



(10) **DE 10 2012 202 377 A1** 2013.04.25

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 202 377.1**  
(22) Anmeldetag: **16.02.2012**  
(43) Offenlegungstag: **25.04.2013**

(51) Int Cl.: **C09J 123/22** (2012.01)  
**C09J 125/04** (2012.01)  
**C09J 133/06** (2012.01)  
**C09K 3/10** (2012.01)  
**H01L 23/29** (2012.01)

(66) Innere Priorität:  
**10 2011 085 030.9** **21.10.2011**

(71) Anmelder:  
**tesa SE, 20253, Hamburg, DE**

(72) Erfinder:  
**Dollase, Thilo, 22397, Hamburg, DE; Krawinkel,  
Thorsten, 22457, Hamburg, DE; Bai, Minyoung,  
22529, Hamburg, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

<b>DE</b>	<b>102 34 369</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>10 2008 060 113</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>5 128 388</b>	<b>A</b>
<b>WO</b>	<b>2004/ 009 720</b>	<b>A2</b>
<b>WO</b>	<b>2009/ 148 722</b>	<b>A2</b>

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Klebmasse insbesondere zur Kapselung einer elektronischen Anordnung**

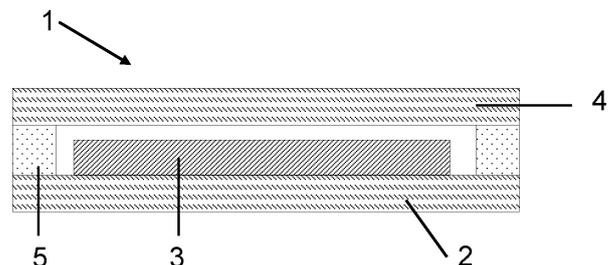
(57) Zusammenfassung: Klebmasse insbesondere zur Kapselung einer elektronischen Anordnung gegen Permeanten, umfassend

(a) zumindest ein Copolymer enthaltend zumindest Isobutylen oder Butylen als Comonomersorte und zumindest eine Comonomersorte, die – als hypothetisches Homopolymer betrachtet – eine Erweichungstemperatur von größer 40 °C aufweist,

(b) zumindest eine Sorte eines zumindest teilhydrierten Klebharzes,

(c) zumindest eine Sorte eines Reaktivharzes basierend auf cyclischen Ethern mit einer Erweichungstemperatur von kleiner 40 °C, bevorzugt kleiner 20 °C,

(d) zumindest eine Sorte eines Photoinitiators für die Initiierung einer kationischen Härtung.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Klebmasse insbesondere zur Kapselung einer elektronischen Anordnung.

**[0002]** (Opto-)Elektronische Anordnungen werden immer häufiger in kommerziellen Produkten verwendet oder stehen kurz vor der Markteinführung. Derartige Anordnungen umfassen anorganische oder organische elektronische Strukturen, beispielsweise organische, metallorganische oder polymere Halbleiter oder auch Kombinationen dieser. Diese Anordnungen und Produkte sind je nach gewünschter Anwendung starr oder flexibel ausgebildet, wobei eine zunehmende Nachfrage nach flexiblen Anordnungen besteht. Die Herstellung derartiger Anordnungen erfolgt beispielsweise durch Druckverfahren wie Hochdruck, Tiefdruck, Siebdruck, Flachdruck oder auch so genanntes „non impact printing“ wie etwa Thermotransferdruck, Tintenstrahldruck oder Digitaldruck. Vielfach werden aber auch Vakuumverfahren wie zum Beispiel Chemical Vapor Deposition (CVD), Physical Vapor Deposition (PVD), plasmaunterstützte chemische oder physikalische Depositionsverfahren (PECVD), Sputtern, (Plasma-)Ätzen oder Bedampfung, verwendet, wobei die Strukturierung in der Regel durch Masken erfolgt.

**[0003]** Als Beispiele für bereits kommerzielle oder in ihrem Marktpotential interessante (opto-)elektronische Anwendungen seien hier elektrophoretische oder elektrochrome Aufbauten oder Displays, organische oder polymere Leuchtdioden (OLEDs oder PLEDs) in Anzeige- und Display-Vorrichtungen oder als Beleuchtung genannt, Elektrolumineszenzlampen, lichtemittierende elektrochemische Zellen (LEECs), organische Solarzellen, bevorzugt Farbstoff- oder Polymersolarzellen, anorganische Solarzellen, bevorzugt Dünnschicht-Solarzellen, insbesondere auf der Basis von Silizium, Germanium, Kupfer, Indium und/oder Selen, organische Feldeffekt-Transistoren, organische Schaltelemente, organische optische Verstärker, organische Laserdioden, organische oder anorganische Sensoren oder auch organisch- oder anorganisch-basierte RFID-Transponder angeführt.

**[0004]** Als technische Herausforderung für die Realisierung einer ausreichenden Lebensdauer und Funktion von (opto-)elektronischen Anordnungen im Bereich der anorganischen und/oder organischen (Opto-)Elektronik, ganz besonders im Bereich der organischen (Opto-)Elektronik, ist ein Schutz der darin enthaltenen Komponenten vor Permeanten zu sehen. Permeanten können eine Vielzahl von niedermolekularen organischen oder anorganischen Verbindungen sein, insbesondere Wasserdampf und Sauerstoff.

**[0005]** Eine Vielzahl von (opto-)elektronischen Anordnungen im Bereich der anorganischen und/oder organischen (Opto-)Elektronik, ganz besonders bei Verwendung von organischen Rohstoffen, ist sowohl gegen Wasserdampf als auch gegen Sauerstoff empfindlich, wobei für viele Anordnungen das Eindringen von Wasserdampf als größeres Problem eingestuft wird. Während der Lebensdauer der elektronischen Anordnung ist deshalb ein Schutz durch eine Verkapselung erforderlich, da andernfalls die Leistung über den Anwendungszeitraum nachlässt. So kann sich beispielsweise durch eine Oxidation der Bestandteile etwa bei lichtemittierenden Anordnungen wie Elektrolumineszenz-Lampen (EL-Lampen) oder organischen Leuchtdioden (OLED) die Leuchtkraft, bei elektrophoretischen Displays (EP-Displays) der Kontrast oder bei Solarzellen die Effizienz innerhalb kürzester Zeit drastisch verringern.

**[0006]** Bei der anorganischen und/oder organischen (Opto-)Elektronik, insbesondere bei der organischen (Opto-)Elektronik, gibt es besonderen Bedarf für flexible Klebelösungen, die eine Permeationsbarriere für Permeanten, wie Sauerstoff und/oder Wasserdampf, darstellen. Daneben gibt es eine Vielzahl von weiteren Anforderungen für derartige (opto-)elektronische Anordnungen. Die flexiblen Klebelösungen sollen daher nicht nur eine gute Haftung zwischen zwei Substraten erzielen, sondern zusätzlich Eigenschaften wie hohe Scherfestigkeit und Schälfestigkeit, chemische Beständigkeit, Alterungsbeständigkeit, hohe Transparenz, einfache Prozessierbarkeit sowie hohe Flexibilität und Biegsamkeit erfüllen.

**[0007]** Ein nach dem Stand der Technik gängiger Ansatz ist deshalb, die elektronische Anordnung zwischen zwei für Wasserdampf und Sauerstoff undurchlässige Substrate zu legen. Anschließend erfolgt dann eine Versiegelung an den Rändern. Für unflexible Aufbauten werden Glas oder Metallsubstrate verwendet, die eine hohe Permeationsbarriere bieten, aber sehr anfällig für mechanische Belastungen sind. Ferner verursachen diese Substrate eine relativ große Dicke der gesamten Anordnung. Im Falle von Metallsubstraten besteht zudem keine Transparenz. Für flexible Anordnungen hingegen kommen Flächensubstrate, wie transparente oder nicht transparente Folien, zum Einsatz, die mehrlagig ausgeführt sein können. Hierbei können sowohl Kombinationen aus verschiedenen Polymeren, als auch anorganische oder organische Schichten verwendet werden. Der Einsatz solcher Flächensubstrate ermöglicht einen flexiblen, äußerst dünnen Aufbau. Dabei sind für die verschiedenen Anwendungen unterschiedlichste Substrate wie zum Beispiel Folien, Gewebe, Vliese und Papiere oder Kombinationen daraus möglich.

**[0008]** Um eine möglichst gute Versiegelung zu erzielen, werden spezielle Barriereklebmassen ver-

wendet. Eine gute Klebmasse für die Versiegelung von (opto-)elektronischen Bauteilen weist eine geringe Permeabilität gegen Sauerstoff und insbesondere gegen Wasserdampf auf, hat eine ausreichende Haftung auf der Anordnung und kann gut auf diese auffließen. Ein geringes Auftriebsvermögen auf der Anordnung kann durch unvollständige Benetzung der Oberfläche der Anordnung und durch zurückbleibende Poren die Barrierewirkung an der Grenzfläche verringern, da ein seitlicher Eintritt von Sauerstoff und Wasserdampf unabhängig von den Eigenschaften der Klebmasse ermöglicht wird. Nur wenn der Kontakt zwischen Masse und Substrat durchgängig ist, sind die Masseigenschaften der bestimmende Faktor für die Barrierewirkung der Klebmasse.

**[0009]** Zur Charakterisierung der Barrierewirkung werden üblicherweise die Sauerstofftransmissionsrate OTR (Oxygen Transmission Rate) sowie die Wasserdampftransmissionsrate WVTR (Water Vapor Transmission Rate) angegeben. Die jeweilige Rate gibt dabei den flächen- und zeitbezogenen Fluss von Sauerstoff beziehungsweise Wasserdampf durch einen Film unter spezifischen Bedingungen von Temperatur und Partialdruck sowie gegebenenfalls weiterer Messbedingungen wie relativer Luftfeuchtigkeit an. Je geringer diese Werte sind, desto besser ist das jeweilige Material zur Kapselung geeignet. Die Angabe der Permeation basiert dabei nicht allein auf den Werten für WVTR oder OTR, sondern beinhaltet immer auch eine Angabe zur mittleren Weglänge der Permeation wie zum Beispiel die Dicke des Materials oder eine Normalisierung auf eine bestimmte Weglänge.

**[0010]** Die Permeabilität  $P$  ist ein Maß für die Durchlässigkeit eines Körpers für Gase und/oder Flüssigkeiten. Ein niedriger  $P$ -Wert kennzeichnet eine gute Barrierewirkung. Die Permeabilität  $P$  ist ein spezifischer Wert für ein definiertes Material und einen definierten Permeanten unter stationären Bedingungen bei bestimmter Permeationsweglänge, Partialdruck und Temperatur. Die Permeabilität  $P$  ist das Produkt aus Diffusions-Term  $D$  und Löslichkeits-Term  $S$ :  $P = D \cdot S$

**[0011]** Der Löslichkeitsterm  $S$  beschreibt vorliegend die Affinität der Barriereklebmasse zum Permeanten. Im Fall von Wasserdampf wird beispielsweise ein geringer Wert für  $S$  von hydrophoben Materialien erreicht. Der Diffusionsterm  $D$  ist ein Maß für die Beweglichkeit des Permeanten im Barriermaterial und ist direkt abhängig von Eigenschaften, wie der Molekülbeweglichkeit oder dem freien Volumen. Oft werden bei stark vernetzten oder hochkristallinen Materialien für  $D$  relativ niedrige Werte erreicht. Hochkristalline Materialien sind jedoch in der Regel weniger transparent und eine stärkere Vernetzung führt zu einer geringeren Flexibilität. Die Permeabilität  $P$  steigt üblicherweise mit einer Erhöhung der molekularen

Beweglichkeit an, etwa auch wenn die Temperatur erhöht oder der Glasübergangspunkt überschritten wird.

**[0012]** Ein geringer Löslichkeitsterm  $S$  ist meist unzureichend, um gute Barriereigenschaften zu erreichen. Ein klassisches Beispiel dafür sind insbesondere Siloxan-Elastomere. Die Materialien sind äußerst hydrophob (kleiner Löslichkeitsterm), weisen aber durch ihre frei drehbare Si-O-Bindung (großer Diffusions-Term) eine vergleichsweise geringe Barrierewirkung gegen Wasserdampf und Sauerstoff auf. Für eine gute Barrierewirkung ist also eine gute Balance zwischen Löslichkeitsterm  $S$  und Diffusionsterm  $D$  notwendig.

**[0013]** Ansätze, um die Barrierewirkung einer Klebmasse zu erhöhen, müssen die beiden Parameter  $D$  und  $S$  insbesondere im Hinblick auf den Einfluss auf die Durchlässigkeit von Wasserdampf und Sauerstoff berücksichtigen. Zusätzlich zu diesen chemischen Eigenschaften müssen auch Auswirkungen physikalischer Einflüsse auf die Permeabilität bedacht werden, insbesondere die mittlere Permeationsweglänge und Grenzflächeneigenschaften (Auftriebsverhalten der Klebmasse, Haftung). Die ideale Barriereklebmasse weist geringe  $D$ -Werte und  $S$ -Werte bei sehr guter Haftung auf dem Substrat auf.

**[0014]** Hierfür werden bisher vor allem Flüssigklebstoffe und Adhäsive auf Basis von Epoxiden verwendet (WO 98/21287 A1; US 4,051,195 A; US 4,552,604 A). Diese haben durch eine starke Vernetzung einen geringen Diffusionsterm  $D$ . Ihr Haupteinsatzgebiet sind Randverklebungen starrer Anordnungen, aber auch mäßig flexibler Anordnungen. Eine Aushärtung erfolgt thermisch oder mittels UV-Strahlung. Eine vollflächige Verklebung ist aufgrund des durch die Aushärtung auftretenden Schrumpfes kaum möglich, da es beim Aushärten zu Spannungen zwischen Kleber und Substrat kommt, die wiederum zur Delaminierung führen können.

**[0015]** Der Einsatz dieser flüssigen Klebstoffe birgt eine Reihe von Nachteilen. So können niedermolekulare Bestandteile (VOC – volatile organic compound) die empfindlichen elektronischen Strukturen der Anordnung schädigen und den Umgang in der Produktion erschweren. Der Klebstoff muss aufwändig auf jeden einzelnen Bestandteil der Anordnung aufgebracht werden. Die Anschaffung von teuren Dispensern und Fixiereinrichtungen ist notwendig, um eine genaue Positionierung zu gewährleisten. Die Art der Auftragung verhindert zudem einen schnellen kontinuierlichen Prozess und auch durch den anschließenden erforderlichen Laminationsschritt kann durch die geringe Viskosität das Erreichen einer definierten Schichtdicke und Verklebungsbreite in engen Grenzen erschwert sein.

