



(10) **DE 10 2011 080 729 A1** 2013.02.14

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 080 729.2**

(22) Anmeldetag: **10.08.2011**

(43) Offenlegungstag: **14.02.2013**

(51) Int Cl.: **C09J 9/02 (2011.01)**

C09J 11/04 (2011.01)

C08K 3/08 (2011.01)

C09J 5/06 (2011.01)

(71) Anmelder:

tesa SE, 20253, Hamburg, DE

(72) Erfinder:

**Keite-Telgenbüscher, Klaus, Dr., 22529, Hamburg,
DE**

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

DE	101 62 613	A1
DE	102 59 549	A1
DE	699 02 957	T2
US	2006 / 0 247 352	A1
US	4 533 685	A
US	6 013 376	A
JP	3 138 808	A

**KR 102001032872 A (abstract). Thomson
Reuters WPI [online]. Accession No. 1999478765,**

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

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Elektrisch leitfähige Haftklebmasse und Haftklebeband**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft Haftklebmassenzusammensetzungen, umfassend

a) einen Polymer-Metall-Blend umfassend

– zumindest eine Haftklebmasse,

– zumindest eine im Temperaturbereich von 50 °C bis 400 °C schmelzende Metallkomponente,

b) zumindest einen faserförmigen elektrisch leitfähigen Füllstoff,

wobei der Füllstoff zumindest teilweise als gebundenes Fasernetzwerk mit der Metallkomponente vorliegt.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft elektrisch leitfähige Haftklebmassen und -bänder mit hervorragender Leitfähigkeit.

[0002] Für viele Anwendungen von Kunststoffen in der Elektronik und der Elektrotechnik wird eine elektrische und/oder elektromagnetische und/oder thermische Leitfähigkeit der eingesetzten Komponenten gefordert, auch für die verwendeten Kunststoffteile. Es gibt heute eine Vielzahl von mit leitfähigen Füllstoffen versetzte Kunststoffcompounds, die einen Bereich des spezifischen Durchgangswiderstandes von $10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ bis $10^{-1} \Omega \cdot \text{cm}$ abdecken. Als elektrisch leitende Füllstoffe werden zum Beispiel Ruß, Kohlefasern, Metallpartikel, Metallfasern oder intrinsisch leitfähige Polymere eingesetzt.

[0003] Um einen Isolator wie Kunststoff leitfähig einzustellen, werden über die elektrisch leitfähigen Füllstoffe durchgängige Leitpfade geschaffen, das heißt die leitfähigen Partikel berühren sich im Idealfall. Es ist bekannt, dass sich ein leitendes Netzwerk im Kunststoff am besten mit dem Einbringen von Metall- oder Kohlefasern realisieren lässt. Je länger dabei die Faser ist, desto geringer ist der Gewichtsanteil an Fasern, der für eine bestimmte Leitfähigkeit benötigt wird. Allerdings wird mit zunehmender Fasernlänge auch die Verarbeitung problematischer, da die Viskosität des Compounds stark ansteigt. So sind am Markt erhältliche Compounds mit einer Stahlfaserlänge von 10 mm nur bis zu einem maximalen Gewichtsanteil an Fasern von ca. 25 bis 30 % im Spritzgießverfahren verarbeitbar. Mit kürzeren Fasern lassen sich Compounds mit höheren Gewichtsanteilen an Fasern noch im Spritzgießprozess verarbeiten, allerdings bringt dies – im Vergleich zur Langfaser – keine Erniedrigung des spezifischen Durchgangswiderstandes. Ein ähnliches Verhalten gilt für kohlefaser- und metallpartikelgefüllte Thermoplaste.

[0004] Ein weiteres Problem ist, dass sich, bedingt durch unterschiedliche Ausdehnungskoeffizienten, das Fasernetz der gefüllten Thermoplaste bei Temperatureinwirkung weitet und die Leitpfade unterbrochen werden.

[0005] Bekannt ist es auch, niedrigschmelzende Metalllegierungen in Polymerschmelzen unter Aufschmelzen dieser Legierungen einzuarbeiten, so dass sich Polymer-Metall-Blends ergeben. Solche Blends werden als spritzgegossene oder extrudierte Leiterbahnen in elektronische Bauteile eingebracht.

[0006] So offenbart die US 4,533,685 A Polymer-Metall-Blends, die durch gemeinsames Aufschmelzen von Polymer und niedrigschmelzender Metalllegierung hergestellt werden. Als Polymere werden eine Vielzahl Elastomere, Thermoplaste und härtbare Polymere (Duroplaste) beschrieben, ohne eine bevorzugte Auswahl zu treffen. Ein Hinweis auf die Verwendung als Haftklebstoff findet sich in dieser Schrift nicht.

[0007] Die Polymer-Metall-Blends werden in dieser Schrift zu Presslingen verarbeitet, die eine Dicke von etwa 6 mm besitzen, oder sie werden spritzgegossen. Es wird weiterhin eine Ausführung dargestellt, bei der aus einer Polyurethanmasse eine Folie gezogen wird, wobei die Metalldomänen stark orientiert werden, so dass lediglich eine anisotrope Leitfähigkeit resultiert.

[0008] Nachteilig an diesen Systemen ist die Notwendigkeit der Ausbildung eines Blends mit einer kontinuierlichen metallischen Phase, um hohe Leitfähigkeit zu erreichen. Dies wird erst bei einem Metallanteil von 50 Vol-% erreicht. Darunter werden zwar geringere Leitfähigkeiten erreicht, jedoch ist hier die zufällige Ausbildung von Leitpfaden notwendig, so dass das System keinen nennenswerten Vorteil gegenüber partikelgefüllten Systemen bietet.

[0009] Liegt eine kontinuierliche Metallphase vor, so nimmt das Material im Wesentlichen auch die mechanischen Eigenschaften des Metalls an, was zum Beispiel eine geringe Elastizität und Verformbarkeit bedeutet. Bei Belastung brechen die Metallstrukturen leicht und die Leitfähigkeit sinkt. Solche Strukturen sind daher nicht sinnvoll als Haftklebmasse zu verwenden.

[0010] Der Zusatz von metallischen Füllstoffen (Pulver, Fasern oder Plättchen) zur Erhöhung der Leitfähigkeit wird allgemein beschrieben, ohne jedoch eine konkrete Auswahl zu treffen.

[0011] Die US 4,882,227 A beschreibt eine elektrisch leitfähige Harzmischung, in die eine niedrigschmelzende Metalllegierung sowie leitfähige Fasern eingearbeitet sind. Das Harz wird allerdings oberflächlich auf die Faser-Metall-Mischung beschichtet und dann in Pellets geformt. Somit ist die Oberfläche der Mischung in wesentlichen Teilen nicht leitfähig. Es wird keine isotrop leitfähige Blendstruktur erzeugt.

[0012] Die dort verwendeten Polymere sind typische technische Thermoplaste, die der Fachmann in diesem Zusammenhang nicht zur Herstellung von Haftklebmassen in Erwägung ziehen würde.

[0013] Darüber hinaus ist offenbart, dass in dem beschriebenen Harz der Anteil an leitfähigen Fasern 30 Gew.-% nicht übersteigen darf, da ansonsten die Fließfähigkeit und damit die Verarbeitbarkeit des Harzes stark degradiert würden. Dies schränkt die erreichbare Leitfähigkeit ein.

[0014] Erst in einem zweiten Schritt werden die erzeugten Pellets als Masterbatch in eine Polymerschmelze aus einem der o.g. Polymere eingebracht und dispergiert. Durch die weitere „Verdünnung“ der leitfähigen Komponenten sinkt die Gesamtleitfähigkeit, so dass die Anwendung im Bereich des EMI-Shielding (Abschirmung elektromagnetischer Interferenz) gesehen wird, bei dem eine Leitfähigkeit im Bereich von 10^{-2} bis 10^2 S/cm ausreicht.

