

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
16. Februar 2012 (16.02.2012)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/019909 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01L 51/56 (2006.01) C09J 5/06 (2006.01)
H01L 51/52 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/062881

(22) Internationales Anmeldedatum:
27. Juli 2011 (27.07.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2010 039 320.7
13. August 2010 (13.08.2010) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): TESA SE [DE/DE]; Quickbornstraße 24, 20253
Hamburg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KEITE-TELGENBÜ-
SCHER, Klaus [DE/DE]; Emil-Andresen-Str. 35, 22529
Hamburg (DE). GRÜNAUER, Judith [AT/DE]; Am
Diebsteich 1A, 22761 Hamburg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA,
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG,
NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: METHOD FOR ENCAPSULATING AN ELECTRONIC ARRANGEMENT

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR KAPSELUNG EINER ELEKTRONISCHEN ANORDNUNG

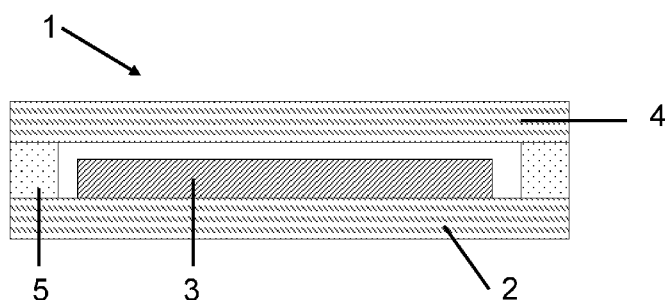


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for encapsulating an electronic arrangement against permeation, in which: a sheet material comprising at least one bonding or hot-melt adhesive mass that can be thermally activated is provided and the sheet material is applied, at least about the region of the electronic arrangement to be encapsulated, to a substrate that supports or encloses the electronic arrangement; a cover is provided for the electronic arrangement and the adhesive mass at least enclosing said electronic arrangement, wherein the adhesive mass is brought into contact with the cover; and the adhesive mass is then thermally activated at least in a sub-region of the surface thereof so that a bond is formed at least to the substrate and the cover, wherein the heat required for activation is substantially generated in the sheet material at least comprising the adhesive mass itself.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/019909 A1



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kapselung einer elektronischen Anordnung gegen Permeanten, bei dem • ein Flächengebilde, umfassend zumindest eine thermisch aktivierbare Haft- oder Heißschmelzklebmasse bereitgestellt wird und • das Flächengebilde zumindest um die zu kapselnden Bereiche der elektronischen Anordnung auf einem die elektronische Anordnung tragenden/umfassenden Substrat appliziert wird, • die elektronische Anordnung und die diese zumindest umgebende Klebmasse mit einer Abdeckung versehen wird, wobei die Klebmasse mit der Abdeckung in Kontakt gebracht wird und • die Klebmasse sodann zumindest in einem Teilbereich ihrer Fläche thermisch aktiviert wird, so dass ein Verbund zumindest mit Substrat und Abdeckung gebildet wird, wobei die zur Aktivierung erforderliche Wärme im Wesentlichen in dem die Klebmasse zumindest umfassenden Flächengebilde selbst erzeugt wird.

tesa Societas Europaea
Hamburg

5

Beschreibung

10

Verfahren zur Kapselung einer elektronischen Anordnung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kapselung einer elektronischen Anordnung.

15

(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 durch so genanntes „non impact printing“ wie etwa Thermotransferdruck, Tintenstrahldruck oder Digitaldruck. Vielfach werden 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.

30

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

35

Farbstoff- oder Polymersolarzellen, anorganische Solarzellen, bevorzugt Dünnschichtsolarzellen, insbesondere auf der Basis von Silizium, Germanium, Kupfer, Indium und Selen, organische Feldeffekt-Transistoren, organische Schaltelemente, organische optische Verstärker, organische Laserdioden, organische oder anorganische Sensoren oder auch organisch oder anorganisch basierte RFID-Transponder angeführt.

Als technische Herausforderung für die Realisierung ausreichender Lebensdauer und Funktion von (opto-)elektronischen Anordnungen im Bereich der anorganischen und/oder organischen (Opto-)Elektronik, ganz besonders aber 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.

Bei der anorganischen und/oder organischen (Opto-)Elektronik, insbesondere bei der organischen (Opto-)Elektronik, gibt es daher 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 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.

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 auch 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.

Für die verschiedenen Anwendungen sind grundsätzlich unterschiedlichste Substrate geeignet wie zum Beispiel Folien, Gewebe, Vliese und Papiere oder Kombinationen der genannten Materialien.

Um eine möglichst gute Versiegelung zu erzielen, werden oft spezielle Barriereklebmassen verwendet. 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. Eine geringe Haftung auf der Anordnung verringert die Barrierewirkung an der Grenzfläche, wodurch ein 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.

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.

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 :

$$P = D * S$$

Der Löslichkeitsterm S beschreibt vorliegend die Affinität einer 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 Barrierematerial 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.

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

Ein geringer Löslichkeits-Term S ist meist unzureichend, um gute Barriereigenschaften zu erreichen. Ein klassisches Beispiel dafür sind insbesondere Siloxan-Elastomere. Die Materialien sind äußerst hydrophob (kleiner Löslichkeits-Term), 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 Löslichkeits-Term S und Diffusions-Term D notwendig.

Derzeit werden vor allem Flüssigklebstoffe und Adhäsive auf Basis von Epoxiden als Barriereklebmassen verwendet (WO98/21287 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 flexible Anordnungen. Eine Aushärtung erfolgt thermisch oder mittels UV-Strahlung. Eine

vollflächige Verklebung ist aufgrund des durch die Aushärtung auftreten Schrumpfes kaum möglich, da es beim Aushärten zu Spannungen zwischen Kleber und Substrat kommt, die wiederum zur Delaminierung führen können.

5 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
10 Fixiereinrichtungen ist notwendig, um eine genaue Positionierung zu gewährleisten. Die Art der Auftragung verhindert zudem einen schnellen kontinuierlichen Prozess und auch durch den anschließend erforderlichen Laminationsschritt kann durch die geringe Viskosität das Erreichen einer definierten Schichtdicke und Verklebungsbreite in engen Grenzen erschwert sein.

15

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 zu der eine Vergelung stattgefunden hat. Im
20 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 90 °C, da bereits ab dieser Temperatur eine Vorschädigung eintreten kann. Insbesondere flexible Anordnungen, die organische Elektronik enthalten
25 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 hoch temperaturbelastenden Schritt und eine Laminierung unter geringerem Druck von Vorteil.

30

Vorteilhaft ist also der Einsatz von Haft- oder Heißschmelzklebern zur Versiegelung solcher (opto-)elektronischen Aufbauten. Die Verwendung von Haftklebmassen ist im Stand der Technik bekannt (zum Beispiel US 2006/0100299 A1, WO 2007/087281 A1,
35 US 2005/0227082 A1, DE 10 2008 047 964 A, DE 10 2008 060 113 A). Bevorzugt

werden hierbei Haftklebmassen, die nach der Verklebung durch eingebrachte Energie (zum Beispiel als aktinische Strahlung oder Wärme) aktivierbar sind, eingesetzt (US 2006/0100299 A1, WO 2007/087281 A1), da insbesondere durch eine durch die eingebrachte Energie herbeigeführte Vernetzungsreaktion die Barrierewirkung solcher Klebmassen verbessert werden kann.

Ebenso ist die Verwendung von Heißschmelzklebmassen im Stand der Technik bekannt. Vielfach werden hier Copolymere des Ethylens eingesetzt, zum Beispiel Ethylen-Ethylacetat (EEA), Ethylen-Acrylsäure-Copolymer (EAA), Ethylen-Butylacrylat (EBA) oder Ethylen-Methylacrylat (EMA). Insbesondere für Solarzellenmodule basierend auf Siliziumwafern werden in der Regel vernetzende Ethylen-Vinylacetat-(EVA)-Copolymere eingesetzt. Die Vernetzung findet dabei während des Versiegelungsprozesses unter Druck und bei Temperaturen oberhalb von etwa 120 °C statt. Dieser Prozess ist für viele auf organischen Halbleitern basierenden oder in Dünnschichtverfahren hergestellten (opto-)elektronischen Aufbauten aufgrund der hohen Temperaturen oder der mechanischen Belastung durch den Druck nachteilig. In JP 2002 260 847 A wird dieser Prozess aber auch für organische Leuchtdioden aufgezeigt.

Weitere Heißschmelzklebmassen auf der Basis von Blockcopolymeren oder funktionalisierten Polymeren sind in US 5,488,266 A, WO2008/036707 A2, WO 2003/002684 A, JP 2008 004 561 A, JP 2005 298 703 A und US 2004/0216778 A1 beschrieben. Auch bei solchen Heißschmelzklebmassen ist es bekannt, dass durch eine durch in Form von zum Beispiel aktinischer Strahlung oder Wärme eingebrachte Energie herbeigeführte Vernetzungsreaktion die Eigenschaften solcher Klebmassen verbessert werden können (zum Beispiel WO2008/036707 A, WO2003/002684 A, JP 2005 298 703 A, US 2004/0216778 A1).

Nachteilig an den im Stand der Technik verwendeten Haft- oder Heißschmelzklebmassen ist, dass bei nicht vorhandener Vernetzung die Barrierewirkung geringer ist als bei Epoxidklebern, insbesondere die Barriere gegen Sauerstoff, sowie die Kohäsion der Klebmasse bei höheren Temperaturen stark abfällt. Dadurch ist auch die Gefahr der Blasenbildung bei der Lagerung des Aufbaus in der Feuchte und Wärme erhöht.

Als „Kohäsion“ bezeichnet man üblicherweise den physikalischen Effekt, der den inneren Zusammenhalt eines Stoffes oder Stoffgemisches aufgrund intermolekularer und/oder intramolekularer Wechselwirkungen zur Folge hat. Die Kohäsionskräfte bestimmen somit die Zähflüssigkeit und Fließfähigkeit der Klebmasse, die sich etwa als Viskosität und als Scherstandzeit bestimmen lassen. Um die Kohäsion einer Klebmasse gezielt zu erhöhen, werden diese häufig einer zusätzlichen Vernetzung unterzogen, wofür der Klebmasse reaktive (und somit vernetzbare) Bestandteile oder andere chemische Vernetzer zugesetzt werden und/oder die Klebmasse als Nachbehandlung ionisierenden Strahlen ausgesetzt wird.

Als „Adhäsion“ wird üblicherweise der physikalische Effekt bezeichnet, der den Zusammenhalt zweier miteinander in Kontakt gebrachter Phasen an ihrer Grenzfläche aufgrund dort auftretender intermolekularer Wechselwirkungen bewirkt. Die Adhäsion bestimmt somit das Anhaften der Klebmasse an der Substratoberfläche, die als Anfassklebrigkeit (dem so genannten „Tack“) und als Klebkraft bestimmbar ist. Um die Adhäsion einer Klebmasse gezielt zu beeinflussen, werden der Klebmasse häufig Weichmacher und/oder klebkraftsteigernde Harze (so genannte „Tackifier“) zugesetzt.

Die klebtechnischen Eigenschaften einer Klebmasse werden in erster Linie von dem Verhältnis der adhäsiven und kohäsiven Eigenschaften bestimmt. So ist es beispielsweise für einige Anwendungen wichtig, dass die eingesetzten Klebmassen hochkohäsiv sind, also über einen besonders starken inneren Zusammenhalt verfügen.

Wird die Klebmasse hingegen thermisch vernetzt, muss die Wärme durch den Aufbau hindurch zur Klebefuge transportiert werden. Dabei sind in der Regel Temperaturen notwendig, die die Gefahr einer Schädigung des elektronischen Aufbaus bergen. Es ist zudem schwierig, die Wärmeeinbringung auf den zu verklebenden Bereich zu begrenzen. Wird zum Beispiel die Wärme mit einem Heizstempel durch eine Polymerfolie hindurch eingebracht, muss der Heizstempel erheblich heißer sein, als die in der Klebefuge zu erreichende Temperatur, um die Heizzeit möglichst kurz zu halten. Dies kann sowohl die Polymerfolie und deren für diese Anwendungen oft erforderliche Barrierschicht schädigen wie auch durch lateralen Wärmefluss den elektronischen Aufbau. Die Schwierigkeit der örtlichen Begrenzung des Wärmeeintrags trifft insbesondere auf eine alternative Verfahrensweise zu, bei der die Wärme vor dem Zusammenfügen der Klebefuge eingebracht wird (zum Beispiel durch IR-Strahlung oder Konvektion mittels Heißgas).

Strahlenvernetzende Haft- oder Heißschmelzklebmassen bergen wiederum den Nachteil der möglichen Strahlenschädigung des elektronischen Aufbaus und der Notwendigkeit der Strahlendurchlässigkeit eines Teils des Aufbaus. Da Bestandteile insbesondere organischer Elektronik und viele der eingesetzten Polymere häufig empfindlich gegen UV-Belastung sind, ist ein länger andauernder Außeneinsatz nicht ohne weitere zusätzliche Schutzmaßnahmen, etwa weitere Deckfolien, möglich. Diese können bei UV-härtenden Klebesystemen erst nach der UV-Härtung aufgebracht werden, was die Komplexität der Fertigung und die Dicke der Anordnung zusätzlich erhöht. Die Schwierigkeit der örtlichen Begrenzung der Energiebeaufschlagung trifft auch bei der Strahlenvernetzung zu. Der Einsatz von Masken würde zwar Abhilfe schaffen, ist aber in einer Serienproduktion technisch aufwändig.

In US 6,706,316 B2 wird das Ultraschall-Versiegeln von organischen Leuchtdioden durch Aufschmelzen einer niedrigschmelzenden Metalllegierung aufgezeigt. Hierzu wird zwischen Substrat und Abdeckung das Metall als Draht eingelegt und bei einem sehr hohem Druck zwischen 2900 und 14500 MPa unter Ultraschallbeaufschlagung verpresst. Aufgrund des metallischen Charakters des Versiegelungsmaterials müssen in der Klebefuge sehr hohe Temperaturen erzeugt werden. Zusammen mit dem zudem erforderlichen hohen Druck ist das Verfahren für polymere Substrate nicht anwendbar. In der Schrift selbst werden explizit nur Glas, Metall und Keramik beschrieben. Aufgrund der elektrischen Leitfähigkeit des Versiegelungsmaterials ist im Aufbau überdies eine elektrische Isolationsschicht notwendig.