**[0016]** Des Weiteren weisen solche hochvernetzten Klebstoffe nach dem Aushärten nur noch eine geringe Flexibilität auf. Der Einsatz von thermisch-vernetzenden Systemen wird im niedrigen Temperaturbereich oder bei 2-Komponenten-Systemen durch die Topfzeit begrenzt, also die Verarbeitungszeit bis eine Vergelung stattgefunden hat. Im hohen Temperaturbereich und insbesondere bei langen Reaktionszeiten begrenzen wiederum die empfindlichen (opto-)elektronischen Strukturen die Verwendbarkeit derartiger Systeme – die maximal anwendbaren Temperaturen bei (opto-)elektronischen Strukturen liegen oft bei 60 °C, da bereits ab dieser Temperatur eine Vorschädigung eintreten kann. Insbesondere flexible Anordnungen, die organische Elektronik enthalten und mit transparenten Polymerfolien oder Verbunden aus Polymerfolien und anorganischen Schichten gekapselt sind, setzen hier enge Grenzen. Dies gilt auch für Laminierschritte unter großem Druck. Um eine verbesserte Haltbarkeit zu erreichen, ist hier ein Verzicht auf einen temperaturbelastenden Schritt und eine Laminierung unter geringerem Druck von Vorteil.

**[0017]** Alternativ zu den thermisch härtbaren Flüssigklebstoffen werden mittlerweile vielfach auch strahlenhärtende Klebstoffe eingesetzt (US 2004/0225025 A1). Die Verwendung von strahlenhärtenden Klebstoffen vermeidet eine lange andauernde Wärmebelastung der elektronischen Anordnung.

**[0018]** Insbesondere wenn die (opto-)elektronischen Anordnungen flexibel sein sollen, ist es wichtig, dass der verwendete Kleber nicht zu starr und spröde ist. Daher sind besonders Haftklebmassen und hitzeaktiviert verklebbare Klebefolien geeignet für eine solche Verklebung. Um auf den Untergrund gut aufzufließen, aber gleichzeitig eine hohe Verklebungsfestigkeit zu erzielen, sollten die Klebmassen zunächst möglichst weich sein, dann aber vernetzt werden können. Als Vernetzungsmechanismen lassen sich je nach chemischer Basis der Klebmasse Temperaturhärtungen und/oder Strahlenhärtungen durchführen. Während die Temperaturhärtung recht langsam ist, können Strahlungshärtungen innerhalb weniger Sekunden initiiert werden. Daher sind Strahlenhärtungen, insbesondere die UV-Härtung, insbesondere bei kontinuierlichen Herstellverfahren bevorzugt.

**[0019]** Die DE 10 2008 060 113 A1 beschreibt ein Verfahren zur Kapselung einer elektronischen Anordnung gegen Permeanten, bei dem eine Haftklebmasse auf Basis von Butylenblockcopolymeren, insbesondere Isobutylenblockcopolymeren, genutzt wird, und die Verwendung einer solchen Klebmasse in einem Kapselungsverfahren. In Kombination mit den Elastomeren werden bestimmte Harze, charakterisiert durch DACP- und MMAP-Werte bevorzugt. Die Klebmasse ist zudem bevorzugt transparent und kann UV-blockende Eigenschaften zeigen.

Als Barriereigenschaften weist die Klebmasse bevorzugt ein WVTR von  $< 40 \text{ g/m}^2\cdot\text{d}$  und ein OTR von  $< 5000 \text{ g/m}^2\cdot\text{d}$  bar auf. In dem Verfahren kann die Haftklebmasse während und/oder nach der Applikation erwärmt werden. Die Haftklebmasse kann vernetzt werden zum Beispiel strahlenchemisch. Es werden Substanzklassen vorgeschlagen, über die eine solche Vernetzung vorteilhaft ausgeführt werden kann. Jedoch werden keine konkreten Beispiele gegeben, die zu besonders geringer Volumen- und Grenzflächenpermeation bei hoher Transparenz und Flexibilität führen.

**[0020]** Die EP 1 518 912 A1 lehrt eine Klebmasse zur Kapselung eines Elektrolumineszenzelements, das eine photokationisch härtbare Verbindung und einen photokationischen Initiator enthält. Die Härtung erfolgt nach Lichtstimulation als Dunkelreaktion. Der Kleber ist bevorzugt auf Epoxy-Basis. Es können aliphatische Hydroxide und Polyether als covernetzende Komponenten zugesetzt sein. Zudem kann ein Klebharz enthalten sein, um Adhäsion und Kohäsion einzustellen. Darunter kann auch Polyisobutylen sein. Es werden keine speziellen Angaben zur Verträglichkeit der einzelnen Bestandteile gemacht und auch keine Angaben zu den Molmassen der Polymere.

**[0021]** JP 4,475,084 B1 lehrt transparente Siegelmassen für organische Elektrolumineszenzelemente, diese können auf Blockcopolymerbasis sein. Als Beispiele sind SIS und SBS sowie die hydrierten Varianten aufgeführt. Nicht genannt sind jedoch Bestandteile, die eine Vernetzung nach Applikation erlauben. Ebenso wenig wird auf die Barriereigenschaften der Siegelmassen eingegangen. Offenbar übernimmt die Siegelschicht keine spezielle Barriereaufgabe.

**[0022]** Die US 2006/100299 A1 offenbart eine Haftklebmasse, die ein Polymer mit einer Erweichungstemperatur im Sinne der US 2006/100299 A1 von größer  $+60 \text{ °C}$ , ein polymerisierbares Harz mit einer Erweichungstemperatur im Sinne der US 2006/100299 A1 von kleiner  $+30 \text{ °C}$  und einen Initiator enthält, der zu einer Reaktion zwischen Harz und Polymer führen kann. Reaktiv ausgestattete Polymere sind aber nicht universell verfügbar, so dass man bei der Auswahl dieser Polymerbasis eingeschränkt ist, wenn es um weitere Eigenschaften und Kosten geht. Zudem bringt jede Art von Funktionalisierung (über die Reaktivität geschaffen werden soll) einen Anstieg an Grundpolarität und damit eine unerwünschte Erhöhung an Wasserdampfpermeabilität. Es sind keine Copolymere basierend auf Isobutylen oder Butylen genannt, und es werden keine Angaben zu Molmassen der Polymere gemacht.

**[0023]** Die US 2009/026934 A1 beschreibt Klebmassenschichten zur Verkapselung organischer Elektrolumineszenzelemente. Die Klebmassen ent-

halten Polyisobutylen und ein hydriertes Kohlenwasserstoffharz. Zur Vernetzung nach Applikation können verschiedene Reaktivharze wie auch Epoxide eingesetzt werden. WVTR-Werte liegen bei den Beispielen typischerweise zwischen 5 und 20 g/m<sup>2</sup>·d. OTR-Werte sind nicht angegeben. Polyisobutylenpolymere können als Copolymer genutzt werden, erzeugt durch Copolymerisation mit anderen weichen Monomeren. Die Molmassen der Polymere liegen üblicherweise bei > 500000 g/mol.

**[0024]** Die WO 2008/144080 A1 lehrt Aufbauten mit empfindlichen organischen Schichten, die gekapselt sind. Die Kapselung erfolgt durch einen gehärteten elastomeren Laminierkleber. Als Kleber kommen Mischungen aus reaktiven Oligomeren und/oder Polymeren und reaktiven Monomeren zum Einsatz. Härtung kann über Strahlung oder Wärme erfolgen. Die Reaktivität wird der Beschreibung nach über (Meth)acrylat-Gruppen eingebracht. Kationische Härtung von Epoxid-Harzen wird nicht explizit genannt. Copolymere als Elastomerbasis sind nicht genannt, und es werden auch keine Angaben zu Molmassen der Polymere gemacht.

**[0025]** Die US 2010/0137530 A1 offenbart härtbare Klebeschichten auf Basis von Epoxid-Harz-Mischungen. Eine Sorte Epoxid-Harz weist eine geringe Molmasse auf, eine weitere eine höhere. Es wird kationisch gehärtet, initiiert durch UV. Eine Elastomerbasis ist nicht vorgesehen.

**[0026]** Aufgabe der Erfindung ist es, eine Klebmasse zur Verfügung zu stellen, die den schädlichen Einfluss von Sauerstoff und Wasserdampf auf empfindliche Funktionsschichten wie zum Beispiel im Bereich von organischen Photozellen für Solarmodule oder im Bereich von organischen Licht emittierenden Dioden (OLEDs) durch eine gute Barrierewirkung gegenüber den schädlichen Substanzen unterbinden kann, die verschiedene Bauteile der Funktionselemente miteinander verbinden kann, die gut handhabbar in Verklebungsprozessen ist, die eine flexible und saubere Verarbeitung erlaubt und die trotzdem beim Hersteller einfach zu verarbeiten ist.

**[0027]** Gelöst wird diese Aufgabe durch eine Klebmasse, wie sie im Hauptanspruch näher gekennzeichnet ist. In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung beschrieben. Des Weiteren ist die Verwendung der erfindungsgemäßen Klebmasse umfasst.

**[0028]** Demgemäß betrifft die Erfindung eine Klebmasse, vorzugsweise Haftklebmasse umfassend  
(a) zumindest ein Copolymer enthaltend zumindest Isobutylen oder Butylen als Comonomersorte und zumindest eine Comonomersorte, die – als hypothetisches Homopolymer betrachtet – ei-

ne Erweichungstemperatur von größer 40 °C aufweist,

(b) zumindest eine Sorte eines zumindest teilhydrierten Klebharzes,

(c) zumindest eine Sorte eines Reaktivharzes auf Basis eines cyclischen Ethers mit einer Erweichungstemperatur von kleiner 40 °C, bevorzugt von kleiner 20 °C,

(d) zumindest eine Sorte eines Photoinitiators für die Initiierung einer kationischen Härtung.

**[0029]** Bei amorphen Stoffen entspricht die Erweichungstemperatur dabei der Glasübergangstemperatur, bei (semi)kristallinen Stoffen entspricht die Erweichungstemperatur dabei der Schmelztemperatur.

**[0030]** Im Bereich der Klebstoffe zeichnen sich Haftklebmassen insbesondere durch ihre permanente Klebrigkeit und Flexibilität aus. Ein Material, das permanente Haftklebrigkeit aufweist, muss zu jedem Zeitpunkt eine geeignete Kombination aus adhäsiven und kohäsiven Eigenschaften aufweisen. Für gute Haftungseigenschaften gilt es, Haftklebmassen so einzustellen, dass eine optimale Balance aus adhäsiven und kohäsiven Eigenschaften besteht.

**[0031]** Vorzugsweise ist die Klebmasse eine Haftklebmasse, also eine viskoelastische Masse, die bei Raumtemperatur in trockenem Zustand permanent klebrig und klebfähig bleibt. Die Klebung erfolgt durch leichten Anpressdruck sofort auf fast allen Substraten.

**[0032]** Das oder die Copolymere sind gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung statistische, alternierende, Block-, Stern- und/oder Pfropfcopolymere mit einer Molmasse  $M_w$  (Gewichtsmittel) von 300.000 g/mol oder kleiner, bevorzugt 200.000 g/mol oder kleiner. Kleinere Molgewichte sind dabei aufgrund ihrer besseren Verarbeitbarkeit bevorzugt.

**[0033]** Als Copolymere kommen zum Beispiel statistische Copolymere aus mindestens zwei verschiedenen Monomersorten zum Einsatz, von denen zumindest eine Isobutylen oder Butylen ist und zumindest eine weitere ein Comonomer mit einer – als hypothetisches Homopolymer betrachtet – Erweichungstemperatur von größer 40 °C ist. Vorteilhafte Beispiele für diese zweite Comonomersorte sind Vinylaromaten (auch teil- oder vollhydrierte Varianten), Methylmethacrylat, Cyclohexylmethacrylat, Isobornylmethacrylat und Isobornylacrylat.

**[0034]** Besonders bevorzugte Beispiele sind Styrol und  $\alpha$ -Methylstyrol, wobei diese Aufzählung keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt.

**[0035]** Weiter vorzugsweise sind das oder die Copolymere Block-, Stern- und/oder Pfropfcopolymere, die zumindest eine Sorte eines ersten Polymer-

blocks („Weichblock“) mit einer Erweichungstemperatur von kleiner  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  und zumindest eine Sorte eines zweiten Polymerblocks („Hartblock“) mit einer Erweichungstemperatur von größer  $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$  aufweisen.

**[0036]** Der Weichblock ist dabei bevorzugt unpolar aufgebaut und enthält bevorzugt Butylen oder Isobutylen als Homopolymerblock oder Copolymerblock, letztere vorzugsweise mit sich selbst oder miteinander oder mit weiteren besonders bevorzugt unpolaren Comonomeren copolymerisiert. Als unpolare Comonomere sind beispielsweise (teil-)hydriertes Polybutadien, (teil-)hydriertes Polyisopren und/oder Polyolefine geeignet.

**[0037]** Der Hartblock ist bevorzugt aus Vinylaromaten (auch teil- oder vollhydrierte Varianten), Methylmethacrylat, Cyclohexylmethacrylat, Isobornylmethacrylat und/oder Isobornylacrylat aufgebaut. Besonders bevorzugte Beispiele sind Styrol und  $\alpha$ -Methylstyrol, wobei diese Aufzählung keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt. Der Hartblock enthält damit die zumindest eine Comonomersorte, die – als hypothetisches Homopolymer betrachtet – eine Erweichungstemperatur von größer  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  aufweist.

**[0038]** In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform sind die beschriebenen bevorzugten Weich- und Hartblöcke gleichzeitig in dem oder den Copolymeren verwirklicht.

**[0039]** Es ist vorteilhaft, wenn es sich bei dem zumindest einen Blockcopolymer um ein Triblockcopolymer handelt, das aus zwei endständigen Hartblöcken und einem mittelständigen Weichblock aufgebaut ist. Diblockcopolymer sind ebenfalls gut geeignet wie auch Gemische aus Tri- und Diblockcopolymeren.