[0015] Die US 5,554,678 A beschreibt ebenfalls eine für Shielding-Zwecke ausreichend leitfähige Komposition, welche Metallfasern, eine niedrigschmelzende Metalllegierung sowie zusätzlich Kohlenstofffasern enthält. Auch hier werden als Polymer-Basis typische technische Thermoplaste genannt, die der Fachmann nicht zur Herstellung von Haftklebmassen in Erwägung ziehen würde. Wiederum wird zunächst ein Masterbatch hergestellt und pelletiert. Eine Weiterverarbeitung erfolgt bevorzugt im Spritzgießen. Es wird auch die Verarbeitung durch Spritzguss in Sheets mit anschließender Formgebung beschrieben. Aus dieser Art der Weiterverarbeitung ergibt sich, dass die genannten Acrylate nicht als Haftklebmassen verwendet werden, sondern als Formmassen auf Acrylatbasis eingesetzt werden.

[0016] EP 942 436 B1 offenbart eine elektrisch leitende Harzverbindung, enthaltend ein zink-basiertes Metallpulver, ein niedrig schmelzendes Metall (ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Zinn und aus Zinn-Metalllegierungen, die zum Zeitpunkt eines Formungsvorganges geschmolzen werden), und ein synthetisches Harzmaterial. Im Vergleich zu den oben beschriebenen Schriften werden hier die Metallfasern durch Partikel ersetzt. Dies wird bevorzugt, um die Fließeigenschaften und damit die Verarbeitbarkeit im Spritzgießen zu verbessern. Auch hier wird die Harzverbindung zunächst pelletiert, um dann im Spritzgießverfahren weiterverarbeitet zu werden. Gemäß der Materialauswahl und der Verarbeitungstechnologie würde der Fachmann diese Schrift nicht zur Herstellung von elektrisch leitfähigen Haftklebmassen heranziehen.

[0017] In der EP 1 695 358 B1 wird ein Metall-Kunststoff-Hybrid vorgeschlagen, das einen Thermoplasten, eine im Bereich zwischen 100 °C und 400 °C schmelzende bleifreie Metallverbindung in einer Menge von 20 bis 50 Gew.-% und Kupferfasern in einer Menge von 30 bis 70 Gew.-% umfasst.

[0018] Als Thermoplasten-Komponente enthält das Metall/Kunststoff-Hybrid Massenkunststoffe wie ein Polystyrol (PS) oder ein Polypropylen (PP), technische Thermoplaste wie Polyamid (PA) oder Polybutylenterephthalat (PBT) oder Hochtemperaturthermoplasten.

[0019] Auch Blends oder thermoplastische Elastomere werden genannt. Ein Hinweis auf Haftklebstoffe wird nicht gegeben. Die Hybride werden zum Herstellen von Formkörpern im Spritzgießverfahren verwendet.

[0020] Auch elektrisch leitfähige Haftklebstoffe sind grundsätzlich bekannt.

[0021] So wird bei isotrop elektrisch leitfähigen Haftklebmassen deren Leitfähigkeit durch Füllung mit einem elektrisch leitfähigen Füllstoff bewirkt. Dabei ist der Füllgrad so zu wählen, dass eine Perkolation des Füllstoffs auftritt, also durch geringen Abstand zwischen den Füllstoffpartikeln oder direktem Kontakt Leitpfade für den elektrischen Strom entstehen. Ein Beispiel für dieses Prinzip beschreibt die US 1990-472950 A.

[0022] Unterstützt wird die Leitfähigkeit in der Fläche oft durch eine Schicht eines leitfähigen Materials (zum Beispiel Metallfolie oder -gitter, metallisierte Folie oder Vlies). Derartige Produkte zeichnen sich allerdings nachteilig durch eine geringe Anschmiegsamkeit an raue Untergründe aus, da sie durch die flächige Einlage an Flexibilität verlieren.

[0023] Weitere isotrop leitfähige Haftklebmassen basieren auf haftklebrigen Gelen (zum Beispiel EP 561 854 B1). Diese sind aber für technische Anwendungen in der Regel zu wenig kohäsiv und werden daher für die temporäre Verklebung von Elektroden auf Haut verwendet.

[0024] Bei anisotrop leitfähigen Klebefolien wird die Leitfähigkeit in der Fläche durch verschiedene Maßnahmen verhindert, so dass in der Regel nur eine Leitfähigkeit senkrecht zur Fläche verbleibt. Ein solches Prinzip

zeigt beispielsweise die US 1992-874553 A. Weit verbreitet ist die Füllung des Klebstoffs mit einem Füllstoff, dessen Teilchendurchmesser größer ist als die Schichtdicke der Folie, wobei der Füllgrad unterhalb der Perkolationsschwelle bleibt.

[0025] Eine weitere Klasse an Haftklebefolien ist nur in der Fläche leitfähig, nicht aber senkrecht zur Fläche. Dies wird durch das Einlegen einer leitfähigen Schicht zwischen Schichten aus nicht leitfähigem Klebstoff erreicht.

[0026] Insbesondere bei isotrop leitfähigen Haftklebmassen ist das Erreichen einer ausreichend hohen Leitfähigkeit bei gleichzeitig hoher Verklebungsleistung schwierig, da mit zunehmendem Füllgrad die zur Verfügung stehende aktive Verklebungsfläche sinkt. Daher ist es ein gängiges Konzept, die notwendigen Füllgrad durch geschickte Auswahl eines oder einer Kombination von Füllstoffen zu minimieren. Hierzu werden zum Beispiel hochleitfähige Metalle wie Silber, Kupfer oder Gold sowie in ihrem Aspektverhältnis variierte Formen von elektrisch leitfähigen Füllstoffen, wie zum Beispiel Fasern oder Plättchen (auch im Mikrometer- oder Nanometermaßstab) eingesetzt. Zu nennen sind hier insbesondere Silberfasern, Kupferfasern, silberbeschichtete Micaplättchen oder Schichtsilikate sowie Kohlenstoffnanoröhrchen und Graphen.

[0027] Nachteilig an den bekannten füllstoffhaltigen elektrisch leitfähigen Haftklebmassen ist zudem, dass die gebildeten Leitpfade durch thermisch oder mechanisch ausgelöste Dehnung des Systems leicht durchbrochen werden können, so dass die Leitfähigkeit sinkt.

[0028] Aufgabe der Erfindung war es nun, eine verbesserte, im Wesentlichen isotrop leitfähige, Haftklebmasse zur Verfügung zu stellen, bei der hohe Klebkraft mit hoher elektrischer Leitfähigkeit vereint ist. Weiterhin soll ein entsprechendes Haftklebeband zur Verfügung gestellt werden. Das Klebeband soll zudem flexibel sein und keinen Leitfähigkeitsabfall durch Dehnung zeigen.

[0029] Die Lösung dieser Aufgabe wurde gefunden durch eine Haftklebmassenzusammensetzung, die zumindest einen Polymer-Metall-Blend und zumindest einen – insbesondere faserförmigen – elektrisch leitfähigen Füllstoff umfasst. Erfindungsgemäß umfasst der Polymer-Metall-Blend seinerseits zumindest eine Haftklebmasse, die insbesondere eine solche sein kann, wie sie aus dem Stand der Technik an sich bekannt ist, sowie zumindest eine im Temperaturbereich von 50 °C bis 400 °C schmelzende Metallkomponente. Der Füllstoff liegt dabei als gebundenes Fasernetzwerk mit der Metallkomponente vor.