In US 6,195,142 B1 wird ein ähnlicher Versiegelungsprozess unter Verwendung eines Lotes aus niedrigschmelzendem Glas, Metall oder Liquid-Crystal-Polymer (LCP) beschrieben. Dieses weist ähnliche Nachteile wie das oben genannte Verfahren auf. Im Beispiel wird mit Glassubstrat und –abdeckung gearbeitet, die Beschallungszeit liegt bei sehr langen 20 bis 30 s. Hier wird PET als mögliches flexibles Substrat genannt, die Abdeckung ist aus Stahl oder Glas. Epoxidharz, Polyimidharz und andere makromolekulare Klebstoffe werden hier explizit als weniger geeignet herausgestellt.

Die bei beiden Verfahren notwendigen hohen Temperaturen bergen zudem die Gefahr einer Schädigung des elektronischen Aufbaus durch Wärmeleitung, die zudem durch die hohe Wärmeleitfähigkeit des Substrat- beziehungsweise Abdeckmaterials gefördert wird.

In US 6,803,245 B2 wird Ultraschallverbinden zur Kapselung einer elektronischen Anordnung als Alternative zu Klebverbindungen genannt, nicht jedoch zur Aktivierung von Klebstoffen.

5

In DE 103 09 607 A1 wird ein Verfahren zur Verkapselung von funktionellen Komponenten eines elektrischen Bauelements vorgeschlagen, bei dem eine über den funktionellen Komponenten angeordnete Verkapselung mittels Ultraschallschweißens mit einem Substrat dicht verbunden wird. In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens ist es möglich, vor dem Ultraschallschweißen zwischen dem Substrat und der Verkapselung ein abdichtendes, ultraschallschweißbares Material anzuordnen. Bevorzugt wird aber, dass sowohl das Substrat wie auch die Verkapselung aus verschweißbaren thermoplastischen Kunststoffen bestehen, die selbst miteinander mittels Ultraschall verschweißt werden können. Nachteilig beim Ultraschallschweißen ist, dass wie bei allen Schweißverfahren beide Verbindungspartner an ihrer Grenzfläche in den schmelzezflüssigen Zustand überführt werden müssen, um die für eine Schweißverbindung typische molekulare Durchdringung (Interdiffusion) der Stoffe zu ermöglichen. Sollte diese molekulare Durchdringung aufgrund von Unverträglichkeiten der Materialien nicht möglich sein, werden oft Schweißhilfsmittel an der Fügefläche eingesetzt. Dieses wird beim Schweißen in der Regel komplett in den schmelzezflüssigen Zustand überführt und kann an beiden Grenzflächen mit den ebenfalls schmelzezflüssigen Grenzflächen der Fügepartner interdiffundieren. Insofern unterscheidet sich das Ultraschallschweißen nicht von anderen Schweißverfahren. Nachteilig daran ist, dass die Fügepartner hier in ihrer Grenzfläche oder bei dünnen Folien sogar in ihrem gesamten Querschnitt geschädigt werden. Dies ist insbesondere bei zur Verkapselung eingesetzten, mit anorganischen Barrierschichten versehenen Polymerfolien der Fall, so dass an der Schweißstelle die Gefahr einer Undichtigkeit entsteht.

Das abdichtende Material in DE 103 09 607 A1 kann dabei ausgewählt sein aus Glasloten und Klebstoffen, wobei bei Klebstoffen Epoxidharz explizit genannt wird. Nachteil der Verwendung von Klebstoffen wie Epoxidharz ist die Notwendigkeit, die in fluider oder pastöser Form vorliegenden Klebstoffe genau zu dosieren und ein Verfließen des Klebstoffs während des Ultraschallschweißens zu vermeiden. Da beim Ultraschallschweißen ein hoher Druck aufgebracht werden muss, um die Schallenergie in den Aufbau einzuleiten, ist ein Ausquetschen des Flüssigklebers aus der Schweißfuge kaum zu vermeiden.

Weiterhin kann das abdichtende Material ausgewählt sein aus flexiblen, organischen Polymerfolien oder thermoplastischen Kunststoffen, die als Schweißhilfsmittel eingesetzt werden. Die Auswahl ist hier im Gegensatz zu den oben angeführten Klebstoffen nach der Verträglichkeit des abdichtenden Materials mit den beiden Fügepartnern zu treffen, damit eine Interdiffusion gewährleistet ist. Somit ist sie stark eingeschränkt. Weiterhin besteht bei diesem Verfahren die oben bereits beschriebene Gefahr der Schädigung des Verkapselungsmaterials.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein verbessertes Verfahren zur Kapselung einer elektronischen Anordnung gegen Permeanten, insbesondere Wasserdampf und Sauerstoff, anzugeben, dass einfach und schnell durchführbar ist und mit dem gleichzeitig eine gute Kapselung erzielt wird. Ferner soll die Lebensdauer von (opto-)elektronischen Anordnungen durch die Verwendung einer geeigneten, insbesondere flexiblen, Klebmasse erhöht werden.

Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Verfahren, wie es im Hauptanspruch niedergelegt ist. Vorteilhafte Ausführungsformen des Verfahrens sind Gegenstand von Unteransprüchen.

Demgemäß betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Kapselung einer elektronischen Anordnung gegen Permeanten, bei dem

- ein Flächengebilde, umfassend zumindest eine thermisch aktivierbare Haft- oder Heißschmelzklebmasse bereitgestellt wird und
- das Flächengebilde zumindest um die zu kapselnden Bereiche der elektronischen Anordnung auf einem die elektronische Anordnung tragenden/umfassenden Substrat appliziert wird,
- die elektronische Anordnung und die diese zumindest umgebende Klebmasse mit einer Abdeckung versehen wird, wobei die Klebmasse mit der Abdeckung in Kontakt gebracht wird und
- die Klebmasse sodann zumindest in einem Teilbereich ihrer Fläche thermisch aktiviert wird, so dass ein Verbund zumindest mit Substrat und Abdeckung gebildet wird,

wobei die zur Aktivierung erforderliche Wärme im Wesentlichen in dem die Klebmasse zumindest umfassenden Flächengebilde selbst oder in den Grenzflächen der Klebmasse zu Substrat und/oder Abdeckung erzeugt wird.

5 In einem alternativen Verfahren zur Kapselung einer elektronischen Anordnung gegen Permeanten wird die elektronische Anordnung mit einer Abdeckung versehen, die jene zumindest umgebende Klebmasse trägt, wobei die Klebmasse zumindest mit dem Substrat in Kontakt gebracht wird.

10 Als Kapselung wird vorliegend nicht nur ein vollumfänglicher Einschluss mit dem genannten Flächengebilde bezeichnet, sondern auch bereits eine bereichsweise Applikation des Flächengebildes auf den zu kapselnden Bereichen der (opto)-elektronischen Anordnung, beispielsweise eine einseitige Überdeckung oder eine Umrahmung einer elektronischen Struktur.

15

Als Permeanten im Sinne der vorliegenden Schrift werden solche chemischen Substanzen (zum Beispiel Atome, Ionen, Moleküle usw.) bezeichnet, die in eine Anordnung oder in ein Bauteil, insbesondere in eine elektronische oder optoelektronische Anordnung oder in ein entsprechendes Bauteil, eindringen können und hier insbesondere zu Funktionsstörungen führen können. Das Eindringen kann beispielsweise durch das Gehäuse oder die Ummantelung selbst erfolgen, insbesondere aber auch durch Öffnungen im Gehäuse beziehungsweise der Ummantelung oder durch Nahtstellen, Verklebungsstellen, Schweißstellen oder dergleichen. Als Gehäuse beziehungsweise Ummantelung in diesem Sinne werden die Bauteile verstanden, die die empfindlichen Bauteile ganz oder teilweise umschließen und neben ihrer mechanischen Funktion insbesondere zu deren Schutz vorgesehen sind.

25

Permeanten im Sinne der vorliegenden Schrift sind insbesondere niedermolekulare organische oder anorganische Verbindungen, zum Beispiel Wasserstoff (H_2), ganz besonders Sauerstoff (O_2) und Wasser (H_2O). Die Permeanten können insbesondere gasförmig oder in Dampfform vorliegen.

30

Die vorliegende Erfindung beruht auf der überraschenden Erkenntnis, dass die im Folgenden ausführlicher erläuterten Maßnahmen zur Erzeugung von Wärme innerhalb der Klebmasse keinen nachteiligen Effekt auf die elektronische Anordnung ausüben, insbesondere diese selbst nicht nennenswert erwärmen oder gar schädigen. Dabei wird

35

bei dem hier beanspruchten Verfahren in Gegensatz zum im Abschnitt [0008] der DE 103 09 607 A1 beschriebenen Stand der Technik sogar das gesamte Volumen der Klebmasse aufgeheizt, um die Verklebung herzustellen beziehungsweise zu festigen. Weiterhin kann durch das vorgeschlagene Verfahren die Qualität der Verkapselung gegenüber konventionellen Erwärmungsverfahren überraschend deutlich verbessert werden.

Vorteilhaft ist bei dem erfindungsgemäßen Verfahren, dass die Wärme im Wesentlichen auf die Fläche der Verklebung begrenzt bleibt. Da die Wärme in dem Flächengebilde selbst erzeugt wird, braucht nur bis zur Aktivierungstemperatur erwärmt zu werden. Auf Temperaturgradienten und damit Übertemperaturen, die bei auf Wärmeleitung, -strahlung- oder Konvektion beruhenden Verfahren zum zügigen Wärmeübergang notwendig sind, kann weitgehend verzichtet werden. Damit können die Aufheizzeiten kurz gehalten und der laterale Wärmefluss - vor allem in Richtung des elektronischen Bauelements - stark begrenzt werden.

Weiterhin vorteilhaft ist, dass seitens des elektronischen Aufbaus sowie des Substrats wie auch der Abdeckung keine besonderen Maßnahmen zur Erzeugung der Wärme getroffen werden müssen, also etwa Kontaktierungen zur Zufuhr von elektrischem Strom, sondern dies allein durch Hinzufügen des die Klebmasse enthaltenden Flächengebildes in Zusammenspiel mit den äußeren technischen Maßnahmen zur Erzeugung der Wärme innerhalb der Klebmasse erreicht wird.

Aus dem Stand der Technik sind unterschiedliche geeignete Mechanismen bekannt, mittels derer sich eine Erzeugung von Wärme im Flächengebilde selbst realisieren lässt, etwa als Erwärmen mittels einer exothermen chemischen Reaktion oder eines physikalischen Phasenübergangs (zum Beispiel einer Kristallisation), durch elektrische Widerstandsheizung, durch Absorption aktinischer Strahlung, durch magnetische Induktion oder infolge einer Wechselwirkung mit hochfrequenten elektrischen Feldern wie zum Beispiel Mikrowellenstrahlung.

Dabei weisen chemische Reaktionen und physikalische Phasenübergänge in der Regel eine zur technisch nutzbaren Aktivierung von Klebmassen kaum ausreichende spezifische (volumengezogene) Wärmeerzeugung auf. Elektrische

Widerstandsheizungen benötigen definiert elektrisch leitfähige Materialien als Bestandteil des Flächengebildes (zum Beispiel in die Klebmasse eingebrachte Leiter oder eine leitfähige Klebmasse) sowie einen äußeren Kontakt zum Zuführen des elektrischen Stroms. Hochfrequenzerwärmung sowie Mikrowellenerwärmung benötigen speziell angepasste Materialien innerhalb des Flächengebildes oder entsprechend speziell angepasste Klebmassen (zum Beispiel auf der Basis von Polyamid oder Polyvinylchlorid), die einen auf die Frequenz abgestimmten, genügend hohen dielektrischen Verlustfaktor aufweisen. Dies schränkt die Materialauswahl deutlich ein. Weiterhin ist es bei der Mikrowellenerwärmung schwierig, die Strahlung auf den zu erwärmenden Bereich zu begrenzen. Die Gefahr, dass die elektronische Anordnung durch die Mikrowellen geschädigt wird, ist groß.

Besonders vorteilhaft wird daher die Wärme im zumindest die Klebmasse enthaltenden Flächengebilde durch Ultraschall erzeugt. Dieses Verfahren ist für andere Anwendungen aus der WO 2009/021801 A1 bekannt.

Das Ultraschallschweißen ist ein Verfahren zum Fügen von Kunststoffen. Dabei können ohne ein entsprechendes Verbindungselement grundsätzlich nur thermoplastische Kunststoffe geschweißt werden. Dies ergibt dauerhafte Verbindungen auch nur, wenn die thermoplastischen Kunststoffe genügend miteinander verträglich sind. Sollen unverträgliche oder nicht-thermoplastische Materialien miteinander verbunden werden, ist es bekannt, eine die stoffschlüssige Verbindung herstellende Schweißhilfsmittel, zum Beispiel eine Polymerfolie zwischen die Fügepartner zu platzieren. Wie bei anderen Schweißverfahren muss an der Schweiß- beziehungsweise Klebestelle das Material durch Zuführen von Energie aktiviert, zum Beispiel aufgeschmolzen, werden. Beim Ultraschallschweißen wird die notwendige Energie durch eine hochfrequente mechanische Schwingung erzeugt. Das Hauptmerkmal dieses Verfahrens ist, dass die zum Schweißen notwendige Energie in der Schweißfuge durch Molekular- und/oder Grenzflächenreibung oder -schwingungen in den Bauteilen beziehungsweise im Schweißhilfsmittel entsteht.

Im hier vorgeschlagenen Verfahren wird eine Ultraschallerwärmung der Klebmasse vorgenommen. Im Gegensatz zum Ultraschallschweißen entsteht dabei die Wärme weniger an den Grenzflächen sondern im Wesentlichen durch Hystereseverluste im

Material der Klebmasse selbst, was durch einen hohen mechanischen Dämpfungskoeffizienten $\tan \delta$ begünstigt wird.

Das hierzu erforderliche Ultraschallgerät besteht im Wesentlichen aus den Baugruppen:

- 5
- Generator
 - Schwinggebilde (Sonotrode)
 - Amboss

Erzeugt wird die Ultraschallfrequenz mit Hilfe des Generators. Dieser wandelt die
10 Netzspannung in eine Hochspannung und Hochfrequenz um. Durch ein geschirmtes Kabel wird die elektrische Energie zu einem Ultraschall-Wandler, dem so genannten Konverter übertragen. Der Konverter arbeitet in der Regel nach dem piezoelektrischen Effekt, bei dem die Eigenschaft bestimmter Kristalle, die sich bei angelegtem elektrischem Wechselfeld ausdehnen und zusammenziehen, genutzt wird. Hierdurch
15 entstehen mechanische Schwingungen, die über ein Amplitudentransformationsstück auf die Sonotrode (das so genannte Schweißhorn) übertragen werden. Die Amplitude der Schwingung kann durch das Amplitudentransformationsstück in ihrer Größe beeinflusst werden. Die Schwingungen werden in der Regel unter einem Druck von 2 bis 5 MPa auf ein zwischen der Sonotrode und einem als Gegenstück dienenden Amboss
20 eingespannten Werkstück übertragen, wobei die zum Aktivieren notwendige Wärme erzeugt wird.