**[0040]** Sehr bevorzugt werden Triblockcopolymer vom Typ Polystyrol-block-Polyisobutylen-block-Polystyrol eingesetzt. Solche Systeme sind unter den Bezeichnungen SIBStar von der Firma Kaneka und Opanol IBS von der Firma BASF bekannt gemacht worden. Weitere vorteilhaft einsetzbare Systeme sind in EP 1 743 928 A1 beschrieben.

**[0041]** Dadurch, dass die Copolymere einen Anteil an Isobutylen oder Butylen als zumindest eine Comonomersorte enthalten, resultiert eine unpolare Klebmasse, die vorteilhaft niedrige Volumenbarriereigenschaften insbesondere gegenüber Wasserdampf bieten.

**[0042]** Die im Gegensatz zum Stand der Technik geringen Molmassen der Copolymere erlauben eine gute Verarbeitbarkeit beim Hersteller, insbesondere in Formulierungs- und Beschichtungsprozessen. Geringe Molmasse führt zu verbesserter und schnellerer Löslichkeit, wenn Lösungsmittel basierende Prozesse gewünscht sind (besonders bei Isobutylen- und

Butylen-Polymeren ist die Auswahl an geeigneten Lösungsmitteln gering). Es sind zudem höhere Copolymerkonzentrationen in der Lösung möglich. Auch in Lösungsmittel freien Prozessen zeigt sich eine erfindungsgemäß niedrige Molmasse als vorteilhaft, da die Schmelzeviskosität geringer ist als bei Vergleichssystemen mit höherer Molmasse.

**[0043]** Bloße Reduktion der Molmasse führt zwar naturgemäß zu besserer Löslichkeit und niedrigeren Lösungs- und Schmelzeviskositäten. Jedoch leiden mit der geringeren Molmasse andere anwendungstechnisch wichtige Eigenschaften wie zum Beispiel die Kohäsion einer Klebmasse. Hier steuert der erfindungsgemäß Einsatz der zumindest zweiten Comonomersorte mit der für ein hypothetisches Homopolymer eigenen Erweichungstemperatur von größer  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  effektiv entgegen.

**[0044]** Die erfindungsgemäße Klebmasse enthält zumindest eine Sorte eines zumindest teilhydrierten Klebharzes, vorteilhaft solche, die mit dem Copolymer beziehungsweise, sofern ein aus Hart- und Weichblöcken aufgebautes Copolymer eingesetzt wird, hauptsächlich mit dem Weichblock verträglich sind (Weichharze).

**[0045]** Es ist vorteilhaft, wenn dieses Klebharz eine Klebharzerweichungstemperatur von größer  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  aufweist. Es ist darüber hinaus vorteilhaft, wenn ergänzend zumindest eine Sorte Klebharz mit einer Klebharzerweichungstemperatur von kleiner  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  eingesetzt wird. Hierüber kann, falls erforderlich, zum einen das klebtechnische Verhalten, zum anderen aber auch das Auffließverhalten auf dem Verklebungsuntergrund feineingestellt werden.

**[0046]** Als Harze können in der Haftklebmasse zum Beispiel partiell oder vollständig hydrierte Harze auf Basis von Kolophonium und Kolophoniumderivaten, hydrierte Polymerisate des Dicyclopentadiens, partiell, selektiv oder vollständig hydrierte Kohlenwasserstoffharze auf Basis von  $C_5$ -,  $C_5/C_9$ - oder  $C_9$ -Monomerströmen, Polyterpenharze auf Basis von  $\alpha$ -Pinen und/oder  $\beta$ -Pinen und/oder  $\delta$ -Limonen, hydrierte Polymerisate von bevorzugt reinen  $C_8$ - und  $C_9$ -Aromaten. Vorgenannte Klebharze können sowohl allein als auch im Gemisch eingesetzt werden.

**[0047]** Dabei können sowohl bei Raumtemperatur feste als auch flüssige Harze zum Einsatz kommen. Um eine hohe Alterungs- und UV-Stabilität zu gewährleisten, sind hydrierte Harze mit einem Hydrierungsgrad von mindestens  $90\%$ , vorzugsweise von mindestens  $95\%$  bevorzugt.

**[0048]** Des Weiteren sind unpolare Harze mit einem DACP-Wert (diacetone alcohol cloud point) oberhalb von  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  und einem MMAP-Wert (mixed methylcyclohexane aniline point) von größer  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , insbe-

sondere mit einem DACP-Wert oberhalb von 37 °C und einem MMAP-Wert größer 60 °C bevorzugt. Der DACP-Wert und der MMAP-Wert geben jeweils die Löslichkeit in einem bestimmten Lösemittel an. Durch die Auswahl dieser Bereiche wird eine besonders hohe Permeationsbarriere, insbesondere gegen Wasserdampf, erreicht.

**[0049]** Die erfindungsgemäße Klebmasse enthält weiterhin zumindest eine Sorte eines Reaktivharzes auf Basis eines cyclischen Ethers für die strahlenchemische und gegebenenfalls thermische Vernetzung mit einer Erweichungstemperatur von kleiner 40 °C, bevorzugt von kleiner 20 °C.

**[0050]** Bei den Reaktivharzen auf Basis cyclischer Ether handelt es sich insbesondere um Epoxide, also Verbindungen, die zumindest eine Oxiran-Gruppe tragen, oder Oxetane.

**[0051]** Sie können aromatischer oder insbesondere aliphatischer oder cycloaliphatischer Natur sein. Einsetzbare Reaktivharze können monofunktionell, difunktionell, trifunktionell, tetrafunktionell oder höherfunktionell bis zu polyfunktionell gestaltet sein, wobei sich die Funktionalität auf die cyclische Ethergruppe bezieht.

**[0052]** Beispiele, ohne sich einschränken zu wollen, sind 3,4-Epoxycyclohexylmethyl-3',4'-epoxycyclohexancarboxylat (EEC) und Derivate, Dicyclopentadiendioxid und Derivate, 3-Ethyl-3-oxetanmethanol und Derivate, Tetrahydrophthalsäurediglycidylester und Derivate, Hexahydrophthalsäurediglycidylester und Derivate, 1,2-Ethandiglycidylether und Derivate, 1,3-Propandiglycidylether und Derivate, 1,4-Butandioliglycidylether und Derivate, höhere 1,n-Alkandiglycidylether und Derivate, Bis-[(3,4-epoxycyclohexyl)methyl]-adipat und Derivate, Vinylcyclohexyldioxid und Derivate, 1,4-Cyclohexandimethanol-bis-(3,4-epoxycyclohexancarboxylat) und Derivate, 4,5-Epoxytetrahydrophthalsäurediglycidylester und Derivate, Bis-[1-ethyl(3-oxetanyl)methyl]ether und Derivate, Pentaerythritoltetraglycidylether und Derivate, Bisphenol-A-Diglycidylether (DGEBA), hydriertes Bisphenol-A-Diglycidylether, Bisphenol-F-Diglycidylether, hydriertes Bisphenol-F-Diglycidylether, Epoxyphenol-Novolaks, hydrierte Epoxyphenol-Novolaks, Epoxycresol-Novolaks, hydrierte Epoxycresol-Novolaks.

**[0053]** Reaktivharze können in ihrer monomeren oder auch dimeren, trimeren, usw. bis hin zu ihrer oligomeren Form eingesetzt werden.

**[0054]** Gemische von Reaktivharzen untereinander aber auch mit anderen coreaktiven Verbindungen wie Alkoholen (monofunktionell oder mehrfach funktionell) oder Vinylethern (monofunktionell oder mehrfach funktionell) sind ebenfalls möglich.

**[0055]** Die Klebmasseformulierung enthält zudem zumindest eine Sorte eines Photoinitiators für die kationische Härtung der Reaktivharze. Unter den Initiatoren für eine kationische UV-Härtung sind insbesondere Sulfonium-, Iodonium- und Metallocen-basierende Systeme einsetzbar.

**[0056]** Als Beispiele für Sulfonium-basierende Kationen sei auf die Ausführungen in US 6,908,722 B1 (insbesondere Spalten 10 bis 21) verwiesen.

**[0057]** Als Beispiele für Anionen, die als Gegenionen für die oben genannten Kationen dienen, seien Tetrafluoroborat, Tetraphenylborat, Hexafluorophosphat, Perchlorat, Tetrachloroferrat, Hexafluoroarsenat, Hexafluoroantimonat, Pentafluorohydroxyantimonat, Hexachloroantimonat, Tetrakis(pentafluoromethylphenyl)-borat, Bi-(trifluoromethylsulfonyl)-amide und Tris-(trifluoromethylsulfonyl)-methide genannt. Ferner sind insbesondere für Iodoniumbasierende Initiatoren auch Chlorid, Bromid oder Iodid als Anionen denkbar, wobei aber Initiatoren, die im Wesentlichen frei von Chlor und Brom sind, bevorzugt sind.

Konkreter zählen zu den einsetzbaren Systemen

- Sulfonium-Salze (siehe zum Beispiel US 4,231,951 A, US 4,256,828 A, US 4,058,401 A, US 4,138,255 A und US 2010/063221 A1) wie Triphenylsulfoniumhexafluoroarsenat, Triphenylsulfoniumhexafluoroborat, Triphenylsulfoniumtetrafluoroborat, Triphenylsulfoniumtetrakis-(pentafluorobenzyl)-borat, Methyl-diphenylsulfoniumtetrafluoroborat, Methyl-diphenylsulfoniumtetrakis-(pentafluorobenzyl)-borat, Dimethylphenylsulfoniumhexafluorophosphat, Triphenylsulfoniumhexafluorophosphat, Triphenylsulfoniumhexafluoroantimonat, Diphenyl-naphthylsulfoniumhexafluoroarsenat, Tritolylsulfoniumhexafluorophosphat, Anisyl-diphenylsulfoniumhexafluoroantimonat, 4-Butoxyphenyl-diphenylsulfoniumtetrafluoroborat, 4-Butoxyphenyl-diphenylsulfoniumtetrakis-(pentafluorobenzyl)-borat, 4-Chlorophenyl-diphenylsulfoniumhexafluoroantimonat, Tris-(4-phenoxyphenyl)-sulfoniumhexafluorophosphat, Di-(4-ethoxyphenyl)-methylsulfoniumhexafluoroarsenat, 4-Acetylphenyl-diphenylsulfoniumtetrafluoroborat, 4-Acetylphenyl-diphenylsulfoniumtetrakis-(pentafluorobenzyl)-borat, Tris-(4-thiomethoxyphenyl)-sulfoniumhexafluorophosphat,

Di-(methoxysulfonylphenyl)-methylsulfoniumhexafluoroantimonat,  
 Di-(methoxynaphthyl)-methylsulfoniumtetrafluoroborat,  
 Di-(methoxynaphthyl)-methylsulfoniumtetrakis-(pentafluorobenzyl)-borat,  
 Di-(carbomethoxyphenyl)-methylsulfoniumhexafluorophosphat,  
 (4-Octyloxyphenyl)-diphenylsulfoniumtetrakis-(3,5-bis-trifluoromethylphenyl)-borat,  
 Tris-[4-(4-acetylphenyl)-thiophenyl]-sulfoniumtetrakis-(pentafluorophenyl)-borat,  
 Tris-(dodecylphenyl)-sulfoniumtetrakis-(3,5-bis-trifluoromethylphenyl)-borat,  
 4-Acetamidphenyldiphenylsulfoniumtetrafluoroborat,  
 4-Acetamidphenyldiphenylsulfoniumtetrakis-(pentafluorobenzyl)-borat,  
 Dimethylnaphthylsulfoniumhexafluorophosphat,  
 Trifluoromethyldiphenylsulfoniumtetrafluoroborat,  
 Trifluoromethyldiphenylsulfoniumtetrakis-(pentafluorobenzyl)-borat,  
 Phenylmethylbenzylsulfoniumhexafluorophosphat,  
 5-Methylthianthreniumhexafluorophosphat,  
 10-Phenyl-9,9-dimethylthioxantheniumhexafluorophosphat,  
 10-Phenyl-9-oxothioxantheniumtetrafluoroborat,  
 10-Phenyl-9-oxothioxantheniumtetrakis-(pentafluorobenzyl)-borat,  
 5-Methyl-10-oxothianthreniumtetrafluoroborat,  
 5-Methyl-10-oxothianthreniumtetrakis-(pentafluorobenzyl)-borat und  
 5-Methyl-10,10-dioxothianthreniumhexafluorophosphat,  
 • Iodonium-Salze (siehe zum Beispiel US 3,729,313 A, US 3,741,769 A, US 4,250,053 A, US 4,394,403 A und US 2010/063221 A1) wie Diphenyliodoniumtetrafluoroborat,  
 Di-(4-methylphenyl)-iodoniumtetrafluoroborat,  
 Phenyl-4-methylphenyliodoniumtetrafluoroborat,  
 Di-(4-chlorphenyl)-iodoniumhexafluorophosphat,  
 Dinaphthylidoniumtetrafluoroborat,  
 Di-(4-trifluormethylphenyl)-iodoniumtetrafluoroborat,  
 Diphenyliodoniumhexafluorophosphat,  
 Di-(4-methylphenyl)-iodoniumhexafluorophosphat,  
 Diphenyliodoniumhexafluoroarsenat,  
 Di-(4-phenoxyphenyl)-iodoniumtetrafluoroborat,  
 Phenyl-2-thienyliodoniumhexafluorophosphat,  
 3,5-Dimethylpyrazolyl-4-phenyliodoniumhexafluorophosphat,  
 Diphenyliodoniumhexafluoroantimonat,  
 2,2'-Diphenyliodoniumtetrafluoroborat,  
 Di-(2,4-dichlorphenyl)-iodoniumhexafluorophosphat,  
 Di-(4-bromphenyl)-iodoniumhexafluorophosphat,