[0030] „Im Temperaturbereich von 50 °C bis 400 °C schmelzende Metallkomponente“ bedeutet, dass für Metallkomponenten mit einem Schmelzpunkt der Schmelzpunkt in dem angegebenen Bereich liegt, für Metallkomponenten – insbesondere Metalllegierungen – mit einem Schmelzbereich die Untergrenze dieses Schmelzbereichs größer oder gleich 50 °C ist und die Obergrenze dieses Schmelzbereichs kleiner oder gleich 400 °C ist. Die Angaben zu Schmelzpunkten und Grenzen des Schmelzbereichs der Metallkomponenten beziehen sich auf die dynamische Messung nach DIN 51004 mit einer Heizrate von 10 °C/min.

[0031] „Gebundenes Fasernetzwerk“ bedeutet insbesondere, dass die Fasern durch das Metall miteinander verbunden vorliegen und nicht nur sich mechanisch berührend aneinander liegen. Insbesondere können einzelne Teilabschnitte der Fasern in unterschiedliche Bereiche der metallischen Phase eingebunden, z.B. eingeschmolzen, sein, so dass durchgängige Leitungspfade vorliegen.

[0032] Überraschend konnten so Haftklebmassen hergestellt werden, die bei niedrigem Füllgrad hohe Leitfähigkeit und hohe Verklebungsfestigkeit vereinen. Durch die hohe Affinität der Metallblends zu dem Füllstoff und dessen faserförmige Geometrie wird überraschend bereits bei geringeren Füllgraden als bei reiner Partikelfüllung eine für viele Anwendungen ausreichende Leitfähigkeit erreicht. Daher fallen die haftklebrigen Eigenschaften einer erfindungsgemäßen Haftklebmasse aufgrund der erhöhten Kontaktfläche zum Verklebungs-substrat verbessert aus.

[0033] Ein Vorteil der Erfindung ist, dass die Fasern durch die enthaltene Metallverbindung miteinander kontaktiert werden und somit bereits bei vergleichsweise niedrigen Füllgraden hohe Leitfähigkeiten erreicht werden. Andererseits werden durch den oben beschriebenen synergistischen Effekt auch bei hohen Leitfähigkeiten hohe Verklebungsfestigkeiten erreicht.

[0034] Haftklebmassen (PSA; englisch: „pressure sensitive adhesives“) sind insbesondere solche polymeren Massen, die – gegebenenfalls durch geeignete Additivierung mit weiteren Komponenten, wie beispielsweise Klebharzen – bei der Anwendungstemperatur (sofern nicht anders definiert, bei Raumtemperatur) dauer-

haft klebrig und – abgesehen von eventuell auftretenden Alterungsprozessen – permanent klebfähig sind und an einer Vielzahl von Oberflächen bei Kontakt anhaften, insbesondere sofort anhaften (einen sogenannten „Tack“ [Klebrigkeit oder Anfassklebrigkeit] aufweisen). Sie sind in der Lage, bereits bei der Anwendungstemperatur ohne eine Aktivierung durch Lösemittel oder durch Wärme – üblicherweise aber durch den Einfluss eines mehr oder weniger hohen Druckes – ein zu verklebendes Substrat hinreichend zu benetzen, damit sich zwischen der Masse und dem Substrat für die Haftung hinreichende Wechselwirkungen ausbilden können.

[0035] Durch geeignete kohäsionssteigernde Maßnahmen, wie beispielsweise Vernetzungsreaktionen (Ausbildung brückenbildender Verknüpfungen zwischen den Makromolekülen), kann der Temperaturbereich, in dem eine Polymermasse haftklebrige Eigenschaften aufweist, vergrößert und/oder verschoben werden. Der Anwendungsbereich der Haftklebmassen kann somit durch eine Einstellung zwischen Fließfähigkeit und Kohäsion der Masse optimiert werden.

[0036] Haftklebmassen können grundsätzlich auf Grundlage von Polymeren unterschiedlicher chemischer Natur hergestellt werden. Die haftklebenden Eigenschaften werden unter anderem durch die Art und die Mengenverhältnisse der eingesetzten Monomere bei der Polymerisation der der Haftklebmasse zugrunde liegenden Polymere, deren mittlere Molmasse und Molmassenverteilung sowie durch Art und Menge der Zusatzstoffe der Haftklebmasse, wie Klebharze, Weichmacher und dergleichen, beeinflusst.

[0037] Als Haftklebmasse können vorliegend prinzipiell alle dem Fachmann bekannten Haftklebmassen eingesetzt werden.

[0038] Als Haftklebmassen werden erfindungsgemäß insbesondere solche auf der Basis von Naturkautschuken und/oder Synthesekautschuken, solche auf Basis von Silikonen und/oder solche auf der Basis von Acrylaten und/oder Methacrylaten gewählt.

[0039] „Auf der Basis von“ bedeutet vorliegend, dass die Eigenschaften der Haftklebmasse zumindest stark von den grundlegenden Eigenschaften dieses Polymers (dem so genannten „Basispolymer“) bestimmt werden. Insbesondere kann dies bedeuten, dass der Anteil des Basispolymers an der Gesamtmasse der polymeren Phase mehr als 50 Gew.-% beträgt. Die Haftklebmasse kann weitere Polymere und/oder Oligomere enthalten. Insbesondere die Verwendung von klebrigmachenden Harzen (Klebharzen) kann vorteilhaft sein, um die Eigenschaften der Haftklebmasse einzustellen. Der Haftklebmasse können modifizierende Hilfs- oder Zusatzstoffe (zum Beispiel Weichmacher, Alterungsschutzmittel, Füllstoffe, Schäumungsmittel und dergleichen) zugemischt sein.

[0040] Als besonders empfehlenswert hat es sich die Verwendung von Polyacrylathaftklebmassen als Haftklebmasse für den Polymer-Metall-Blend herausgestellt, also solcher Haftklebmassen auf Basis von Monomeren aus der Gruppe umfassend Acrylsäure, Methacrylsäure, Acrylsäureester, Methacrylsäureester, und weitere (co-)polymerisierbare Acrylsäureester und Methacrylsäureester (im Folgenden gemeinsam als „Acrylmonomere“ bezeichnet).

[0041] Erfindungsgemäß geeignete Polyacrylathaftklebmassen können Acrylat-Reinsysteme sein, also ausschließlich auf Acrylmonomeren basieren, aber auch weitere einpolymerisierte Comonomerbausteine beinhalten. Die entsprechenden Comonomere, auf die diese Bausteine zurückzuführen sind, können insbesondere Vinylmonomere mit zumindest einer copolymerisierbaren Doppelbindung sein. Geeignete Comonomere sind beispielweise Maleinsäureanhydrid, Styrol, Styrol-Verbindungen, Vinylacetat, Acrylamide, mit Doppelbindung funktionalisierte Photoinitiatoren.

[0042] Die Comonomere können genutzt werden, um die Eigenschaften der Haftklebmasse einzustellen. Ein das Verhalten der Haftklebmassen beeinflussender Faktor ist die Glasübergangstemperatur des Polymers, die durch die Monomerzusammensetzung gesteuert werden kann. So können die Comonomere zur Steuerung der Glasübergangstemperatur des Copolymers, das die Basis für die Haftklebmasse darstellt, gezielt eingesetzt werden. Weiterhin können mittels der Comonomere auch funktionelle Gruppen eingeführt werden, die ebenfalls zur Steuerung der Eigenschaften der Haftklebmasse (zum Beispiel durch Einführung polarer Gruppen) und/oder die beispielweise für eine Vernetzungsreaktion oder eine Härtungsreaktion genutzt werden können.

