



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 603 06 961 T2 2007.03.01

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 578 823 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 603 06 961.4

(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/US03/35245

(96) Europäisches Aktenzeichen: 03 778 118.4

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 2004/060946

(86) PCT-Anmeldetag: 05.11.2003

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: 22.07.2004

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 28.09.2005

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: 19.07.2006

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 01.03.2007

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: C08F 290/06 (2006.01)

C09J 7/02 (2006.01)

C09J 4/06 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

331374 30.12.2002 US

(73) Patentinhaber:

3M Innovative Properties Co., St. Paul, Minn., US

(74) Vertreter:

derzeit kein Vertreter bestellt

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR

(72) Erfinder:

YANG, Jie, Saint Paul, MN 55133-3427, US; JOHNSON, A., Stephen, Saint Paul, MN 55133-3427, US; KAUSCH, L., William, Saint Paul, MN 55133-3427, US; LU, Ying-Yuh, Saint Paul, MN 55133-3427, US; MCMAN, J., Steven, Saint Paul, MN 55133-3427, US

(54) Bezeichnung: HÄRTBARE HAFTKLEBSTOFFZUSAMMENSETZUNGEN

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingereicht, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft Klebstoffzusammensetzungen und spezieller Klebstoffzusammensetzungen, die sowohl selbsthaftend als auch härtbar sind.

**[0002]** Haftklebstoffe (PSA) werden in einer Vielzahl von Anwendungen eingesetzt, da sie viele erwünschte charakteristische Merkmale bieten, wie zum Beispiel die Entferbarkeit und die leichte Anwendung. Für eine dauerhaftere und eine sehr glatte Klebung haben einige konventionelle PSAs eine nicht unbedingt ausreichende Festigkeit, um ihre Haftung an bestimmten Substraten zu bewahren und aufrechtzuerhalten. Ferner ist möglicherweise ein konventioneller PSA beim Auftragen auf bestimmte Materialien nicht in der Lage, der Einwirkung von erhöhten Temperaturen oder hoher Feuchtigkeit zu widerstehen. Die Anwendung eines PSA zum Beispiel auf Acryltafeln und Polycarbonattafeln, die bekanntermaßen „Materialien ausgasen“ und schwierig zu kleben sind, kann zu Blasenbildung und Delaminierung führen.

**[0003]** Härtbare Klebstoffe (z.B. wärme- oder lichtgehärtete) sind in Anwendungen eingesetzt worden, bei denen Substrate eine erhebliche Beständigkeit und hochfeste Haftung erfordern. Konventionelle härtbare Klebstoffe werden jedoch normalerweise nicht als PSA und auch nicht in der Form bereitgestellt, die leicht anzuwenden ist, wie zum Beispiel als Band. Für optische Produktanwendungen (z.B. Verglasungen) sind härtbare Klebstoffe wünschenswert, da sie für optisch klare, stark haftende Lamine (z.B. geschichtete Substrate) sorgen.

**[0004]** Um sowohl Festigkeit und leichte Anwendbarkeit zu erreichen, sind hybride Zusammensetzungen entwickelt worden, die in optischen Anwendungen eingesetzt werden können. So ist zum Beispiel ein leichter, härtbarer, polyester-basierter Klebstoff für Kunststoffverglasungsanwendungen eingesetzt worden. Bei der Klebung von DVD oder optischen Disks und Anwendungen bei Bildröhren ist eine flüssige Klebstoffformulierung verwendet worden. Zum Kleben von Perlen bei der Herstellung von reflektierenden Gegenständen ist ein härtbares Polymernetz vorgeschlagen worden.

**[0005]** Festigkeit und Anwendung sind jedoch nicht die einzigen Kriterien, die viele optische Substrate/Lamine erfüllen müssen. Bestimmte optische Produkte sind rauen Umgebungsbedingungen ausgesetzt, wie zum Beispiel Wärme, UV(Sonnen)-Licht, Wasser usw. Die Windschutzscheiben von Fahrzeugen sind zum Beispiel im Allgemeinen unter Freiluftbedingungen anzutreffen, wodurch sie allen Arten von Wetter ausgesetzt sind. Diese Windschutzscheiben umfassen normalerweise Substrate, wie zum Beispiel Acryl oder Polycarbonat, das an einem Sonnenlicht oder Infrarot (IR) reflektierenden Film haftet, der aus einem mehrschichtigen optischen Film (MLOF) (3M Co., St. Paul, MN) hergestellt ist. Die Materialien können bei Beschädigung oder Beeinträchtigung der Haftung zwischen den Schichten optisch undurchlässig werden.