Di-(4-methoxyphenyl)-iodoniumhexafluorophosphat,  
 Di-(3-carboxyphenyl)-iodoniumhexafluorophosphat,  
 Di-(3-methoxycarbonylphenyl)-iodoniumhexafluorophosphat,  
 Di-(3-methoxysulfonylphenyl)-iodoniumhexafluorophosphat,  
 Di-(4-acetamidophenyl)-iodoniumhexafluorophosphat,  
 Di-(2-benzothieryl)-iodoniumhexafluorophosphat,  
 –  
 Diaryliodoniumtrifluormethylsulfonmethid wie  
 Diphenyliodoniumhexafluoroantimonat,  
 Diaryliodoniumtetrakis-(pentafluorophenyl)-borat wie  
 Diphenyliodoniumtetrakis-(pentafluorophenyl)-borat,  
 (4-n-Desiloxyphenyl)-phenyliodoniumhexafluoroantimonat,  
 [4-(2-Hydroxy-n-tetradesiloxy)-phenyl]-phenyliodoniumhexafluoroantimonat,  
 [4-(2-Hydroxy-n-tetradesiloxy)-phenyl]-phenyliodoniumtrifluorosulfonat,  
 [4-(2-Hydroxy-n-tetradesiloxy)-phenyl]-phenyliodoniumhexafluorophosphat,  
 [4-(2-Hydroxy-n-tetradesiloxy)-phenyl]-phenyliodoniumtetrakis(pentafluorophenyl)-borat,  
 Bis-(4-tert-butylphenyl)-iodoniumhexafluoroantimonat,  
 Bis-(4-tert-butylphenyl)-iodoniumhexafluorophosphat,  
 Bis-(4-tert-butylphenyl)-iodoniumtrifluorosulfonat,  
 Bis-(4-tert-butylphenyl)-iodoniumtetrafluoroborat,  
 Bis-(dodecylphenyl)-iodoniumhexafluoroantimonat,  
 Bis-(dodecylphenyl)-iodoniumtetrafluoroborat,  
 Bis-(dodecylphenyl)-iodoniumhexafluorophosphat,  
 Bis-(dodecylphenyl)-iodoniumtrifluormethylsulfonat,  
 Di-(dodecylphenyl)-iodoniumhexafluoroantimonat,  
 Di-(dodecylphenyl)-iodoniumtriflat,  
 Diphenyliodoniumbisulfat,  
 4,4'-Dichlorodiphenyliodoniumbisulfat, 4,4'-Dibromodiphenyliodoniumbisulfat,  
 3,3'-Dinitrodiphenyliodoniumbisulfat, 4,4'-Dimethyldiphenyliodoniumbisulfat,  
 4,4'-Bis-succinimidodiphenyliodoniumbisulfat, 3-Nitrodiphenyliodoniumbisulfat,  
 4,4'-Dimethoxydiphenyliodoniumbisulfat,  
 Bis-(dodecylphenyl)-iodoniumtetrakis-(pentafluorophenyl)-borat,  
 (4-Octyloxyphenyl)-phenyliodoniumtetrakis-(3,5-bis-trifluoromethylphenyl)-borat und  
 (Tolylcumyl)-iodoniumtetrakis-(pentafluorophenyl)-borat,

und

- Ferrocenium-Salze (siehe zum Beispiel EP 542 716 B1) wie  $\eta_5$ -(2,4-cyclopentadien-1-yl)-[(1,2,3,4,5,6,9)-(1-methylethyl)-benzol]-eisen.

**[0058]** Beispiele für kommerzialisierte Photoinitiatoren sind Cyracure UVI-6990, Cyracure UVI-6992, Cyracure UVI-6974 und Cyracure UVI-6976 der Firma Union Carbide, Optomer SP-55, Optomer SP-150, Optomer SP-151, Optomer SP-170 und Optomer SP-172 der Firma Adeka, San-Aid SI-45L, San-Aid SI-60L, San-Aid SI-80L, San-Aid SI-100L, San-Aid SI-110L, San-Aid SI-150L und San-Aid SI-180L der Firma Sanshin Chemical, SarCat CD-1010, SarCat CD-1011 und SarCat CD-1012 der Firma Sartomer, Degacure K185 der Firma Degussa, Rhodorsil Photoinitiator 2074 der Firma Rhodia, CI-2481, CI-2624, CI-2639, CI-2064, CI-2734, CI-2855, CI-2823 und CI-2758 der Firma Nippon Soda, Omnicat 320, Omnicat 430, Omnicat 432, Omnicat 440, Omnicat 445, Omnicat 550, Omnicat 550 BL und Omnicat 650 der Firma IGM Resins, Daicat II der Firma Daicel, UVAC 1591 der Firma Daicel-Cytec, FFC 509 der Firma 3M, BBI-102, BBI-103, BBI-105, BBI-106, BBI-109, BBI-110, BBI-201, BBI-301, BI-105, DPI-105, DPI-106, DPI-109, DPI-201, DTS-102, DTS-103, DTS-105, NDS-103, NDS-105, NDS-155, NDS-159, NDS-165, TPS-102, TPS-103, TPS-105, TPS-106, TPS-109, TPS-1000, MDS-103, MDS-105, MDS-109, MDS-205, MPI-103, MPI-105, MPI-106, MPI-109, DS-100, DS-101, MBZ-101, MBZ-201, MBZ-301, NAI-100, NAI-101, NAI-105, NAI-106, NAI-109, NAI-1002, NAI-1003, NAI-1004, NB-101, NB-201, NDI-101, NDI-105, NDI-106, NDI-109, PAI-01, PAI-101, PAI-106, PAI-1001, PI-105, PI-106, PI-109, PYR-100, SI-101, SI-105, SI-106 und SI-109 der Firma Midori Kagaku, Kayacure PCI-204, Kayacure PCI-205, Kayacure PCI-615, Kayacure PCI-625, Kayarad 220 und Kayarad 620, PCI-061T, PCI-062T, PCI-020T, PCI-022T der Firma Nippon Kayaku, TS-01 und TS-91 der Firma Sanwa Chemical, Deuteron UV 1240 der Firma Deuteron, Tego Photocompound 1465N der Firma Evonik, UV 9380 C-D1 der Firma GE Bayer Silicones, FX 512 der Firma Cytec, Silicolease UV Cata 211 der Firma Bluestar Silicones und Irgacure 250, Irgacure 261, Irgacure 270, Irgacure PAG 103, Irgacure PAG 121, Irgacure PAG 203, Irgacure PAG 290, Irgacure CGI 725, Irgacure CGI 1380, Irgacure CGI 1907 und Irgacure GSID 26-1 der Firma BASF.

**[0059]** Dem Fachmann sind weitere Systeme bekannt, die ebenfalls erfindungsgemäß einsetzbar sind. Photoinitiatoren werden unkombiniert oder als Kombination von zwei oder mehreren Photoinitiatoren eingesetzt.

**[0060]** Vorteilhaft sind Photoinitiatoren, die Absorption bei kleiner 350 nm und vorteilhaft bei größer 250 nm aufweisen. Initiatoren, die oberhalb 350 nm absorbieren, beispielsweise im Bereich violetten

Lichts, sind ebenfalls einsetzbar. Sulfonium-basierende Photoinitiatoren werden besonders bevorzugt eingesetzt, da sie eine vorteilhafte UV-Absorptionscharakteristik aufweisen.

**[0061]** Bevorzugt wird die Haftklebmasse erst nach der Applikation auf der elektronischen Anordnung teil- oder endvernetzt.

**[0062]** Der Klebmasse können übliche Zuschlagstoffe wie Alterungsschutzmittel (Antiozonantien, Antioxidantien, Lichtschutzmittel usw.) zugesetzt sein. Als Additive zur Klebmasse werden typischerweise genutzt:

- Plastifizierungsmittel wie zum Beispiel Weichmacheröle oder niedermolekulare flüssige Polymere wie zum Beispiel niedermolekulare Polybutene
- primäre Antioxidantien wie zum Beispiel sterisch gehinderte Phenole
- sekundäre Antioxidantien wie zum Beispiel Phosphite oder Thioether
- Prozessstabilisatoren wie zum Beispiel C-Radikalfänger
- Lichtschutzmittel wie zum Beispiel UV-Absorber oder sterisch gehinderte Amine
- Verarbeitungshilfsmittel
- Netzadditive
- Haftvermittler
- Endblockverstärkerharze und/oder
- gegebenenfalls weitere Polymere von bevorzugt elastomerer Natur; entsprechend nutzbare Elastomere beinhalten unter anderem solche auf Basis reiner Kohlenwasserstoffe, zum Beispiel ungesättigte Polydiene wie natürliches oder synthetisch erzeugtes Polyisopren oder Polybutadien, chemisch im wesentlichen gesättigte Elastomere wie zum Beispiel gesättigte Ethylen-Propylen-Copolymere,  $\alpha$ -Olefinopolymere, Polyisobutylene, Butylkautschuk, Ethylen-Propylenkautschuk, sowie chemisch funktionalisierte Kohlenwasserstoffe wie zum Beispiel halogenhaltige, acrylathaltige, allyl- oder vinyl etherhaltige Polyolefine

**[0063]** Die Zuschlagstoffe oder Additive sind nicht zwingend, die Klebmasse funktioniert auch, ohne dass diese einzeln oder in beliebiger Kombination zugesetzt sind.

**[0064]** Füllstoffe können vorteilhaft in den erfindungsgemäßen Haftklebmassen eingesetzt werden. Bevorzugt werden als Füllstoffe der Klebmasse nanoskalige und/oder transparente Füllstoffe verwendet. Als nanoskalig wird ein Füllstoff vorliegend bezeichnet, wenn er in mindestens einer Dimension eine maximale Ausdehnung von etwa 100 nm, bevorzugt von etwa 10 nm, aufweist. Besonders bevorzugt werden solche in der Masse transparente Füllstoffe mit plättchenförmiger Kristallitstruktur und einem hohen Aspektverhältnis bei homogener Verteilung ver-

wendet. Die Füllstoffe mit plättchenartiger Kristallstruktur und Aspektverhältnissen weit über 100 haben in der Regel nur eine Dicke von einigen nm, die Länge beziehungsweise die Breite der Kristallite kann aber bis zu einigen µm betragen. Derartige Füllstoffe werden ebenfalls als Nanopartikel bezeichnet. Die partikuläre Ausgestaltung der Füllstoffe mit kleinen Abmessungen ist zudem besonders vorteilhaft für eine transparente Auslegung der Haftklebmasse.

**[0065]** Durch den Aufbau labyrinthartiger Strukturen mithilfe der zuvor beschriebenen Füllstoffe in der Klebstoffmatrix wird der Diffusionsweg von zum Beispiel Sauerstoff und Wasserdampf derartig verlängert, dass ihre Permeation durch die Klebstoffschicht hindurch vermindert wird. Zur besseren Dispergierbarkeit dieser Füllstoffe in der Bindemittelmatrix können diese Füllstoffe mit organischen Verbindungen oberflächlich modifiziert werden. Der Einsatz derartiger Füllstoffe an sich ist beispielsweise aus der US 2007/0135552 A1 sowie der WO 02/026908 A1 bekannt.

**[0066]** In einer weiteren vorteilhaften Ausführung der vorliegenden Erfindung werden auch Füllstoffe, die mit Sauerstoff und/oder Wasserdampf in besonderer Weise wechselwirken können, eingesetzt. In die (opto-)elektronische Anordnung eindringender Sauerstoff oder Wasserdampf wird dann an diesen Füllstoffen chemisch oder physikalisch gebunden. Diese Füllstoffe werden auch als „getter“, „scavenger“, „desiccants“ oder „absorber“ bezeichnet. Solche Füllstoffe umfassen beispielhaft, aber nicht einschränkend oxidierbare Metalle, Halide, Salze, Silicate, Oxide, Hydroxide, Sulfate, Sulfite, Carbonate von Metallen und Übergangsmetallen, Perchlorate und aktivierten Kohlenstoff, einschließlich seiner Modifikationen. Beispiele sind Cobaltchlorid, Calciumchlorid, Calciumbromid, Lithiumchlorid, Zinkchlorid, Zinkbromid, Siliciumdioxid (Silica Gel), Aluminiumoxid (aktiviertes Aluminium), Calciumsulfat, Kupfersulfat, Natriumdithionit, Natriumcarbonat, Magnesiumcarbonat, Titandioxid, Bentonit, Montmorillonit, Diatomenerde, Zeolithe und Oxide von (Erd)Alkalimetallen, wie Bariumoxid, Calciumoxid, Eisenoxid und Magesiumoxid oder auch Kohlenstoffnanoröhrchen. Des Weiteren können auch organische Absorber wie beispielsweise Polyolefin-Copolymere, Polyamid-Copolymere, PET-Copolyester oder weitere auf Hybridpolymeren basierte Absorber, die meist in Kombination mit Katalysatoren wie beispielsweise Cobalt verwendet werden eingesetzt werden. Weitere organische Absorber sind etwa schwach vernetzte Polyacrylsäure, Ascorbate, Glucose, Gallussäure oder ungesättigte Fette und Öle.

**[0067]** Um eine möglichst gute Wirksamkeit der Füllstoffe hinsichtlich der Barrierewirkung zu erzielen, sollte ihr Anteil nicht zu gering sein. Der Anteil beträgt vorzugsweise mindestens 5 Gew.-%, weiter bevor-

zugt mindestens 10 Gew.-% und ganz bevorzugt mindestens 15 Gew.-%. Typischerweise wird ein möglichst hoher Anteil von Füllstoffen eingesetzt, ohne dabei die Klebkräfte der Klebmasse zu stark herabzusetzen oder weitere Eigenschaften zu beeinträchtigen. Je nach Füllstofftyp können Füllstoffanteile von größer 40 Gew.-% bis 70 Gew.-% erreicht werden.

**[0068]** Des Weiteren ist eine möglichst feine Verteilung und möglichst hohe Oberfläche der Füllstoffe vorteilhaft. Dies ermöglicht einen höheren Wirkungsgrad und eine höhere Beladungskapazität und wird insbesondere mit nanoskaligen Füllstoffen erreicht.

**[0069]** Die Füllstoffe sind nicht zwingend, die Klebmasse funktioniert auch, ohne dass diese einzeln oder in beliebiger Kombination zugesetzt sind.

