(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
25. April 2013 (25.04.2013)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/056952 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
*H01L 51/52* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/068937

(22) Internationales Anmeldedatum:
26. September 2012 (26.09.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102011085038.4 21. Oktober 2011 (21.10.2011) DE

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

(72) Erfinder; und
(71) Anmelder *(nur für US)*: **KRAWINKEL, Thorsten** [DE/DE]; Burgwedelkamp 25, 22457 Hamburg (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **TESA SE**; Quickbornstraße 24, 20253 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, BN, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

**Veröffentlicht**:

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

(54) **Title**: METHOD FOR ENCAPSULATING AN ELECTRONIC ASSEMBLY

(54) **Bezeichnung** : VERFAHREN ZUR KAPSELUNG EINER ELEKTRONISCHEN ANORDNUNG

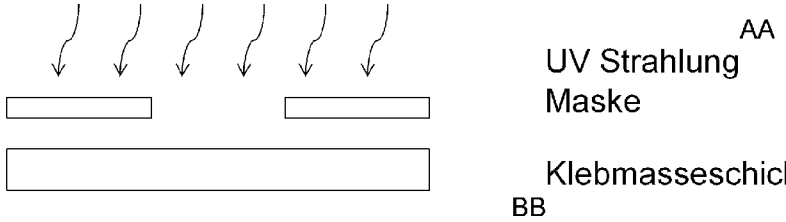



Fig. 1: Härtungsschritt 1
CC

AA... UV radiation mask
BB... Adhesive mass layer
CC... Hardening step 1

(57) **Abstract**: The invention relates to a method for encapsulating an electronic assembly against permeants, wherein an adhesive tape surface element is provided and applied to the regions to be encapsulated, wherein the adhesive tape surface element comprises at least one layer of an adhesive mass which can be bonded by means of actinic radiation, characterized in that the adhesive tape surface element is bonded in a first bonding step before application only in sub-regions by means of actinic radiation, the adhesive tape surface element is then applied, and the adhesive tap surface element is bonded by means of actinic radiation in another bonding step in a different region from the sub-regions of the first bonding step.

(57) **Zusammenfassung**:

*[Fortsetzung auf der nächsten Seite]*

WO 2013/056952 A1

Verfahren zur Kapselung einer elektronischen Anordnung gegen Permeanten, bei dem ein Klebeband-Flächenelement bereitgestellt wird und auf die zu kapselnden Bereiche appliziert wird, wobei das Klebeband-Flächenelement zumindest eine Schicht einer mittels aktinischer Strahlung vernetzbaren Klebemasse umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass das Klebeband-Flächenelement vor der Applikation in einem ersten Vernetzungsschritt nur in Teilbereichen mittels aktinischer Strahlung vernetzt wird, das Klebeband-Flächenelement dann appliziert wird, das Klebeband-Flächenelement nach der Applikation in einem weiteren Vernetzungsschritt in einem sich von den Teilbereichen des ersten Vernetzungsschritts unterscheidenden Bereich mittels aktinischer Strahlung vernetzt wird.

## Beschreibung

# Verfahren zur Kapselung einer elektronischen Anordnung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kapselung einer elektronischen Anordnung gegen Permeanten, bei dem ein Klebeband-Flächenelement bereitgestellt wird und auf die zu kapselnden Bereiche appliziert wird, wobei das Klebeband-Flächenelement zumindest eine Schicht einer mittels aktinischer Strahlung vernetzbaren Klebemasse umfasst.

(Opto-)Elektronische Anordnungen werden immer häufiger in kommerziellen Produkten verwendet oder stehen kurz vor der Markteinführung. Derartige Anordnungen umfassen anorganische oder organische elektronische Strukturen, beispielsweise organische, metallorganische oder polymere Halbleiter oder auch Kombinationen dieser. Diese Anordnungen und Produkte sind je nach gewünschter Anwendung starr oder flexibel ausgebildet, wobei eine zunehmende Nachfrage nach flexiblen Anordnungen besteht. Die Herstellung derartiger Anordnungen erfolgt beispielsweise durch Druckverfahren wie Hochdruck, Tiefdruck, Siebdruck, Flachdruck oder auch so genanntes „non impact printing“ wie etwa Thermotransferdruck, Tintenstrahldruck oder Digitaldruck. Vielfach werden aber auch Vakuumverfahren, wie z.B. 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.

Als Beispiele für bereits kommerzielle oder in ihrem Marktpotential interessante (opto-) elektronische Anwendungen seien hier elektrophoretische oder elektrochrome Aufbauten oder Displays, organische oder polymere Leuchtdioden (OLEDs oder PLEDs) in Anzeige- und Display-Vorrichtungen oder als Beleuchtung genannt, Elektrolumineszenzlampen, lichtemittierende elektrochemische Zellen (LEECs), organische Solarzellen, bevorzugt Farbstoff- oder Polymersolarzellen, anorganische Solarzellen, bevorzugt Dünnschichtsolarzellen, insbesondere auf der Basis von Silizium, Germanium, Kupfer,

Indium und/oder Selen, organische Feldeffekt-Transistoren, organische Schaltelemente, organische optische Verstärker, organische Laserdioden, organische oder anorganische Sensoren oder auch organisch- oder anorganisch basierte RFID-Transponder angeführt.

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

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

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

Ein nach dem Stand der Technik gängiger Ansatz ist deshalb, die elektronische Anordnung zwischen zwei für Wasserdampf und Sauerstoff undurchlässige Substrate zu

legen. Anschließend erfolgt dann eine Versiegelung an den Rändern. Für unflexible Aufbauten werden Glas oder Metallsubstrate verwendet, die eine hohe Permeationsbarriere bieten, aber sehr anfällig für mechanische Belastungen sind. Ferner verursachen diese Substrate eine relativ große Dicke der gesamten Anordnung. Im Falle von Metallsubstraten besteht zudem keine Transparenz. Für flexible Anordnungen hingegen kommen Flächensubstrate, wie transparente oder nicht transparente Folien, zum Einsatz, die mehrlagig ausgeführt sein können. Hierbei können sowohl Kombinationen aus verschieden Polymeren, als auch anorganische oder organische Schichten verwendet werden. Der Einsatz solcher Flächensubstrate ermöglicht einen flexiblen, äußert dünnen Aufbau. Dabei sind für die verschiedenen Anwendungen unterschiedlichste Substrate, wie z.B. Folien, Gewebe, Vliese und Papiere oder Kombinationen daraus möglich.

Um eine möglichst gute Versiegelung zu erzielen, werden spezielle Barriereklebemassen verwendet. Eine gute Klebemasse 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 aufließen. Ein reduziertes Aufließvermögen auf der Anordnung kann durch unvollständige Benetzung der Oberfläche der Anordnung und zurückbleibende Poren die Barrierewirkung an der Grenzfläche verringern, wodurch ein seitlicher Eintritt von Sauerstoff und Wasserdampf unabhängig von den Eigenschaften der Klebmasse ermöglicht wird. Nur wenn der Kontakt zwischen Masse und Substrat durchgängig ist, sind die Masseeigenschaften der bestimmende Faktor für die Barrierewirkung der Klebemasse.

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 ggf. 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 z.B. 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 der Barriereklebemasse zum Permeanten. Im Fall von Wasserdampf wird beispielsweise ein geringer Wert für S von hydrophoben Materialen 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 Materialen 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 Klebemasse zu erhöhen, müssen die beiden Parameter D und S insbesondere im Hinblick auf den Einfluss auf die Durchlässigkeit von Wasserdampf und Sauerstoff berücksichtigen. Zusätzlich zu diesen chemischen Eigenschaften müssen auch Auswirkungen physikalischer Einflüsse auf die Permeabilität bedacht werden, insbesondere die mittlere Permeationsweglänge und Grenzflächeneigenschaften (Aufließverhalten der Klebemasse, Haftung). Die ideale Barriereklebemasse 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 Barriereeigenschaften 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. Diese Betrachtung bezieht sich dabei allerdings lediglich auf die Volumenbarriereeigenschaften des Materials. Für eine effektive Kapselung empfindlicher Funktionselemente ist zudem eine hohe Grenzflächenbarriere erforderlich, was über das Benetzungs-/Auffließverhalten des Materials auf dem Verklebungsuntergrund beeinflusst wird.

Hierfür wurden bisher vor allem Flüssigklebstoffe und Adhäsive auf Basis von Epoxiden 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.

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 aufwendig auf jeden einzelnen Bestandteil der Anordnung aufgebracht werden. Die Anschaffung von teuren Dispensern und Fixiereinrichtungen ist notwendig, um eine genaue Positionierung zu gewährleisten. Die Art der Auftragung verhindert zudem einen schnellen kontinuierlichen Prozess und auch durch den anschließend erforderlichen Laminationsschritt kann durch die geringe Viskosität das Erreichen einer definierten Schichtdicke und Verklebungsbreite in engen Grenzen erschwert sein.

Des Weiteren weisen solche hochvernetzten Klebstoffe nach dem Aushärten nur noch eine geringe Flexibilität auf. Der Einsatz von thermisch-vernetzenden Systemen wird im niedrigen Temperaturbereich oder bei 2-Komponenten-Systemen durch die Topfzeit begrenzt, also die Verarbeitungszeit bis eine Vergelung stattgefunden hat. Im hohen Temperaturbereich und insbesondere bei langen Reaktionszeiten begrenzen wiederum die empfindlichen (opto-) elektronischen Strukturen die Verwendbarkeit derartiger Systeme – die maximal anwendbaren Temperaturen bei (opto-)elektronischen Strukturen liegen oft bei 60°C, da bereits ab dieser Temperatur eine Vorschädigung eintreten kann.

Insbesondere flexible Anordnungen, die organische Elektronik enthalten und mit transparenten Polymerfolien oder Verbunden aus Polymerfolien und anorganischen Schichten gekapselt sind, setzen hier enge Grenzen. Dies gilt auch für Laminierschritte unter großem Druck. Um eine verbesserte Haltbarkeit zu erreichen, ist hier ein Verzicht auf einen temperaturbelastenden Schritt und eine Laminierung unter geringerem Druck von Vorteil.

Alternativ zu den thermisch härtbaren Flüssigklebstoffen werden mittlerweile vielfach auch strahlenhärtende Klebstoffe eingesetzt (US 2004/0225025 A1). Die Verwendung von strahlenhärtenden Klebstoffen vermeidet eine lange andauernde Wärmebelastung der elektronischen Anordnung. Weitere oben genannte Nachteile von Flüssigklebstoffen wie VOC, Schrumpf, Delamination und geringe Flexibilität bleiben ebenfalls erhalten.

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

Die US 2006/0100299 A1 offenbart ein UV-härtbares Haftklebeband zur Kapselung einer elektronischen Anordnung. Das Haftklebeband weist eine Klebemasse auf Basis einer Kombination eines Polymers mit einem Erweichungspunkt im Sinne der US 2006/0100299 A1 von größer 60 °C, eines polymerisierbaren Epoxidharzes mit einem Erweichungspunkt im Sinne der US 2006/0100299 A1 von unter 30 °C und einem Photoinitiator auf. Bei den Polymeren kann es sich um Polyurethan, Polyisobutylen, Polyacrylnitril, Polyvinylidenchlorid, Poly(meth)acrylat oder Polyester, insbesondere aber um ein Polyacrylat handeln. Des Weiteren sind Klebharze, Weichmacher oder Füllstoffe enthalten.

Im Prinzip können mit Klebebändern zwei Arten der Verkapselung durchgeführt werden. Entweder wird das Klebeband zuvor ausgestanzt und nur um die zu kapselnden Bereiche herum verklebt, oder es wird vollflächig über die zu kapselnden Bereiche geklebt. Ein Vorteil der zweiten Variante ist die einfachere Handhabung und der häufig bessere Schutz. Probleme ergeben sich jedoch aus der Forderung nach Vernetzbarkeit der Klebemasse: Zur Vernetzung ist die Anwesenheit reaktiver Komponenten erforderlich. Solche Komponenten könnten jedoch mit empfindlichen Bereichen (zum Beispiel organischen Bestandteilen) der (opto)elektronischen Anordnung reagieren und diese dadurch zerstören. Zum anderen werden empfindliche Bestandteile der (opto)elektronischen Anordnung der UV-Bestrahlung ausgesetzt, wenn das Klebeband in unvernetztem Zustand appliziert wird und danach zur Verklebung auf der (opto)elektronischen Anordnung zur Vernetzung bestrahlt wird.
Für den ersten Fall wird über die Verwendung einer Zwischenschicht zwischen den organischen Schichten und der Klebemasse nachgedacht. Diese ist aber nicht gewünscht, da sie einerseits mit zusätzlichen Kosten verbunden ist, da es andererseits schwierig ist, solche Schichten an genau der richtigen Stelle zu positionieren, was den Verkapselungsprozess kompliziert, und da eine solche zusätzliche Schicht außerdem die Transparenz der Abdeckung negativ beeinflussen könnte.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, bei der Verkapselung von elektronischen Anordnungen unter Verwendung von Klebebändern solche Prozesse weitgehend zu vermeiden, die die elektronische Anordnung zu schädigen vermögen. Es ist vorteilhaft, wenn insbesondere die Schädigung durch aggressive Komponenten der Klebemasse der Klebebänder und/oder die mittelbare und unmittelbare Schädigung durch aktinische Strahlung – insbesondere durch UV-Strahlung – vermieden wird. Als unmittelbare Schädigung wird im Rahmen dieser Schrift die durch die Strahlung direkt hervorgerufene Schädigung bezeichnet, als mittelbare Schädigung diejenige Schädigung, die durch Folgeprozesse der Strahlung hervorgerufen wird sowie auch diejenige Schädigung, die durch Produkte solcher Folgeprozesse resultiert, beispielweise durch strahlungsbedingt gebildete Fragmente oder Radikale.

Gelöst werden konnte diese Aufgabe durch ein Verkapselungsverfahren unter Verwendung von Klebebändern, bei dem die schädigungsgefährdeten Bereiche der elektronischen Anordnungen sowohl dem Einfluss schädigender Komponenten aus dem Klebeband als auch dem Einfluss schädigender Strahlung weitgehend entzogen werden.

Dementsprechend betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Kapselung einer elektronischen Anordnung gegen Permeanten, bei dem ein Klebeband-Flächenelement bereitgestellt wird und auf die zu kapselnden Bereiche appliziert wird, wobei das Klebeband-Flächenelement zumindest eine Schicht einer mittels aktinischer Strahlung vernetzbaren Klebemasse umfasst. Erfindungsgemäß wird das Klebeband-Flächenelement vor der Applikation in einem ersten Vernetzungsschritt nur in Teilbereichen mittels aktinischer Strahlung vernetzt, das Klebeband-Flächenelement dann auf die zu kapselnden Bereiche appliziert und das Klebeband-Flächenelement nach der Applikation in einem weiteren Vernetzungsschritt in einem sich von den Teilbereichen des ersten Vernetzungsschritts unterscheidenden, also in einem andersformatigen Bereich mittels aktinischer Strahlung vernetzt. Bevorzugt stellt dieser andersformatige Bereich im Wesentlichen das Negativ der im erstem Schritt bestrahlten Bereiche dar, sprich es wird in den Bereichen mittels aktinischer Strahlung vernetzt, die in dem ersten Vernetzungsschritt nicht vernetzt wurden.

Der Begriff „elektronische Anordnung“ im Sinne der erfinderischen Lehre umfasst auch optoelektronische Anordnungen. Beispielhaft, ohne sich hierdurch beschränken zu wollen, seien die eingangs genannten Anordnungen genannt.
Aktinische Strahlung ist solche insbesondere energierreiche Strahlung, die – gegebenenfalls unter Verwendung geeigneter Vernetzersubstanzen – Vernetzungsreaktionen der Klebemasse zu initiieren vermögen. Als aktinische Strahlung wird etwa Elektronenstrahlung (ESH), sichtbares Licht (zum Beispiel violettes Licht) und insbesondere UV-Licht verstanden. In besonders bevorzugter Vorgehensweise wird die Vernetzung also im ersten Vernetzungsschritt und/oder im weiteren Vernetzungsschritt durch UV-Strahlung initiiert.

Die Bezeichnungen „erster Vernetzungsschritt“ und „weiterer Vernetzungsschritt“ beziehen sich nur zur Bezeichnung deren Abfolge im erfindungsgemäßen Verfahren, ohne hierdurch sprachlich ausschließen zu wollen, dass vor, zwischen und/oder nach diesen genannten Vernetzungsschritten noch andere Vernetzungsreaktionen und/oder weitere Prozessschritte stattfinden könnten.

Als mittels aktinischer Strahlung vernetzbare Klebemasse lässt sich hervorragend eine Haftklebemasse oder eine hitzeaktiviert verklebbare Klebemasse einsetzen. Besonders bevorzugt werden UV-vernetzbare Haftklebemassen oder UV-vernetzbare hitzeaktiviert verklebbare Klebemassen, also solche Klebemassen, deren Vernetzung durch Bestrahlung mit UV-Licht initiiert werden kann.

Die Kapselung der elektronischen Anordnung beinhaltet die Aufbringung einer Schutzschicht oder Schutzfolie auf die zu kapselnden Bereiche. Die Schutzschicht kann dabei als separate Komponente mittels eines Klebebandes aufgebracht werden, oder sie kann als integrierter Bestandteil eines Klebebandes aufgebracht werden, beispielsweise in Form des Trägers eines Klebebandes, einer anderen, zusätzlich vorhandenen Klebebandschicht oder derart, dass ein einschichtiges Klebeband (Klebemassenschicht) selbst die Schutzfunktionen beinhaltet.

Als Schutzschicht beziehungsweise Schutzfolie lassen sich dabei insbesondere solche Materialien einsetzen, die mit einer Permeationsbarriere für die entsprechenden Permeanten, insbesondere für Sauerstoff und/oder Wasserstoff versehen sind. Insbesondere zur Verklebung derartiger Schutzschichten beziehungsweise Schutzfolien sind einschichtige Klebebänder, die lediglich aus der entsprechenden Klebemassenschicht gebildet werden, geeignet. Auch doppelseitige Klebebänder, die zwei außenliegende Klebemassenschichten aufweisen, können zur Verklebung derartiger Schutzschichten beziehungsweise Schutzfolien eingesetzt werden.
Die Klebemassenschicht(en) und/oder die Trägerschicht(en) können zusätzliche Schutzwirkung vor Permeanten aufweisen.

In bevorzugter Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Kapselung einer elektronischen Anordnung gegen Permeanten können die Schutzschicht und die Klebemasse als Bestandteil eines Klebebandes bereitgestellt werden. Diese Darreichungsart erlaubt eine besonders einfache und gleichmäßige Applikation.

Als Klebeband-Flächenelemente werden flächige Klebeband-Abschnitte, Stanzlinge oder sonstwie konfektionierte Stücke bezeichnet, und zwar unabhängig von deren Form (Klebeband-Flächenelemente können regelmäßig – etwa beispielsweise rund, rechteckig oder quadratisch, oder unregelmäßig ausgestaltet sein, sie können vollflächig oder rahmenförmig sein).

Insbesondere vorteilhaft werden vollflächige Klebeband-Flächenelemente eingesetzt, die die Ausdehnung der zu kapselnden Bereiche in soweit überschreitet, dass außerhalb der zu kapselnden Bereiche eine hinreichende Verklebung auf der darunter liegenden Substratoberfläche erzielt werden kann.

Der allgemeine Ausdruck „Klebeband“ umfasst dabei in einer Ausführungsform ein Trägermaterial, welches ein- oder beidseitig mit einer Klebemasse versehen ist. Das Trägermaterial, umfasst alle flächigen Gebilde, beispielsweise in zwei Dimensionen ausgedehnte Folien oder Folienabschnitte, Bänder mit ausgedehnter Länge und begrenzter Breite, Bandabschnitte, Stanzlinge, Mehrschichtanordnungen und dergleichen. Dabei sind für verschiedene Anwendungen unterschiedlichste Träger, wie z.B. Folien, Gewebe, Vliese und Papiere mit den Klebmassen kombinierbar. Des Weiteren umfasst der Ausdruck „Klebeband“ auch so genannte „Transferklebebänder“, d.h. ein Klebeband ohne Träger. Bei einem Transferklebeband ist die Klebemasse vielmehr vor der Applikation zwischen flexiblen Linern aufgebracht, die mit einer Trennschicht versehen sind und/oder anti-adhäsive Eigenschaften aufweisen. Zur Applikation wird regelmäßig zunächst ein Liner entfernt, die Klebemasse appliziert und dann der zweite Liner entfernt. Die Haftklebemasse kann so direkt zur Verbindung zweier Oberflächen in (opto-)elektronischen Anordnungen verwendet werden.

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

Als Trägermaterial eines Klebebandes werden vorliegend bevorzugt Polymerfolien, Folienverbunde oder mit organischen und/oder anorganischen Schichten versehene Folien oder Folienverbunde eingesetzt. Derartige Folien / Folienverbunde können aus allen gängigen zur Folienherstellung verwendeten Kunststoffen bestehen, beispielhaft aber nicht einschränkend erwähnt seien:
Polyethylen, Polypropylen – insbesondere das durch mono-oder biaxiale Streckung erzeugte orientierte Polypropylen (OPP), Cyclische Olefin Copolymere (COC), Polyvinylchlorid (PVC), Polyester – insbesondere Polyethylenterephthalat (PET) und

Poylethylennaphtalat (PEN), Ethylenvinylalkohol (EVOH), Polyvinylidenchlorid (PVDC), Polyvinylidenfluorid (PVDF), Polyacrylnitril (PAN), Polycarbonat (PC), Polyamid (PA), Polyethersulfon (PES) oder Polyimid (PI).

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

Besonders bevorzugt sind diese Folien / Folienverbunde, insbesondere die Polymerfolien mit einer Permeationsbarriere für Sauerstoff und Wasserdampf versehen, wobei die Permeationsbarriere die Anforderungen für den Verpackungsbereich übertrifft (WVTR < $10^{-1}$ g/(m²d); OTR < $10^{-1}$ cm³/(m²d bar)). Die Bestimmung der Permeabilität für Sauerstoff (OTR) und Wasserdampf (WVTR) erfolgt nach DIN 53380 Teil 3 beziehungsweise ASTM F-1249. Die 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.

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

Das erfindungsgemäße Verfahren beinhaltet zumindest zwei Vernetzungsschritte, nämlich zumindest den ersten Vernetzungsschritt und zumindest den weiteren Vernetzungsschritt. Bei jedem dieser beiden Vernetzungsschritte werden nur Teilbereiche der Klebeband-Flächenelemente vernetzt. Diese Teilvernetzung kann insbesondere dadurch erzielt werden, indem der jeweils nicht zu vernetzende Klebebandbereich durch eine Maske abgedeckt wird. Erfindungsgemäß vorteilhaft kann man das Verfahren also derart führen, dass das Klebeband im ersten Vernetzungsschritt in den Bereichen, in denen in diesem ersten Vernetzungsschritt keine Vernetzung stattfinden soll, mit einer die aktinische Strahlung, insbesondere die UV-Strahlung,

abschirmenden Maske abdeckt, und/oder derart, dass das Klebeband im weiteren Vernetzungsschritt in den Bereichen, in denen in diesem weiteren Vernetzungsschritt keine Vernetzung stattfinden soll – insbesondere also in den Bereichen, die bereits im ersten Vernetzungsschritt vernetzt wurden –, mit einer die aktinische Strahlung, insbesondere die UV-Strahlung, abschirmenden Maske abdeckt. Typischerweise ist nach der weiteren Vernetzung der gesamte Klebebandabschnitt zumindest einmal einer Bestrahlung ausgesetzt worden.

Zwischen dem ersten und dem weiteren Vernetzungsschritt wird das teilvernetzte Klebeband auf die (opto)elektronische Anordnung appliziert. Bei einer besonders bevorzugten Verfahrensführung geht man derart vor, dass die im weiteren Verfahrensschritt eingesetzte abschirmende Maske zumindest solche Form und/oder Ausmaße hat, dass sie bei Auflage auf das applizierte Klebeband solche Bereiche der darunter befindlichen (opto)elektronischen Anordnung – insbesondere vollständig – abdeckt, die gegen reaktive Komponenten in der Klebemasse und/oder gegen aktinische Strahlung, insbesondere gegen UV-Strahlung, empfindlich sind, also durch aktinische Strahlung mittelbar oder unmittelbar geschädigt werden können.

Gegenstand des erfindungsgemäßen Verfahrens ist eine zumindest zweistufige Vernetzung insbesondere unter Verwendung zweier Masken. Sehr bevorzugt wird das Klebeband zuerst vor der Verklebung, also vor der Applikation auf die zu kapselnden Bereiche, mittels aktinischer Strahlung, bevorzugt mittels UV-Strahlung, insbesondere an den Stellen vernetzt, die nachher mit den gegen reaktive Komponenten der Klebemasse und/oder gegen aktinische Strahlung empfindlichen Bereichen (zum Beispiel organische Schichten) in Berührung kommen. Dazu wird bevorzugt eine Maske eingesetzt, deren Öffnungen an die entsprechenden insbesondere zu schützenden Stellen (also die empfindlichen Bereiche) angepasst sind, so dass nach Auflage dieser Maske das Klebeband nur an den Stellen vernetzt wird, an denen dies im ersten Vernetzungsschritt gewünscht ist.
In einem nachfolgenden Schritt wird das Klebeband so auf das zu kapselnde Substrat aufgeklebt, dass die vernetzten Stellen genau über den empfindlichen Bereichen liegen. Da die reaktiven Komponenten bei der Vernetzungsreaktion an diesen vernetzten Klebeband-Stellen bereits abreagiert haben, kann die (opto)elektronische Anordnung hierdurch nicht mehr geschädigt werden. Die Fläche der vernetzten Stellen kann auch größer als die Fläche der empfindlichen Bereiche sein. Dies erlaubt eine sicherere

Anordnung des Klebebands über den empfindlichen Bereichen unter Berücksichtigung etwaiger Toleranzen in der Passergenauigkeit im Laminierprozess.

Sofern die eigentliche Schutzschicht nicht bereits in das Klebeband integriert ist, wird diese nun auf das Klebeband aufgelegt und mit diesem verklebt. Dies kann bei Haftklebebändern aufgrund der Eigenklebrigkeit des Klebebandes und bei hitzeaktiviert verklebbaren Klebebändern durch Zufuhr von Wärme (thermischer Energie) bewirkt werden. Da das Klebeband im nicht vernetzten Bereich noch weich ist, kann es auf die Schutzschicht noch gut aufließen, so dass eine effektive Verklebung möglich ist.

In einem nachfolgenden – dem weiteren – Vernetzungsschritt wird nun eine zweite Maske aufgelegt, die die nicht vernetzten Bereiche des Klebebandes für Strahlung zugänglich lässt und die bereits vernetzten Bereiche abdeckt, dabei insbesondere auch die empfindlichen Bereiche der (opto)elektronischen Anwendung abdeckt. Die Vernetzung wird wiederum mit aktinischer Strahlung, bevorzugt mit UV-Strahlung, initiiert, wobei die empfindlichen Bereiche der (opto)elektronischen Anordnung durch die Maske vor der Strahlung geschützt sind.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann kontinuierlich betrieben werden. Eine beispielhafte Verfahrensführung hierfür sieht vor, dass (zumindest) zwei Bestrahlungseinheiten (etwa eine davon oder beide UV-Strahler) vorgesehen sind, von denen die eine für die Initiierung des ersten Vernetzungsschrittes und die andere für die Vernetzung des weiteren Vernetzungsschrittes zuständig ist. Vor jeder Bestrahlungseinheit ist eine Maske derart angebracht, dass sie jeweils gemäß ihrer Funktion den oben gemachten Ausführungen entspricht. Die Bestrahlungseinheiten können mit unterschiedlicher oder gleicher Intensität und/oder Strahlungscharakteristik betrieben werden.

Die Klebeband-Flächenelemente können nun vereinzelt – beispielweise aufgebracht auf einem Quasi-Endlosträger, wie einer Rolle – nacheinander jeweils (oder in Gruppen) unter die erste Bestrahlungseinheit gebracht werden, dort durch die Maske teilvernetzt werden, dann jeweils auf die ebenfalls zu verkapselnden (opto)elektronischen Anordnungen appliziert werden, die insbesondere ebenfalls vereinzelt auf einer Führung vorliegen können, wobei die jeweilige mit dem Klebeband-Flächenelement versehene (opto)elektronische Anordnung nacheinander jeweils (oder in Gruppen) unter die zweite Bestrahlungseinheit geführt wird und durch die entsprechende Maske dort der weitere Vernetzungsschritt durchgeführt wird.

Bevorzugt verwendet wird eine Klebemasse, vorzugsweise Haftklebemasse umfassend

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

(b) zumindest eine Sorte eines zumindest teilhydrierten Klebharzes,

(c) zumindest eine Sorte eines Reaktivharzes mit einer Erweichungstemperatur von kleiner 40 °C, bevorzugt von kleiner 20 °C.

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

Im Bereich der Klebstoffe zeichnen sich Haftklebemassen insbesondere durch ihre permanente Klebrigkeit und Flexibilität aus. Ein Material, das permanente Haftklebrigkeit aufweist, muss zu jedem Zeitpunkt eine geeignete Kombination aus adhäsiven und kohäsiven Eigenschaften aufweisen. Für gute Haftungseigenschaften gilt es, Haftklebemassen so einzustellen, dass eine optimale Balance aus adhäsiven und kohäsiven Eigenschaften besteht.
Vorzugsweise ist die Klebemasse eine Haftklebemasse, also eine viskoelastische Masse, die bei Raumtemperatur in trockenem Zustand permanent klebrig und klebfähig bleibt. Die Klebung erfolgt durch leichten Anpressdruck sofort auf fast allen Substraten.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform sind das oder die Copolymere statistische, alternierende, Block-, Stern- und/oder Pfropfcopolymere mit einer Molmasse $M_w$ (Gewichtsmittel) von 300.000 g/mol oder kleiner, bevorzugt 200.000 g/mol oder kleiner. Kleinere Molgewichte sind dabei aufgrund ihrer besseren Verarbeitbarkeit bevorzugt.
Weiter vorzugsweise sind das oder die Copolymere Block-, Stern- und/oder Pfropfcopolymere, die zumindest eine Sorte eines ersten Polymerblocks („Weichblock“) mit einer Erweichungstemperatur von kleiner -20 °C und zumindest eine Sorte eines zweiten Polymerblocks („Hartblock“) mit einer Erweichungstemperatur von größer +40 °C aufweisen.

Der Weichblock ist dabei bevorzugt unpolar aufgebaut und enthält bevorzugt Butylen oder Isobutylen als Homopolymerblock oder Copolymerblock, letztere vorzugsweise mit

sich selbst oder miteinander oder mit weiteren besonders bevorzugt unpolaren Comonomeren copolymerisiert. Als unpolare Comonomere sind beispielsweise (teil-) hydriertes Polybutadien, (teil-)hydriertes Polyisopren und/oder Polyolefine geeignet.

Der Hartblock ist bevorzugt aus Styrol, Styrol-Derivaten und/oder aus anderen aromatischen oder (cyclo-)aliphatischen Kohlenwasserstoffmonomeren aufgebaut.

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

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

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

Es ist vorteilhaft, wenn dieses Klebharz eine Klebharzerweichungstemperatur von größer 25 °C aufweist.

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

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

Des Weiteren sind unpolare Harze mit einem DACP-Wert (diacetone alcohol cloud point) oberhalb von 30 °C und einem MMAP-Wert (mixed methylcylohexane aniline point) von größer 50 °C, insbesondere mit einem DACP-Wert oberhalb von 37 °C und einem MMAP-Wert größer 60 °C bevorzugt. Der DACP-Wert und der MMAP-Wert geben jeweils die Löslichkeit in einem bestimmten Lösemittel an. Durch die Auswahl dieser Bereiche wird eine besonders hohe Permeationsbarriere, insbesondere gegen Wasserdampf, erreicht.

Die bevorzugte Klebemasse enthält weiterhin zumindest eine Sorte eines Reaktivharzes für die strahlenchemische gegebenenfalls und thermische Vernetzung mit einer Erweichungstemperatur von kleiner 20 °C. Diese basieren bevorzugt auf aliphatischen oder cycloaliphatischen Bauelementen.
Bei den Reaktivharzen handelt es sich vor allem um cyclische Ether wie insbesondere Epoxide, also Verbindungen, die zumindest eine Oxiran-Gruppe tragen, oder Oxetane. Vorzüglich werden auch Acrylat- und Methacrylat-Harze als Reaktivharze eingesetzt. Diese Aufführung dient dabei nur als Beispiel für unter Einfluss von Strahlung reaktive Substanzen.

Der Klebharzerweichungspunkt wird nach der einschlägigen Methodik durchgeführt, die als Ring and Ball bekannt ist und nach ASTM E28 standardisiert ist.
Zur Bestimmung der Klebharzerweichungstemperatur kommt ein Ring-Kugel-Automat HRB 754 der Firma Herzog zum Einsatz. Harzmuster werden zunächst fein gemörsert. Das resultierende Pulver wird in einen Messingzylinder mit Bodenöffnung (Innendurchmesser am oberen Teil des Zylinders 20 mm, Durchmesser der Bodenöffnung des Zylinders 16 mm, Höhe des Zylinders 6 mm) gefüllt und auf einem Heiztisch geschmolzen. Die Befüllmenge wird so gewählt, dass das Harz nach dem Schmelzen den Zylinder ohne Überstand voll ausfüllt.

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

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

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

Die Klebmasseformulierung enthält weiter bevorzugt zumindest eine Sorte eines UV-Initiators, insbesondere eines UV-Initiators für die kationische oder radikalische Härtung der Reaktivharze. Vorteilhaft sind Photoinitiatoren, die eine Absorption bei kleiner 350 nm und vorteilhaft bei größer 250 nm aufweisen. Unter den Initiatoren für eine kationische UV-Härtung sind Triarylsulfoniumhexafluoroantimonate, -borate und –phosphate sowie Diaryliodoniumhexafluoroantimonate, -borate und –phosphate bevorzugt, wobei die Anionen üblicherweise perfluoriert oder mit Perfluoroarylsubstituenten versehen sind. Tris(trifluoromethylsulfonyl)methide sind ebenfalls als Anionen geeignet.

Geeignete Vertreter für Photoinitiatoren für die radikalische Härtung sind Typ-I-Photoinitiatoren, also sogenannte α-Spalter wie Benzoin- und Acetophenon-Derivate, Benzilketale oder Acylphosphinoxide, Typ-II-Photoinitiatoren, also sogenannte Wasserstoffabstraktoren wie Benzophenon-Derivate und einige Chinone, Diketone und Thioxanthone. Ferner können Triazin-Derivate zur Initiierung radikalischer Reaktionen verwendet werden.

Vorteilhaft einsetzbare Photoinitiatoren vom Typ I umfassen beispielsweise Benzoin, Benzoinether wie beispielsweise Benzoinmethylether, Benzoin-iso-propylether, Benzoinbutylether, Benzoin-iso-butylether, Methylolbenzoin-Derivate wie Methylolbenzoinpropylether, 4-Benzoyl-1,3-dioxolan und seine Derivate, Benzilketal-Derivate wie 2,2-Dimethoxy-2-phenylacetophenon oder 2-Benzoyl-2-phenyl-1,3-dioxolan, α,α-Dialkoxyacetophenone wie α,α-Dimethoxyacetophenon und α,α-Diethoxyacetophenon, α-Hydroxyalkylphenone wie 1-Hydroxycyclohexylphenylketon, 2-Hydroxy-2-methyl-1-phenylpropanon und 2-Hydroxy-2-methyl-1-(4-iso-propylphenyl)-propanon, 4-(2-Hydroxyethoxy)-phenyl-2-hydroxy-2-methyl-2-propanon und seine Derivate, α-Aminoalkylphenone wie 2-Methyl-1-[4-(methylthio)-phenyl]-2-morpholinopropan-2-on und 2-Benzyl-2-dimethylamino-1-(4-morpholinophenyl)-butan-1-on, Acylphosphinoxide wie 2,4,6-Trimethylbenzoyldiphenylphosphinoxid und Ethyl-2,4,6-trimethylbenzoylphenylphosphinat und O-Acyl-α-oximinoketone.

Vorteilhaft einsetzbare Photoinitiatoren vom Typ II umfassen beispielsweise Benzophenon und seine Derivate wie 2,4,6-Trimethylbenzophenon oder 4,4'-Bis-(dimethylamino)-benzophenon, Thioxanthon und seine Derivate wie 2-iso-Propylthioxanthon und 2,4-Diethylthioxanthon, Xanthon und seine Derivate und Anthrachinon und seine Derivate.

Typ-II-Photoinitiatoren werden besonders vorteilhaft in Kombination mit stickstoffhaltigen Coinitiatoren, den sogenannten Amin-Synergisten eingesetzt. Bevorzugt werden im Sinne dieser Erfindung tertiäre Amine verwendet. Ferner kommen in Kombination mit Typ-II-Photoinitiatoren vorteilhaft Wasserstoffatomdonoren zur Anwendung. Beispiele hierfür sind Substrate, die Amino-Gruppen enthalten. Beispiele für Amin-Synergisten sind Methyldiethanolamin, Triethanolamin, Ethyl-4-(dimethylamino)-benzoat, 2-n-Butoxyethyl-4-(dimethylamino)-benzoat, 2-Ethylhexyl-4-(dimethylamino)-benzoat, 2-(Dimethylaminophenyl)-ethanon sowie ungesättigte und damit copolymerisierbare tertiäre Amine, (meth)acrylierte Amine, ungesättigte Amin-modifizierte Oligomere und Polymere auf Polyester- oder Polyetherbasis und Amin-modifizierte (Meth)acrylate.

Es können außerdem polymerisierbare Photoinitiatoren vom Typ I und/oder Typ II eingesetzt werden.

Im Sinne dieser Erfindungen können auch beliebige Kombinationen verschiedener Arten von Typ-I und/oder Typ-II Photoinitiatoren eingesetzt werden.

Photoinitiatoren mit geringer Farbe und geringem Geruch sind favorisiert.

Der Klebemasse können übliche Zuschlagstoffe wie Alterungsschutzmittel (Antiozonantien, Antioxidantien, Lichtschutzmittel usw.) zugesetzt sein.
Als Additive zur Klebemasse werden typischerweise genutzt:

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

Weitere geeignete und als vorteilhaft erkannte Elastomere sind in der EP 1 743 928 A1 offenbart.

Die Zuschlagstoffe oder Additive sind nicht zwingend, die Klebemasse funktioniert auch, ohne dass diese einzeln oder in beliebiger Kombination zugesetzt sind.

Erfindungsgemäße Verfahren können auch in Kombination mit anderen UV-härtbaren Klebesystemen vorteilhaft genutzt werden. Beispiele für weitere Klebesysteme sind in US 2006/100299 A1, EP 1 418 912 A1 und US 2009/026934 A1 offenbart. Dem Fachmann sind weitere bekannt, die Aufzählung der genannten Klebstoffsysteme ist nicht als ausschließlich zu verstehen.

Da die elektronischen Strukturen (opto-)elektronischer Anordnungen oftmals anfällig gegenüber UV-Strahlung sind, hat es sich als besonders vorteilhaft herausgestellt, wenn die Klebemasse UV-blockend ausgebildet ist. Unter dem Begriff „UV-blockend“ wird vorliegend ein mittlerer Transmissionsgrad von maximal 20 %, vorzugsweise von maximal 10 %, weiter bevorzugt von maximal 1 % im entsprechenden Wellenlängenbereich bezeichnet. In bevorzugter Ausgestaltung ist die Klebemasse im Wellenlängenbereich von 320 nm bis 400 nm (UVA-Strahlung) UV-blockend ausgebildet, vorzugsweise im Wellenlängenbereich von 280 nm bis 400 nm (UVA- und UVB-Strahlung), weiter vorzugsweise im Wellenlängenbereich von 190 nm bis 400 nm (UVA-, UVB- und UVC-Strahlung).

Die UV-blockende Wirkung zeigt sich vorteilhaft bei Nutzung des das empfindliche und gekapselte Funktionselement enthaltende Endprodukts bei direkt einfallendem Tageslicht. Die UV-Härtung erfolgt bei höherer Intensität und wird durch die UV-Blocker nicht wesentlich beeinträchtigt.

Die UV-blockende Wirkung der Klebemasse kann insbesondere durch eine Zugabe von UV-Blockern oder geeigneten Füllstoffen zur Haftklebemasse erzielt werden. Als UV-Blocker eignen sich beispielsweise HALS (Hindert Armine Light Stabilizer) wie Tinuvin der Firma BASF oder Benzimidazolderivate. Als Füllstoff ist besonders Titandioxid geeignet, ganz besonders nanoskaliges Titandioxid, da hierdurch eine Transparenz im sichtbaren Bereich beibehalten werden kann.

Auch aromatische Bestandteile in der Klebemasse, zum Beispiel in den Elastomeren (hier insbesondere eingebautes Styrol oder andere aromatische Monomere) oder in den Reaktivharzen, zeigen vorteilhafte UV-blockende Wirkung.

Die UV-Blocker sind nicht zwingend, die Klebemasse funktioniert auch, ohne dass diese zugesetzt sind.

Bevorzugt werden als Füllstoffe der Klebmasse nanoskalige und/oder transparente Füllstoffe verwendet. Als nanoskalig wird ein Füllstoff vorliegend bezeichnet, wenn er in mindestens einer Dimension eine maximale Ausdehnung von etwa 100 nm, bevorzugt von etwa 10 nm, aufweist. Besonders bevorzugt werden solche in der Masse transparente Füllstoffe mit plättchenförmiger Kristallitstruktur und einem hohen Aspektverhältnis bei homogener Verteilung verwendet. Die Füllstoffe mit plättchenartiger Kristallitstruktur und Aspektverhältnissen weit über 100 haben in der Regel nur eine Dicke von einigen nm, die Länge beziehungsweise die Breite der Kristallite kann aber bis zu einigen µm betragen. Derartige Füllstoffe werden ebenfalls als Nanopartikel bezeichnet. Die partikuläre Ausgestaltung der Füllstoffe mit kleinen Abmessungen ist zudem besonders vorteilhaft für eine transparente Auslegung der Haftklebemasse.

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

In einer weiteren vorteilhaften Ausführung werden auch Füllstoffe, die mit Sauerstoff und/oder Wasserdampf in besonderer Weise wechselwirken können, eingesetzt. In die (opto-)elektronische Anordnung eindringender Sauerstoff oder Wasserdampf wird dann an diesen Füllstoffen chemisch oder physikalisch gebunden. Diese Füllstoffe werden auch als „getter“, „scavenger“, „desiccants“ oder „absorber“ bezeichnet. Solche Füllstoffe umfassen beispielhaft, aber nicht einschränkend oxidierbare Metalle, Halide, Salze, Silicate, Oxide, Hydroxide, Sulfate, Sulfite, Carbonate von Metallen und Übergangsmetallen, Perchlorate und aktivierten Kohlenstoff, einschließlich seiner

Modifikationen. Beispiele sind Cobaltchlorid, Calciumchlorid, Calciumbromid, Lithiumchlorid, Zinkchlorid, Zinkbromid, Siliciumdioxid (Silica Gel), Aluminiumoxid (aktiviertes Aluminium), Calciumsulfat, Kupfersulfat, Natriumdithionit, Natriumcarbonat, Magnesiumcarbonat, Titandioxid, Bentonit, Montmorillonit, Diatomenerde, Zeolithe und Oxide von (Erd)Alkalimetallen, wie Bariumoxid, Calciumoxid, Eisenoxid und Magesiumoxid oder auch Kohlenstoffnanoröhrchen. Desweiteren können auch organische Absorber, wie beispielsweise, Polyolefin-Copolymere, Polyamid-Copolymere, PET-Copolyester oder weitere auf Hybridpolymeren basierte Absorber, die meist in Kombination mit Katalysatoren wie beispielsweise Cobalt verwendet werden, eingesetzt werden. Weitere organische Absorber sind etwa schwach vernetzte Polyacrylsäure, Ascorbate, Glucose, Gallussäure oder ungesättigte Fette und Öle.

Falls gewünscht sollte der Füllstoffanteil nicht zu gering sein, um eine möglichst gute Wirksamkeit hinsichtlich der Barrierewirkung zu erzielen. Der Anteil beträgt vorzugsweise mindestens 5 Gew.-%, weiter bevorzugt mindestens 10 Gew.-% und ganz bevorzugt mindestens 15 Gew.-%. Typischerweise wird ein möglichst hoher Anteil von Füllstoffen eingesetzt, ohne dabei die Klebkräfte der Klebemasse zu stark herabzusetzen oder weitere Eigenschaften zu beeinträchtigen. Je nach Füllstofftyp können Füllstoffanteile von größer 40 Gew.-% bis maximal 70 Gew. % erreicht werden.
Des Weiteren ist eine möglichst feine Verteilung und möglichst hohe Oberfläche der Füllstoffe vorteilhaft. Dies ermöglicht einen höheren Wirkungsgrad und eine höhere Beladungskapazität und wird insbesondere mit nanoskaligen Füllstoffen erreicht.
Die Füllstoffe sind nicht zwingend, die Klebemasse funktioniert auch, ohne dass diese einzeln oder in beliebiger Kombination zugesetzt sind.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Kapselung einer elektronischen Anordnung gegen Permeanten,
bei dem ein Klebeband-Flächenelement bereitgestellt wird und auf die zu kapselnden Bereiche appliziert wird,
wobei das Klebeband-Flächenelement zumindest eine Schicht einer mittels aktinischer Strahlung vernetzbaren Klebemasse umfasst,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Klebeband-Flächenelement vor der Applikation in einem ersten Vernetzungsschritt nur in Teilbereichen mittels aktinischer Strahlung vernetzt wird,
das Klebeband-Flächenelement dann appliziert wird,
das Klebeband-Flächenelement nach der Applikation in einem weiteren Vernetzungsschritt in einem sich von den Teilbereichen des ersten Vernetzungsschritts unterscheidenden Bereich mittels aktinischer Strahlung vernetzt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
der sich von den Teilbereichen des ersten Vernetzungsschritts unterscheidende Bereich der Bereich ist, der in dem ersten Vernetzungsschritt nicht vernetzt wurde.

3. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
die Klebemasse eine Haftklebemasse oder eine hitzeaktiviert verklebbare Klebemasse ist.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
die Klebemasse eine UV-vernetzbare Klebemasse ist.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass
die Vernetzung im ersten Vernetzungsschritt und/oder im weiteren Vernetzungsschritt durch UV-Strahlung initiiert wird.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

das Klebeband im ersten Vernetzungsschritt in den Bereichen, in denen in diesem Vernetzungsschritt keine Vernetzung stattfinden soll, mit einer die entsprechende aktinische Strahlung abschirmenden Maske abgedeckt wird.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
das Klebeband im weiteren Vernetzungsschritt in den Bereichen, die bereits im ersten Vernetzungsschritt vernetzt wurden, mit einer die entsprechende aktinische Strahlung abschirmenden Maske abgedeckt wird.

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
die im weiteren Verfahrensschritt eingesetzte abschirmende Maske zumindest solche Ausmaße hat, dass sie gegen UV-Strahlung mittelbar oder unmittelbar empfindliche Bereiche der elektrischen Anordnung abdeckt.

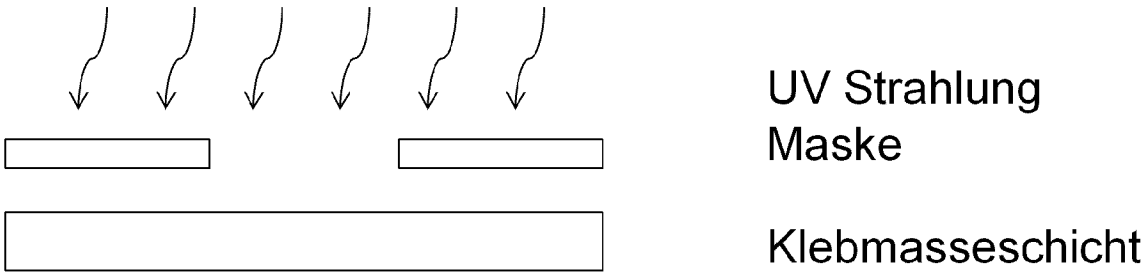



Fig. 1: Härtungsschritt 1

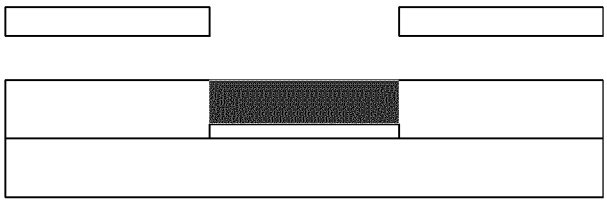



Fig. 2: Applikation der teilgehärteten Klebeschicht

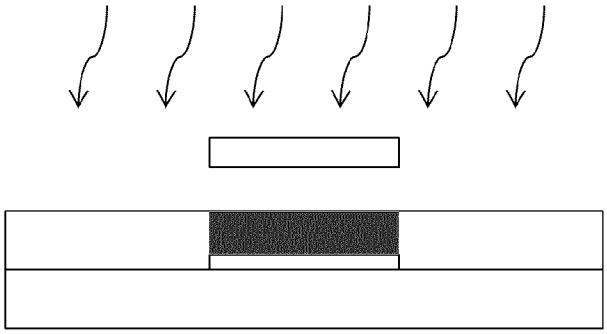



Fig. 3: Härtungsschritt 2

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/068937

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L51/52
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

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| X | US 2010/060158 A1 (KASE SATORU [JP] ET AL)<br>11 March 2010 (2010-03-11)<br>abstract<br>paragraphs [0055] - [0073]; figure 3E | 1-7 |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

| Date of the actual completion of the international search | Date of mailing of the international search report |
|---|---|
| 2 January 2013 | 09/01/2013 |

| Name and mailing address of the ISA/ | Authorized officer |
|---|---|
| European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016 | Boetticher, Harald |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2012/068937

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---|---|---|
| US 2010060158 A1 | 11-03-2010 | JP 2010067350 A | 25-03-2010 |
| | | US 2010060158 A1 | 11-03-2010 |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2012/068937

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01L51/52
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )
H01L

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 | US 2010/060158 A1 (KASE SATORU [JP] ET AL)<br>11. März 2010 (2010-03-11)<br>Zusammenfassung<br>Absätze [0055] - [0073]; Abbildung 3E<br>----- | 1-7 |

☐ 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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 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 | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts |
|---|---|
| 2. Januar 2013 | 09/01/2013 |

| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde | Bevollmächtigter Bediensteter |
|---|---|
| Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016 | Boetticher, Harald |

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2012/068937

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|---|---|---|---|
| US 2010060158 A1 | 11-03-2010 | JP 2010067350 A | 25-03-2010 |
| | | US 2010060158 A1 | 11-03-2010 |