Durch die örtliche Temperaturerhöhung beginnt der Kleber zu erweichen, und der mechanische Dämpfungskoeffizient steigt. Die Zunahme des Dämpfungskoeffizienten
25 führt zu weiterer Wärmeerzeugung, was den Effekt einer sich selbst beschleunigenden Reaktion gewährleistet. Auf diese Weise wird erfindungsgemäß der Kleber sehr schnell aktiviert, was zu sehr geringen Zykluszeiten und dadurch oft hoher Wirtschaftlichkeit beiträgt.

30 Vorteilhaft ist weiterhin, dass sich die Erwärmung geometrisch sehr klar begrenzen lässt, da sie nur im Bereich der im Kontakt mit dem Verbund befindlichen Sonotrodenfläche auftritt.

Nach dem Auskühlen ist die Klebverbindung fest. Da die Sonotrode dauerhaft Ultraschallschwingungen ausgesetzt ist, sind die Anforderungen an das Material sehr hoch. Meistens wird daher carbidbeschichtetes Titan eingesetzt.

- 5 Dieses Verfahren ist gekennzeichnet durch sehr geringe Beschallungszeiten und dadurch oft hohe Wirtschaftlichkeit. Bevorzugte Beschallungszeiten liegen daher im Bereich von 0,1 bis 3 s.

- 10 Um kurze Beschallungszeiten zu ermöglichen ist es vorteilhaft, eine Leistung von mehr als 3 W/mm² Verklebungsfläche einzustellen.

- 15 Dadurch dass letztendlich das Flächengebilde die permanente Verbindung zwischen Substrat und Abdeckung bewirkt, können zudem auch beliebige, voneinander unterschiedliche Materialien mittels eines derartigen Verfahrens miteinander verbunden werden

- 20 Überraschend zeigt sich, dass, auch wenn sich die elektronische Anordnung unterhalb der Sonotrode – aber nicht im Kontakt mit der Sonotrode – befindet, keine Beeinträchtigung der elektronischen Anordnung auftritt. Dieser Fall tritt zum Beispiel regelmäßig auf, wenn zum Beispiel die in Berührung mit dem Verbund befindliche Sonotrodenfläche rahmenförmig ausgebildet ist und in der Mitte des Rahmens eine Vertiefung in die Sonotrodenendfläche eingearbeitet ist, so dass der Bereich des Verbunds, in dem sich die elektronische Anordnung befindet, beim Aufdrücken der Sonotrode nicht in Kontakt zur Sonotrode treten kann.

- 25 Um die in Kontakt mit der Sonotrode befindliche Oberfläche der Abdeckung vor mechanischer Beschädigung zu schützen wird bevorzugt eine Schutzfolie (Opferfolie) zwischen Abdeckung und Sonotrode eingebracht oder die Sonotrode selbst auf ihrer Kontaktfläche mit einem elastomeren oder viskoelastischen Werkstoff beschichtet.

- 30 Um die Gefahr von Oberflächenschädigungen möglichst gering zu halten, ist es vorteilhaft, eine Leistung von weniger als 0,5 W/mm² Verklebungsfläche einzustellen.

Um einerseits die Gefahr von Oberflächenschädigungen gering zu halten, andererseits aber auch möglichst kurze Beschallungszeiten zu ermöglichen, ist es bevorzugt, eine Leistung zwischen 0,5 und 3 W/mm² Verklebungsfläche einzustellen.

- 5 Bevorzugte Ultraschallenergien, die sich aus dem Produkt von Beschallungszeit und eingebrachter Leistung ergeben, liegen demnach zwischen 0,05 J/mm² und 9 J/mm² Verklebungsfläche.

10 In einer besonders bevorzugten Ausführung des Verfahrens wird die Ultraschallenergie in einem durchlaufenden Prozess über eine abrollbare Sonotrode eingebracht. Die entsprechende Beschallungstechnologie ist im Bereich des Ultraschallschweißens bekannt.

15 Weiterhin besonders vorteilhaft wird die Wärme im zumindest die Klebmasse enthaltenden Flächengebilde durch magnetische Induktion erzeugt. Dieses Verfahren ist für andere Anwendungen aus EP 1 453 360 A2 bekannt.

20 Im Vergleich zur Ultraschallerwärmung hat die Induktionserwärmung den Vorteil, dass das Erwärmen des Flächengebildes keinen direkten und unmittelbaren Kontakt des Flächengebildes beziehungsweise der Abdeckung oder des Substrats mit der externen Erhitzungsvorrichtung erfordert, es kann vielmehr sogar berührungsfrei durchgeführt werden. Insofern kann das erfindungsgemäße Inkontaktbringen des Flächengebildes mit Substrat und Abdeckung auch zum Beispiel durch loses Aufeinanderlegen der Schichten erfolgen. Eine Kraftaufbringung (Verpressung der Klebefuge) zur Herstellung einer
25 festeren und dauerhafteren Verbindung kann dann in einem nachfolgenden Schritt erfolgen.

30 Eine vorteilhafte Variante des Verfahrens ist es weiterhin, dass der Induktor in zumindest einem Presswerkzeug integriert ist, da hiermit das Induktionsfeld sehr nahe an die Verklebungsstelle herangebracht werden kann und auch räumlich auf diese begrenzt werden kann.

35 Unterschiedliche Effekte können zur Erwärmung im Magnet-Wechselfeld beitragen: Besitzt der Körper, der zum Erwärmen in das Wechselfeld eingebracht wird, elektrisch leitende Bereiche, so werden durch das Magnet-Wechselfeld in diesen Bereichen

Wirbelströme induziert. Weisen die Bereiche dabei einen von Null verschiedenen elektrischen Widerstand auf, so resultieren die dabei auftretenden Wirbelstrom-Leitungsverluste im Auftreten von Joulescher Wärme (Stromwärme). Damit sich derartige Wirbelströme überhaupt ausbilden können, müssen die elektrisch leitfähigen Bereiche
5 allerdings eine Mindestgröße besitzen; diese ist umso größer, je geringer die Frequenz des von außen angelegten Magnet-Wechselfeldes ist.

Besitzt der Körper, der zum Erwärmen in das Wechselfeld eingebracht wird, jedoch ferromagnetische Bereiche, so richten sich die Elementarmagnete dieser Bereiche
10 jeweils parallel zum äußeren Magnet-Wechselfeld aus. Die während der Änderung des äußeren Magnetfelds auftretenden Hystereseverluste (Ummagnetisierungsverluste) haben ebenfalls eine Erwärmung des Körpers zur Folge. Je nach dem Material des in das Magnet-Wechselfeld eingebrachten Körpers können beide Effekte gemeinsam zur Erwärmung des Körpers beitragen (etwa bei ferromagnetischen Metallen wie Eisen,
15 Nickel und Kobalt oder bei ferromagnetischen Legierungen wie Mu-Metall und Alnico) oder aber jeweils nur einer dieser beiden Effekte zum Erwärmen beitragen (etwa nur Wirbelströme bei nicht-ferromagnetischen Metallen wie Aluminium oder nur Hysterese bei elektrisch wenig leitenden Materialien wie Eisenoxidpartikeln).

Werden hitzeaktiviert verklebbare Flächengebilde durch induktives Erwärmen thermisch aktiviert, so werden dafür in der Regel Flächengebilde eingesetzt, die eine hitzeaktiviert verklebende Klebmasse enthalten, die an den Seitenflächen einer elektrisch leitenden Schicht angeordnet ist, etwa einer Flächenstruktur mit einer Folie aus einem Metall oder einem metallisierten Polymer, einer durchbrochenen Metallfolie, einem Drahtnetz, einem
25 flächig ausgebreiteten Streckmetall, einem Metallvlies oder Metallfasern. Die letzteren diskontinuierlichen Flächenstrukturen bieten dabei den Vorteil, dass die Klebmasse durch die Öffnungen in der jeweiligen Flächenstruktur hindurchtreten kann und dadurch den inneren Zusammenhalt des Flächengebildes insgesamt verbessert, was dann allerdings auf Kosten einer Abnahme der Effizienz der Erwärmung geschieht.

30 In den letzten Jahren ist das induktive Erwärmen beim Verkleben erneut in das Zentrum der Aufmerksamkeit gerückt. Der Grund hierfür ist den nunmehr verfügbaren nanopartikulären Systemen wie zum Beispiel MagSilica® (Evonik AG) zu suchen, die in das Material des zu erwärmenden Körper eingearbeitet werden können und so ein

Erwärmen des Körpers über sein gesamtes Volumen ermöglichen, ohne dass dessen mechanische Stabilität dadurch in nennenswerter Weise beeinträchtigt wird.

Bei MagSilica® handelt es sich um winzige Eisenoxid-Teilchen, die von Siliziumdioxid umhüllt werden.

- 5 So ist beispielsweise von der Firma Lohmann ein Klebeband unter der Bezeichnung Duplocoll RCD® erhältlich, das induktiv erwärmbare Nanopartikel in der Klebmasse enthält. Das Herzstück ist das Zusammenspiel des MagSilica® mit einem Magnetfeld. Wird der MagSilica® enthaltende Klebstoff einem schnell wechselnden Magnetfeld ausgesetzt, fangen die Eisenoxid-Teilchen an zu schwingen – vergleichbar einer
10 Kompassnadel. Dabei entsteht Wärme gezielt im Klebstoff, der dann schnell aushärtet. Weil die Bauteile nicht mehr erhitzt werden müssen, spart dies kostbare Heizenergie, der Produktionsprozess lässt sich insgesamt deutlich beschleunigen.

- Grundsätzlich sind verschiedene Erhitzungsvorrichtungen für eine induktive Erwärmung
15 bekannt; diese lassen sich unter anderem nach den Frequenzen unterscheiden, die das mit der jeweiligen Erhitzungsvorrichtung erzeugte Magnet-Wechselfeld besitzt. So kann eine Induktionserwärmung unter Verwendung eines Magnetfeldes erfolgen, dessen Frequenz im Frequenzbereich von etwa 100 Hz bis etwa 200 kHz liegt (den so genannten Mittelfrequenzen; MF) oder auch im Frequenzbereich von etwa 300 kHz bis
20 etwa 100 MHz liegt (den so genannten Hochfrequenzen; HF).

- Aufgrund der geringen Größe von nanoskopischen Systemen ist es jedoch nicht möglich, derartige Produkte in Magnet-Wechselfeldern mit Frequenzen aus dem Mittelfrequenzbereich effizient zu erwärmen. Vielmehr sind für die neuartigen Systeme
25 Frequenzen aus dem Hochfrequenzbereich erforderlich. Grade bei diesen Frequenzen tritt jedoch das Risiko einer Beschädigung von elektronischen Bauelementen im Magnet-Wechselfeld zutage. Die Erzeugung von Magnet-Wechselfeldern mit Frequenzen im Hochfrequenzbereich erfordert überdies einen erhöhten apparativen Aufwand und ist somit ökonomisch ungünstig.

- 30 Bevorzugt werden daher Frequenzen im Mittelfrequenzbereich eingesetzt. Überraschend zeigt sich, dass gerade organische elektronische Bauelemente im genannten Frequenzbereich selbst keinerlei Erwärmung oder sonstige Beschädigung erfahren.

Um die für industrielle Fertigungsprozesse erforderlichen hohen Verarbeitungsgeschwindigkeiten zu erhalten, darf die Erwärmungsdauer der hitzeaktiviert verklebbaren Flächengebilde nur sehr kurz sein. Bevorzugt werden daher Erwärmungszeiten zwischen 0,1 und 10 s eingesetzt.

5

Zum Erreichen der erforderlichen Verklebungstemperaturen ist es erforderlich, die Aufheizgeschwindigkeit sehr hoch zu wählen. Wird das hitzeaktiviert verklebbare Flächengebilde jedoch zwischen Fügepartnern verklebt, die eine nur geringe Wärmeleitfähigkeit aufweisen, das heißt eine Wärmeleitfähigkeit von höchstens 5 W/mK, so kann die induktiv im Flächengebilde erzeugte Wärme von diesen nicht schnell genug abgeleitet werden. Die Wärme verbleibt vielmehr zunächst für einige Zeit in der Verklebungsfläche, wodurch es dort zu einem Wärmestau kommt. Infolge dessen kann das Flächengebilde wie auch die Fügepartner lokal überhitzt und dadurch beschädigt werden. Diese Gefahr einer Überhitzung ist noch größer, wenn die Fügepartner zusätzlich zu einer nur geringen Wärmeleitfähigkeit ebenfalls eine nur geringe Wärmekapazität besitzen, da somit auch die Möglichkeit einer temporären Wärmespeicherung nicht gegeben ist. Beides ist zum Beispiel bei Fügepartnern der Fall, die an der Verklebungsfläche Polymere aufweisen.

10

15

20

25

30

Vorteilhaft ist daher ein Verfahren, bei dem der Vorverbund aus Substrat, Flächengebilde und Abdeckung gleichzeitig mit dem induktiven Erwärmen senkrecht zu einem Seitenflächenabschnitt des hitzeaktiviert verklebbaren Flächengebildes mit einem Druck (Pressdruck) von mindestens 1 MPa beaufschlagt wird, insbesondere von mindestens 3 MPa, so dass die Klebmasse vollflächig in Kontakt zu dem Verklebungssubstrat tritt. Die Richtungsangabe „senkrecht zu einem Seitenflächenabschnitt des hitzeaktiviert verklebbaren Flächengebildes“ bedeutet hierbei, dass für eine flache Verklebung, in der das Flächengebilde plan vorliegt (und somit auch dessen beiden Seitenflächen), eine Presskraft (zumindest auch) senkrecht zur Hauptausdehnung des Flächengebildes wirkt, wohingegen für eine dreidimensional gewölbte Verklebung eine Presskraft in Richtung senkrecht zu einer der Hauptausdehnungen des Flächengebildes und somit zumindest in einem Teilbereich senkrecht zu den Seitenflächen des Flächengebildes wirkt.

35

Das erfindungsgemäße Verfahren lässt sich unter Verwendung eines zum induktiven Erwärmen üblichen Induktionsheizmittels (Induktors) durchführen. Als Induktionsheizmittel (Induktor) kommen alle üblichen und geeigneten Anordnungen in

Frage, also etwa von einem elektrischen Wechselstrom durchflossene Spulen, Leiterschleifen oder Leiter, die infolge des hindurchfließenden Stroms ein Magnet-Wechselfeld geeigneter Stärke erzeugen. So kann die zum Erwärmen erforderliche Magnetfeldstärke durch eine Spulenanordnung von entsprechender Wicklungszahl und Spulenlänge bereitgestellt werden, die von einem entsprechenden Strom durchflossen ist, beispielsweise als Punktinduktor. Diese kann ohne ferromagnetischen Kern ausgebildet sein oder aber einen Kern aufweisen, beispielsweise aus Eisen oder gepresstem Ferritpulver. Der Verbund kann dem so erzeugten Magnetfeld direkt ausgesetzt sein. Alternativ ist es natürlich auch möglich, obige Spulanordnung als Primärwicklung auf der Primärseite eines Magnetfeldübertragers (Transformator) anzuordnen, auf dessen Sekundärseite eine Sekundärwicklung einen entsprechend höheren Strom bereitstellt. Dadurch kann die in der unmittelbaren Nähe des Verbunds angeordnete eigentliche Erregerspule infolge des höheren Stroms eine geringere Zahl an Windungen aufweisen, ohne dass dadurch die Feldstärke des Magnet-Wechselfeldes verringert wird.

Besonders vorteilhaft an der Induktionserwärmung ist weiterhin, dass die Gefahr der Schädigung vorhandener anorganischer Barrierschichten in Substrat und/oder Abdeckung durch den sehr kurzen Wärmeimpuls aus dem Inneren der Klebmasse deutlich geringer ist als bei der vergleichsweise langdauernden konduktiven Erwärmung durch die Barrierefolie hindurch oder der mechanischen Ultraschallerwärmung.

Als Substratmaterial für die elektronische Anordnung werden vorliegend bevorzugt Metallfolien, Polymerfolien, Folienverbunde oder mit organischen und/oder anorganischen Schichten versehene Folien oder Folienverbunde eingesetzt. Derartige Folien/Folienverbunde können aus allen gängigen zur Folienherstellung verwendeten Metallen und/oder Kunststoffen bestehen, beispielhaft erwähnt seien, ohne dass sich hieraus eine Beschränkung ableiten lässt:

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

Das Substratmaterial 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. 5 Beispielhaft, aber nicht einschränkend erwähnt seien hier etwa Oxide oder Nitride des Siliciums und des Aluminiums, Indium-Zinn-Oxid (ITO) oder Sol-Gel-Beschichtungen.

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

Die Bestimmung der Permeabilität für Sauerstoff (OTR) und Wasserdampf (WVTR) erfolgt nach DIN 53380 Teil 3 (OTR) beziehungsweise ASTM F-1249 (WVTR). Die 15 Sauerstoffdurchlässigkeit wird bei 23 °C und einer relativen Feuchte von 50 % gemessen. Die Wasserdampfdurchlässigkeit wird bei 37,5 °C und einer relativen Feuchte von 90 % bestimmt. Die Ergebnisse werden auf eine Foliendicke von 50 µm normiert.

Gerade für solcherart mit Barrierschichten versehene Folien bietet das 20 erfindungsgemäße Verfahren den Vorteil, dass der Wärmeeintrag und damit mögliche Schädigungen des permeationssperrenden Schichtaufbaus minimiert werden.

Zudem können die Folien/Folienverbunde in bevorzugter Ausgestaltung transparent ausgebildet sein, damit auch der Gesamtaufbau eines derartigen elektronischen Aufbaus 25 transparent ausgebildet ist oder zumindest Licht in den elektronischen Aufbau hineingelangen oder aus diesem austreten kann. „Transparenz“ bedeutet dabei eine mittlere Transmission im sichtbaren Bereich des Lichts von mindestens 75 %, bevorzugt höher als 85 % bei einer Wellenlänge von 400 bis 800 nm, ermittelt nach ASTM D 1003.

Die Transparenz beziehungsweise der Transmissionsgrad eines Objektes sind abhängig 30 von seinem Extinktionskoeffizienten, der Reflexion an den Oberflächen sowie der Wellenlänge des für die Untersuchung verwendeten Lichts. Der Extinktionskoeffizient ist stoffspezifisch und abhängig von der Absorption des verwendeten Materials. Um ein Material mit einem hohen Transmissionsgrad zu erhalten, müssen sowohl Absorption wie auch Reflexion vermieden werden.

Reflexion tritt an allen Oberflächen und Materialgrenzflächen auf. Sie ist zum einen von der Oberflächenrauigkeit und zum anderen von dem Brechungsindex der verwendeten Materialien abhängig. An einer rauen Oberfläche kommt es zusätzlich zu einer diffusen Streureflexion. Der Zusammenhang zwischen der Reflexion an einer Grenzfläche und dem Brechungsindex der angrenzenden Schichten wird durch die Fresnel-Gleichung beschrieben. Im Spezialfall, dass es sich um transparente Materialien handelt und der Lichtstrahl senkrecht einfällt und der Einfluss der Wellenlänge vernachlässigt werden kann, lässt sich die Fresnel-Gleichung wie folgt vereinfachen:

10
$$R = (n_2 - n_1)^2 / (n_2 + n_1)^2 \quad \text{Gl. 1}$$

R = Reflexion an der Grenzfläche

n_1 = Brechungsindex Medium 1

n_2 = Brechungsindex Medium 2

15 Brechungsindex Luft $n_{\text{Luft}} \approx 1$

Die Reflexion tritt an allen Grenzflächen auf und reduziert damit den Transmissionskoeffizienten eines Objektes. So kann zum Beispiel die maximal erreichbare Transmission einer Polyesterfolie mit einem Brechungsindex $n_2 = 1,6$ unter Berücksichtigung, dass der Lichtstrahl sowohl bei Eintritt in die Folie als auch beim Austritt aus der Folie dem Reflexionsgesetz nach Fresnel gehorcht, einen Wert von 90 % nicht überschreiten.

Vorzugsweise sind sowohl Klebmasse als auch Trägerfolie transparent, und zwar dergestalt, dass die transparente Klebefolie vorzugsweise eine Transmission von größer 60 % aufweist, insbesondere eine Transmission größer 85 % bei einer Wellenlänge von 400 bis 800 nm, ermittelt nach ASTM D 1003.

Mit dem Transmissionsgrad - bisweilen auch nur kurz als Transmission bezeichnet -, der in der Regel in % angegeben wird, ist das Verhältnis der auf der Rückseite eines mit Licht durchstrahlten Körpers ankommenden Lichtleistung zu der auf der Vorderseite eintreffenden Lichtleistung gemeint. Die Transmission wird beschnitten durch Reflektion und Absorption.

Es gilt also: Transmissionsgrad = (1 - Reflektionsgrad – Absorptionsgrad).

Als Abdeckung können prinzipiell die gleichen Folien beziehungsweise Folienverbunde verwendet werden, wie sie bei den Substratmaterialien Verwendung finden. Dabei

können Substrat und Abdeckung in einem den elektronischen Aufbau enthaltenen Verbund verschieden sein. Beispielsweise ist es oft nicht erforderlich, dass beide Seiten des Verbunds transparent sind, so dass die Verkapselung aus einem transparenten Substrat und einer nicht transparenten Abdeckung gebildet werden kann.

5

Da wie beschrieben das Substratmaterial und die Abdeckung oft aus einer Materialkombination bestehen, die sich nicht durch Schweißverfahren (zum Beispiel Ultraschallschweißen, Induktionsschweißen) verbinden lässt, werden im Stand der Technik bereits oft heißschmelz- oder haftklebrige Flächengebilde zur Verbindung eingesetzt.

10

Die vorliegende Erfindung kombiniert die Vorteile der Wärmerzeugung im Flächengebilde selbst mit den Vorteilen einer Klebverbindung, wobei sich überraschend synergistische Effekte wie die überproportionale Steigerung der Verkapselungsqualität und eine erhebliche Vereinfachung der Materialauswahl und Prozessführung gegenüber der Verwendung von Flüssigklebern oder Schweißhilfsfolien ergeben. Insbesondere durch die Verwendung eines Haftklebers entfallen aufwändige Positionierungs- und Fixierungsmaßnahmen beim Zusammenführen des Lagenverbunds.

15

Die erfindungsgemäße Bereitstellung eines Flächengebildes/Schichtmaterials umfassend zumindest eine aktivierbare Klebmasse und das anschließende in Kontakt bringen mit Substrat oder Abdeckung soll auch solche Verfahren umfassen, bei denen die aktivierbare Klebmasse in schichtausbildenden Verfahren auf das Substrat oder die Abdeckung aufgebracht wird, wie zum Beispiel Beschichten, Drucken, Sprühen oder die Coextrusion. Solcherart bereitgestellte Verbunde aus aktivierbarer Klebmasse und Substrat beziehungsweise Abdeckung sind zum Beispiel als Heißsiegelfolie aus dem Verpackungsbereich bekannt und werden auch bereits zur Versiegelung von elektronischen Aufbauten eingesetzt, zum Beispiel die Folie PECHM-1 der Firma Peccel Technologies, Japan.

25

30

In einer vorteilhaften Ausprägung der Erfindung wird das Flächengebilde in einem Vorverbund mit dem Substrat- oder Abdeckmaterial bereitgestellt. Beispielsweise könnten Substrat und Flächengebilde bereits vor dem Aufbringen der elektronischen Anordnung auf das Substrat zusammengefügt werden. Alternativ können auch die Abdeckung und das Flächengebilde zunächst in einen Vorverbund gebracht werden und

35

sodann über die elektronische Anordnung platziert werden. Verfahren zur Herstellung eines Vorverbunds sind dem Fachmann bekannt, so können zum Beispiel das Laminieren, das Beschichten, das Bedrucken, das Besprühen oder das Coextrudieren verwendet werden.

5

Als Flächengebilde im Sinne dieser Anmeldung gelten insbesondere alle üblichen und geeigneten Gebilde mit im Wesentlichen flächenförmiger Ausdehnung. Diese ermöglichen eine flächige Verklebung und können verschieden ausgestaltet sein, insbesondere flexibel, als Klebefolie, Klebeband, Klebeetikett oder als Formstanzling. Das Flächengebilde kann als zugeschnittenes Flächengebilde ausgebildet sein, dessen Form an die Form der Verklebungsfläche angepasst ist, um die Gefahr zu verringern, dass die elektronische Anordnung im Verlauf der Erwärmung thermisch beschädigt wird.

10

15 Flächengebilde im Sinne dieser Anmeldung weisen jeweils zwei Seitenflächen auf, eine Vorderseite und eine Rückseite. Die Begriffe Vorderseite und Rückseite beziehen sich dabei auf die beiden Oberflächen des Flächengebildes parallel zu seiner Hauptausdehnung (Flächenausdehnung, Hauptausdehnungsebene) und dienen lediglich der Unterscheidung dieser beiden auf gegenüberliegenden Seiten des Flächengebildes angeordneten Flächen, ohne dass durch die Wahl der Begriffe die absolute räumliche Anordnung der beiden Flächen festgelegt ist; demzufolge kann die Vorderseite auch die räumlich hinten gelegene Seitenfläche des Flächengebildes darstellen, nämlich wenn dementsprechend die Rückseite dessen räumlich vorne gelegene Seitenfläche bildet.

20

25 Dieses hitzeaktiviert verklebbare Flächengebilde soll ein Verklebungssubstrat mit einer Abdeckung verkleben. Dafür weist das Flächengebilde an zumindest einer seiner beiden Seitenflächen eine hitzeaktiviert verklebende Klebmasse auf, bevorzugt sogar an beiden Seitenflächen. Hitzeaktiviert verklebende Klebmassen sind alle Klebmassen, die bei erhöhten Temperaturen heiß verklebt werden und nach dem Erkalten eine mechanisch belastbare Verbindung bieten. Üblicherweise liegt die Klebmasse in Form einer Klebmassenschicht vor. Im einfachsten Fall besteht also das Flächengebilde aus einer einzigen Schicht einer hitzeaktivierbaren Klebmasse, welche mit ihren beiden Seitenflächen Substrat und Abdeckung verklebt.

30

Als Schicht wird insbesondere eine flächenförmige Anordnung eines Systems einheitlicher Funktionalität bezeichnet, deren Abmessungen in einer Raumrichtung (Dicke oder Höhe) signifikant kleiner sind als in den beiden anderen Raumrichtungen, die die Hauptausdehnung definieren (Länge und Breite). Eine derartige Schicht kann kompakt
5 oder auch durchbrochen ausgebildet sein und aus einem einzigen Material oder aus unterschiedlichen Materialien bestehen, insbesondere, wenn diese zur einheitlichen Funktionalität dieser Schicht beitragen. Eine Schicht kann eine über ihre gesamte Flächenausdehnung konstante Dicke aufweisen oder aber unterschiedliche Dicken. Darüber hinaus kann eine Schicht natürlich auch mehr als eine einzige Funktionalität
10 aufweisen.

Der einschichtige Aufbau wird aufgrund seiner Einfachheit insbesondere für die Ultraschallerwärmung favorisiert. Um eine Ultraschallerwärmung besonders effizient zu gestalten, ist es vorteilhaft, wenn die aktivierbare Klebmasse einen mechanischen
15 Verlustfaktor $\tan \delta$ von mehr als 0,1 bei 23 °C und einer Frequenz von 1 Hz aufweist.

Um zu vermeiden, dass Substrat oder Abdeckung beim Ultraschallerwärmen selbst intrinsisch erwärmt werden, beträgt die Differenz

20 $\tan \delta_{\text{Klebmase}} - \tan \delta_{\text{Substrat beziehungsweise Abdeckung}}$ bevorzugt mindestens 1, ermittelt bei 23 °C und einer Frequenz von 1 Hz.

Der Verlustfaktor für Polymere wie zum Beispiel Heißschmelzklebmassen wird im Torsionsschwingversuch nach DIN 53445 bei 23 °C und einer Frequenz von 1 Hz
25 ermittelt.

Der Verlustfaktor für Haftklebmassen wird im oszillatorischen Scherexperiment (Dynamisch mechanische Analyse, DMA) unter Torsionsbelastung bei einer Temperatur von 23 °C und einer Frequenz von 1 Hz bestimmt. Der Test dient der Untersuchung
30 rheologischer Eigenschaften und ist in Pahl (Pahl et al. „Praktische Rheologie der Kunststoffe und Elastomere“, VDI-Verlag, 1995, Seite 57 bis 60 sowie 119 bis 127) ausführlich beschrieben. Der Test wird in einem schergeschwindigkeitskontrollierten Rheometer der Firma Ares unter Torsionsbelastung gefahren, wobei eine Platte-Platte-Geometrie mit einem Plattendurchmesser von 25 mm verwendet wird.

Der einschichtige Aufbau des Flächengebildes ist auch für die Induktionserwärmung nutzbar. Dazu hat die aktivierbare Klebmasse bevorzugt selbst eine elektrische Leitfähigkeit von mehr als 20 MS/m bei 23 °C, was mit intrinsisch leitfähigen Polymeren kaum, aber mit der Füllung mit leitfähigen Füllstoffen erreicht werden kann. Die elektrische Leitfähigkeit wird ermittelt bei 23 °C und 50 % rel. Luftfeuchte nach ASTM D 2739-97. Alternativ oder zusätzlich kann die Klebmasse ferro-, ferri- oder paramagnetisch ausgerüstet sein, etwa durch Zugabe von Partikeln insbesondere von den oben genannten Nanopartikeln.

Das erfindungsgemäße Flächengebilde enthält für die Induktionserwärmung vorteilhaft zumindest drei unterschiedliche Schichten, nämlich mindestens eine elektrisch leitende Schicht und mindestens eine hitzeaktiviert verklebende Klebmassenschicht sowie eine weitere Klebmassenschicht. Diese weitere Klebmassenschicht kann mit der zumindest einen hitzeaktiviert verklebenden Klebmasse identisch oder von dieser verschieden sein. Somit kann die weitere Klebmassenschicht zum Beispiel eine hitzeaktiviert verklebende Klebmasse oder sogar eine nicht hitzeaktivierbare Haftklebmasse enthalten.

Grundsätzlich kann die zumindest eine elektrisch leitende Schicht beliebig geeignet ausgebildet sein, beispielsweise als dünne vollflächig-kompakte oder durchbrochene Schicht (beispielsweise als Gitter). Bevorzugt beträgt die Schichtdicke der elektrisch leitenden Schicht weniger als 50 µm, insbesondere weniger als 20 µm oder sogar weniger als 10 µm. Letzteres ermöglicht es, die Aufheizgeschwindigkeit nach oben hin auf relativ einfache Weise zu begrenzen.

Die elektrisch leitende Schicht kann aus allen üblichen und geeigneten Materialien bestehen, etwa aus Aluminium, Kupfer, Gold, Nickel, Mu-Metall, Alnico, Permalloy, Ferrit, Kohlenstoff-Nanoröhren, Graphenen und dergleichen. Bevorzugt ist die elektrisch leitende Schicht dabei zusätzlich auch magnetisch, insbesondere ferromagnetisch oder paramagnetisch. Günstigerweise weist die elektrisch leitende Schicht dabei eine elektrische Leitfähigkeit von mehr als 20 MS/m auf (entsprechend einem spezifischen Widerstand von weniger als 50 mΩ·mm²/m), insbesondere von mehr als 40 MS/m (entsprechend einem spezifischen Widerstand von weniger als 25 mΩ·mm²/m), jeweils bestimmt für 300 K.

Zusätzlich zu der zumindest einen elektrisch leitenden Schicht kann das Flächengebilde natürlich auch weitere elektrisch leitende Schichten aufweisen; diese können mit der zumindest einen elektrisch leitenden Schicht identisch oder von dieser verschieden sein.

- 5 Insgesamt kann das hitzeaktiviert verklebbare Flächengebilde beliebig geeignet ausgebildet sein. So kann das Flächengebilde zusätzlich zu den zuvor beschriebenen Schichten weitere Schichten enthalten, zum Beispiel permanente Träger oder temporäre Träger
- 10 Zum Erreichen einer ausreichenden Verklebungsfestigkeit bei geringer Dicke sollten die Klebmassenschichten vorteilhaft zwischen 5 µm und 20 µm dick sein. Für besonders feste Klebverbindungen ist dagegen eine Dicke von 100 bis 500 µm vorteilhaft.
- 15 Als die zumindest eine hitzeaktiviert verklebende Klebmasse können grundsätzlich alle üblichen hitzeaktiviert verklebenden Klebmassensysteme zum Einsatz gelangen. Hitzeaktiviert verklebende Klebmassen lassen sich grundsätzlich in zwei Kategorien einordnen: thermoplastische hitzeaktiviert verklebende Klebmassen (Schmelzklebstoffe) und reaktive hitzeaktiviert verklebende Klebmassen (Reaktivklebstoffe). Diese
- 20 Einteilung enthält auch solche Klebmassen, die sich beiden Kategorien zuordnen lassen, nämlich reaktive thermoplastische hitzeaktiviert verklebende Klebmassen (reaktive Schmelzklebstoffe).

- Thermoplastische Klebmassen basieren auf Polymeren, die bei einem Erwärmen
- 25 reversibel erweichen und während des Erkaltens wieder erstarren. Im Gegensatz dazu enthalten reaktive hitzeaktiviert verklebende Klebmassen reaktive Komponenten. Letztere Bestandteile werden auch als „Reaktivharze“ bezeichnet, in denen durch das Erwärmen ein Vernetzungsprozess eingeleitet wird, der nach Beenden der Vernetzungsreaktion eine dauerhafte stabile Verbindung auch unter Druck gewährleistet.
- 30 Bevorzugt enthalten derartige thermoplastische Klebmassen auch elastische Komponenten, zum Beispiel synthetische Nitrilkautschuke. Derartige elastische Komponenten verleihen der hitzeaktiviert verklebenden Klebmasse infolge ihrer hohen Fließviskosität eine auch unter Druck besonders hohe Dimensionsstabilität.

Im Folgenden sind rein exemplarisch einige typische Systeme hitzeaktiviert verklebender Klebmassen beschrieben, die sich im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung als besonders vorteilhaft herausgestellt haben.

- 5 Eine thermoplastische hitzeaktiviert verklebende Klebmasse enthält also ein thermoplastisches Basispolymer. Dieses weist bereits bei geringem Anpressdruck ein gutes Fließverhalten auf, so dass sich die für die Haltbarkeit einer dauerhaften Verklebung relevante finale Klebkraft innerhalb kurzer Anpresszeit einstellt und daher ein schnelles Verkleben auch auf rauem oder anderweitig kritischem Untergrund möglich ist. Als
10 thermoplastische hitzeaktiviert verklebende Klebmassen können alle aus dem Stand der Technik bekannten thermoplastischen Klebmassen verwendet werden.

Geeignet sind beispielsweise solche hitzeaktivierbaren Klebmassen, wie sie in der DE
10 2006 042 816 A1 beschrieben sind, ohne sich durch diese Angaben beschränken zu
15 wollen.

Exemplarische Zusammensetzungen sind in EP 1 475 424 A1 beschrieben. So kann die thermoplastische Klebmasse beispielsweise eine oder mehrere der folgenden Komponenten enthalten oder aus diesen bestehen: Polyolefine, Ethylen-Vinylacetat-
20 Copolymere, Ethylen-Ethylacrylat-Copolymere, Polyamide, Polyester, Polyurethane oder Butadien-Styrol-Blockcopolymere. Bevorzugt kommen die in Absatz [0027] von EP 1 475 424 A1 aufgeführten thermoplastischen Klebmassen zum Einsatz. Weitere thermoplastische Klebmassen, die insbesondere für spezielle Einsatzgebiete wie zum Beispiel das Verkleben von Verklebungssubstraten aus Glas besonders geeignet sind,
25 sind in EP 1 956 063 A2 beschrieben. Bevorzugt werden thermoplastische Klebmassen verwendet, deren Schmelzviskosität durch rheologische Additive heraufgesetzt ist, beispielsweise durch Zusatz von pyrogenen Kieselsäuren, Ruß, Kohlenstoff-Nanoröhren und/oder weiteren Polymeren als Abmischkomponenten.

- 30 Eine reaktive hitzeaktiviert verklebende Klebmasse weist hingegen vorteilhafterweise ein elastomeres Basispolymer und ein Modifikationsharz auf, wobei das Modifikationsharz ein Klebharz und/oder ein Reaktivharz umfasst. Infolge der Verwendung eines elastomeren Basispolymers ist es möglich, Klebeschichten mit hervorragender Dimensionsstabilität zu erhalten. Als reaktive hitzeaktiviert verklebende
35 Klebmassen können entsprechend den jeweiligen konkreten Anwendungen alle aus

dem Stand der Technik bekannten hitzeaktiviert verklebenden Klebmassen eingesetzt werden.

Dies beinhaltet zum Beispiel auch reaktive hitzeaktiviert verklebende Folien auf Basis von Nitrilkautschuken oder deren Derivaten wie etwa Nitrilbutadienkautschuke oder Mischungen (Blends) dieser Basispolymere, die zusätzlich Reaktivharze wie etwa Phenolharze enthalten; ein derartiges Produkt ist etwa unter der Bezeichnung tesa 8401 kommerziell erhältlich. Der Nitrilkautschuk verleiht der hitzeaktiviert verklebenden Folie infolge seiner hohen Fließviskosität eine ausgeprägte Dimensionsstabilität, wodurch sich nach Durchführen einer Vernetzungsreaktion hohe Klebkraften auf Kunststoffoberflächen realisieren lassen.

Natürlich lassen sich auch andere reaktive hitzeaktiviert verklebende Klebmassen einsetzen wie etwa Klebmassen, die zu einem Masseanteil von 50 bis 95 Gew.-% ein verklebbares Polymer und zu einem Masseanteil von 5 bis 50 Gew.-% ein Epoxidharz oder eine Mischung aus mehreren Epoxidharzen enthalten. Das verklebbare Polymer enthält hierbei vorteilhafterweise zu 40 bis 94 Gew.-% Acrylsäureverbindungen und/oder Methacrylsäureverbindungen der allgemeinen Formel $\text{CH}_2=\text{C}(\text{R}^1)(\text{COOR}^2)$ (R^1 stellt hierbei einen Rest dar, der ausgewählt ist aus der Gruppe umfassend H und CH_3 , und R^2 stellt einen Rest dar, der ausgewählt ist aus der Gruppe umfassend H und lineare oder verzweigte Alkylketten mit 1 bis 30 Kohlenstoffatomen), zu 5 bis 30 Gew.-% ein erstes copolymerisierbares Vinylmonomer, das zumindest eine Säuregruppe aufweist, insbesondere eine Carbonsäuregruppe und/oder Sulfonsäuregruppe und/oder Phosphonsäuregruppe, zu 1 bis 10 Gew.-% ein zweites copolymerisierbares Vinylmonomer, das zumindest eine Epoxidgruppe oder eine Säureanhydridfunktion aufweist, und zu 0 bis 20 Gew.-% ein drittes copolymerisierbares Vinylmonomer, das zumindest eine funktionelle Gruppe aufweist, die sich von der funktionellen Gruppe des ersten copolymerisierbaren Vinylmonomers und von der funktionellen Gruppe des zweiten copolymerisierbaren Vinylmonomers unterscheidet. Eine derartige Klebmasse ermöglicht ein Verkleben mit einer schnellen Aktivierung, bei der innerhalb kurzer Zeit bereits die finale Klebkraft erreicht wird, so dass hierdurch insgesamt eine gut haftende Verbindung auf unpolarem Untergrund gewährleistet ist.

Eine weitere einsetzbare reaktive hitzeaktiviert verklebende Klebmasse, die besondere Vorteile bietet, enthält zu 40 bis 98 Gew.-% ein acrylathaltiges Blockcopolymer, zu 2 bis

50 Gew.-% eine Harzkomponente und zu 0 bis 10 Gew.-% eine Härterkomponente. Die Harzkomponente enthält eines oder mehrere Harze, die gewählt werden aus der Gruppe umfassend die Klebkraft steigernde (klebrigmachende) Epoxidharze, Novolakharze und Phenolharze. Die Härterkomponente wird zum Vernetzen der Harze aus der Harzkomponente eingesetzt. Eine derartige Formulierung bietet infolge der starken physikalischen Vernetzung innerhalb des Polymers den besonderen Vorteil, dass sich Klebeschichten mit einer größeren Gesamtdicke erhalten lassen, ohne dass dabei die Belastbarkeit der Verklebung insgesamt beeinträchtigt wird. Dadurch sind diese Klebeschichten besonders geeignet, Unebenheiten im Untergrund auszugleichen. Überdies weist eine solche Klebmasse eine gute Alterungsbeständigkeit und ein nur geringes Ausgasungsverhalten auf, was bei vielen Verklebungen im Elektronikbereich besonders erwünscht ist.

Wie bereits vorstehend erwähnt, lassen sich außer diesen besonders vorteilhaften Klebmassen jedoch grundsätzlich auch alle anderen hitzeaktiviert verklebenden Klebmassen entsprechend dem jeweiligen Anforderungsprofil für die Verklebung auswählen und einsetzen.

Für eine Verkapselung von (opto)-elektronischen Aufbauten werden bevorzugt hitzeaktiviert verklebende Klebmassesysteme mit einer geringen Wasserdampf- oder Sauerstoffpermeationsrate verwendet. Solche aktivierbaren Klebmassen sind zum Beispiel aus EP 0 674 432 A1, US 2006/0100299 A1, WO 2007/087281 A1, DE 10 2009 036 970 A, JP 2005 298 703 A, EP 1 670 292 A und US 2007135552 A bekannt. Dabei ist dem Fachmann bekannt, dass durch aktinische Strahlung, zum Beispiel UV-Strahlung, aktivierbare Klebersysteme auch leicht thermisch aktivierbar sind, wenn entsprechende Initiatoren, zum Beispiel Peroxide, zugegeben werden.

Bevorzugt werden Klebmassesysteme mit einer WVTR von weniger als 100 g/m²d, insbesondere weniger als 10 g/m²d und/oder einer OTR von weniger als 8000 cm³/m²d bar, insbesondere von weniger als 3000 cm³/m²d bar und ganz besonders weniger als 100 cm³/m²d bar.

Bevorzugt werden Klebmassensysteme mit Fängermaterial für die Permeanten (zum Beispiel Sauerstoff, Wasserdampf) ausgerüstet, da hierdurch die Durchbruchzeit von

Permeanten durch die Klebefuge deutlich verlängert werden kann. . Diese Materialien sind dem Fachmann unter Bezeichnungen wie zum Beispiel Getter, Scavenger oder Desiccant bekannt und zum Beispiel in der US 6.936.131 (B2) beschrieben.

- 5 Ganz besonders bevorzugt werden solche Fängermaterialien eingesetzt, deren fangende Eigenschaften thermisch oder mechanisch aktiviert werden. Unter thermischer oder mechanischer Aktivierung ist hierbei beispielsweise eine chemische oder physikalische Umwandlung, eine Zerstörung eines Hüllmaterials oder ein Austreiben und/oder Abreagieren von bereits aufgenommenen Permeanten zu verstehen. Dies hat den
10 Vorteil, dass solche Fängermaterialien unter wasserdampfhaltiger Luftatmosphäre verarbeitet werden können, ohne im finalen Aufbau ihre Aufnahmekapazität für den zu fangenden Permeanten wesentlich einzuschränken. Erhältlich sind zum Beispiel mikroverkapselte Fänger.

15

- Für den Fall, dass der Verbund während des induktiven Erwärmens mit einem Pressdruck beaufschlagt wird, ist hierfür zusätzlich eine Pressvorrichtung erforderlich. Als Pressvorrichtung können alle zum Ausüben eines Pressdrucks geeigneten Vorrichtungen eingesetzt werden, zum Beispiel diskontinuierlich arbeitende Pressmaschinen wie etwa
20 eine Pneumatik- oder Hydraulikpresse, eine Exzenterpresse, eine Kurbelpresse, eine Kniehebelpresse, eine Spindelpresse oder dergleichen, oder auch kontinuierlich arbeitende Pressmaschinen wie etwa eine Presswalze. Die Vorrichtung kann als separate Einheit vorgesehen sein oder aber mit dem Induktor verbunden vorliegen. Bevorzugt kommt etwa eine Vorrichtung zum Einsatz, die als erstes Presswerkzeug
25 zumindest ein Pressstempелеlement enthält, das zudem ein Induktionsheizungs mittel aufweist. Dadurch kann das Induktionsfeld sehr nah an die zu bildende Verklebungsstelle herangeführt werden und somit auch räumlich auf die Fläche dieser Verklebungsstelle begrenzt werden.

- 30 Weitere Einzelheiten, Ziele, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele näher erläutert. In der Zeichnung zeigt

Fig. 1 eine erste (opto-)elektronische Anordnung in schematischer Darstellung,

35

Fig. 2 eine zweite (opto-)elektronische Anordnung in schematischer Darstellung,

Fig. 3 eine dritte (opto-)elektronische Anordnung in schematischer Darstellung.

5 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
10 ausgebildete Abdeckung 4 angeordnet.

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 ein Flächengebilde umfassend zumindest eine thermisch aktivierbare Haft- oder
15 Heißschmelzklebmasse 5 umlaufend neben der elektronischen Struktur 3 auf dem Substrat 2 vorgesehen. Das Flächengebilde 5 verbindet die Abdeckung 4 mit dem Substrat 2. Durch eine entsprechend dicke Ausgestaltung ermöglicht die Das Flächengebilde 5 zudem die Beabstandung der Abdeckung 4 von der elektronischen Struktur 3.

20

Bei dem Flächengebilde 5 handelt es sich um eine Heißschmelzklebmasse auf Basis von vernetzten Vinylaromatenblockcopolymeren, wie sie nachfolgend in Ausführungsbeispielen näher dargelegt ist. Das Flächengebilde 5 übernimmt vorliegend nicht nur die Funktion des Verbindens des Substrats 2 mit der Abdeckung 4, sondern
25 bildet zudem auch eine Barrierschicht für Permeanten, um so die elektronische Struktur 2 auch von der Seite gegen Permeanten wie Wasserdampf und Sauerstoff zu kapseln.

Das Flächengebilde 5 wird vorliegend zudem in Form eines Stanzlings aus einem doppelseitigen Klebebandes bereitgestellt. Ein derartiger Stanzling ermöglicht eine
30 besonders einfache Applikation. Weiterhin wird bei der Erwärmung die elektronische Anordnung nicht direkt beeinträchtigt.

Figur 2 zeigt eine alternative Ausgestaltung einer (opto-)elektronischen Anordnung 1. Gezeigt ist wiederum eine elektronische Struktur 3, die auf einem Substrat 2 angeordnet
35 und durch das Substrat 2 von unten gekapselt ist. Oberhalb und seitlich von der

elektronischen Struktur ist nun das Flächengebilde 5 vollflächig angeordnet. Die elektronische Struktur 3 wird somit an diesen Stellen durch das Flächengebilde 5 gekapselt. Auf das Flächengebilde 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 das Flächengebilde bereitgestellt wird. Die Abdeckung 4 kann beispielsweise lediglich eine mechanische Schutzfunktion wahrnehmen, sie kann aber auch zusätzlich als Permeationsbarriere vorgesehen sein. Die Erwärmung des Flächengebildes 5 kann in dieser Anordnung sowohl die gesamte Klebmasseschicht umfassen wie auch alternativ nur einen Teil der Fläche, zum Beispiel den die elektronische Struktur nicht überdeckenden Bereich.

Figur 3 zeigt eine weitere alternative Ausgestaltung einer (opto-)elektronischen Anordnung 1. Im Gegensatz zu den vorherigen Ausgestaltungen sind nun zwei Flächengebilde 5a, b vorgesehen, die vorliegend identisch ausgebildet sind, aber auch verschieden sein können. Das erste Flächengebilde 5a ist vollflächig auf dem Substrat 2 angeordnet. Auf das Flächengebilde 5a ist dann die elektronische Struktur 3 vorgesehen, die durch das Flächengebilde 5a fixiert wird. Der Verbund aus Flächengebilde 5a und elektronischer Struktur 3 wird dann mit der weiteren Flächengebilde 5b vollflächig überdeckt, so dass die elektronische Struktur 3 von allen Seiten durch die Flächengebilde 5a, b gekapselt ist. Oberhalb des Flächengebildes 5b ist dann wiederum die Abdeckung 4 vorgesehen. In dieser Anordnung können alternativ das Flächengebilde 5a oder 5b oder können beide Flächengebilde intrinsisch erwärmt werden.

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

Insbesondere im Hinblick auf die Fig. 2,3 wird darauf hingewiesen, dass es sich vorliegend um schematische Darstellungen handelt. Aus den Darstellungen ist insbesondere nicht ersichtlich, dass die Flächengebilde 5 hier und vorzugsweise jeweils eine homogene Schichtdicke aufweisen. 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 durchgeführt wird. Zudem wird

das Flächengebilde 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).

Die Applikation der Flächengebilde 5 erfolgt in allen gezeigten Ausführungsbeispielen in Form eines Klebebandes. Dabei kann es sich grundsätzlich um ein doppelseitiges Klebeband mit einem Träger, um eine hitzeaktivierbare Folie oder um ein Transferklebeband handeln. Vorliegend ist eine Ausgestaltung als hitzeaktivierbare Folie gewählt.

Die Dicke der Flächengebilde, die entweder als Transferklebeband, als hitzeaktivierbare Folie 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 Permeation verringert, und einem genügend dicken Massefilm zur Herstellung einer ausreichend haftenden Verbindung vor. Die optimale Dicke hängt vom (opto-)elektronischen Aufbau, der Endanwendung, der Art der Ausführung der Flächengebilde und gegebenenfalls dem flächigen Substrat ab.

Testmethoden

Lebensdauertest:

Als Kenngröße für die Qualität der erzielten Verklebung wird die Verkapselungsdichtigkeit für unterschiedliche hitzeaktiviert verklebbare Flächengebilde und unterschiedliche

Verfahrensparameter ermittelt. Die Dichtigkeit der Verkapselung wirkt sich unmittelbar auf die Lebensdauer eines (opto-)elektronischen Aufbaus aus.

Als ein Maß für die Bestimmung der Lebensdauer eines (opto-)elektronischen Aufbaus wird ein Calciumtest herangezogen. Dazu wird unter Stickstoffatmosphäre eine 10 x 10 mm² große, dünne Calciumschicht auf eine Glasplatte (Substrat) abgeschieden. Die Dicke der Calciumschicht liegt bei etwa 100 nm. Für die Verkapselung der Calciumschicht wird ebenfalls unter Stickstoffatmosphäre ein rahmenförmiges Flächengebilde mit einer Kantenlänge von 30 mm x 30 mm und einer Stegbreite von 2 mm der hitzeaktivierbaren Klebmasse um den Calciumspiegel herum platziert sowie mit einer Dünnglasscheibe (200 µm, Firma Schott) als Abdeckung versehen. Sodann wird die Klebmasse thermisch aktiviert wobei die Verklebungsfläche mit einem je nach gewählter Klebmasse variierenden Druck zusammengepresst wird. Nach Ablauf der Aktivierungszeit wird der Verbund noch für 30 s weitergepresst und sodann der Pressvorrichtung entnommen. Aufgrund des undurchlässigen Glassubstrats sowie der Glasabdeckung des Klebebands wird nur die Permeation durch die Verklebungsfläche ermittelt.

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 bis 659, und von M. E. Gross et al. in „46th Annual Technical Conference Proceedings—Society of Vacuum Coaters“, 2003, Seiten 89 bis 92, beschrieben ist. Dabei wird die Lichttransmission der Calciumschicht überwacht, welche durch die Umwandlung in Calciumhydroxid und Calciumoxid zunimmt. Es wird die Zeit bis zum Erreichen der Hälfte der Transmission eines entsprechenden Prüfaufbaus ohne Calciumspiegel als Lebensdauer bezeichnet. Als Messbedingungen werden 60 °C und 90 % relative Luftfeuchte gewählt.

Optische und manuelle Beurteilung

Da insbesondere flexible (opto-)elektronische Aufbauten zwischen modifizierten Polyesterfolien verkapselt werden, wurde für weitere Versuche eine Polyesterfolie in einer Dicke von 100 µm verwendet, beispielsweise die Folie Melinex 506 der Firma Teijin-DuPont-Films. Da die Folien selbst keine Permeationsbarriereschicht aufweisen, kann hiermit kein Lebensdauertest durchgeführt werden. Die Verklebung wird daher

lediglich optisch beurteilt und manuell auf ein Zustandekommen einer Verbindung getestet.

5

Verwendete aktivierbare Klebmassen

Klebmasse 1 (Haftklebmasse):

50 Teile	Kraton FG 1924	Maleinsäureanhydridmodifiziertes SEBS mit 13 Gew.-% Blockpolystyrolgehalt, 36 Gew.-% Zweiblock und 1 Gew.-% Maleinsäure der Firma Kraton
50 Teile	Kraton FG 1901	Maleinsäureanhydridmodifiziertes SEBS mit 30 Gew.-% Blockpolystyrolgehalt, ohne Zweiblock und mit 1,7 Gew.-% Maleinsäure der Firma Kraton
70 Teile	Escorez 5615	Hydriertes KW-Harz mit einem Erweichungspunkt von 115 °C der Firma Exxon
25 Teile	Ondina 917	Weißöl aus paraffinischen und naphthenischen Anteilen der Firma Shell
1 Teil	Aluminium-acetylacetonat	

10

Die Haftklebmasse wurde aus Lösung hergestellt. Dazu wurden die einzelnen Bestandteile in Toluol gelöst (Feststoffanteil 40 %) und auf ein mit 1,5 g/m² silikonisiertes Trennpapier beschichtet und bei 120 °C 15 Minuten lang getrocknet, so dass eine

15 Klebmasseschicht mit einem Flächengewicht von 25 g/m² entstand. Diese Transferklebmasse wurde während der Lagerung mit einem weiteren Trennpapier eingedeckt. Die Aktivierung findet durch Auflösung der koordinativen Bindungen des Aluminiumchelatkomplexes statt, wodurch die Viskosität stark sinkt, die Aktivierungstemperatur beträgt etwa 120 °C

20

Klebmasse 2 (Heißschmelzklebmasse):

100 Teile SiBStar 103T Triblock-SiBS mit 30 Gew.-% Blockpolystyrolgehalt
der Firma Kaneka
20 Teile SiBStar 042D Diblock-SiB mit 15 Gew.-% Blockpolystyrolgehalt der
Firma Kaneka

- 5 Die Heißschmelzklebmasse wurde aus Lösung hergestellt. Dazu wurden die einzelnen Bestandteile in Toluol gelöst (Feststoffanteil 40 %) und auf ein mit 1,5 g/m² silikonisiertes Trennpapier beschichtet und bei 120°C 15 Minuten lang getrocknet, so dass eine Klebmasseschicht mit einem Flächengewicht von 25 g/m² beziehungsweise 13 g/m² entstand. So konnte nach dem Abziehen von dem Trennpapier ein Film aus der puren
10 Heißschmelzklebmasse erhalten werden. Die Aktivierungstemperatur beträgt etwa 95 °C

Klebmassen 3 bis 7:

15

Als weitere hitzeaktivierbare Klebmassen wurden hitzeaktivierbare Klebmassenfolien auf unterschiedlicher chemischer Basis in unterschiedlichen Dicken eingesetzt (siehe Tabelle). Hierzu konnte zum Teil auf kommerziell erhältliche hitzeaktivierbare Folien (tesa SE, Hamburg oder Peccell Technologies Inc., Japan) zurückgegriffen werden.

- 20 Folgende Tabelle 1 zeigt die weiteren verwendeten Klebmassen:

Hitzeaktivierbare Klebmassenfolien (HAF)					
Nr.	chemische Basis/ Aktivierungstemperatur	ursprüngliche Dicke [µm]	Eingesetzt als kommerzielles Produkt:	Dicke für Ultraschall [µm]	Dicke für Induktion [µm]
3	N/P / 180 °C	30	tesa 8471	25	13
4	PA / 90 °C	40	tesa 8440	25	13
5	PET / 115 °C	100	tesa 8464	25	13
6	SR/EP / 160 °C	35	tesa 8865	25	13
7	MI / 120 °C	50	Peccell PECHM-1	50	-

Abkürzungen:

N/P: Nitrilkautschuk/Phenolharz

PA: Copolyamid

PET: Copolyester

5 SR/EP: Synthesekautschuk/Epoxidharz

MI: Modifiziertes Ionomer

tesa 8471 ist ein heißvernetzendes System auf Basis Nitrilkautschuk/Phenolharz („thermosetting“).

10

tesa 8440 ist ein reiner Heißschmelzkleber (also Thermoplast) auf Copolyamidbasis.

tesa 8464 ist ein reiner Heißschmelzkleber (also Thermoplast) auf Copolyesterbasis.

15 tesa 8865 ist ein heißvernetzendes System auf Basis Nitrilkautschuk/Epoxidharz („thermosetting“).

Klebmasse 8 (Haftklebmasse)

20

25 Teile	Oppanol B15	Polyisobutylen der Firma BASF, $M_w = 75.000 \text{ g/mol}$
5 Teile	Oppanol B 100	Polyisobutylen der Firma BASF, $M_w = 1.100.000 \text{ g/mol}$
50 Teile	Escorez 5615	Hydriertes KW-Harz mit einem Erweichungspunkt von 115°C der Firma Exxon
20 Teile	DCP	Dicyclodecan-dimethanol dimethacrylat, Dimethacrylatmonomer der Firma Sigma-Aldrich
1 Teil	DLP	Dilauroyl-Peroxid

Die Haftklebmasse wurde aus Lösung hergestellt. Dazu wurden die einzelnen Bestandteile in Heptan gelöst (Feststoffanteil 45 %) und auf ein mit $1,5 \text{ g/m}^2$ silikonisiertes Trennpapier beschichtet und bei 100°C 15 Minuten lang getrocknet, so

25 dass eine Klebmasseschicht mit einem Flächengewicht von 25 g/m^2 entstand. Diese Transferklebmasse wurde während der Lagerung mit einem weiteren Trennpapier eingedeckt. Die Aktivierungstemperatur beträgt etwa 120°C

Herstellung der Flächengebilde

Um dünnere als die kommerziell erhältlichen Klebmassenfoliendicken zu erreichen, wurden gegebenenfalls dickere Produkte in 2-Butanon oder Toluol aufgelöst und aus der Lösung Klebmassenschichten in der benötigten Dicke durch Ausstreichen und Trocknen hergestellt. Die für die Herstellung der Flächengebilde gewählten Dicken sind in der obigen Tabelle dargestellt.

Für die Induktionserwärmung wurde je eine Folie mit einer Dicke von 13 µm auf jede Seite eines elektrisch leitfähigen Flächengebildes laminiert. Als elektrisch leitfähiges Flächengebilde zur Induktionserwärmung wurde eine Aluminiumfolie mit der Dicke 36 µm verwendet. Die Metallfolie wurde mit den Kleberschichten bei einer Temperatur von ca. 90 °C bis 110 °C zusammenlaminiert. Dabei werden thermoplastische Folien hinreichend klebrig und chemische Vernetzungsreaktionen noch nicht gestartet, sondern lediglich eine Haftung herbeigeführt.

Verwendete Substrate und Abdeckungen

Für den Lebensdauertest wurden Floatglasscheiben in einer Dicke von 3 mm und den Abmessungen 50 x 50 mm² als Substrat und als Abdeckung verwendet.

Weiterhin wurden Polyesterfolien des Typs Melinex 506 der Firma Teijin-DuPont-Films in einer Dicke von 100 µm verwendet.

Durchführung und Ergebnisse erfindungsgemäßer Verfahren:

Ultraschallaktivierung:

Die Verklebung wurde durchgeführt mit dem Ultraschallgerät PS MPC (+) digital control der Firma Hermann Ultraschalltechnik. Das Gerät arbeitet bei 35 kHz und mit einer Schweißleistung von maximal 1000 W. Es wurden spezielle Titancarbid-Sonotroden eingesetzt, die die Form der Verklebungsfläche für den Calciumtest aufweisen. Mit den Sonotroden wurde der angegebene Druck (bezogen auf die Verklebungsfläche) und der

Ultraschall eingebracht. Vor der Ultraschallaktivierung wurden die Probekörper auf einem Amboss mechanisch fixiert. Nach dem Abschalten des Ultraschalls wurde der Pressdruck noch für weitere 30 s aufrecht erhalten, um eine Verfestigung des Klebstoffs zu ermöglichen.

5

Tabelle 2 zeigt die Versuche und deren Ergebnisse im Überblick:

Bei- spiel Nr.	Klebemas- senfilm Nr.	Substrat/ Abdeckung	US- Zeit [s]	US- Leis- tung [W]	Druck [MPa]	Lebens- dauer [h]	Optischer / manueller Test
1	1	Glas/Glas	0,5	350	1	434	keine Beschädigung, vollständige Verklebung
2	1	PET/PET	0,5	350	1	-	keine Beschädigung, vollständige Verklebung
3	2	Glas/Glas	0,4	350	1	408	keine Beschädigung, vollständige Verklebung
4	2	PET/PET	0,4	350	1	-	keine Beschädigung, vollständige Verklebung
5	3	Glas/Glas	0,8	550	3	144	keine Beschädigung, vollständige Verklebung
6	3	PET/PET	0,8	450	3	-	keine Beschädigung, vollständige Verklebung

Bei- spiel Nr.	Klebemas- senfilm Nr.	Substrat/ Abdeckung	US- Zeit [s]	US- Leis- tung [W]	Druck [MPa]	Lebens- dauer [h]	Optischer / manueller Test
7	4	Glas/Glas	0,5	400	1	45	keine Beschädigung, vollständige Verklebung
8	4	PET/PET	0,5	400	1	-	keine Beschädigung, vollständige Verklebung
9	5	Glas/Glas	0,6	400	1	235	keine Beschädigung, vollständige Verklebung
10	5	PET/PET	0,6	400	1	-	keine Beschädigung, vollständige Verklebung
11	6	Glas/Glas	0,8	450	1	680	keine Beschädigung, vollständige Verklebung
12	6	PET/PET	0,8	450	1	-	keine Beschädigung, vollständige Verklebung
13	7	Glas/Glas	0,6	400	1	139	keine Beschädigung, vollständige Verklebung
14	7	PET/PET	0,6	400	1	-	keine Beschädigung, vollständige Verklebung

Bei- spiel Nr.	Klebemas- senfilm Nr.	Substrat/ Abdeckung	US- Zeit [s]	US- Leis- tung [W]	Druck [MPa]	Lebens- dauer [h]	Optischer / manueller Test
15	8	Glas/Glas	0,6	350	1	380	keine Beschädigung, vollständige Verklebung
16	8	PET/PET	0,6	350	1	-	keine Beschädigung, vollständige Verklebung

Die Tests zeigen, dass mit dem erfindungsgemäßen Verfahren Verkapselungen hergestellt werden können, die in ihrer Dichtheit lediglich durch die Permeationseigenschaften (insbesondere für Wasserdampf) der verwendeten aktiverbaren Klebersysteme bestimmt werden. Durch das Verklebungsverfahren makroskopisch nicht vollständig abgedichtete Prüfkörper zeigten dagegen in der Regel eine Lebensdauer von weniger als 1 h.

10 Induktionserwärmung

Das Verklebungsverfahren wurde mit Hilfe einer modifizierten Induktionsanlage des Typs EW5F der Firma IFF GmbH, Ismaning, durchgeführt. Als Induktor zum lokalen Bereitstellen des Magnet-Wechselfeldes dient hier eine mit einem Ferritkern ausgerüstete Spule. Figur 4 zeigt schematisch die Anordnung in der Seitenansicht (nicht maßstäblich):

Dabei zeigt 11 den Schichtaufbau für den Calciumtest und 12 einen Ferritkern, welcher von einer Spule 13 umwunden ist. Der Ferritkern 12 ist in seinen Abmessungen denen des Klebebandelements angepasst.

20

Der Induktor wurde in eine Matrix aus Polyetheretherketon (PEEK) eingebettet und die so erhaltene Anordnung als unteres Pressstemplelement einer Pressvorrichtung eingesetzt, die zudem ein oberes Pressstemplelement aufweist. Der Anpressdruck aufgrund der Kraft F , mit dem der Schichtaufbau zwischen dem unteren

Pressstempелеlement und dem oberen Pressstempелеlement senkrecht zu den Seitenflächen des hitzeaktiviert verklebbaren Flächengebildes beaufschlagt wurde, ist jeweils in Tabelle 3 angegeben. Der Abstand der Verklebungsfuge zum Induktor betrug jeweils ca. 3 mm. Bei den Polyesterfolien wurde entsprechend eine PTFE-Platte untergelegt.

Mit Hilfe der modifizierten Induktionsanlage wurden für die Untersuchungen Magnet-Wechselfelder einer Frequenz von 10 kHz bei einer Pulsweite von 10 % erzeugt. Die Pulsweite gibt den prozentualen Anteil der Pulsdauer (Pulslänge) des Magnet-Wechselfelds an der Gesamtperiodendauer (der Summe aus Pulsdauer und der Dauer der Pausen zwischen zwei aufeinander folgenden Pulsen) des Magnet-Wechselfelds an.

Die Zeit, in der das hitzeaktiviert verklebbare Flächengebilde dem gepulsten Magnet-Wechselfeld ausgesetzt war (also die Dauer der induktiven Erwärmung) lag in einem Bereich von 0,5 bis 2 s. Nach dem Abschalten des Magnetfelds wurde der Pressdruck noch für weitere 30 s aufrecht erhalten, um eine Verfestigung des Klebstoffs zu ermöglichen.

Tabelle 3 zeigt die Versuche und deren Ergebnisse im Überblick:

Bei- spiel Nr.	Klebemas- senfilm Nr.	Substrat/ Abdeckung	Induk- tions- zeit [s]	Puls- weite [%]	Druck [MPa]	Lebens- dauer [h]	Optischer / manueller Test
15	1	Glas/Glas	1	10	2	324	keine Beschädigung, vollständige Verklebung
16	1	PET/PET	1	10	2	-	keine Beschädigung, vollständige Verklebung
17	2	Glas/Glas	1	10	2	385	keine Beschädigung, vollständige Verklebung
18	2	PET/PET	1	10	2	-	keine Beschädigung, vollständige Verklebung

Bei- spiel Nr.	Klebemas- senfilm Nr.	Substrat/ Abdeckung	Induk- tions- zeit [s]	Puls- weite [%]	Druck [MPa]	Lebens- dauer [h]	Optischer / manueller Test
19	3	Glas/Glas	2	10	10	113	keine Beschädigung, vollständige Verklebung
20	3	PET/PET	2	10	10	-	leichte Verformung im Klebefugenbereich, vollständige Verklebung
21	4	Glas/Glas	1	10	2	64	keine Beschädigung, vollständige Verklebung
22	4	PET/PET	1	10	2	-	keine Beschädigung, vollständige Verklebung
23	5	Glas/Glas	1,5	10	2	201	keine Beschädigung, vollständige Verklebung
24	5	PET/PET	1,5	10	2	-	keine Beschädigung, vollständige Verklebung
25	6	Glas/Glas	2	10	2	587	keine Beschädigung, vollständige Verklebung
26	6	PET/PET	2	10	2	-	leichte Verformung im Klebefugenbereich, vollständige Verklebung

Die Tests zeigen, dass mit dem erfindungsgemäßen Verfahren Verkapselungen hergestellt werden können, die in ihrer Dichtheit lediglich durch die Permeationseigenschaften (insbesondere für Wasserdampf) der verwendeten

5 aktiverbaren Klebersysteme bestimmt werden. Durch das Verklebungsverfahren

makroskopisch nicht vollständig abgedichtete Prüfkörper zeigten dagegen in der Regel eine Lebensdauer von weniger als 1 h.

Mit einer Infrarotkamera des Typs Ti20 der Firma. Fluke wurden die in Flächengebilden entsprechend Versuch 6 auftretenden Temperaturen ermittelt. Dazu wurde die Abdeckung im vorbeschriebenen Schichtverbund weggelassen sowie die Pressvorrichtung während der Induktionszeit nicht geschlossen, so dass eine Seite des hitzeaktiviert verklebenden Flächengebildes für die Kamera sichtbar war. Die Induktionszeit wurde variiert. Das Ergebnis ist in Tabelle 4 dargestellt:

Bei- spiel Nr.	Klebemas- senfilm Nr.	Substrat/ Abdeckung	Induktions- zeit [s]	Pulsweite [%]	Druck [MPa]	Maximal- temperatur [°C]
T1	6	PET/-	1	10	-	104
T2	6	PET/-	1,5	10	-	171
T3	6	PET/-	2	10	-	264

Die ermittelten Temperaturen sind auch repräsentativ für die anderen Beispielverklebungen, da der Suszeptor für das Magnetfeld jeweils in Material und Abmessungen identisch ist.

Durchführung und Ergebnisse Vergleichsverfahren:

Zum Vergleich wurde eine Erwärmung mittels einer konventionellen Heizpresse der Firma Mühlbauer durchgeführt. Es wurden obere (der Abdeckung zugewandte) Heizpresswerkzeuge aus Aluminium eingesetzt, die die Form der Verklebungsfläche für den Calciumtest aufweisen. Als unteres Werkzeug diente eine Aluminiumplatte, die Raumtemperatur aufwies. Mit dem oberen Presswerkzeug wurde der angegebene Druck (bezogen auf die Verklebungsfläche) und durch Wärmeleitung die Wärme eingebracht. Vor dem Heizpressen wurden die Probekörper auf dem unteren Werkzeug mechanisch fixiert. Nach dem Ablauf der Heizpresszeit wurde das obere beheizte Werkzeug kurz geöffnet, eine auf Raumtemperatur befindliche Aluminiumplatte zwischengelegt und sodann der Pressdruck für weitere 30 s wiederhergestellt, um eine Verfestigung des Klebstoffs zu ermöglichen.

Es wurden hitzeaktiviert verklebende Flächengebilde entsprechend der Dicke für die Ultraschallverklebung (25 µm) verwendet.

Tabelle 4 zeigt die Versuche und deren Ergebnisse im Überblick:

5

Bei- spiel Nr.	Klebmas- senfilm Nr.	Substrat/ Abdeckung	Heiz- presszeit [s]	Werk- zeugtem- peratur [°C]	Druck [MPa]	Lebens- dauer [h]	Optischer / manueller Test
V1	1	Glas/Glas	1	250	2	-	keine Beschädigung, keine Verklebung
V2	1	Glas/Glas	5	250	2	338	keine Beschädigung, vollständige Verklebung
V3	1	PET/PET	1	200	2	-	deutliche Verformung im Klebefugenbereich, keine Verklebung
V4	1	PET/PET	5	200	2	-	deutliche Beschädigung im Klebefugenbereich, vollständige Verklebung
V5	1	PET/PET	10	160	2	-	leichte Verformung im Klebefugenbereich, vollständige Verklebung
V6	3	Glas/Glas	5	250	10	125	keine Beschädigung, vollständige Verklebung

Bei- spiel Nr.	Klebemas- senfilm Nr.	Substrat/ Abdeckung	Heiz- presszeit [s]	Werk- zeugtem- peratur [°C]	Druck [MPa]	Lebens- dauer [h]	Optischer / manueller Test
V7	3	PET/PET	10	160	10	-	leichte Verformung im Klebefugenbereich, vollständige Verklebung, nur thermoplastisch, da Aktivierungstempera- tur nicht erreicht
V8	3	PET/PET	30	180	10	-	deutliche Beschädigung im Klebefugenbereich, vollständige Verklebung
V9	6	Glas/Glas	1	250	2	-	keine Beschädigung, keine Verklebung
V10	6	Glas/Glas	5	250	2	432	keine Beschädigung, vollständige Verklebung
V11	6	PET/PET	10	160	2	-	leichte Verformung im Klebefugenbereich, vollständige Verklebung

Die Vergleichsuntersuchungen zeigen, dass mit dem Verfahren nach dem Stand der Technik Verkapselungen auf polymeren Substraten beziehungsweise mit polymeren Abdeckungen nur hergestellt werden können, wenn die Aktivierungstemperatur unterhalb einer Temperatur von etwa 170 °C liegt, nämlich der Temperatur, bei der die Polymerfolie durch den Heizstempel deutlich beschädigt wird. Auch in diesem Fall werden für die Herstellung der Verklebung wesentlich längere Zeiten benötigt, als bei dem erfindungsgemäßen Verfahren. Auch toleriert das erfindungsgemäße Verfahren eine

kurzzeitige, aufgrund der kurzen Prozesszeit im Wesentlichen auf die aktivierbare Klebmasse beschränkte Überhitzung (das heißt. über die für das Substrat verträgliche Temperatur hinausgehende Erwärmung) innerhalb der Klebefuge ohne nennenswerte Beschädigung der PET-Folie (Beispiel 26).

Patentansprüche

1. Verfahren zur Kapselung einer elektronischen Anordnung gegen Permeanten, bei
5 dem
- ein Flächengebilde, umfassend zumindest eine thermisch aktivierbare Haft- oder Heißschmelzklebmasse bereitgestellt wird und
 - das Flächengebilde zumindest um die zu kapselnden Bereiche der elektronischen Anordnung auf einem die elektronische Anordnung
10 tragenden/umfassenden Substrat appliziert wird,
 - die elektronische Anordnung und die diese zumindest umgebende Klebmasse mit einer Abdeckung versehen wird, wobei die Klebmasse mit der Abdeckung in Kontakt gebracht wird und
 - die Klebmasse sodann zumindest in einem Teilbereich ihrer Fläche thermisch
15 aktiviert wird, so dass ein Verbund zumindest mit Substrat und Abdeckung gebildet wird,
- wobei die zur Aktivierung erforderliche Wärme im Wesentlichen in dem die Klebmasse zumindest umfassenden Flächengebilde selbst erzeugt wird.
- 20 2. Verfahren zur Kapselung einer elektronischen Anordnung gegen Permeanten, bei dem
- ein Flächengebilde, umfassend zumindest eine thermisch aktivierbare Haft- oder Heißschmelzklebmasse bereitgestellt wird und
 - das Flächengebilde zumindest um die zu kapselnden Bereiche der elektronischen Anordnung auf einem die elektronische Anordnung
25 tragenden/umfassenden Substrat oder auf einer zur Kapselung der elektronischen Anordnung vorgesehen Abdeckung appliziert wird,
 - die elektronische Anordnung mit der Abdeckung versehen wird, die jene zumindest umgebende Klebmasse trägt, wobei die Klebmasse zumindest mit
30 dem Substrat in Kontakt gebracht wird und
 - die Klebmasse sodann zumindest in einem Teilbereich ihrer Fläche thermisch aktiviert wird, so dass ein Verbund zumindest mit Substrat und Abdeckung gebildet wird,

wobei die zur Aktivierung erforderliche Wärme im Wesentlichen in dem die Klebmasse zumindest umfassenden Flächengebilde selbst erzeugt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
5 dadurch gekennzeichnet, dass
die Wärme im zumindest die Klebmasse enthaltenden Flächengebilde durch Ultraschall erzeugt wird.
4. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 3,
10 dadurch gekennzeichnet, dass
die Wärme im zumindest die Klebmasse enthaltenden Flächengebilde durch magnetische Induktion erzeugt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4,
15 dadurch gekennzeichnet, dass
der Induktor in zumindest einem Presswerkzeug integriert ist.
6. Verfahren nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche,
20 dadurch gekennzeichnet, dass
die Induktionserwärmung unter Verwendung eines Magnetfeldes erfolgt, dessen Frequenz im Mittelfrequenzbereich von 100 Hz bis 200 kHz liegt, und/oder zur Induktionserwärmung Erwärmungszeiten zwischen 0,1 und 10 s eingesetzt werden.
7. Verfahren nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche,
25 dadurch gekennzeichnet, dass
die aktivierbare Klebmasse eine aktivierbare Haftklebmasse ist.
8. Verfahren nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche,
30 dadurch gekennzeichnet, dass
in dem Flächengebilde, insbesondere in der Klebmasse des Flächengebildes Eisenoxid-Teilchen, die von Siliziumdioxid umhüllt sind, vorhanden sind.
9. Verfahren nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche,
35 dadurch gekennzeichnet, dass
das Substratmaterial und/oder die Abdeckung mit einer Permeationsbarriere für

Sauerstoff und Wasserdampf versehen ist, wobei die Permeationsbarriere einen Wert für WVTR von $< 10^{-1}$ g/(m²d) und/oder für OTR von $< 10^{-1}$ cm³/(m²d bar), insbesondere für WVTR von $< 10^{-2}$ g/(m²d) und/oder für OTR von $< 10^{-2}$ cm³/(m²d bar) aufweist.

5

10. Verfahren nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Substratmaterial und/oder die Abdeckung eine mittlere Transmission im sichtbaren Bereich des Lichts von mindestens 75 %, bevorzugt höher als 85 % aufweisen.

10

11. Verfahren nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die aktivierbare Klebmasse einen mechanischen Verlustfaktor $\tan \delta$ von mehr als 0,1, bevorzugt von mehr als 1 aufweist und/oder die Differenz $\tan \delta_{\text{Klebsmasse}} - \tan \delta_{\text{Substrat beziehungsweise Abdeckung}}$ bevorzugt mindestens 1 beträgt.

15

12. Verfahren nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die aktivierbare Klebmasse eine elektrische Leitfähigkeit von mehr als 20 MS/m bei 23 °C aufweist.

20

13. Verfahren nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die aktivierbare Klebmasse eine WVTR von weniger als 100 g/m²d, insbesondere weniger als 10 g/m²d und/oder eine OTR von weniger als 8000 cm³/m²d bar, insbesondere von weniger als 3000 cm³/m²d bar und ganz besonders weniger als 100 cm³/m²d bar aufweist.

25

14. Verfahren nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die aktivierbare Klebmasse mit Fängermaterial für die Permeanten ausgerüstet ist.

30

15. Verfahren nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

35

das Flächengebilde für die Induktionserwärmung zumindest drei unterschiedliche Schichten umfasst, nämlich mindestens eine elektrisch leitende Schicht und mindestens eine hitzeaktiviert verklebende Klebmassenschicht sowie eine weitere Klebmassenschicht.

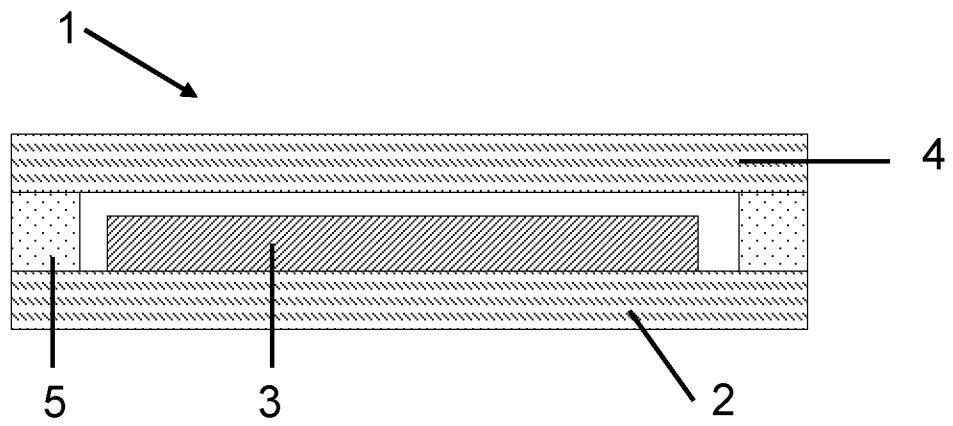


Fig. 1

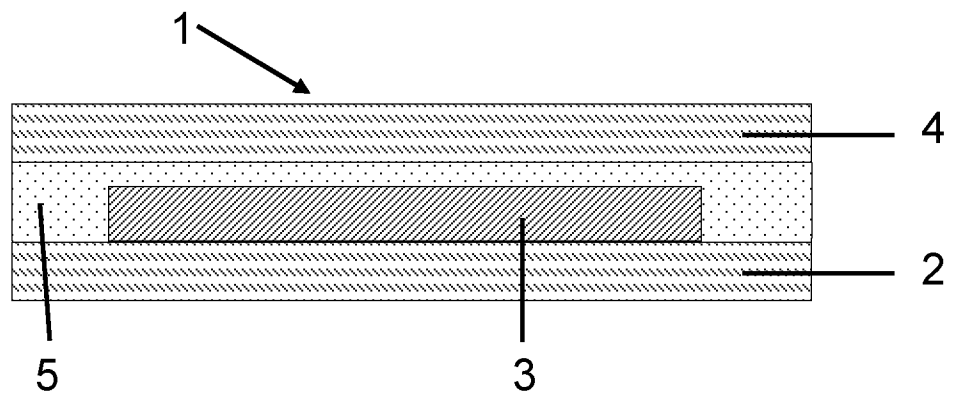


Fig. 2

2 / 2

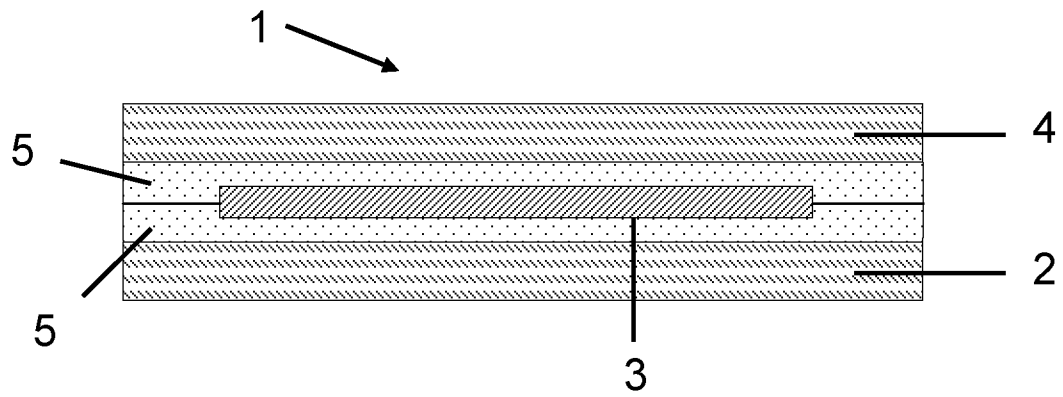


Fig. 3

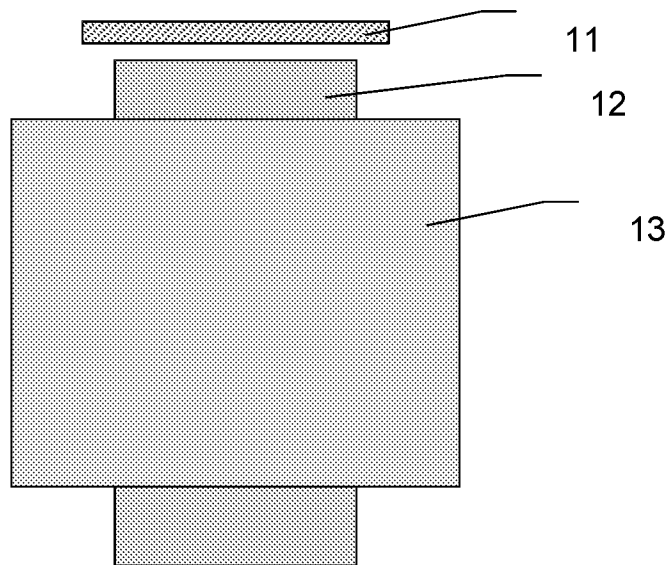


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/062881

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L51/56 H01L51/52 C09J5/06
ADD.

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01L C09J

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

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

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2008 021676 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 29 October 2009 (2009-10-29)	1,2,4,6, 7,10
Y	paragraphs [0047] - [0050] -----	5
X	DE 103 09 607 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 23 September 2004 (2004-09-23) cited in the application paragraphs [0011] - [0023] -----	1-3,7,10
X	JP 2000 306664 A (STANLEY ELECTRIC CO LTD) 2 November 2000 (2000-11-02) abstract -----	1,2,7, 10,14
Y	DE 10 2008 034859 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 27 August 2009 (2009-08-27) abstract -----	5



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 November 2011

Date of mailing of the international search report

10/11/2011

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Welter, Steve

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/062881

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102008021676 A1	29-10-2009	NONE	
DE 10309607 A1	23-09-2004	NONE	
JP 2000306664 A	02-11-2000	NONE	
DE 102008034859 A1	27-08-2009	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/062881

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01L51/56 H01L51/52 C09J5/06
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H01L C09J

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2008 021676 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 29. Oktober 2009 (2009-10-29)	1,2,4,6, 7,10
Y	Absätze [0047] - [0050] -----	5
X	DE 103 09 607 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 23. September 2004 (2004-09-23) in der Anmeldung erwähnt Absätze [0011] - [0023] -----	1-3,7,10
X	JP 2000 306664 A (STANLEY ELECTRIC CO LTD) 2. November 2000 (2000-11-02) Zusammenfassung -----	1,2,7, 10,14
Y	DE 10 2008 034859 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 27. August 2009 (2009-08-27) Zusammenfassung -----	5



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

2. November 2011

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

10/11/2011

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Welter, Steve

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/062881

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102008021676 A1	29-10-2009	KEINE	
DE 10309607 A1	23-09-2004	KEINE	
JP 2000306664 A	02-11-2000	KEINE	
DE 102008034859 A1	27-08-2009	KEINE	