**[0070]** Weiter bevorzugt kommt eine Klebmasse zum Einsatz, die in bestimmten Ausführungen im sichtbaren Licht des Spektrums (Wellenlängenbereich von etwa 400 nm bis 800 nm) transparent ist. Die gewünschte Transparenz lässt sich insbesondere durch die Verwendung farbloser Klebharze und durch Einstellung der Kompatibilität von Copolymer (in mikrophasenseparierten Systemen wie Block- und Pfropfcopolymeren mit deren Weichblock) und Klebharz aber auch mit dem Reaktivharz erzielen. Reaktivharze werden für diesen Zweck vorteilhaft aus aliphatischen und cycloaliphatischen Systemen ausgewählt. Eine derartige Haftklebmasse eignet sich somit auch besonders gut für einen vollflächigen Einsatz über einer (opto-)elektronischen Struktur. Eine vollflächige Verklebung bietet, bei einer etwa mittigen Anordnung der elektronischen Struktur gegenüber einer Randversiegelung den Vorteil, dass der Permeant durch die gesamte Fläche diffundieren müsste, bevor er die Struktur erreicht. Der Permeationsweg ist somit deutlich erhöht. Die in dieser Ausführungsform verlängerten Permeationswege im Vergleich zur Randversiegelung etwa durch Flüssigklebstoffe wirken sich positiv auf die Gesamtbarriere aus, da der Permeationsweg umgekehrt proportional zur Durchlässigkeit ist.

**[0071]** „Transparenz“ bedeutet dabei eine mittlere Transmission der Klebmasse im sichtbaren Bereich des Lichts von mindestens 75 %, bevorzugt höher als 90 %, wobei sich diese Betrachtung auf unkorrigierte Transmission, also ohne Grenzflächenreflexionsverluste herauszurechnen, bezieht.

**[0072]** Vorzugsweise zeigt die Klebmasse einen Haze kleiner 5,0 %, bevorzugt kleiner 2,5 %.

**[0073]** Die Herstellung und Verarbeitung der Haftklebmasse kann aus Lösung, Dispersion sowie aus der Schmelze erfolgen. Bevorzugt erfolgt die Herstellung und Verarbeitung aus Lösung oder aus der Schmelze. Besonders bevorzugt ist die Fertigung der Kleb-

masse aus Lösung. Dabei werden die Bestandteile der Haftklebmasse in einem geeigneten Lösungsmittel, zum Beispiel Toluol oder Mischungen aus Benzin und Aceton, gelöst und mit allgemein bekannten Verfahren auf den Träger aufgebracht. Bei der Verarbeitung aus der Schmelze können dies Auftragsverfahren über eine Düse oder einen Kalandrier sein. Bei Verfahren aus der Lösung sind Beschichtungen mit Rakeln, Messern, Walzen oder Düsen bekannt, um nur einige zu nennen.

**[0074]** Über die Beschichtungstemperatur kann in lösungsmittelfreien Prozessen das Beschichtungsergebnis beeinflusst werden. Dem Fachmann sind die Prozessparameter geläufig, um transparente Klebeschichten zu erhalten. In Lösungsmittelbeschichtungsprozessen kann über die Auswahl des Lösungsmittels oder des Lösungsmittelgemischs das Beschichtungsergebnis beeinflusst werden. Dem Fachmann ist auch hier geläufig, geeignete Lösungsmittel auszuwählen. Kombinationen aus insbesondere unpolaren Lösungsmitteln, die unter 100 °C siedend, mit Lösungsmitteln, die oberhalb 100 °C siedend, insbesondere aromatische, sind sehr gut geeignet.

**[0075]** Vorteilhaft ist die Beschichtung aus Lösungsmitteln oder aus der Schmelze. Hierfür bieten erfindungsgemäße Formulierungen große Vorteile, wie bereits weiter oben ausgeführt wurde.

**[0076]** Besonders vorteilhaft lässt sich die erfindungsgemäße Klebmasse in einem ein- oder doppelseitig klebenden Klebeband verwenden. Diese Darreichungsart erlaubt eine besonders einfache und gleichmäßige Applikation der Klebmasse.

**[0077]** Der allgemeine Ausdruck „Klebeband“ umfasst dabei ein Trägermaterial, welches ein- oder beidseitig mit einer (Haft)klebmasse versehen ist. Das Trägermaterial umfasst alle flächigen Gebilde, beispielsweise in zwei Dimensionen ausgedehnte Folien oder Folienabschnitte, Bänder mit ausgedehnter Länge und begrenzter Breite, Bandabschnitte, Stanzlinge (beispielsweise in Form von Umrandungen oder Begrenzungen einer (opto-)elektronischen Anordnung), Mehrschichtanordnungen und dergleichen. Dabei sind für verschiedene Anwendungen unterschiedlichste Träger wie zum Beispiel Folien, Gewebe, Vliese und Papiere mit den Klebmassen kombinierbar. Des Weiteren umfasst der Ausdruck „Klebeband“ auch so genannte „Transferklebebänder“, das heißt ein Klebeband ohne Träger. Bei einem Transferklebeband ist die Klebmasse vielmehr vor der Applikation zwischen flexiblen Linern aufgebracht, die mit einer Trennschicht versehen sind und/oder anti-adhäsive Eigenschaften aufweisen. Zur Applikation wird regelmäßig zunächst ein Liner entfernt, die Klebmasse appliziert und dann der zweite Liner entfernt. Die Klebmasse kann so direkt zur Ver-

bindung zweier Oberflächen in (opto-)elektronischen Anordnungen verwendet werden.

**[0078]** Es sind aber auch Klebebänder möglich, bei denen nicht mit zwei Linern sondern mit einem einzigen doppelseitig trennend ausgerüstet Liner gearbeitet wird. Die Klebebandbahn ist dann an ihrer Oberseite mit der einen Seite eines doppelseitig trennend ausgerüsteten Liners abgedeckt, ihre Unterseite mit der Rückseite des doppelseitig trennend ausgerüsteten Liners, insbesondere einer benachbarten Windung auf einem Ballen oder einer Rolle.

**[0079]** Als Trägermaterial eines Klebebandes werden vorliegend bevorzugt Polymerfolien, Folienverbunde oder mit organischen und/oder anorganischen Schichten versehene Folien oder Folienverbunde eingesetzt. Derartige Folien/Folienverbunde können aus allen gängigen zur Folienherstellung verwendeten Kunststoffen bestehen, beispielhaft aber nicht einschränkend erwähnt seien:

Polyethylen, Polypropylen – insbesondere das durch mono- oder biaxiale Streckung erzeugte orientierte Polypropylen (OPP), Cyclische Olefin Copolymere (COC), Polyvinylchlorid (PVC), Polyester – insbesondere Polyethylenterephthalat (PET) und Polyethylen-naphthalat (PEN), Ethylenvinylalkohol (EVOH), Polyvinylidenchlorid (PVDC), Polyvinylidenfluorid (PVDF), Polyacrylnitril (PAN), Polycarbonat (PC), Polyamid (PA), Polyethersulfon (PES) oder Polyimid (PI).

**[0080]** Der Träger kann zudem mit organischen oder anorganischen Beschichtungen oder Schichten kombiniert sein. Dies kann durch übliche Verfahren wie zum Beispiel Lackieren, Drucken, Bedampfen, Sputtern, Co-Extrusion oder Lamination geschehen. Beispielhaft, aber nicht einschränkend erwähnt seien hier etwa Oxide oder Nitride des Siliziums und des Aluminiums, Indium-Zinn-Oxid (ITO) oder Sol-Gel-Beschichtungen.

**[0081]** Besonders bevorzugt sind diese Folien/Folienverbunde, insbesondere die Polymerfolien mit einer Permeationsbarriere für Sauerstoff und Wasserdampf versehen, wobei die Permeationsbarriere die Anforderungen für den Verpackungsbereich übertrifft ( $WVTR < 10^{-1} \text{ g}/(\text{m}^2\text{d})$ ;  $OTR < 10^{-1} \text{ cm}^3/(\text{m}^2\text{d bar})$ ).

**[0082]** Zudem können die Folien/Folienverbunde in bevorzugter Ausgestaltung transparent ausgebildet sein, damit auch der Gesamtaufbau eines derartigen Klebeartikels transparent ausgebildet ist. „Transparenz“ bedeutet auch hier eine mittlere Transmission im sichtbaren Bereich des Lichts von mindestens 75 %, bevorzugt höher als 90 %.

**[0083]** Bei doppelseitig (selbst)klebenden Klebebändern können als obere und untere Schicht erfindungsgemäße Klebmassen gleicher oder verschiedener Art und/oder gleicher oder verschiedener Schichtdi-

cke zur Anwendung kommen. Der Träger kann dabei auf einer oder beiden Seiten dem Stand der Technik entsprechend vorbehandelt sein, so dass beispielsweise eine Verbesserung der Klebmassenverankerung erzielt wird. Ebenso können eine oder beide Seiten mit einer funktionalen Schicht ausgerüstet sein, die beispielsweise als Sperrschicht fungieren kann. Die Haftklebmasseschichten können optional mit Trennpapieren oder Trennfolien eingedeckt werden. Alternativ kann auch nur eine Klebmasseschicht mit einem doppelseitig trennenden Liner eingedeckt sein. In einer Variante ist in dem doppelseitig (selbst)klebenden Klebeband eine erfindungsgemäße Klebmasse vorgesehen sowie eine beliebige weitere, zum Beispiel eine solche, die besonders gut auf einem Abdecksubstrat haftet oder eine besonders gute Repositionierbarkeit zeigt.

**[0084]** Des Weiteren sind die Klebmasse sowie ein eventuell damit gebildetes Klebeband hervorragend zur Kapselung einer elektronischen Anordnung gegen Permeanten geeignet, indem die Klebmasse oder das Klebeband auf und/oder um die zu kapselnden Bereiche der elektronischen Anordnung appliziert werden.

**[0085]** Als Kapselung wird vorliegend nicht nur ein vollumfänglicher Einschluss mit der genannten Haftklebmasse bezeichnet sondern auch bereits eine bereichsweise Applikation der Haftklebmasse auf den zu kapselnden Bereichen der (opto-)elektronischen Anordnung, beispielsweise eine einseitige Überdeckung oder eine Umrahmung einer elektronischen Struktur.

**[0086]** Im Prinzip können mit Klebebändern zwei Arten der Verkapselung durchgeführt werden. Entweder wird das Klebeband zuvor ausgestanzt und nur um die zu kapselnden Bereiche herum verklebt, oder es wird vollflächig über die zu kapselnden Bereiche geklebt. Ein Vorteil der zweiten Variante ist die einfachere Handhabung und der häufig bessere Schutz.

**[0087]** Die vorliegende Erfindung beruht zunächst auf der Erkenntnis, dass es trotz der zuvor beschriebenen Nachteile möglich ist, eine (Haft-)Klebmasse zur Kapselung einer elektronischen Anordnung zu verwenden, bei der die zuvor bezüglich Haftklebmassen beschriebenen Nachteile nicht oder nur vermindert auftreten. Es hat sich nämlich gezeigt, dass eine Klebmasse basierend auf einem Copolymer enthaltend zumindest Isobutylen oder Butylen als Comonomersorte und zumindest eine Comonomersorte, die - als hypothetisches Homopolymer betrachtet - eine Erweichungstemperatur von größer 40 °C aufweist, zur Kapselung elektronischer Anordnungen besonders geeignet ist. Da es sich bei der Klebmasse vorzugsweise um eine Haftklebmasse handelt, ist die Applikation besonders einfach, da keine Vorfixierung erfolgen muss. Die Haftklebmassen er-

lauben eine flexible und saubere Verarbeitung. Auch kann durch die Darreichung als Haftklebeband die Menge der Haftklebmasse einfach dosiert werden, und es fallen auch keine Lösemittellemissionen an. Zumindest nach der Applikation auf das Zielsubstrat oder die Zielsubstrate wird die Haftklebmasse durch Stimulation des Photoinitiators einer Vernetzung ausgesetzt.

**[0088]** Vorteil der hier vorliegenden Erfindung ist also, im Vergleich zu anderen Haftklebmassen, die Kombination aus sehr guten Barriereigenschaften gegenüber Sauerstoff und vor allem gegenüber Wasserdampf bei gleichzeitiger guter Grenzflächenhaftung auf unterschiedlichen Substraten, guten kohäsiven Eigenschaften und, im Vergleich zu Flüssigklebstoffen, eine sehr hohe Flexibilität und eine einfache Applikation in der (opto-)elektronischen Anordnung und bei/in der Kapselung. Des Weiteren liegen in bestimmten Ausführungen auch hochtransparente Klebmassen vor, die in besonderer Weise für den Einsatz in (opto-)elektronischen Anordnungen Anwendung finden können, da eine Verminderung von einfallendem oder austretendem Licht sehr gering gehalten wird.

**[0089]** Eine Verkapselung durch Lamination von zumindest Teilen der (opto-)elektronischen Aufbauten mit einem flächigen Barrierematerial (zum Beispiel Glas, insbesondere Dünnglas, metalloxidbeschichteten Folien, Metallfolien, Multilayer-Substratmaterialien) ist mit sehr guter Barrierewirkung in einem einfachen Rolle-zu-Rolle Prozess möglich. Die Flexibilität des gesamten Aufbaus hängt, neben der Flexibilität der Haftklebmasse von weiteren Faktoren, wie Geometrie und Dicke der (opto-)elektronischen Aufbauten beziehungsweise der flächigen Barrierematerialien ab. Die hohe Flexibilität der Haftklebmasse ermöglicht es aber sehr dünne, biegsame und flexible (opto-)elektronische Aufbauten zu realisieren.

**[0090]** Von besonderem Vorteil für die Kapselung von (opto-)elektronischen Aufbauten ist es, wenn diese vor, während oder nach der Applikation der Haftklebmasse erwärmt werden.

**[0091]** Dadurch kann die Haftklebmasse noch besser auffließen und somit die Permeation an der Grenzfläche zwischen der (opto-)elektronischen Anordnung und der Haftklebmasse weiter vermindert werden. Die Temperatur sollte dabei bevorzugt mehr als 30 °C, weiter bevorzugt mehr als 50 °C betragen, um das Auffließen entsprechend zu fördern. Zu hoch sollte die Temperatur jedoch nicht gewählt werden, um die (opto-)elektronische Anordnung nicht zu beschädigen. Die Temperatur sollte möglichst weniger als 100 °C betragen. Als optimaler Temperaturbereich haben sich Temperaturen zwischen 50 °C und 70 °C herausgestellt. Vorteilhaft ist es ebenso, wenn

die Haftklebemasse vor, während oder nach der Applikation zusätzlich oder alternativ erwärmt wird.

**[0092]** Zusammengefasst erfüllt die erfindungsgemäße Klebemasse alle Anforderungen, wie sie an eine Klebemasse gestellt werden, die zur Verkapselung einer (opto-)elektronischen Anordnung eingesetzt wird:

- eine geringe Volumenpermeation von Wasserdampf und Sauerstoff, was sich in einem Wert für WVTR (Mocon) von kleiner 10 g/m<sup>2</sup> d, und einem Wert für OTR (Mocon) von kleiner 1000 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>·d·bar zeigt,
- eine geringe Grenzflächenpermeation von Wasserdampf und Sauerstoff, was sich in einem Wert für WVTR (Ca-Test) von kleiner 1 g/m<sup>2</sup> d zeigt und ein gutes Auffließen der Klebemasse auf die Zielsubstrate bedingt;
- optional, aber bevorzugt hohe Transparenz mit einer Transmission von bevorzugt über 90 %
- optional, aber bevorzugt ein Haze kleiner 5,0 % bevorzugt kleiner 2,5 %
- hervorragendes Laminationsverhalten zum Beispiel im Rolle-zu-Rolle-Prozess, was sich in einer Klebkraft für das unvernetztes System auf Glas größer 1,5 N/cm, bevorzugt größer 2,5 N/cm und einer dynamischen Scherfestigkeit für das vernetzte System auf Glas von größer 10 N/cm<sup>2</sup>, bevorzugt größer 20 N/cm<sup>2</sup> zeigt

**[0093]** Weitere Einzelheiten, Ziele, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend anhand mehrerer, bevorzugte Ausführungsbeispiele darstellende Figuren näher erläutert. Es zeigen

**[0094]** [Fig. 1](#) eine erste (opto-)elektronische Anordnung in schematischer Darstellung,

**[0095]** [Fig. 2](#) eine zweite (opto-)elektronische Anordnung in schematischer Darstellung,

**[0096]** [Fig. 3](#) eine dritte (opto-)elektronische Anordnung in schematischer Darstellung.

**[0097]** [Fig. 1](#) zeigt eine erste Ausgestaltung einer (opto-)elektronischen Anordnung **1**. Diese Anordnung **1** weist ein Substrat **2** auf, auf dem eine elektronische Struktur **3** angeordnet ist. Das Substrat **2** selbst ist als Barriere für Permeanten ausgebildet und bildet damit einen Teil der Kapselung der elektronischen Struktur **3**. Oberhalb der elektronischen Struktur **3**, vorliegend auch räumlich von dieser beabstandet, ist eine weitere als Barriere ausgebildete Abdeckung **4** angeordnet.

**[0098]** Um die elektronische Struktur **3** auch zur Seite hin zu kapseln und gleichzeitig die Abdeckung **4** mit der elektronischen Anordnung **1** im Übrigen zu verbinden, ist eine Haftklebemasse **5** umlaufend neben der elektronischen Struktur **3** auf dem Substrat **2** vor-

gesehen. In anderen Ausführungsformen erfolgt die Kapselung nicht mit einer reinen Haftklebemasse **5**, sondern mit einem Klebeband **5**, das zumindest eine erfindungsgemäße Haftklebemasse enthält. Die Haftklebemasse **5** verbindet die Abdeckung **4** mit dem Substrat **2**. Durch eine entsprechend dicke Ausgestaltung ermöglicht die Haftklebemasse **5** zudem die Beabstandung der Abdeckung **4** von der elektronischen Struktur **3**.

**[0099]** Bei der Haftklebemasse **5** handelt es sich um eine solche auf Basis der erfindungsgemäßen Haftklebemasse wie sie vorstehend in allgemeiner Form beschrieben wurde und nachfolgend in Ausführungsbeispielen näher dargelegt ist. Die Haftklebemasse **5** übernimmt vorliegend nicht nur die Funktion des Verbindens des Substrats **2** mit der Abdeckung **4** sondern bildet zudem auch eine Barrierschicht für Permeanten bereit, um so die elektronische Struktur **2** auch von der Seite gegen Permeanten wie Wasserdampf und Sauerstoff zu kapseln.

**[0100]** Die Haftklebemasse **5** wird vorliegend zudem in Form eines Stanzlings aus einem doppelseitigen Klebebandes bereitgestellt. Ein derartiger Stanzling ermöglicht eine besonders einfache Applikation.

**[0101]** [Fig. 2](#) zeigt eine alternative Ausgestaltung einer (opto-)elektronischen Anordnung **1**. Gezeigt ist wiederum eine elektronische Struktur **3**, die auf einem Substrat **2** angeordnet und durch das Substrat **2** von unten gekapselt ist. Oberhalb und seitlich von der elektronischen Struktur ist nun die Haftklebemasse **5** vollflächig angeordnet. Die elektronische Struktur **3** wird somit von oben vollständig durch die Haftklebemasse **5** gekapselt. Auf die Haftklebemasse **5** ist sodann eine Abdeckung **4** aufgebracht. Diese Abdeckung **4** muss im Gegensatz zu der vorherigen Ausgestaltung nicht zwingend die hohen Barriereanforderungen erfüllen, da die Barriere bereits durch die Haftklebemasse bereitgestellt wird. Die Abdeckung **4** kann beispielsweise lediglich eine mechanische Schutzfunktion wahrnehmen, sie kann aber auch zusätzlich als Permeationsbarriere vorgesehen sein.

**[0102]** [Fig. 3](#) zeigt eine weitere alternative Ausgestaltung einer (opto-)elektronischen Anordnung **1**. Im Gegensatz zu den vorherigen Ausgestaltungen sind nun zwei Haftklebemassen **5a**, **5b** vorgesehen, die vorliegend identisch ausgebildet sind. Die erste Haftklebemasse **5a** ist vollflächig auf dem Substrat **2** angeordnet. Auf der Haftklebemasse **5a** ist die elektronische Struktur **3** vorgesehen, die durch die Haftklebemasse **5a** fixiert wird. Der Verbund aus Haftklebemasse **5a** und elektronischer Struktur **3** wird dann mit der weiteren Haftklebemasse **5b** vollflächig überdeckt, so dass die elektronische Struktur **3** von allen Seiten durch die Haftklebemassen **5a**, **b** gekapselt ist. Oberhalb der Haftklebemasse **5b** ist wiederum die Abdeckung **4** vorgesehen.

**[0103]** In dieser Ausgestaltung müssen somit weder das Substrat **2** noch die Abdeckung **4** zwingend Barriereigenschaften aufweisen. Sie können aber dennoch vorgesehen sein, um die Permeation von Permeanten zur elektronischen Struktur **3** weiter einzuschränken.

**[0104]** Insbesondere im Hinblick auf die **Fig. 2, Fig. 3** wird darauf hingewiesen, dass es sich vorliegend um schematische Darstellungen handelt. Aus den Darstellungen ist insbesondere nicht ersichtlich, dass die Haftklebmasse **5** hier und vorzugsweise jeweils mit einer homogenen Schichtdicke aufgetragen wird. Am Übergang zur elektronischen Struktur bildet sich daher keine scharfe Kante, wie es in der Darstellung scheint, sondern der Übergang ist fließend und es können vielmehr kleine un- oder gasgefüllte Bereiche verbleiben. Gegebenenfalls kann jedoch auch eine Anpassung an den Untergrund erfolgen, insbesondere dann, wenn die Applikation unter Vakuum oder unter erhöhtem Druck durchgeführt wird. Zudem wird die Haftklebmasse lokal unterschiedlich stark komprimiert, so dass durch Fließprozesse ein gewisser Ausgleich der Höhendifferenz an den Kantenstrukturen erfolgen kann. Auch die gezeigten Dimensionen sind nicht maßstäblich, sondern dienen vielmehr nur einer besseren Darstellung. Insbesondere die elektronische Struktur selbst ist in der Regel relativ flach ausgebildet (oft weniger als 1 µm dick).

**[0105]** Die Applikation der Haftklebmasse **5** erfolgt in allen gezeigten Ausführungsbeispielen in Form eines Haftklebebandes. Dabei kann es sich grundsätzlich um ein doppelseitiges Haftklebeband mit einem Träger oder um ein Transferklebeband handeln. Vorliegend ist eine Ausgestaltung als Transferklebeband gewählt.

**[0106]** Die Dicke der Haftklebmasse, die entweder als Transferklebeband oder auf einem flächigen Gebilde beschichtet vorliegt, beträgt bevorzugt zwischen etwa 1 µm und etwa 150 µm, weiter bevorzugt zwischen etwa 5 µm und etwa 75 µm und besonders bevorzugt zwischen etwa 12 µm und 50 µm. Hohe Schichtdicken zwischen 50 µm und 150 µm werden dann eingesetzt wenn eine verbesserte Haftung auf dem Substrat und/oder eine dämpfende Wirkung innerhalb des (opto-)elektronischen Aufbaus erreicht werden soll. Nachteilig ist hier jedoch der erhöhte Permeationsquerschnitt. Geringe Schichtdicken zwischen 1 µm und 12 µm reduzieren den Permeationsquerschnitt, damit die laterale Permeation und die Gesamtdicke des (opto-)elektronischen Aufbaus. Jedoch kommt es zu einer Verringerung der Haftung aus dem Substrat. In den besonders bevorzugten Dickenbereichen liegt ein guter Kompromiss zwischen einer geringen Massendicke und dem daraus folgenden niedrigen Permeationsquerschnitt, der die laterale Permeation verringert, und einem genügend dicken Massefilm zur Herstellung einer aus-

reichend haftenden Verbindung. Die optimale Dicke hängt vom (opto-)elektronischen Aufbau, der Endanwendung, der Art der Ausführung der Haftklebmasse und gegebenenfalls dem flächigen Substrat ab.

**[0107]** Für doppelseitige Klebebänder gilt für die Barriereklebmasse(n) ebenfalls, dass die Dicke der einzelnen Haftklebmasseschicht(en) bevorzugt zwischen etwa 1 µm und etwa 150 µm, weiter bevorzugt zwischen etwa 5 µm und etwa 75 µm und besonders bevorzugt zwischen etwa 12 µm und 50 µm liegt. Kommt in doppelseitigen Klebebändern neben der einen erfindungsgemäßen Barriereklebmasse eine weitere zum Einsatz, dann kann es auch vorteilhaft sein, wenn ihre Dicke oberhalb 150 µm liegt.

**[0108]** Im Folgenden wird die Erfindung durch einige Beispiele näher erläutert, ohne die Erfindung damit einschränken zu wollen.

#### Prüfmethoden

##### Klebkraft

**[0109]** Die Bestimmung der Klebkraft wurde wie folgt durchgeführt: Als definierter Haftgrund wurden Glasplatten (Floatglas) eingesetzt. Das zu untersuchende verklebbare Flächenelement wurde auf eine Breite von 20 mm und eine Länge von etwa 25 cm zugeschnitten, mit einem Handhabungsabschnitt versehen und unmittelbar danach fünfmal mit einer Stahlrolle von 4 kg bei einem Vorschub von 10 m/min auf den jeweils gewählten Haftgrund aufgedrückt. Unmittelbar im Anschluss daran wurde das zuvor verklebte Flächenelement in einem Winkel von 180° bei Raumtemperatur und mit 300 mm/min vom Haftgrund mit einem Zugprüfungsgerät (Firma Zwick) abgezogen und die hierfür benötigte Kraft gemessen. Der Messwert (in N/cm) ergab sich als Mittelwert aus drei Einzelmessungen. Die Prüfung erfolgte an unvernetzten Mustern.

**[0110]** Permeabilität für Sauerstoff (OTR) und Wasserdampf (WVTR) Die Bestimmung der Permeabilität für Sauerstoff (OTR) und Wasserdampf (WVTR) erfolgt nach DIN 53380 Teil 3 beziehungsweise ASTM F-1249. Die Haftklebmasse wird dazu mit einer Schichtdicke von 50 µm auf eine permeable Membran aufgebracht. Die Sauerstoffdurchlässigkeit wird bei 23 °C und einer relativen Feuchte von 50 % gemessen mit einem Messgerät Mocon OX-Tran 2/21. Die Wasserdampfdurchlässigkeit wird bei 37,5 °C und einer relativen Feuchte von 90 % bestimmt.

##### Lebensdauertest

**[0111]** Als ein Maß für die Bestimmung der Lebensdauer eines (opto-)elektronischen Aufbaus wurde ein Calciumtest herangezogen. Dazu wird unter Stickstoffatmosphäre eine 20 × 20 mm<sup>2</sup> große, dünne Cal-

ciumschicht auf eine Glasplatte abgeschieden. Die Dicke der Calciumschicht liegt bei etwa 100 nm. Für die Verkapselung der Calciumschicht wird ein Klebeband mit einem Dünnglas (200 µm Floatglas) als Trägermaterial verwendet (WVTR = 0 g/m<sup>2</sup>·d und OTR = 0 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>·d·bar, entsprechend nach ASTM F-1249 und DIN 53380 Teil 3 und oben genannten Bedingungen). Das Klebeband wird mit einem allseitigen Rand von 5 mm über dem Calciumspiegel appliziert, in dem es direkt auf der Glasplatte haftet.

**[0112]** Der Test basiert auf der Reaktion von Calcium mit Wasserdampf und Sauerstoff, wie sie beispielsweise von A. G. Erlat et. al. in „47th Annual Technical Conference Proceedings – Society of Vacuum Coaters“, 2004, Seiten 654–659, und von M. E. Gross et al. in „46th Annual Technical Conference Proceedings – Society of Vacuum Coaters“, 2003, Seiten 89 bis 92, beschrieben sind. Dabei wird die Lichttransmission der Calciumschicht überwacht, welche durch die Umwandlung in Calciumhydroxid und Calciumoxid zunimmt. Das Erreichen von 90 % der Transmission des Aufbaus ohne Calciumschicht wird als Ende der Lebensdauer bezeichnet. Als Messbedingungen werden 23 °C und 50 % rel. Luftfeuchte gewählt. Die Muster wurden mit einer Schichtdicke der Haftklebmasse von 25 µm vollflächig und blasenfrei verklebt.

#### Klebhärerweichungstemperatur

**[0113]** Die Klebhärerweichungstemperatur wird nach der einschlägigen Methodik durchgeführt, die als Ring and Ball bekannt ist und nach ASTM E28 standardisiert ist.

**[0114]** Zur Bestimmung der Klebhärerweichungstemperatur der Harze kommt ein Ring-Kugel-Automat HRB 754 der Firma Herzog zum Einsatz. Harzmuster werden zunächst fein gemörsert. Das resultierende Pulver wird in einen Messingzylinder mit Bodenöffnung (Innendurchmesser am oberen Teil des Zylinders 20 mm, Durchmesser der Bodenöffnung des Zylinders 16 mm, Höhe des Zylinders 6 mm) gefüllt und auf einem Heitzisch geschmolzen. Die Befüllmenge wird so gewählt, dass das Harz nach dem Schmelzen den Zylinder ohne Überstand voll ausfüllt.

**[0115]** Der resultierende Probekörper wird samt Zylinder in die Probehalterung des HRB 754 eingelegt. Zur Befüllung des Temperierbads wird Glycerin verwendet, sofern die Klebhärerweichungstemperatur zwischen 50 °C und 150 °C liegt. Bei niedrigeren Klebhärerweichungstemperaturen kann auch mit einem Wasserbad gearbeitet werden. Die Prüfkugeln haben einen Durchmesser von 9,5 mm und wiegen 3,5 g. Entsprechend der HRB 754 Prozedur wird die Kugel oberhalb des Probekörpers im Temperierbad angeordnet und auf dem Probekörper abgelegt. 25 mm unter dem Zylinderboden befindet sich eine

Auffangplatte, 2 mm über dieser eine Lichtschranke. Während des Messvorgangs wird die Temperatur mit 5 °C/min erhöht. Im Temperaturbereich der Klebhärerweichungstemperatur beginnt sich die Kugel durch die Bodenöffnung des Zylinders zu bewegen, bis sie schließlich auf der Auffangplatte zum Stehen kommt. In dieser Position wird sie von der Lichtschranke detektiert und zu diesem Zeitpunkt die Temperatur des Temperierbads registriert. Es findet eine Doppelbestimmung statt. Die Klebhärerweichungstemperatur ist der Mittelwert aus den beiden Einzelmessungen.

#### Erweichungstemperatur

**[0116]** Die Erweichungstemperatur von Copolymeren, Hart- und Weichblöcken und ungehärteten Reaktivharzen wird kalorimetrisch über die Differential Scanning Calorimetry (DSC) nach DIN 53765: 1994-03 bestimmt. Aufheizkurven laufen mit einer Heizrate von 10 K/min. Die Muster werden in Al-Tiegeln mit gelochtem Deckel und Stickstoffatmosphäre vermessen. Es wird die zweite Aufheizkurve ausgewertet. Bei amorphen Stoffen treten Glasübergangstemperaturen auf, bei (semi)kristallinen Stoffen Schmelztemperaturen. Ein Glasübergang ist als Stufe im Thermogramm erkennbar. Die Glasübergangstemperatur wird als Mittelpunkt dieser Stufe ausgewertet. Eine Schmelztemperatur ist als Peak im Thermogramm erkennbar. Als Schmelztemperatur wird diejenige Temperatur notiert, bei der die höchste Wärmetönung auftritt.

#### Transmission

**[0117]** Die Transmission der Klebmasse wurde über das VIS-Spektrum bestimmt. Die Aufnahmen des VIS-Spektrums wurden an einem UVIKON 923 der Firma Kontron durchgeführt. Der Wellenlängenbereich des gemessenen Spektrums umfasst alle Wellenlängen zwischen 800 nm und 400 nm bei einer Auflösung von 1 nm. Es wurde eine Leerkanalmessung als Referenz über den gesamten Wellenlängenbereich durchgeführt. Für die Angabe des Ergebnisses wurden die Transmissionsmessungen im angegebenen Bereich gemittelt. Eine Korrektur von Grenzflächenreflexionsverlusten wird nicht vorgenommen.

#### HAZE-Messung

**[0118]** Der HAZE-Wert beschreibt den Anteil des transmittierten Lichts, der von der durchstrahlten Probe nach vorne großwinklig gestreut wird. Somit quantifiziert der HAZE-Wert Materialfehler in der Oberfläche oder der Struktur, die die klare Durchsicht stören. Das Verfahren zur Messung des Haze-Wertes wird in der Norm ASTM D 1003 beschrieben. Die Norm erfordert die Messung von vier Transmissionsmessungen. Für jede Transmissionsmessung wird der Lichttransmissionsgrad berechnet. Die vier Transmissionsgra-

de werden zum prozentualen Haze-Wert verrechnet. Der HAZE-Wert wird mit einem Haze-gard Dual von Byk-Gardner GmbH gemessen.

#### Molekulargewicht

**[0119]** Die Bestimmung des mittleren Molekulargewichtes  $M_w$  (Gewichtsmittel) erfolgt mittels Gelpermeationschromatographie (GPC). Als Eluent wird THF mit 0,1 Vol.-% Trifluoressigsäure eingesetzt. Die Messung erfolgt bei 25 °C. Als Vorsäule wird PSS-SDV, 5  $\mu\text{m}$ ,  $10^3 \text{ \AA}$ , ID 8,0 mm  $\times$  50 mm verwendet. Zur Auftrennung wurden die Säulen PSS-SDV, 5  $\mu\text{m}$ ,  $10^3 \text{ \AA}$ ,  $10^5 \text{ \AA}$  und  $10^6 \text{ \AA}$  mit jeweils ID 8,0 mm  $\times$  300 mm eingesetzt. Die Probenkonzentration beträgt 4 g/l, die Durchflussmenge 1,0 ml pro Minute. Es wird gegen PS-Standards gemessen.

#### Dynamischer Schertest

**[0120]** Ein Transferklebeband wird zwischen zwei Glasplatten (Floatglas) verklebt und mittels UV-Licht gehärtet. Nach einer Lagerung von 24 h wird der Verbund in der Zugprüfmaschine mit 50 mm/min bei 23 °C und 50% rel. Feuchte so getrennt, dass die beiden Glasplatten unter einem Winkel von 180° auseinander gezogen wurden, und die Maximalkraft in N/cm<sup>2</sup> ermittelt. Dabei wird ein quadratisches Prüfmuster mit einer Kantenlänge von 25 mm untersucht.

**[0121]** Sofern nicht anders angegeben, sind alle Mengenangaben in den nachfolgenden Beispielen Gewichtsprozente beziehungsweise Gewichtsteile bezogen auf die Gesamtzusammensetzung.

#### Beispiel 1

**[0122]** Als Copolymer wurde ein Polystyrol-block-Polyisobutylene Blockcopolymer der Firma Kaneka ausgewählt. Der Anteil an Styrol im Gesamtpolymer beträgt 20 Gew.-%. Es wurde Sibstar 62M (300 g) verwendet. Die Molmasse beträgt 60.000 g/mol. Die Glasübergangstemperatur der Polystyrolblöcke betrug 100 °C und der Polyisobutyleneblöcke -60 °C. Als Klebharz kam Escorez 5300 (Ring and Ball 105 °C, DACP = 71, MMAP = 72) der Firma Exxon, ein vollhydriertes Kohlenwasserstoffharz (200 g) zum Einsatz. Als Reaktivharz wurde Uvacure 1500 der Firma Dow ausgewählt, ein cycloaliphatisches Diepoxid (500 g). Die Glasübergangstemperatur von Uvacure 1500 betrug -53 °C. Diese Rohstoffe wurden in einem Gemisch aus Toluol (300 g), Aceton (150 g) und Siedegrenzenbenzin 60/95 (550 g) gelöst, so dass eine 50 Gew.-% Lösung entsteht.

**[0123]** Anschließend wurde der Lösung ein Photoinitiator zugesetzt. Hierzu wurden 10 g Triarylsulfoniumhexafluoroantimonat (bezogen von Firma Sigma Aldrich) abgewogen. Der Photoinitiator lag als 50 Gew.-%ige Lösung in Propylencarbonat vor. Der

Photoinitiator weist ein Absorptionsmaximum im Bereich 320 nm bis 360 nm auf.

**[0124]** Mittels eines Rakelverfahrens wurde die Formulierung aus Lösung auf einen silikonisierten PET-Liner beschichtet und bei 120 °C für 15 min getrocknet. Der Masseauftrag betrug 50 g/m<sup>2</sup>. Das Muster wurde mit einer weiteren Lage eines silikonisierten aber leichter trennenden PET-Liners eingedeckt.

**[0125]** Aus diesen Mustern wurden Probekörper für Klebkraftmessungen erzeugt. Die Klebkraft auf Glas (Floatglas) betrug 2,1 N/cm. Es wurden zudem Muster für dynamische Schertests erzeugt (die Härtung erfolgte mit einer undotierten Quecksilberlampe mit einer Dosis von 80 mJ/cm<sup>2</sup>). Der Test auf dynamische Scherfestigkeit ergab 23 N/cm<sup>2</sup>.

**[0126]** Die Muster wurden in eine Glove-Box eingeschleust. Ein Teil der Muster wurde auf einem mit Ca bedampften Glassubstrat mit einem Gummiroller blasenfrei laminiert. Darauf wurde der zweite PET-Liner ausgedeckt und eine Lage eines Dünnglases auflaminiert. Anschließend wurde durch das Abdeckglas mittels UV-Licht gehärtet (Dosis: 80 mJ/cm<sup>2</sup>; Lampentyp: undotierter Quecksilberstrahler). Dieses Muster wurde für den Lebensdauertest verwendet. Weitere Muster wurden ohne vorherige Laminierung mittels UV unter gleichen Bedingungen wie oben angegeben durch den PET-Liner gehärtet. Diese Muster wurden für WVTR- und OTR-Messungen (Mocon) verwendet und für die Ausprüfung optischer Eigenschaften.

**[0127]** Das Ergebnis aus der WVTR-Messung (Mocon) ergab 9 g/m<sup>2</sup>·d und aus der OTR-Messung (Mocon) 800 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>·d·bar. Der Lebensdauertest bestimmt über die zeitliche Veränderung eines Ca-Dots (Ca-WVTR) ergab 0,8 g/m<sup>2</sup>·d.

**[0128]** Die Untersuchung der optischen Eigenschaften der gehärteten Muster nach Ausdeckung beider PET-Liner ergab einen Transmission von 91 % und einen Haze von 1,5 %.

#### Beispiel 2

**[0129]** Als Copolymer wurde ein Polystyrol-block-Polyisobutylene Blockcopolymer der Firma Kaneka ausgewählt. Der Anteil an Styrol im Gesamtpolymer beträgt 30 Gew.-%. Es wurde Sibstar 103T (300 g) verwendet. Die Molmasse beträgt 100.000 g/mol. Die Glasübergangstemperatur der Polystyrolblöcke betrug 100 °C und der Polyisobutyleneblöcke -60 °C. Als Klebharz kam Regalite R1100 (Ring and Ball 100 °C, DACP = 45, MMAP = 82) der Firma Eastman, ein vollhydriertes Kohlenwasserstoffharz (200 g) zum Einsatz. Als Reaktivharz wurde Bakelite EPR 166 der Firma Momentive ausgewählt, ein Bisphenol A Diepoxid (500 g). Die Glasübergangstemperatur von

EPR 166 betrug  $-19\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Diese Rohstoffe wurden in einem Gemisch aus Toluol (300 g), Aceton (150 g) und Siedegrenzenbenzin 60/95 (550 g) gelöst, so dass eine 50 Gew.-% Lösung entsteht.

**[0130]** Anschließend wird der Lösung ein Photoinitiator zugesetzt. Hierzu wurden 10 g Triarylsulfoniumhexafluorophosphat (bezogen von Firma Sigma Aldrich) abgewogen. Der Photoinitiator lag als 50 Gew.-%ige Lösung in Propylencarbonat vor. Der Photoinitiator weist ein Absorptionsmaximum im Bereich 320 nm bis 360 nm auf.

**[0131]** Mittels eines Rakelverfahrens wurde die Formulierung aus Lösung auf einen silikonisierten PET Liner beschichtet und bei  $120\text{ }^{\circ}\text{C}$  für 15 min getrocknet. Der Masseauftrag betrug  $50\text{ g/m}^2$ . Das Muster wurde mit einer weiteren Lage eines silikonisierten aber leichter trennenden PET-Liners eingedeckt.

**[0132]** Aus diesen Mustern wurden Probekörper für Klebkraftmessungen erzeugt. Die Klebkraft auf Glas (Floatglas) betrug  $1,7\text{ N/cm}$ . Es wurden zudem Muster für dynamische Schertests erzeugt. Der Test auf dynamische Scherfestigkeit ergab  $15\text{ N/cm}^2$ .

**[0133]** Die Muster wurden in eine Glove-Box eingeschleust. Ein Teil der Muster wurde auf einem mit Ca bedampften Glassubstrat mit einem Gummianroller blasenfrei laminiert. Darauf wurde der zweite PET-Liner ausgedeckt und eine Lage eines Dünnglases auflaminiert. Anschließend wurde durch das Abdeckglas mittels UV-Licht gehärtet (Dosis:  $80\text{ mJ/cm}^2$ ; Lampentyp: undotierter Quecksilberstrahler). Dieses Muster wurde für den Lebensdauertest verwendet. Weitere Muster wurden ohne vorherige Laminierung mittels UV unter gleichen Bedingungen wie oben angegeben durch den PET-Liner gehärtet. Diese Muster wurden für WVTR- und OTR-Messungen (Mocon) verwendet und für die Ausprüfung optischer Eigenschaften.

**[0134]** Das Ergebnis aus der WVTR-Messung (Mocon) ergab  $9\text{ g / m}^2\cdot\text{d}$  und aus der OTR-Messung (Mocon)  $860\text{ cm}^3/\text{m}^2\cdot\text{d}\cdot\text{bar}$ . Der Lebensdauertest bestimmt über die zeitliche Veränderung eines Ca-Dots (Ca-WVTR) ergab  $0,9\text{ g/m}^2\cdot\text{d}$ .

**[0135]** Die Untersuchung der optischen Eigenschaften der gehärteten Muster nach Ausdeckung beider PET-Liner ergab eine Transmission von 75 % und einen Haze von 5 %.

### Beispiel 3

**[0136]** Als Copolymer wurde ein Polystyrol-block-Polyisobutylene Blockcopolymer der Firma Kaneka ausgewählt. Der Anteil an Styrol im Gesamtpolymer beträgt 30 Gew.-%. Es wurde Sibstar 73 T (300 g) verwendet. Die Molmasse beträgt  $70.000\text{ g/mol}$ . Die

Glasübergangstemperatur der Polystyrolblöcke betrug  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  und der Polyisobutyleneblöcke  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Als Klebharz kam Regalite R1100 (Ring and Ball  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , DACP = 45, MMAP = 82) der Firma Eastman, ein vollhydriertes Kohlenwasserstoffharz (200 g), zum Einsatz. Als Reaktivharz wurde Uvacure 1500 der Firma Cytec, ausgewählt (500 g). Die Glasübergangstemperatur von Uvacure 1500 betrug  $-^{\circ}\text{C}$ . Diese Rohstoffe wurden in einem Gemisch aus Toluol (300 g), Aceton (150 g) und Siedegrenzenbenzin 60/95 (550 g) gelöst, so dass eine 50 Gew.-% Lösung entsteht.

**[0137]** Anschließend wird der Lösung ein Photoinitiator zugesetzt. Hierzu wurden 10 g [4-(1-methylethyl)-phenyl]-(4-methylphenyl)-iodoniumtetrakis-(pentafluorophenyl)-borat, Silicolease UV Cata 211 (Bluestar Silicones), abgewogen. Der Photoinitiator lag als 20 Gew.-%ige Lösung in iso-Propanol vor.

**[0138]** Mittels eines Rakelverfahrens wurde die Formulierung aus Lösung auf einen silikonisierten PET Liner beschichtet und bei  $120\text{ }^{\circ}\text{C}$  für 15 min getrocknet. Der Masseauftrag betrug  $50\text{ g/m}^2$ . Das Muster wurde mit einer weiteren Lage eines silikonisierten aber leichter trennenden PET-Liners eingedeckt.

**[0139]** Aus diesen Mustern wurden Probekörper für Klebkraftmessungen erzeugt. Die Klebkraft auf Glas (Floatglas) betrug  $1,9\text{ N/cm}$ . Es wurden zudem Muster für dynamische Schertests erzeugt. Der Test auf dynamische Scherfestigkeit ergab  $18\text{ N/cm}^2$ .

**[0140]** Die Muster wurden in eine Glove-Box eingeschleust. Ein Teil der Muster wurde auf einem mit Calcium bedampften Glassubstrat mit einem Gummianroller blasenfrei laminiert. Darauf wurde der zweite PET-Liner ausgedeckt und eine Lage eines Dünnglases auflaminiert. Anschließend wurde durch das Abdeckglas mittels UV-Licht gehärtet (Dosis:  $80\text{ mJ/cm}^2$ ; Lampentyp: undotierter Quecksilberstrahler). Dieses Muster wurde für den Lebensdauertest verwendet. Weitere Muster wurden ohne vorherige Laminierung mittels UV unter gleichen Bedingungen wie oben angegeben durch den PET-Liner gehärtet.

**[0141]** Diese Muster wurden für WVTR- und OTR-Messungen (Mocon) verwendet und für die Ausprüfung optischer Eigenschaften.

**[0142]** Das Ergebnis aus der WVTR-Messung (Mocon) ergab  $6\text{ g/m}^2\cdot\text{d}$  und aus der OTR-Messung (Mocon)  $412\text{ cm}^3/\text{m}^2\cdot\text{d}\cdot\text{bar}$ . Der Lebensdauertest bestimmt über die zeitliche Veränderung eines Ca-Dots (Ca-WVTR) ergab  $0,3\text{ g/m}^2\cdot\text{d}$ .

**[0143]** Die Untersuchung der optischen Eigenschaften der gehärteten Muster nach Ausdeckung beider PET-Liner ergab eine Transmission von 90 % und einen Haze von 1,9 %.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- WO 98/21287 A1 [0014]
- US 4051195 A [0014]
- US 4552604 A [0014]
- US 2004/0225025 A1 [0017]
- DE 102008060113 A1 [0019]
- EP 1518912 A1 [0020]
- JP 4475084 B1 [0021]
- US 2006/100299 A1 [0022, 0022, 0022]
- US 2009/026934 A1 [0023]
- WO 2008/144080 A1 [0024]
- US 2010/0137530 A1 [0025]
- EP 1743928 A1 [0040]
- US 6908722 B1 [0056]
- US 4231951 A [0057]
- US 4256828 A [0057]
- US 4058401 A [0057]
- US 4138255 A [0057]
- US 2010/063221 A1 [0057, 0057]
- US 3729313 A [0057]
- US 3741769 A [0057]
- US 4250053 A [0057]
- US 4394403 A [0057]
- EP 542716 B1 [0057]
- US 2007/0135552 A1 [0065]
- WO 02/026908 A1 [0065]

**Zitierte Nicht-Patentliteratur**

- A. G. Erlat et. al. in „47th Annual Technical Conference Proceedings – Society of Vacuum Coaters“, 2004, Seiten 654–659, und von M. E. Gross et al. in „46th Annual Technical Conference Proceedings – Society of Vacuum Coaters“, 2003 [0112]
- ASTM E28 [0113]
- DIN 53765: 1994-03 [0116]
- Norm ASTM D 1003 [0118]

**Patentansprüche**

1. Klebmasse insbesondere zur Kapselung einer elektronischen Anordnung gegen Permeanten, umfassend

(a) zumindest ein Copolymer enthaltend zumindest Isobutylen oder Butylen als Comonomersorte und zumindest eine Comonomersorte, die – als hypothetisches Homopolymer betrachtet – eine Erweichungstemperatur von größer 40 °C aufweist,

(b) zumindest eine Sorte eines zumindest teilhydrierten Klebharzes,

(c) zumindest eine Sorte eines Reaktivharzes basierend auf cyclischen Ethern mit einer Erweichungstemperatur von kleiner 40 °C, bevorzugt kleiner 20 °C,

(d) zumindest eine Sorte eines Photoinitiators für die Initiierung einer kationischen Härtung.

2. Klebmasse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das oder die Copolymere statistische, alternierende, Block-, Stern- und/oder Pfropfcopolymere mit einer Molmasse  $M_w$  von 300.000 g/mol oder kleiner, bevorzugt 200.000 g/mol oder kleiner sind.

3. Klebmasse nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das oder die Copolymere Block-, Stern- und/oder Pfropfcopolymere sind, die zumindest eine Sorte eines ersten Polymerblocks („Weichblock“) mit einer Erweichungstemperatur von kleiner –20 °C und zumindest eine Sorte eines zweiten Polymerblocks („Hartblock“) mit einer Erweichungstemperatur von größer +40 °C aufweisen.

4. Klebmasse nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Weichblock unpolar aufgebaut ist und Butylen oder Isobutylen als Homopolymerblock oder Copolymerblock enthält, letztere vorzugsweise mit sich selbst oder miteinander oder mit weiteren besonders bevorzugt unpolaren Comonomeren copolymerisiert.

5. Klebmasse nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Hartblock aus Styrol, Styrol-Derivaten und/oder aus anderen aromatischen oder (cyclo-)aliphatischen Kohlenwasserstoffmonomeren oder aus Methacrylaten oder aus Acrylaten aufgebaut ist.

6. Klebmasse nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem zumindest einen Blockcopolymer um ein Triblockcopolymer handelt, das aus zwei endständigen Hartblöcken und einem mittelständigen Weichblock aufgebaut ist.

7. Klebmasse nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das oder die Klebharze einen Hydrierungsgrad

von mindestens 70 %, weiter bevorzugt von mindestens 95 % aufweisen.

8. Klebmasse nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Klebmasse zumindest ein Harz enthält, das einen DACP-Wert von mehr als 30 °C und einen MMAP-Wert von mehr als 50 °C aufweist, vorzugsweise einen DACP-Wert von mehr als 37 °C und einen MMAP-Wert von mehr als 60 °C.

9. Klebmasse nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Klebmasse zumindest ein Reaktivharz enthält, das zumindest eine Epoxid- oder zumindest eine Oxetan-Gruppe trägt.

10. Klebmasse nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Klebmasse zumindest ein Reaktivharz enthält, das aliphatischer oder cycloaliphatischer Natur ist.

11. Klebmasse nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Klebmasse Photoinitiatoren enthält, die unterhalb 350 nm UV-Licht absorbieren und die eine kationische Härtung erlauben, insbesondere Sulfonium-, Iodonium- und Metallocen-basierende Systeme.

12. Klebmasse nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Klebmasse Photoinitiatoren enthält, die oberhalb 250 nm und unterhalb 350 nm UV-Licht absorbieren.

13. Klebmasse nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Haftklebmasse ein oder mehrere Additive enthält, vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Plastifizierungsmitteln, primären Antioxidantien, sekundären Antioxidantien, Prozessstabilisatoren, Lichtschutzmitteln, Verarbeitungshilfsmitteln, Endblockverstärkerharzen, Polymeren, insbesondere elastomerer Natur.

14. Klebmasse nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Haftklebmasse einen oder mehrere Füllstoffe enthält, vorzugsweise nanoskalige Füllstoffe, transparente Füllstoffe und/oder Getter- und/oder Scavenger-Füllstoffe

15. Klebmasse nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Klebmasse im sichtbaren Licht des Spektrums (Wellenlängenbereich von etwa 400 nm bis 800 nm) transparent ist.

16. Klebmasse nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Klebmasse einen Haze kleiner 5,0 %, bevorzugt kleiner 2,5 % zeigt.

17. Verwendung einer Klebmasse oder eines mit der Klebmasse gebildeten ein- oder doppelseitig klebenden Klebebands nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche zur Kapselung einer (opto-)elektronischen Anordnung.

18. Verwendung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Haftklebmasse und/oder die zu kapselnden Bereiche der elektronischen Anordnung vor, während und/oder nach der Applikation der Haftklebmasse erwärmt werden.

19. Verwendung nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Haftklebmasse nach der Applikation auf der elektronischen Anordnung teil- oder endvernetzt wird.

20. Elektronische Anordnung mit einer elektronischen Struktur, insbesondere einer organischen elektronischen Struktur, und einer Haftklebmasse, wobei die elektronische Struktur zumindest teilweise durch die Haftklebmasse gekapselt ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Haftklebmasse gemäß zumindest einem der vorherigen Ansprüche ausgebildet ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

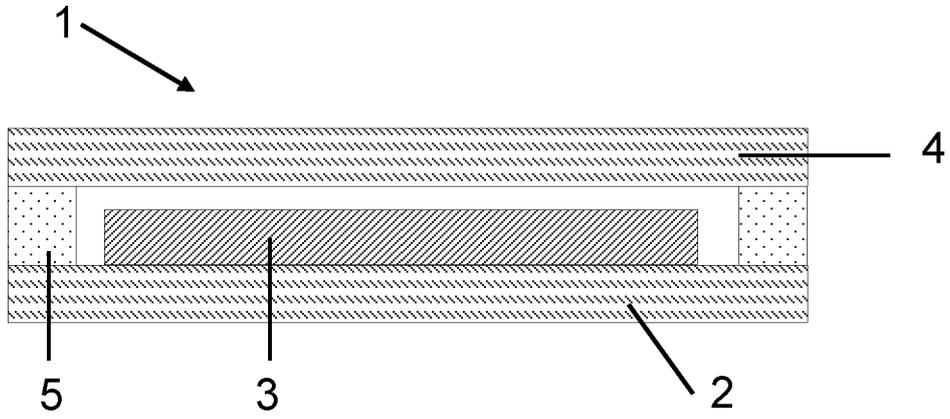


Fig. 1

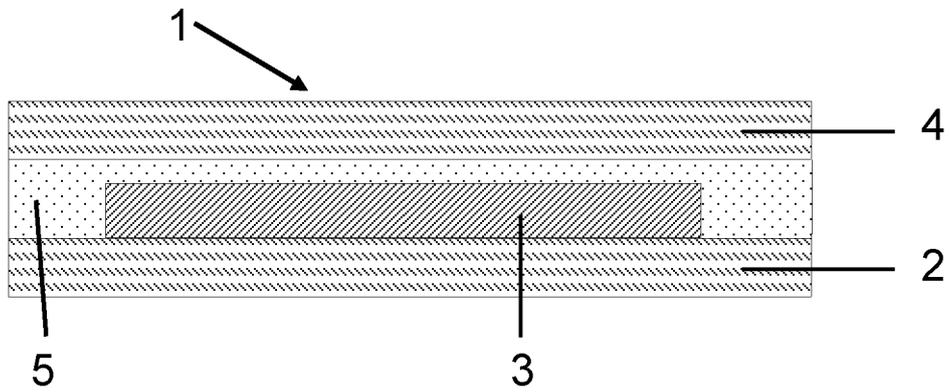


Fig. 2

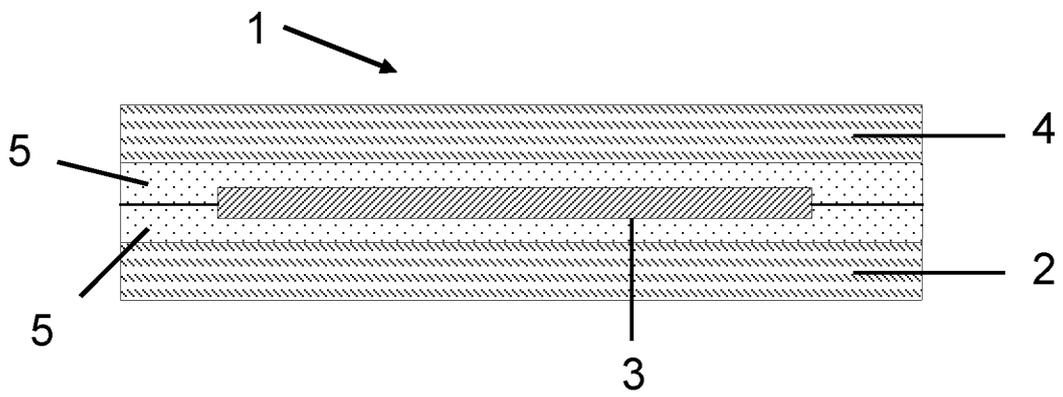


Fig. 3