[0043] Insbesondere vorteilhaft weisen die Polyacrylathaftklebmassen zumindest teilweise Säuregruppen auf, die mit den ggf. entsprechend modifizierten Acrylmonomeren und/oder mit säuregruppenhaltigen Comonomere (insbesondere Vinylmonomeren) in das Polymer eingebracht wurden. Insbesondere durch Säuregrup-

pen lassen sich die Eigenschaften der Haftklebemasse auf besonders einfache Weise innerhalb eines großen Bereiches gezielt steuern, insbesondere etwa deren kohäsive und/oder adhäsive Eigenschaften. Dies wird durch die Möglichkeit, die Eigenschaften durch Verwendung weiterer geeigneter Comonomere zusätzlich anpassen zu können, weiterhin verbessert.

[0044] Polyacrylathaftklebmassen bieten den Vorteil, dass sie besonders einfach in der Schmelze mit der Metalllegierung und dem Füllstoff abgemischt und anschließend aus der Schmelze aufgetragen werden können, so dass bei Verwendung dieser Systeme die weitere Verarbeitung stark vereinfacht wird. Ein weiterer Vorteil von Polyacrylathaftklebmassen ist, dass diese besonders alterungsstabil sind und somit Elektronentransportprozessen langfristig standzuhalten vermögen. Insbesondere haben sich dabei Polymere als vorteilhaft herausgestellt, die zusätzlich Comonomere mit Säuregruppen aufweisen, da diese die Leitfähigkeit unterstützen.

[0045] Erfindungsgemäß sehr vorteilhaft werden Polyacrylate als Basispolymere der Haftklebemasse gewählt, wie sie etwa durch radikalische Polymerisation erhältlich sind, und die zumindest teilweise auf mindestens einem Acrylmonomer der allgemeinen Formel $\text{CH}_2=\text{C}(\text{R}^1)(\text{COOR}^2)$ basieren, wobei R^1 H oder ein CH_3 -Rest ist und R^2 gewählt ist aus der Gruppe umfassend Wasserstoff und die gesättigten, unverzweigten oder verzweigten, substituierten oder unsubstituierten C_1 - bis C_{30} -Alkylreste (vorteilhafterweise der C_2 - bis C_{20} -Alkylreste, bevorzugt der C_4 - bis C_{14} -Alkylreste, besonders bevorzugt der C_4 - bis C_9 -Alkylreste).

[0046] Spezifische Beispiele, ohne sich durch diese Aufzählung einschränken zu wollen, sind Methylacrylat, Methylmethacrylat, Ethylacrylat, n-Butylacrylat, n-Butylmethacrylat, n-Pentylacrylat, n-Hexylacrylat, n-Heptylacrylat, n-Octylacrylat, n-Octylmethacrylat, n-Nonylacrylat, Laurylacrylat, Stearylacrylat, Behenylacrylat und deren verzweigte Isomere, beispielsweise Isobutylacrylat, 2-Ethylhexylacrylat, 2-Ethylhexylmethacrylat, Isooctylacrylat, Isooctylmethacrylat, Cyclohexylmethacrylat, Isobornylacrylat, Isobornylmethacrylat und 3,5-Dimethyladamantylacrylat.

[0047] Als erfindungsgemäß hervorragend verwendbare Haftklebmassen haben sich auch solche auf Basis von Synthesekautschuken herausgestellt. Dazu gehören vor allem Haftklebmassen auf der Basis von Polyisobutylen (PIB), wie sie beispielsweise in der WO 2007/087281 A1 oder in der DE 10 2008 060 113 A1 beschrieben sind, solche Haftklebmassen auf Basis von Blockcopolymeren enthaltend einerseits Polymerblöcke überwiegend gebildet von Vinylaromaten (A-Blöcke) und andererseits Polymerblöcke überwiegend gebildet durch Polymerisation von 1,3-Dienen (B-Blöcke), und solche Haftklebmassen auf Basis teilkristalliner Polyolefine, wie sie beispielsweise in der DE 10 2008 047 964 A1 beschrieben sind. Die dort aufgeführten Haftklebmassen zeichnen sich durch besonders geringe Wasserdampfpermeation und geringen Wassergehalt aus, so dass Korrosionsprozesse innerhalb der elektrisch leitfähigen Haftklebemasse und an der kontaktierten Grenzfläche vermindert werden.

[0048] Übergreifend sind Haftklebmassen mit einer Wasserdampfpermeation von weniger als $50 \text{ g/m}^2\text{d}$ (ermittelt nach ASTM F-1249 bei 38°C und 90 % relativer Feuchte bei einer Schichtdicke von $50 \mu\text{m}$) zur Verminderung von korrosionsbedingten Leitfähigkeitsverlusten bevorzugt.

[0049] Weiterhin bevorzugt sind Haftklebmassen mit einem Wassergehalt von weniger als 5000 ppm, insbesondere weniger als 1000 ppm, ermittelt nach 72 h Konditionierung bei 23°C und 50 % relativer Feuchte mittels Karl-Fischer-Titration (Ausheiztemperatur 150°C).

[0050] Als niedrig schmelzende Metallkomponente lassen sich niedrig schmelzende Metalle, wie beispielsweise Zink, Zinn oder prinzipiell auch Blei einsetzen. Insbesondere erfindungsgemäß bevorzugt sind jedoch niedrig schmelzende Metalllegierungen einsetzbar. Die Metallkomponente umfasst im Wesentlichen eines oder mehrere Metalle, kann aber beliebige Zusätze, insbesondere auch nichtmetallische Zusätze und Additive enthalten.

[0051] Unter einer niedrig schmelzenden Metalllegierung wird eine metallische Verbindung verstanden, deren Schmelzpunkt bzw. Schmelzbereich zwischen 50°C und 400°C , vorzugsweise zwischen 100°C und 300°C liegt. Sowohl niedrig schmelzende Metalllegierungen mit einem Schmelzbereich als auch solche mit einem Schmelzpunkt können erfindungsgemäß eingesetzt werden.

[0052] Ein Merkmal der niedrig schmelzenden Metalllegierung mit Schmelzpunkt ist ein unmittelbarer und drastischer Viskositätsabfall auf $< 50 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ beim Überschreiten des Schmelzpunktes. Diese extrem niedrige, fast wasserähnliche Viskosität trägt im Klebeband entscheidend zum Auffließen der Metalllegierung auf das zu kontaktierende Substrat bei thermischer Beaufschlagung des Haftklebebandes mit einer Temperatur ober-

halb der Schmelztemperatur der Metalllegierung bei. Bei einer niedrig schmelzenden Metalllegierung (Lotverbindung) mit einem Schmelzbereich fällt die Viskosität im Schmelzbereich kontinuierlich ab und erreicht erst nach Überschreiten des Schmelzbereichs einen Wert $< 50 \text{ mPa}\cdot\text{s}$. Erfindungsgemäß können sowohl niedrig schmelzende Metallverbindungen mit einem Schmelzpunkt als auch solche mit einem Schmelzbereich eingesetzt werden. Bevorzugt werden Metalllegierungen mit einem Schmelzbereich, da sich durch den breiteren Temperaturbereich der Erstarrung ein zum Klebstoff ähnlicheres rheologisches Verhalten ergibt, so dass die Extrusion von dünnen Folien, insbesondere deren Verstreckung im Extrusionsprozess erleichtert wird. Solche Metalllegierungen mit einem breiten Schmelzbereich finden sich in der Regel im über- oder untereutektischen Mischungsbereich der Legierung.

[0053] Andererseits bevorzugt werden eutektische Legierungen, da hierbei Entmischungserscheinungen geringer ausfallen und weniger Anhaftungen an den Oberflächen der Compoundier- und Ausformungswerkzeuge auftreten.

[0054] Bevorzugt werden niedrig schmelzende Metallverbindungen eingesetzt, die frei von Schwermetall, insbesondere solche, die bleifrei sind, also unter toxikologischen Gesichtspunkten unbedenklich sind. Beispielhaft eingesetzte niedrig schmelzende Metallverbindungen enthalten zumindest auch Zinn, Zink und/oder Wismut.

[0055] Je nach Anforderung können die Anteile an niedrig schmelzender Metalllegierung und elektrisch leitfähigen Füllstoffen in einem weiten Bereich variiert werden, allgemein in der Summe zwischen 10 bis 99 Gew.-%, insbesondere zwischen 30 und 95 Gew.-% und zwischen 40 und 90 Gew.-%. Zur Erreichung der höchsten Leitfähigkeit hat sich gezeigt, daß der Anteil der niedrig schmelzenden Metalllegierung zwischen 20 und 60 Gew.-%, vorteilhafterweise zwischen 25 und 40 Gew.-% und insbesondere bevorzugt zwischen 27 und 35 Gew.-% liegen sollte. Der Anteil an leitfähigen Füllstoffe(n) beträgt bevorzugt zwischen 20 und 80 Gew.-%, insbesondere bevorzugt zwischen 30 und 70 Gew.-% und insbesondere bevorzugt zwischen 35 und 65 Gew.-%.

[0056] Damit können spezifische Durchgangswiderstände von $< 10^{-3} \Omega\cdot\text{cm}$ erreicht werden. Ebenso gut können hohe thermische Leitfähigkeiten $> 0,5 \text{ W/mK}$ erreicht werden. Die Anforderungen an die Leitfähigkeiten (elektrisch/thermisch) richten sich nach dem Einsatzgebiet des Klebefilms und können in weiten Grenzen variieren. Die Angabe der Leitfähigkeiten soll die Erfindung jedoch in keiner Weise einschränken.

[0057] Als elektrisch leitender Füllstoff können alle üblichen und geeigneten Materialien verwendet werden, etwa Aluminium, Kupfer, Silber, Gold, Nickel, Mu-Metall, Alnico, Permalloy, Ferrit, Kohlenstoff-Nanoröhren, Graphen und dergleichen. Günstigerweise weist der elektrisch leitende Füllstoff dabei eine elektrische Leitfähigkeit von mehr als 20 MS/m auf (entsprechend einem spezifischen Widerstand von weniger als $50 \text{ m}\Omega\cdot\text{mm}^2/\text{m}$), insbesondere von mehr als 40 MS/m (entsprechend einem spezifischen Widerstand von weniger als $25 \text{ m}\Omega\cdot\text{mm}^2/\text{m}$), jeweils bestimmt für 300 K.

[0058] Bevorzugt werden Kupfer und Nickel eingesetzt, welche auch lediglich als Beschichtung auf der Oberfläche von anderen Materialien vorliegen können. Diese Metalle zeigen eine bessere Verträglichkeit mit den verwendeten niedrigschmelzenden Metalllegierungen, so dass sich der elektrische Kontakt verbessert. Insbesondere bevorzugt werden verkupferte oder vernickelte Aluminiumfasern, die neben ihrer hohen Leitfähigkeit und der durch die Oberflächenbeschichtung guten Verträglichkeit auch den Vorteil eines geringen Gewichts bieten. Solche Fasern werden zum Beispiel von IKI Global Inc, Korea, angeboten. Weiter bevorzugt werden kupfer- oder nickelbeschichtete Kohlenstofffasern, wie sie z. B. von Sulzer-Metco, Schweiz, unter dem Handelsnamen E-Fill angeboten werden.

[0059] Als faserförmig wird der Füllstoff dann angesehen, wenn das Aspektverhältnis, also das Verhältnis zwischen größter Längenausdehnung und dazu orthogonal stehender kleinster Längenausdehnung, mindestens 3, bevorzugt mindestens 10 beträgt.

[0060] Für ein dichtes und somit starres Netzwerk, welches der Verformung bei der hitzeaktivierten Verklebung einen hohen Widerstand entgegensetzt und somit das Aufbringen hoher Kontaktierungskräfte ermöglicht, wird eine Faserlänge zwischen 0,1 und 0,9 mm bevorzugt.

[0061] Für ein lockeres und somit elastisches Netzwerk, welches das Haftklebeband flexibel gestaltet und somit eine Verbesserung der Applizierbarkeit und der Anpassung an gekrümmte Untergründe ermöglicht, wird eine Länge der Faser im Bereich von 1 bis 10 mm bevorzugt.

[0062] Je nach Anwendung ist es auch vorteilhaft, ein Gemisch aus zumindest zwei elektrisch leitfähigen Füllstoffen einzusetzen, wobei zumindest einer der elektrisch leitfähigen Füllstoff faserförmig ist, aber auch zwei oder mehrere der elektrisch leitfähigen Füllstoffe, insbesondere alle elektrisch leitfähigen Füllstoffe faserförmig sein können.

[0063] Neben den beschriebenen Inhaltsstoffen können der Haftklebemassen-Zusammensetzung weitere Additive hinzugegeben werden, die die ihre Herstellung und/oder ihre Eigenschaften positive beeinflussen. Dies können beispielsweise, aber nicht abschließend, Dispergieradditive, Fließhilfsmittel, zum Beispiel Wachse oder Silikone, Verträglichkeitsverbesserer, Haftvermittler, Netzmittel, Lotflussmittel oder intrinsisch leitfähige Polymere sein.

[0064] Die Herstellung der Haftklebemassenzusammensetzung kann auf viele dem Fachmann geläufige Arten erfolgen. Bevorzugt ist die Herstellung eines schmelzeförmigen Compounds aus Haftklebemasse, Füllstoff und Metalllegierung. Vorteilhafterweise wird das Compound bei einer Temperatur hergestellt und verarbeitet, bei der sowohl die niedrig schmelzende metallische Legierung als auch die Klebemasse in schmelzflüssigem Zustand vorliegen.

[0065] Um einen zu starken Anstieg der Viskosität zu verhindern können viskositätsabsenkende Zuschlagstoffe zugesetzt werden, zum Beispiel Wachse.

[0066] Die Herstellung des Compounds kann sowohl diskontinuierlich zum Beispiel in einem Knetter als auch kontinuierlich zum Beispiel in einem Extruder, insbesondere vorteilhaft in einem Zweischnellenextruder oder einem kontinuierlichen Knetter, beispielsweise der Fa. Buss (Pratteln/Schweiz), erfolgen.

[0067] Die erfindungsgemäße Klebemassenzusammensetzung wird insbesondere als Klebeband eingesetzt. Im Folgenden werden unter dem Begriff Haftklebeband alle flächigen Haftklebeprodukte verstanden, unabhängig davon, ob die eine Dimension in der Fläche (x-Richtung) deutlich größer ist als die darauf senkrecht stehende Dimension in der Fläche (y-Richtung), also Klebebänder, Klebefolien, Klebebandabschnitte und dergleichen nach gängiger Begriffsverwendung.

[0068] Gegenstand der Erfindung ist daher ebenfalls ein Klebeband zumindest eine Schicht einer Haftklebemassenzusammensetzung, wie sie im Rahmen der Schrift beschrieben ist, insbesondere nach einem der Ansprüche.

[0069] Die erfindungsgemäßen Klebebänder können dabei

- einschichtig ausgebildet sein, also nur durch die Schicht der erfindungsgemäßen Haftklebemassenzusammensetzung gebildet werden (sogenannte „Transferklebebänder“),
- sie können zweischichtig ausgebildet sein,
- etwa als einseitig klebendes Haftklebeband (Schicht der erfindungsgemäßen Haftklebemassenzusammensetzung auf einer weiteren, nichtklebenden Schicht, insbesondere einer Trägerschicht)
- oder als zweiseitig klebendes Haftklebeband (Schicht der erfindungsgemäßen Haftklebemassenzusammensetzung auf einer weiteren Haftklebemassenschicht),
- oder sie können drei- oder mehrschichtig sein,
- etwa als einseitig klebendes Haftklebeband (Schicht der erfindungsgemäßen Haftklebemassenzusammensetzung außenliegend auf weiteren, Schichten, wobei die zweite außenliegende Schicht nichtklebrig ist)
- oder als zweiseitig klebendes Klebeband mit zumindest einer innenliegenden Schicht, insbesondere einer Trägerschicht, und zwei außenliegenden Haftklebemassenschichten,
- von denen nur eine durch die erfindungsgemäße Haftklebemassenzusammensetzung gebildet ist,
- oder die beide durch die erfindungsgemäße Haftklebemassenzusammensetzung gebildet sind.

[0070] Die erfindungsgemäßen Haftklebemassen lassen sich hervorragend zur Herstellung eines elektrisch leitenden, insbesondere einschichtigen Flächenelements im Sinne des vorstehend beschriebenen Transferklebebandes einsetzen. Als Flächenelement im Sinne dieser Anmeldung gelten insbesondere alle üblichen und geeigneten Gebilde mit im Wesentlichen flächenförmiger Ausdehnung. Diese können verschieden ausgestaltet sein, insbesondere flexibel, als Folie, Band, Etikett, oder als Formstanzling.

[0071] Die Herstellung des Flächenelements aus dem insbesondere schmelzeförmigen Compound kann beispielsweise durch Ausstreichen, Beschichten, Extrudieren, Walzen, Pressen oder Verstrecken erfolgen.

[0072] Das Flächenelement kann eine Dicke aufweisen, wie sie im Bereich von einschichtigen Haftklebebandern üblich sind, also etwa zwischen 1 μm und 1000 μm . Bevorzugt ist eine Dicke von 10 bis 50 μm , wenn für die Anwendung die Leitfähigkeit innerhalb der Ebene des Flächenelements weniger bedeutsam ist. So kann Material eingespart werden und die Länge der vom Flächenelement leitfähig zu überbrückenden Distanz klein gehalten werden. Ist die Leitfähigkeit innerhalb der Ebene von hoher Bedeutung, ist eine Dicke des Flächenelements von 200 bis 500 μm bevorzugt, da hiermit eine größere Querschnittsfläche und somit eine höhere Leitfähigkeit geschaffen wird. Ein bevorzugter Kompromiss zwischen beiden Ausprägungen bildet eine Dicke von 50 bis 200 μm .

[0073] Weiterhin kann das Flächenelement einseitig oder beidseitig mit einem Trennlaminar eingedeckt sein.

[0074] In einer besonderen Ausführung kann das Flächenelement mit einer vollflächigen oder durchbrochenen elektrisch leitfähigen Schicht versehen sein. Diese Schicht kann auf zumindest einer Seite des Flächenelements angeordnet sein oder innerhalb des Flächenelements, so dass sich Haftklebstoff auf beiden Seiten der elektrisch leitfähigen Schicht befindet. Eine solche Schicht erhöht vorteilhaft die Leitfähigkeit des Flächenelements innerhalb der Ebene.

[0075] Als elektrisch leitende Schicht können alle üblichen und geeigneten Materialien verwendet werden, etwa Aluminium, Kupfer, Silber, Gold, Nickel, Mu-Metall, Alnico, Permalloy, Ferrit, Kohlenstoff-Nanoröhren, Graphen, intrinsisch leitende Polymere, Indium-Zinn-Oxid und dergleichen. 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 $\text{m}\Omega\cdot\text{mm}^2/\text{m}$), insbesondere von mehr als 40 MS/m (entsprechend einem spezifischen Widerstand von weniger als 25 $\text{m}\Omega\cdot\text{mm}^2/\text{m}$), jeweils bestimmt für 300 K.

[0076] Die Schicht liegt vorteilhaft in durchbrochener Form vor, etwa als Stanzgitter, Drahtgeflecht, Streckmetall, Vlies oder als gedrucktes oder mit anderen üblichen Verfahren, auch mit Vakuumverfahren wie Bedampfen, abgeschiedenes Muster.

[0077] Die Form des haftklebrigen Flächenelements kann bahnförmig oder blattförmig sein. Insbesondere kann dabei die Form an die Geometrie der Verklebungsfläche angepasst sein, so dass der Klebemassensfilm etwa als Zuschnitt oder Stanzling vorliegt. Dies bedeutet insbesondere, dass die Form in etwa oder exakt der Form der Verbindungsflächen der zu verbindenden Bauteile und somit der lateralen Form der Klebefuge entspricht. Typischerweise sind bei solchen Flächenelementen die Anforderungen an Formstabilität und Verklebungsfestigkeit besonders hoch.

[0078] Für Anwendungen, in denen keine isotrope Leitfähigkeit gefordert wird, ist es vorteilhaft, die Fasern und/oder die durch die Metalllegierung gebildeten Bereiche (z.B. Partikel) entsprechend der gewünschten Vorzugsrichtung auszurichten. Dies kann zum Beispiel durch Verstreckung bei der Extrusion von erfindungsgemäßen haftklebrigen Flächenelementen erreicht werden. Hierdurch ergibt sich eine höhere Leitfähigkeit in der Ebene des haftklebrigen Flächenelementes. Bei der Verwendung magnetischer Fasern, zum Beispiel aus Nickel oder nickelbeschichteten Werkstoffen, ist es besonders vorteilhaft möglich, die Fasern mittels eines Magnetfeldes bei gleichzeitigem Aufheizen, auszurichten. Durch die erniedrigte Viskosität bei diesem Vorgang kann eine solche Ausrichtung erfolgen und wird nach dem Abkühlen festgehalten. Besonders vorteilhaft ist eine Aktivierung im Wesentlichen senkrecht zur Ebene des haftklebrigen Flächenelementes, da hierdurch eine verbesserte Kontaktierung der zu verklebenden Substrate erreicht wird. Die erforderlichen Magnete können dafür leicht in die Werkzeuge einer Klebepresse eingebracht werden. Besonders vorteilhaft ist für diese Verfahren die Verwendung von magnetisch beschichteten Kohlenstofffasern, da diese sich durch ihre hohe Steifigkeit leichter ausrichten lassen.

[0079] Gegenstand der Erfindung ist weiterhin ein Verfahren zum Verkleben eines Klebebandes, insbesondere eines haftklebrigen Flächenelements, auf einer Substratoberfläche, weiterhin ein Verfahren zum Verkleben zweier Substratoberflächen miteinander (die zwei unterschiedlichen Fügepartner zugeordnet sein können, aber auch zu einem einzigen Fügepartner mit entsprechend angeordneten zu verklebenden Flächen gehören können) mittels eines Klebebandes, insbesondere mittels eines haftklebrigen Flächenelements. Bei diesen Verfahren wird jeweils die Verklebung mittels einer solchen Schicht einer Klebemassenzusammensetzung bewirkt oder trägt zur Bewirkung der Verklebung maßgeblich eine solche Schicht einer Klebemassenzusammensetzung bei, die zumindest einen Polymer-Metall-Blend und zumindest einen faserförmigen elektrisch leitfähigen Füllstoff umfasst, wobei der Polymer-Metall-Blend seinerseits zumindest eine Haftklebemasse sowie zumindest eine im Temperaturbereich von 50 °C bis 400 °C schmelzende Metallkomponente umfasst, und wobei der Füllstoff zumindest teilweise in einem gebundenen Fasernetzwerk mit der Metallkomponente vorliegt.

[0080] Die Haftklebemassenzusammensetzung ist dabei insbesondere eine solche, wie sie im Rahmen dieser Schrift beschrieben wurde und/oder wie er sich aus einem der Ansprüche ergibt.

[0081] Beim Fügen mittels der erfindungsgemäßen elektrisch leitfähigen Haftklebmasse unter Aufbringen einer Andruckkraft wird das Fasernetzwerk elastisch und/oder plastisch komprimiert und somit in innigen Kontakt zum Substrat gebracht. Im Gegensatz zu frei verteilt im Klebstoff vorliegenden leitfähigen Füllstoffen, die beim druckbehafteten Fügevorgang mit der viskoelastischen Haftklebermatrix fließen, wird das Netzwerk verformt und baut so einen Kontaktierungsdruck auf, der zu einer verbesserten und dauerhafteren Kontaktierung des Substrats führt.

[0082] Wie oben ausgeführt ist es nicht erforderlich, Haftklebmassen zur Bewirkung der Verklebung zu erwärmen. Von besonderem Vorteil ist es dennoch, wenn die erfindungsgemäße Haftklebmasse während oder nach der Applikation erwärmt wird. Dadurch kann die Haftklebmasse besser auffließen und somit steigt die Verklebungsfestigkeit. Die Temperatur sollte dabei bevorzugt mehr als 30 °C, weiter bevorzugt mehr als 50 °C betragen, um das Auffließen entsprechend zu fördern. Zu hoch sollte die Temperatur jedoch nicht gewählt werden, um das Fasernetzwerk nicht aufzuschmelzen. Die Temperatur sollte möglichst weniger als 120 °C betragen. Als optimaler Temperaturbereich haben sich Temperaturen zwischen 50 °C und 100 °C herausgestellt.

[0083] Die Applikationstemperatur kann aber auch oberhalb der Schmelztemperatur der niedrigschmelzenden Metalllegierung liegen. Überraschend wird durch die niedrigschmelzende Metallverbindung während der Applikation mit einer Temperatur oberhalb der Schmelztemperatur der Metallverbindung ein lotähnlicher Kontakt zum zu kontaktierten Substrat hergestellt, welcher den elektrischen Übergang im Vergleich zu lediglich berührenden Partikeln erheblich verbessert und zudem synergistisch zur Festigkeit der Verbindung beiträgt, so dass eine Festigkeit erreicht wird, die oberhalb der aufgrund der durchschnittlichen Benetzungsfläche der Haftklebmasse zu erwartenden Verklebungsfestigkeit liegt.

[0084] In einem weiteren vorteilhaften Verfahren wird zunächst ein Vorverbund des Flächenelements mit einem der Fügepartner bei einer Temperatur unterhalb der Schmelztemperatur der Metalllegierung gebildet. Hierdurch kann zum Beispiel ein vorgeformtes Flächenelement auf einem Fügepartnern vorfixiert werden. Dann wird der andere Fügepartner mit der anderen Seite des Flächenelements in Kontakt gebracht. Aufgrund der haftklebrigen Eigenschaften ergibt sich sofort ein Verbund, so dass im günstigen Fall eine weitere Fixierung der Fügepartner nicht notwendig ist. In einer Weiterentwicklung dieses Verfahrens wird nach oder schon während dieser finalen Verklebung mit dem Fügepartner eine Temperatur oberhalb der Schmelztemperatur der Metalllegierung verwendet, so dass sich die synergistisch gesteigerte Festigkeit und erhöhte elektrische Leitfähigkeit der Verklebung einstellt.

[0085] Der erfindungsgemäße Artikel und die Verfahren wird bevorzugt zum Verkleben von Baueinheiten elektronischer Geräte eingesetzt, etwa solche aus dem Bereich der Konsumgüterelektronik, Unterhaltungselektronik oder Kommunikationselektronik (zum Beispiel für Mobiltelefone, PDAs, Laptops und andere Rechner, Digitalkameras und Anzeigegeräte wie etwa Displays, Digitalreader oder organische Leuchtdiodendisplay (OLEDs)) sowie für Solarzellenmodule wie etwa Siliziumsolarzellen, elektrochemische Farbstoff-Solarzellen, organische Solarzellen oder Dünnschichtzellen) oder elektrochemische Zellen, wie zum Beispiel Elektrolysezellen oder Brennstoffzellen. Als Baueinheiten werden vorliegend alle Bestandteile und Ansammlungen derselben verstanden, die in elektronischen Geräten verwendet werden, beispielsweise elektronische Bauteile (diskrete und integrierte Bauelemente), Gehäuseteile, elektronische Module, Antennen, Anzeigefelder, Schutzscheiben, unbestückte und/oder bestückte Platinen und dergleichen.

Beispiele:

[0086] Die Bestimmung der Klebkraft erfindungsgemäßer haftklebriger Flächenelemente von 200 µm Mas-sendicke erfolgte in einem Schälversuch unter einem Winkel von 180 ° bei einer Abzugsgeschwindigkeit von 300 mm/min nach ISO 29862:2007 (Methode 3). Alle Verklebungen, Lagerungen und Messungen wurden bei Raumtemperatur (23 °C) unter klimatisierten Bedingungen (bei 50 % relativer Luftfeuchtigkeit) durchgeführt. Der Schälversuch wurde an drei 20 mm breiten Mustern durchgeführt, wobei die Bestimmung der Klebkraft nach einer Verklebungszeit/Alterungsdauer von zwei Wochen erfolgte und hier der arithmetische Mittelwert angegeben wird.

[0087] Als Trägermaterial wurde eine 25 µm dicke, zur besseren Verankerung der Klebmasse an der Oberfläche angeätzte Polyesterfolie verwendet, wie sie von der Fa. Coveme (Italien) erhältlich ist. Als Haftgrund

wurde ein gewalztes Messingblech von 3 mm Dicke verwendet, welches mit Aceton vor jeder Messung gereinigt wurde.

[0088] Zur Messung der elektrischen Leitfähigkeit wurden bei der Verklebung auf beiden Seiten des 200 µm dicken Haftklebemassefilms 50 µm dicke Messingfolien verwendet und runde Prüfkörper mit einer Fläche von 6,45 cm² mittels Lamination bei 23 °C angefertigt. Die Messung des Durchgangswiderstands erfolgte bei Raumtemperatur (23 °C) und 50 % relativer Luftfeuchte analog zu ASTM D 2739 mit einem Anpressdruck der Elektroden von 76 kPa. Angegeben ist der Mittelwert aus drei Messungen.

[0089] Abweichend wurde bei ausgewählten Beispielen die Verklebung bei einer erhöhten Applikationstemperatur in einem beheizten Rollenlaminator bei der jeweils angegebenen Temperatur erstellt. Die Prüfung der Muster fand jedoch immer bei den o.a. Bedingungen statt.

[0090] Als Haftklebemassen wurden verwendet:

Klebmasse 1:

[0091] Acrylat-Haftklebmasse die als Comonomere 30 Gew.-% Ethylhexylacrylat, 67 Gew.-% Butylacrylat, sowie 3 Gew.-% Acrylsäure enthielt.

[0092] Zur Herstellung der Acrylat-Haftklebmasse wurden die einzelnen Comonomere in dem Fachmann bekannter Weise in einem Gemisch aus Benzin und Aceton polymerisiert. Das Lösemittel wurde anschließend mittels eines Entgasungsextruders aus der entstandenen Acrylat-Polymermasse entfernt.