**[0006]** Was benötigt wird, ist eine Klebstoffzusammensetzung, die in Anwendungen eingesetzt werden kann, in denen optische Klarheit sowie eine leichte Anwendbarkeit im Interesse einer effizienten Herstellung benötigt werden. Eine Klebstoffzusammensetzung, deren Zusammenhalt aufrechterhalten wird, selbst wenn sie extremen Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen ausgesetzt ist, ist ebenfalls erwünscht.

**[0007]** Die Erfindung stellt Klebstoffzusammensetzungen bereit, die optisch klar und unter Umgebungsbedingungen stabil sind. In bestimmten Ausführungsformen können Klebstoffzusammensetzungen als Haftkleber angewendet werden (und können daher bei Bedarf entfernt werden) und können anschließend gehärtet werden, um für eine dauerhaftere Bindung durch Bildung einer sicheren strukturellen Klebebindung zu sorgen. Als PSA umfasst die Zusammensetzung unter anderem Komponenten, die härtbare funktionelle Gruppen besitzen, die durch ultraviolette Strahlung und andere Energiequellen aktiviert werden können. Das Härteln kann über die radikalische Polymerisation ausgeführt werden, bei der ein polymeres Durchdringungsnetzwerk gebildet wird. Vorteilhafterweise können in bestimmten Klebstoffzusammensetzungen auch W-Absorber vorhanden sein.

**[0008]** Ausführungsformen der Erfindung können sowohl im gehärteten wie auch im ungehärteten Zustand optisch durchlässig sein. Die Zusammensetzungen können daher bei Klebeanwendungen, die optische Klarheit sowie ausreichende Klebefestigkeit erfordern, besonders nützlich sein. Zusammensetzungen der Erfindung können auch beim Kleben von Substraten verwendet werden, die erhöhten Temperaturen und Feuchtigkeit ausgesetzt sind. Typische Zusammensetzungen können daher dazu verwendet werden, ausgasende Acryl- oder Polycarbonattafeln zu laminieren, bei denen die sich ergebenden Lamine Beständigkeit gegen Blasen, Delaminieren, Trübung und Weißwerden aufweisen können.

**[0009]** In einer Erscheinungsform umfasst eine Klebstoffzusammensetzung ein Acrylatcopolymer, acrylierte Oligomere und einen Initiator, der die radikalische Polymerisation in Gang setzt. Die acrylierte Oligomerkomponente kann ein Monoacrylatoligomer und ein Multiacrylatoligomer umfassen, das 2 bis 5 Acrylatfunktionalitäten pro Molekül besitzt. Die Mischung aller Komponenten liefert einen Haftkleber, der gehärtet werden kann, wie zum Beispiel durch W-Bestrahlung, um mindestens ein Teil-Polymer-Durchdringungsnetz (IPN) zu bilden, das ein mittleres Molekulargewicht zwischen Vernetzungsstellen ( $M_c$ ) von mehr als 3000 hat. Der gehärtete Klebstoff kann bei Prüfung gemäß den Prüfverfahren, die hierin beschrieben werden, eine Ablösefestigkeit von mehr als 40 N/dm aufweisen.

**[0010]** In einer weiteren Erscheinungsform wird eine Klebstoffzusammensetzung bereitgestellt, die ein Acrylatcopolymer, acrylierte Oligomere, einen Photoinitiator, der die radikalische Polymerisation in Gang setzt, einen W-Absorber umfasst.

**[0011]** In bestimmten Erscheinungsformen ist der Klebstoff optisch durchlässig und daher bei der Anwendung optischer Elemente nützlich. Die Erfindung stellt daher in einer weiteren Erscheinungsform ein optisches Element bereit, das mindestens ein optisches Substrat umfasst, welches eine härtbare Haftklebstoffzusammensetzung hat, die darauf aufgetragen ist, und ein weiteres Substrat hat, das sich in der Nähe des Klebstoffs befindet. Eins oder beide der Substrate können ausgasendes Material sein.

**[0012]** In einer weiteren Erscheinungsform wird ein Verfahren zur Verwendung eines härtbaren Haftklebstoffs bereitgestellt, wobei das Verfahren umfasst: Bereitstellung eines optischen Substrats, Auftragen einer Klebstoffzusammensetzung, die eine gemischte Zusammensetzung aus einem Acrylatcopolymer, einem Monoacrylatoligomer, einem Multiacrylatoligomer, das 2 bis 5 Acrylatfunktionalitäten pro Molekül besitzt, und einem Photoinitiator umfasst, auf eine größere Fläche des optischen Substrats, wobei die Zusammensetzung Haftklebstoffmerkmale besitzt, Positionieren eines zweiten Substrats in der Nähe des optischen Substrats, mit dem Klebstoff dazwischen angeordnet, und Härteten des Klebstoffs unter Verwendung von Strahlungsenergie, um ein polymeres Durchdringungsnetz zu bilden.

**[0013]** Details zu einer oder mehreren Ausführungsformen der Erfindung werden in den beigefügten Zeichnungen und der Beschreibung unten dargelegt. Andere Merkmale, Ziele und Vorteile der Erfindung werden aus der Beschreibung und den Zeichnungen sowie aus den Ansprüchen erkennbar.

**[0014]** In Ausführungsformen der Erfindung wird eine Zusammensetzung bereitgestellt, die ein Acrylatcopolymer, ein Monoacrylatoligomer, ein Multiacrylatoligomer und einen Initiator, wie zum Beispiel einen Photoinitiator, umfasst. Die Komponenten liefern nach dem Mischen einen Klebstoff, der als Haftklebefilm oder -band aufbracht werden kann. Bei Einwirkung der chemisch wirksamen Strahlung kann die aufgebrachte Mischung dann aushärten, was für eine sichere Strukturbindung sorgt. Die Klebung kann optisch klar sein, was die Klebstoffzusammensetzung nützlich für optische Produkte macht (z.B. Verglasungen, Lamine, Elemente und dergleichen).

**[0015]** Das Acrylatcopolymer ist im Allgemeinen eine vorpolymerisierte Komponente, die in bestimmten Ausführungsformen PSA-Merkmale aufweist. Es kann eine breite Palette von Acrylatcopolymeren verwendet werden, die auf dem Gebiet der Polymere und Klebstoffe bekannt sind, wie auch Verfahren zur Herstellung der Monomere und Polymere. Acrylatcopolymeren werden im Allgemeinen durch Polymerisieren von (Meth)acrylat-Monomeren hergestellt, z.B. Polymere, die aus einem oder mehreren (Meth)acrylat-Monomeren hergestellt werden, optional mit einem oder mehreren aus einer Reihe von anderen nützlichen Monomeren, wobei „(Meth)acrylat-Monomer“ als Sammelbegriff für Acrylat- und Methacrylatmonomere verwendet wird. Die Copolymeren können zusammen mit anderen Monomeren vorhanden sein, die kein (Meth)acrylat sind, z.B. ungesättigte Vinylmonomere. Geeignete Acrylatcopolymeren umfassen, ohne darauf beschränkt zu sein, Isooctylacrylat/Methylacrylat/Acrysäure (IOA/MA/AA) und Isooctylacrylat/Acrysäure (IOA/AA). Die Acrylatcopolymeren können optionale Quervernetzer umfassen, wie zum Beispiel Bis-Aziridin oder multifunktionelle Isocyanate. Spezielle Beispiele von Acrylatcopolymeren, die gemäß der Erfindung anwendbar sind, umfassen diejenigen, die aus radikalisch polymerisierbaren Acrylatmonomeren oder -oligomeren hergestellt werden, wie zum Beispiel im US-Patent Nr. 5,252,694 in Spalte 5, Zeilen 35–68 beschrieben.

**[0016]** Beispiele für anwendbare Monomere für das Acrylatcopolymer umfassen, ohne darauf beschränkt zu sein, die folgenden Klassen:

Klasse A – Acrylsäureester eines Alkylalkohols (vorzugsweise eines nicht-tertiären Alkohols), wobei der Alkohol 1 bis 14 (vorzugsweise 4 bis 14) Kohlenstoffatome enthält und zum Beispiel Methylacrylat, Ethylacrylat, n-Butylacrylat, t-Butylacrylat, Hexylacrylat, Isooctylacrylat, 2-Ethylhexylacrylat, Isononylacrylat, Isobornyl-

acrylat, Phenoxyethylacrylat, Decylacrylat und Dodecylacrylat umfasst;

Klasse B – