids abgeleitet wird, wird das Polyimid außerdem aus nicht mehr als 55 Gew. % 4,4'-Oxydiphthalsäureanhydrid (ODPA); 4,4'-(4,4'-Isopropylidendiphenoxy)bis(phthalsäureanhydrid) (BPADA); 2,3,3',4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid; 2,2',3,3'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid oder deren Gemischen bezogen auf den gesamten Dianhydridgehalt des Polyimids abgeleitet.

[0096] In noch einer weiteren Ausführungsform, wenn das Polyimid aus mindestens 45 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid bezogen auf einen gesamten Dianhydridgehalt des Polyimids abgeleitet wird, wird das Polyimid außerdem aus nicht mehr als 55 Gew. % Diphenylsulfontetracarbonsäuredianhydrid (DSDA), 4,4'-Bisphenol-A-Dianhydrid, 1,2,3,4-Cyclobutantetracarbonsäuredianhydrid; (-)-[1 S*,5R*,6S*]-3-Oxabicyclo[3.2.1]octan-2,4-dion-6-spiro-3-(tetrahydrofuran-2,5-dion); Bicyclo[2.2.2]oct-7-en-2,3,5,6-tetracarbonsäuredianhydrid; 9,9-disubstituierte Xantene oder deren Gemischen bezogen auf den gesamten Dianhydridgehalt des Polyimids abgeleitet.

[0097] Sämtliche Veröffentlichungen, Patentanmeldungen, Patentschriften und sonstigen vorliegend erwähnten Werke gelten volumnäßig als Bestandteile dieser Patentschrift. Sofern nicht anders definiert, haben alle vorliegend verwendeten technischen und wissenschaftlichen Begriffe die Bedeutung, die dem allgemeinen Verständnis des Fachmannes auf dem erfindungsrelevanten Fachgebiet entspricht. Im Falle von Konflikten gilt der Inhalt der vorliegenden Patentschrift, insbesondere die Definitionen.

[0098] Obwohl Methoden und Materialien, die den vorliegend beschriebenen ähnlich sind oder diesen entsprechen, bei der Ausführung bzw. Untersuchung der vorliegenden Erfindung verwendet werden können, werden vorliegend geeignete Methoden und Materialien beschrieben.

BEISPIELE

[0099] Die vorliegenden Materialien, Methoden und Beispiele dienen lediglich der Veranschaulichung, und sind nicht als Beschränkung aufzufassen, sofern nichts anderes ausdrücklich angegeben wird. Obwohl Methoden und Materialien, die den vorliegend beschriebenen ähnlich sind oder diesen entsprechen, bei der Ausführung bzw. Untersuchung der vorliegenden Erfindung verwendet werden können, werden vorliegend geeignete Methoden und Materialien beschrieben.

[0100] Im nachfolgenden Stichwortverzeichnis werden die Namen und Kürzel jedes Bestandteils aufgeführt:

Metallisiertes PET: Mylar® Polyesterfolie, beidseitig mit Aluminium metallisiert 2,0 mil (50,8 µm) erhältlich bei DuPont-Tejin Films

Aramica®: Polyaramidfolie 0,17 mil (4,3 µm) erhältlich bei Teijin Advanced Film Co.

Weiß Lötmaske: SSR-6300S flüssige fotostrukturierbare Lötstopptinte, erhältlich bei San-Ei Kagaku Co. Ltd., Japan

Kapton® 50EN: Polyimidfolie mit 0,50 mil weißer Epoxidbeschichtung, erhältlich bei Toray-DuPont Company, Ltd. Japan

Weiße PET: Mylar®300XWH11 von DuPont Teijin Films U.S.

[0101] Die L-Farbe nach CIE 1976 ist ein per ASTM E308 [10 ° Beobachter und Leuchtmittel D65] ermittelter (L^* , a^* , b^*) Farbraum ($L^*=0$ ergibt Schwarz, $L^*=100$ ergibt diffuses Weiß).

[0102] Reflexion (prozentuale Reflexion) wurde per ASTM E1164 (400-700 nm in 10nm Abständen) ermittelt. HunterLabs ColorQuest XE. D65/10 Leuchtmittel/Beobachter. Durchschnittlich drei Messungen pro Probe.

[0103] Das Zugmodul wurde per ASTM D-882 ermittelt.

[0104] Die Dehnung wurde per ASTM D-882 ermittelt.

[0105] Der Widerstand der Lötmasse wurde per IPC TM 650, Methode 2.4.13A ermittelt.

[0106] Die Partikelgröße wird mit einem LA-930 Laserscatter-Partikelmessgerät ermittelt.

Beispiel 1:

[0107] Beispiel 1 zeigt, dass die erfindungsgemäße gefüllte Polyimidschicht eine höhere Reflexion und L-Farbe gegenüber den anderen Polyimiden mit derselben Menge an Titandioxid aufweist.

[0108] Ein basisches Polyamidsäure-Vorpolymer wird durch Polymerisieren von 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid [BPDA] mit 2,2'bis(Trifluoromethyl)benzidin [TFMB] auf etwa 100 Poise bei 23 Gew. % Polyamidsäure-Festkörper in N,N'-Dimethylacetamid [DMAc] hergestellt. Ein Teil dieses Vorpolymers wird beiseitegelegt, um die Titandioxid-Aufschlämmung herzustellen. Die übrige Vorpolymerlösung wird kettenverlängert unter Zugabe einer stöchiometrischen Menge von 6 Gew. % PMDA-Lösung in DMAc oder alternativ einer gleichwertigen stöchiometrischen Menge BPDA-Festkörper, damit die resultierende Lösung eine Viskosität von etwa 3000 Poise aufweist.

[0109] Es wird eine Titandioxid-Aufschlämmung hergestellt, die aus 58 Gew. % DMAc, 6,4 Gew. % BPDA/TFMB-Polyamidsäure-Vorpolymerlösung (hergestellt nach dem obigen Verfahren) (23 Gew. % Lösung in DMAc), 35 Gew. % Titandioxidpulver (DuPont TiPure® R-706) und 0,05 Gew. % anorganisches Ultramarinblau-Pigment (Nubicoat HWR von Nubiola) besteht. Die Bestandteile werden in einer Hochgeschwindigkeits-Rotor-Stator-Dispersionsmühle gründlich vermischt. Die mittlere Partikelgröße der Aufschlämmung beträgt 1,2 µm.

32 kg der Titandioxid-Aufschlämmung wird 191 kg BPDA/TFMB-Polyamidsäurelösung (23 Gew. % Polyamidsäure-Festkörper in DMAc) in einem 50-Gallonen-Tank beige mischt.

[0110] Die Aufschlämmung kann einer fertiggestellten Polyamidsäurelösung mit einer Viskosität von 3000 Poise, oder alternativ einer Vorpolymerlösung beige mischt werden und anschließend mit einer stöchiometrischen Menge von 6 Gew. % PMDA-Lösung in DMAc oder einer gleichwertigen stöchiometrischen Menge an BPDA-Festkörpern kettenverlängert, damit die resultierende Lösung eine Viskosität von -3000 aufweist. Der Tank ist mit drei unabhängig gesteuerten Rührwerkswellen ausgerüstet: Ein Ankermischer mit niedriger Geschwindigkeit, ein Hochgeschwindigkeits-Scheibendispersgierer und einem schnellen Rotor-Stator-Emulgator. Die Geschwindigkeiten des Ankers, Dispersgierers und Emulgators werden nach Bedarf eingestellt, um für effizientes Mischen und Dispersieren zu sorgen, ohne das Gemisch zu überhitzen. Die Temperatur des Gemisches wird ferner von durch den Mantel des Mischtanks fließendes gekühltes Ethylenglykol eingestellt. Die fertiggestellte Lösung wird durch einen 20 µm Beutelfilter filtriert und vakument gast, um eingeschlossene Luft zu entfernen. Das fertiggestellte Polymer-/Titandioxidgemisch wurde auf etwa -6 °C gekühlt, die Umwandlungsschemikalien Essigsäureanhydrid und 3-Picolin wurde in einen Mischer dosiert, und eine Folie wurde mit einer Düse auf eine 90 °C rotierende Trommel gegossen. Die resultierende Gelfolie wurde von der Trommel abgestreift und in einen Spannrahmenofen eingespeist, wo sie mit konvektiver Luft auf 60-75 Gew. % Festkörper getrocknet wurde und auf mehr als 98 % Festkörper mit Strahlungsheizung ausgehärtet. Die Ergebnisse sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

Beispiel 2:

[0111] Beispiel 2 zeigt, dass die erfindungsgemäße gefüllte Polyimidschicht eine höhere Reflexion und L-Farbe gegenüber den anderen Polyimiden ohne niedrigen Farbton und mit derselben Menge an Titandioxid aufweist.

[0112] Wie im Beispiel 1 wird basisches Polyamidsäurevorpolymer hergestellt. Es wird eine Titandioxid-Aufschlämmung hergestellt, die aus 58 Gew. % DMAc, 6,4 Gew. % BPDA/TFMB-Polyamidsäure-Vorpolymerlösung (23 Gew. % Lösung in DMAc), 35 Gew. % Titandioxidpulver (DuPont TiPure (R) R-101) und 0,05 Gew. % anorganisches Ultramarinblau-Pigment (Nubicoat HWR von Nubiola) besteht. Die Bestandteile werden in einer Hochgeschwindigkeits-Rotor-Stator-Dispersionsmühle gründlich vermischt. Die mittlere Partikelgröße der Aufschlämmung beträgt 1,8 µm . 14 g der Titandioxidaufschlämmung wird 85 g der beiseitegelegten und mit einer stöchiometrischen Menge 6 Gew. % PMDA-Lösung in DMAc auf 3000 Poise in einem 200 ml Becher bereits kettenverlängerten Polyamidsäurelösung gründlich beige mischt. Das Polymergemisch wurde vakument gast. Mit einer Edelstahl-Gusstange wurde eine Folie manuell auf eine an eine Glasplatte gebundene Mylar ®-Folie gegossen. Die Mylar ®-Folie, die die nasse Gussfolie enthielt, wurde in ein Bad eingetaucht, das aus einem 50/50-Gemisch von 3-Picolin und Essigsäureanhydrid bestand. Das Bad wurde 3-4 Minuten lang leicht gerührt, um die Imidisierung und Gelierung der Folie zu bewirken. Die Gelfolie wurde von der Mylar®-Trägerfolie abgeschält und auf einen Pinrahmen gelegt. Nachdem der Lösemittelrest aus der

Folie abgeflossen war wurde der Pinrahmen, der die Folie enthielt, in einen 150°C Ofen gelegt. Die Ofentemperatur wurde im Laufe von 45-60 Minuten auf 340°C gebracht und 10 Minuten lang bei 340 °C gehalten. Die Folie wurde dann aus dem Ofen entfernt und gekühlt. Die Ergebnisse sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

Vergleichsbeispiel 1

[0113] Das Vergleichsbeispiel 1 zeigt, dass andere aromatische Polyimide, die die gleiche Menge an Titandioxid aufweisen, eine niedrigere Reflexion und L-Farbe aufweisen.

[0114] Ein basisches Polyamidsäure-Vorpolymer wird durch Polymerisieren von Pyromellittidianhydrid [PMDA] mit 4,4'-Oxydianilin [4,4'-ODA] auf etwa 100 Poise bei 21 Gew. % Polyamidsäure-Festkörper in N,N'-Dimethylacetamid [DMAc] hergestellt. Ein Teil dieses Vorpolymers wird beiseitegelegt, um die Titandioxid-Aufschlämmung herzustellen. Es wird eine Titandioxid-Aufschlämmung hergestellt, die aus 58 Gew. % DMAc, 6,4 Gew. % beiseitegelegte PMDA/ODA-Polyamidsäure-Vorpolymerlösung (21 Gew. % Lösung in DMAc), 35 Gew. % Titandioxidpulver (DuPont TiPure (R) R-706) und 0,05 Gew. % anorganisches Ultramarinblau-Pigment (Nubicoat HWR von Nubiola) besteht. Die Bestandteile werden in einer Hochgeschwindigkeits-Rotor-Stator-Dispersionsmühle gründlich vermischt. Die mittlere Partikelgröße der Aufschlämmung beträgt 2.4 µm. 15 g der Titandioxid-Aufschlämmung wird 80 g einer Polyamidsäurelösung in einem 200 ml Becher beigemischt. Das resultierende Vorpolymer-Dispersionsgemisch wird kettenverlängert unter Zugabe einer stöchiometrischen Menge von 6 Gew. % PMDA-Lösung in DMAc, damit die resultierende Lösung eine Viskosität von etwa 2000 Poise aufweist. Das Polymergemisch wurde vakuumiert. Eine Folie wurde auf die gleiche Weise wie in Beispiel 2 hergestellt. Die Folie wurde in einem Ofen ausgehärtet, in dem die Temperatur im Laufe von 45-60 Minuten auf 375°C gebracht und 10 Minuten lang bei 340 °C gehalten wurde. Die Folie wurde dann aus dem Ofen entfernt und gekühlt. Die Ergebnisse sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

Vergleichsbeispiel 2

[0115] Das Vergleichsbeispiel 2 zeigt, dass andere aromatische Polyimide, die die gleiche Menge an Titandioxid aufweisen, eine niedrigere Reflexion und L-Farbe aufweisen.

[0116] Ein basisches Polyamidsäure-Vorpolymer wird durch Polymerisieren von Pyromellittidianhydrid [PMDA] mit 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid (BPDA) mit 4,4'-Oxydianilin [4,4'-ODA'] und 1,4-Diaminobenzol (PPD) auf etwa 100 Poise bei 20 Gew. % Polyamidsäure-Festkörper in N,N'-Dimethylacetamid [DMAc] hergestellt. Ein Teil dieses Vorpolymers wird beiseitegelegt, um die Titandioxid-Aufschlämmung herzustellen. Es wird eine Titandioxid-Aufschlämmung hergestellt, die aus 58 Gew. % DMAc, 6,4 Gew. % beiseitegelegtem Polyamidsäure-Vorpolymer, 35 Gew. % Titandioxidpulver (DuPont TiPure (R) R-706) und 0,05 Gew. % anorganisches Ultramarinblau-Pigment (Nubicoat HWR von Nubiola) besteht. Die Bestandteile werden in einer Hochgeschwindigkeits-Rotor-Stator-Dispersionsmühle gründlich vermischt. Die mittlere Partikelgröße der Aufschlämmung beträgt 2.7 µm. 15 g der Titandioxid-Aufschlämmung wird 80 g einer Polyamidsäurelösung in einem 200 ml Becher beigemischt. Das resultierende Vorpolymer-Dispersionsgemisch wird kettenverlängert unter Zugabe einer stöchiometrischen Menge von 6 Gew. % PMDA-Lösung in DMAc, damit die resultierende Lösung eine Viskosität von etwa 2000 Poise aufweist. Das Polymergemisch wurde vakuumiert. Eine Folie wurde auf die gleiche Weise wie in Beispiel 2 hergestellt. Die Folie wurde in einem Ofen ausgehärtet, in dem die Temperatur im Laufe von 45-60 Minuten auf 375°C gebracht und 10 Minuten lang bei 340 °C gehalten wurde. Die Folie wurde dann aus dem Ofen entfernt und gekühlt. Die Ergebnisse sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1

	TiO ₂	Gew. % Füllstoff	Stärke (mil)	Reflexion (%)	L-Farbe	Modul (kpsi)	Dehnung (%)
Bsp. 1	R706	25	1.02	86	94	1000	53
Bsp. 2	R101	25	1.1	81	87	967	51
Vergleichs bsp. 1	R706	25	1.08	60	43	255	31
Vergleichs bsp. 2	R706	25	1.17	57	35	355	19

Vergleichsbeispiel 3

Aramica®: Polyaramidfolie.

[0117] Fig. 1 zeigt, dass die ungefüllte Polyimidfolie von Beispiel 1 eine höhere Transmission gegenüber der Polyaramidfolie, obwohl die Polyimidfolie etwa 6x dicker ist als die Polyaramidfolie.

Beispiel 3:

[0118] Beispiel 3, zeigt, dass die erfindungsgemäße gefüllte Polyimidschicht sich in der Farbe und Reflexion bei Wärmealterung wenig verändert und den Lötmasse-Widerstandstest ohne Verformung oder Verfärbung besteht.

[0119] Das Polyimid wurde wie hergestellt, wie in Beispiel 1 beschrieben. Die Veränderung der L-Farbe bei der Wärmealterung wird in **Fig. 2** graphisch dargestellt. Die Veränderung der Reflexion bei der Wärmealterung wird in **Fig. 3** graphisch dargestellt. Die Lötmasse-Widerstandsergebnisse werden in Tabelle 2 und 3 beschrieben.

Vergleichsbeispiel 4

[0120] Weißes PET, Mylar®300XMWH11.

[0121] Das Vergleichsbeispiel 4 zeigt, dass, obwohl die Ergebnisse hinsichtlich der Verfärbung und Reflexionsänderung bei Wärmealterung gut sind, das weiße PET sich beim Lötmasse-Widerstandstest verformt.

[0122] Die Veränderung der L-Farbe bei der Wärmealterung wird in **Fig. 2** graphisch dargestellt. Die Veränderung der Reflexion bei der Wärmealterung wird in **Fig. 3** graphisch dargestellt. Die Lötmasse-Widerstandsergebnisse werden in Tabelle 2 beschrieben.

Vergleichsbeispiel 5

[0123] Kapton® 50EN mit 0,50 mil weißer Epoxidbeschichtung:

Das Vergleichsbeispiel 5 zeigt, dass das Polyimid mit der weißen Epoxidbeschichtung sich bei Wärmealterung verfärbt, eine niedrige Reflexion aufweist und sich beim Lötmasse-Widerstandstest verformt.

[0124] Die Veränderung der L-Farbe bei der Wärmealterung wird in **Fig. 2** graphisch dargestellt. Die Veränderung der Reflexion bei der Wärmealterung wird in **Fig. 3** graphisch dargestellt. Die Lötmasse-Widerstandsergebnisse werden in Tabelle 2 beschrieben.

Vergleichsbeispiel 6

[0125] Metallisiertes PET:

Das Vergleichsbeispiel 6 zeigt, dass das metallisierte PET sich bei Wärmealterung verfärbt, eine niedrige Reflexion aufweist und sich beim Lötmasse-Widerstandstest verformt.

[0126] Die Veränderung der L-Farbe bei der Wärmealterung wird in **Fig. 2** graphisch dargestellt. Die Veränderung der Reflexion bei der Wärmealterung wird in **Fig. 3** graphisch dargestellt. Die Lötmasse-Widerstandsergebnisse werden in Tabelle 2 beschrieben.

Vergleichsbeispiel 7

[0127] Weiße Lötmaske:

Das Vergleichsbeispiel 7 zeigt, dass die weiße Lötmaske sich bei Wärmealterung verfärbt, eine niedrige Reflexion aufweist und sich beim Lötmasse-Widerstandstest verformt.

[0128] Die Veränderung der L-Farbe bei der Wärmealterung wird in **Fig. 2** graphisch dargestellt. Die Veränderung der Reflexion bei der Wärmealterung wird in **Fig. 3** graphisch dargestellt. Die Lötmasse-Widerstandsergebnisse werden in Tabelle 2 und 3 beschrieben.

Tabelle 2

Lötmasse-Testergebnisse - Sichtprüfung		
	Erscheinungsbild vor dem Löten	Erscheinungsbild nach dem Löten
Bsp. 3 Gefülltes Polyimid	Opake weiße Folie	Opake weiße Folie, unbeschädigt
Vergleichsbsp. 4 Weißes PET:	Opake weiße Folie	Die Folie ist verformt mit Blistern und weist geschmolzene Kanten auf
Vergleichsbsp. 5 Kapton® 50EN mit weißer Epoxidbeschichtung	Bernsteinfarbene Polyimidfolie mit einseitiger opaker weißer Beschichtung	Folie ist erheblich eingerollt
Vergleichsbsp. 6 Metallisiertes PET:	Beidseitig aluminisierte opake Folie	Die Folie hat sich verkleinert und weist geschmolzene Kanten auf
Vergleichsbsp. 7 Weiße Lötmaske:	Weiße Lötmaskentinte, aufgetragen auf Aluminiummetalkern	Farbe der Lötmaske hat sich zugunsten einer leicht rosaroten Farbe verfärbt.

Tabelle 3

Lötmasse-Testergebnisse - L-Farbe		
	L-Farbe	
	Vor Lötmasse-Test	Nach Lötmasse-Test
Bsp. 3 Gefülltes Polyimid	90.48	90.34
Vergleichsbsp. 4 Weißes PET:	96.14	*
Vergleichsbsp. 5 Kapton® 50EN mit weißer Epoxidbeschichtung	87.98	*
Vergleichsbsp. 6 Metallisiertes PET:	94.09	*
Vergleichsbsp. 7 Weiße Lötmaske:	91.09	79.8

* keine Farbtonmessung möglich, da Probe von Lötmasse-Test beschädigt.

[0129] Anzumerken ist, dass nicht alle in der allgemeinen Beschreibung oder den Beispielen beschriebenen Aktivitäten erforderlich sind; vielmehr kann ein Teil einer konkreten Aktivität unnötig sein. Außerdem können weitere Aktivitäten neben den oben beschriebenen durchgeführt werden. Ferner entspricht die oben beschriebene Reihenfolge der Aktivitäten nicht unbedingt der eigentlichen Reihenfolge ihrer Ausführung. Nach dem Lesen dieser Patentschrift wird der Fachmann in der Lage sein, zu bestimmen, welche Aktivitäten für bestimmte Bedürfnisse oder Wünsche durchzuführen sind.

[0130] In der obigen Patentschrift ist die Erfindung anhand konkreter Ausführungsformen beschrieben worden.

[0131] Vorteile und Problemlösungen sind anhand konkreter Ausführungsformen beschrieben worden.

[0132] Wird eine Menge, Konzentration oder ein sonstiger Wert oder Parameter entweder als Bereich, bevorzugter Bereich, Liste von Höchst- oder Mindestwerten angegeben, ist dies dahingehend auszulegen, dass sämtliche aus einem beliebigen Paar von Höchstwerten oder bevorzugten Werten und aus einem beliebigen Paar von Mindestwerten oder bevorzugten Werten ausdrücklich offenbart sind, gleichgültig, ob Bereiche gesondert offenbart werden. Wird ein Zahlenwertbereich vorliegend angegeben, soll dieser Bereich auch die Endpunkte sowie sämtliche im Bereich befindlichen Ganzzahlen und Bruchteile umfassen, sofern nichts anderes angegeben wird. Der Umfang der Erfindung soll dabei nicht auf die bei der Definierung eines Bereichs aufgeführten konkreten Werte beschränkt werden.

Patentansprüche

1. Eine Leuchtdioden-Baugruppe, umfassend:

A. eine gefüllte Polyimidschicht, die eine erste und eine zweite Oberfläche aufweist, umfassend:

i) ein Polyimid in einer Menge von 50 bis 75 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht, welches abgeleitet ist aus:

a. mindestens 45 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid, bezogen auf einen gesamten Dianhydridgehalt des Polyimids, sowie

b. mindestens 50 Mol. % 2,2'-bis(Trifluoromethyl)benzidin, auf der Grundlage eines gesamten Diamingehalts des Polyimids;

ii) einen weiß pigmentierten partikulären Füllstoff mit einer gemittelten Partikelgröße unter 1,9 µm in einer Menge von 20 bis 50 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht;

B. auf mindestens der ersten Oberfläche der gefüllten Polyimidschicht gebildete elektrisch leitfähige Leiterbahnen;

C. mindestens eine an die erste Oberfläche der gefüllten Polyimidschicht oder die elektrisch leitfähigen Leiterbahnen gebundene Leuchtdiode;

D. eine die freiliegenden Flächen der Leuchtdiode sowie mindestens einen Teil der ersten Oberfläche der gefüllten Polyimidschicht abdeckende Einkapselung; und

E. eine Lötmaske, umfassend:

i) ein Polyimid in einer Menge von 50 bis 75 Gew. % der Lötmaske, welches abgeleitet ist aus:

a. mindestens 45 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid, bezogen auf einen gesamten Dianhydridgehalt des Polyimids, sowie

b. mindestens 50 Mol. % 2,2'-bis(Trifluoromethyl)benzidin, auf der Grundlage eines gesamten Diamingehalts des Polyimids;

ii) einen weiß pigmentierten partikulären Füllstoff mit einer gemittelten Partikelgröße unter 1,9 µm in einer Menge von 20 bis 50 Gew. % der Lötmaske.

2. Leuchtdioden-Baugruppe nach Anspruch 1, wobei die gefüllte Polyimidschicht und/oder die Lötmaske außerdem Natriumaluminiumsulfosilicatpigment in einer Menge von 0,01 bis 1 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht und/oder der Lötmaske umfasst.

3. Leuchtdioden-Baugruppe nach Anspruch 1, wobei das Polyimid der gefüllten Polyimidschicht und/oder der Lötmaske aus 100 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid und 100 Mol. % 2,2'-bis(Trifluoromethyl)benzidin (TFMB) abgeleitet ist, und beim weiß pigmentierten partikulären Füllstoff es sich um Titandioxid handelt.

4. Leuchtdioden-Baugruppe nach Anspruch 1, wobei das Polyimid der gefüllten Polyimidschicht und/oder der Lötmaske außerdem aus nicht mehr als 55 Gew. % 4,4'-(Hexafluoroisopropyliden)diphthalsäureanhydrid (6FDA) bezogen auf einen gesamten Dianhydridgehalt des Polyimids abgeleitet ist.

5. Thermische Sicherungsdecke, umfassend eine gefüllte Polyimidschicht, umfassend:

A. ein Polyimid in einer Menge von 50 bis 75 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht, welches abgeleitet ist aus:

a) a. mindestens 45 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid, auf der Grundlage eines gesamten Dianhydridgehalts des Polyimids,

b) b. mindestens 50 Mol. % 2,2'-bis(Trifluoromethyl)benzidin, auf der Grundlage eines gesamten Diamingehalts des Polyimids; sowie

B. einen weiß pigmentierten partikulären Füllstoff in einer Menge von 20 bis 50 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht mit einer gemittelten Partikelgröße unter 1,5 µm;

C. einen elektrisch leitfähigen Füllstoff, der in einer Menge von 2 bis 5 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht vorliegt; wobei die thermische Sicherungsdecke eine nach ASTM E308 [10° Beobachter und Leuchtmittel D65] ermittelte L-Farbe von mindestens 85 sowie eine nach ASTM E1164 ermittelte Reflexion von mindestens 80 % aufweist.

6. Thermische Sicherungsdecke nach Anspruch 5, wobei die gefüllte Polyimidschicht außerdem Natriumaluminiumsulfosilicatpigment in einer Menge von 0,01 bis 1 Gew. % der gefüllten Polyimidschicht umfasst.

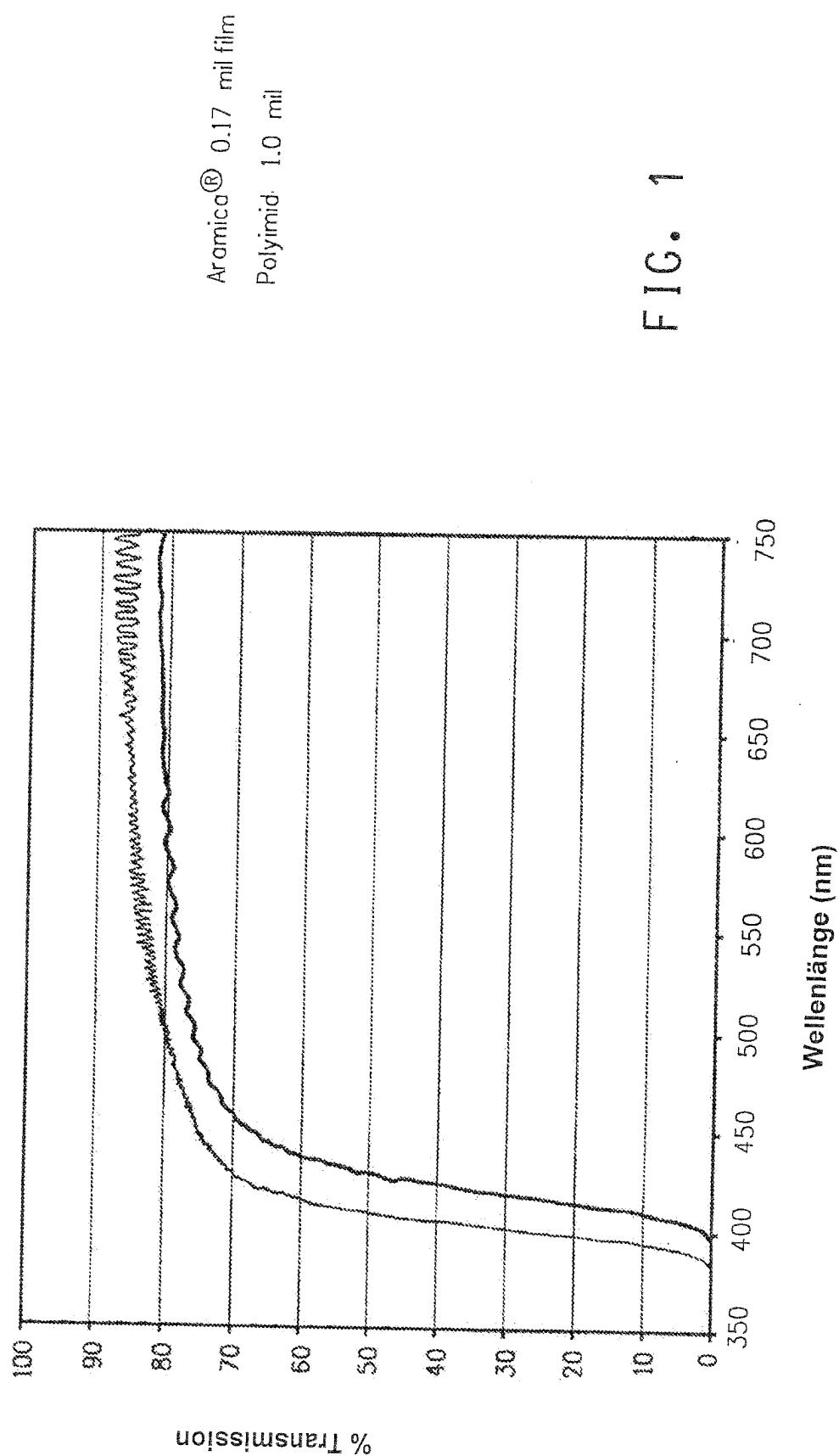
7. Thermische Sicherungsdecke nach Anspruch 5, wobei das Polyimid aus 100 Mol. % 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid und 100 Mol. % 2,2'-bis(Trifluoromethyl)benzidin (TFMB) abgeleitet ist, und beim weiß pigmentierten partikulären Füllstoff es sich um Titandioxid handelt.

8. Thermische Sicherungsdecke nach Anspruch 5, außerdem umfassend einen Klebstoff auf mindestens einer Seite der thermischen Sicherungsdecke, wobei es sich beim Klebstoff um einen Epoxid-, Acryl- oder Methacrylklebstoff handelt.

9. Thermische Sicherungsdecke nach Anspruch 5, ferner umfassend eine Metalloxid-Haftvermittlerschicht auf mindestens einer Seite der thermischen Sicherungsdecke.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



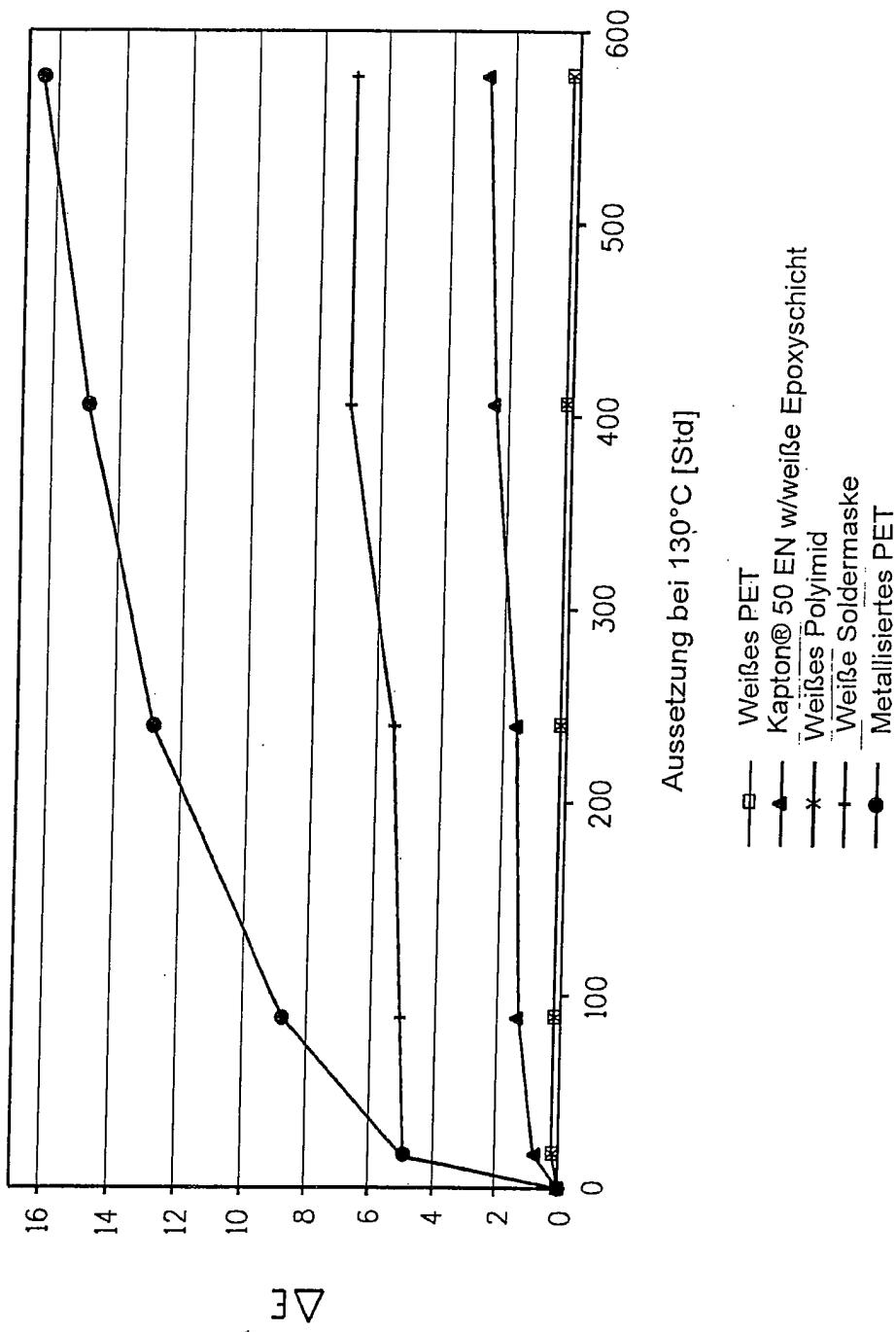


FIG. 2

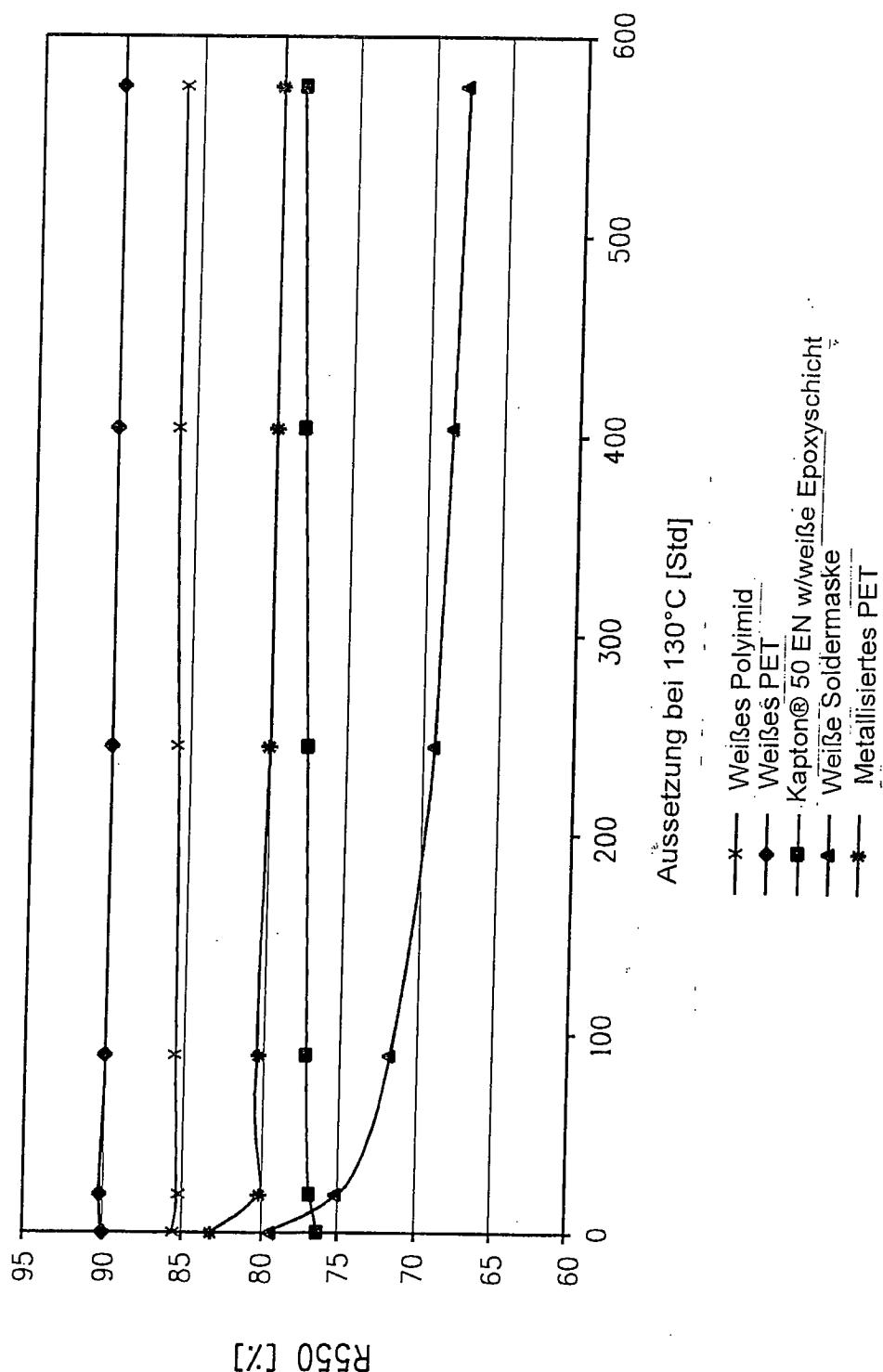


FIG. 3