[0093] Als faserförmige Füllstoffe wurden verwendet:

Faser 1: Kupferfaser F08 (0,8 mm lang, 60 µm dick) der Fa. Deutsches Metallfaserwerk, Neidenstein

Faser 2: Kupferfaser F3 (3 mm lang, 180 µm dick) der Fa. Deutsches Metallfaserwerk, Neidenstein

[0094] Als niedrigschmelzende Metalllegierungen wurden verwendet:

Metall 1: MCP 200 (Schmelzpunkt 199 °C) der Fa. HEK, Lübeck

Metall 2: MCP 62 (Schmelzpunkt 60 °C) der Fa. HEK, Lübeck

[0095] Folgende Compounds wurden hergestellt (Mengenangaben in Gew.-%):

Beispiel	Haftklebmasse [Gew.-%]	Faser [Gew.-%]		Metall [Gew.-%]	
		1	2	1	2
1	40	20		40	
2	20	20		60	
3	25	35		40	
4	5	35		60	
5	32,5	27,5		40	
6	12,5	27,5		60	
7	30	20		50	
8	15	35		50	
9	22,5	27,5		50	
10	15	33		52	
11	15	40		45	
12	15	45		40	

13	15		40	45	
14	15		45	40	
15	15		35	50	
16	15	40			45
V1	15	85			
V2	15			85	

[0096] Die Compounds wurden mit einem gleichläufigen Zweischneckenextruder ZSK25 der Fa. Coperion mit einem Verhältnis L/d von 40 hergestellt. Die Temperaturführung wurde jeweils so gewählt, dass Haftklebmasse und Metalllegierung vollständig aufgeschmolzen wurden. In einer ersten Verfahrenszone wurde ein Blend aus Haftklebmasse und Metalllegierung hergestellt, zu welchem in einer zweiten Verfahrenszone die Metallfasern hinzugegeben wurden. Zur Ausformung des erfindungsgemäßen Haftklebmassenfilms wurde direkt an den Extruder eine Flachfoliendüse angeflanscht und eine Flachfolie in der Dicke von 200 µm extrudiert.

[0097] Überraschenderweise stellte sich heraus, dass im Extrusionsverfahren wesentlich höhere Faseranteile verarbeitet werden konnten, als im Stand der Technik bekannt war.

[0098] Vergleichsbeispiel 1 wurde in einem Messknetzer der Fa. Haake hergestellt, da sich die entsprechende Formulierung nicht mehr extrudieren ließ. Aus dem so hergestellten Compound wurden in einer Vakuumpresse der Fa. Laufer Presslinge mit einer Dicke von 200 µm hergestellt.

[0099] Die Verklebungsfestigkeiten sowie die elektrische Leitfähigkeiten sind in folgender Tabelle dargestellt:

Beispiel	Applikationstemperatur [°C]	Klebkraft [N/cm]	Durchgangs widerstand [$\Omega \cdot \text{cm}$]	Bemerkungen
1	23	3,1	1,92E-01	
2	23	1,9	1,41E-02	
3	23	2,0	1,40E-02	
4	23	1,2	4,16E-05	
5	23	2,7	6,14E-02	
6	23	1,5	1,71E-03	
7	23	2,6	6,16E-02	
8	23	1,9	1,70E-03	
9	23	2,2	1,40E-02	
10	23	1,9	2,02E-03	
11	23	2,0	1,07E-03	
12	23	2,0	6,44E-04	
13	23	1,9	8,10E-03	
14	23	2,2	1,01E-02	
15	23	2,1	3,24E-03	
16	23	2,9	3,17E-03	
16a	90	> 6	1,22E-03	Riss des Trägermaterials
Vergleichsbeispiel				
V1	23	2,2	1,36E0	
V2	23	1,4	9,35E1	

[0100] Die Beispiele zeigen, dass die erfindungsgemäßen haftklebrigen Flächenelemente mit gebundenem Fasernetzwerk gegenüber den lediglich mit Fasern oder Partikeln gefüllten Vergleichsbeispielen deutlich erhöhte Leitfähigkeiten zeigen.

[0101] Eine Erhöhung des Faseranteils führt bei gleichbleibendem Gesamtfüllstoffgehalt in der Tendenz zu höheren Leitfähigkeiten und leicht erhöhten Verklebungsfestigkeiten, was auf die höhere Leitfähigkeit der Fasern und die größere Flexibilität des Netzwerks zurückgeführt wird.

[0102] Längere Fasern erniedrigen die Leitfähigkeit, was auf die höhere Orientierung in die Ebene des extrudierten Films zurückgeführt wird. Daraus ist auf eine Erhöhung der Leitfähigkeit in der Ebene zu schließen (Beispiele 13–15).

[0103] In den Beispielen 16 und 16a, bei denen die niedrigschmelzende Metalllegierung bei der Applikationstemperatur aufschmilzt, tritt der synergistische Effekt der gleichzeitigen Festigkeitserhöhung der Verklebung und Leitfähigkeitserhöhung auf. Dies wird auf eine verbesserte Kontaktierung des Substratmaterials zurückgeführt.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- US 4533685 A [\[0006\]](#)
- US 4882227 A [\[0011\]](#)
- US 5554678 A [\[0015\]](#)
- EP 942436 B1 [\[0016\]](#)
- EP 1695358 B1 [\[0017\]](#)
- US 1990-472950 A [\[0021\]](#)
- EP 561854 B1 [\[0023\]](#)
- US 1992-874553 A [\[0024\]](#)
- WO 2007/087281 A1 [\[0047\]](#)
- DE 102008060113 A1 [\[0047\]](#)
- DE 102008047964 A1 [\[0047\]](#)

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- DIN 51004 [\[0030\]](#)
- ASTM F-1249 [\[0048\]](#)
- ISO 29862:2007 (Methode 3) [\[0086\]](#)
- ASTM D 2739 [\[0088\]](#)

Patentansprüche

1. Haftklebemassenzusammensetzung, umfassend
 - a) einen Polymer-Metall-Blend umfassend
 - zumindest eine Haftklebemasse,
 - zumindest eine im Temperaturbereich von 50 °C bis 400 °C schmelzende Metallkomponente,
 - b) zumindest einen faserförmigen elektrisch leitfähigen Füllstoff, wobei der Füllstoff zumindest teilweise als gebundenes Fasernetzwerk mit der Metallkomponente vorliegt.
2. Haftklebemassenzusammensetzung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallkomponente ein Metall oder eine Metalllegierung ist.
3. Klebefilm nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Haftklebemasse eine Polyacrylathaftklebemasse ist.
4. Klebefilm nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Haftklebemasse eine Kautschukhaftklebemasse ist.
5. Haftklebemassenzusammensetzung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einer der elektrisch leitfähigen Füllstoffe metallisch ist.
6. Haftklebemassenzusammensetzung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einer der elektrisch leitfähigen Füllstoffe eine Kohlenstoffmodifikation oder eine Kohlenstoff enthaltende chemische Verbindung ist.
7. Haftklebemassenzusammensetzung nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einer der elektrisch leitfähigen Füllstoffe magnetisch ist.
8. Haftklebemassenzusammensetzung nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Haftklebemasse bei einer Schichtdicke von 50 µm eine Wasserdampfpermeation von weniger als 50 g/m²d bei 38 °C und 50 % relativer Feuchte aufweist.
9. Haftklebemassenzusammensetzung nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet dass die Haftklebemasse einen Wassergehalt von weniger als 5000 ppm, insbesondere weniger als 1000 ppm aufweist, ermittelt nach 72 h Konditionierung bei 23 °C und 50 % relativer Feuchte mittels Karl-Fischer-Titration
10. Haftklebeband, umfassend zumindest eine Schicht einer Haftklebemassenzusammensetzung nach einem der vorangehenden Ansprüche.
11. Haftklebeband nach Anspruch 10, weiterhin umfassend eine Schicht eines Trägermaterials, insbesondere eines elektrisch leitfähigen Trägermaterials.
12. Verfahren zum Verkleben auf einer Substratoberfläche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verklebung mittels einer Haftklebemassenzusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 9 oder eines Haftklebebandes nach einem der Ansprüche 10 oder 11 bewirkt wird.
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Substratoberflächen mittels einer Haftklebemassenzusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 9 oder eines Haftklebebandes nach einem der Ansprüche 10 oder 11 miteinander verklebt werden.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Verklebungsstelle während oder nach des Verklebungsvorganges mit einer Temperatur oberhalb der Schmelztemperatur der Metallkomponente beaufschlagt wird.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen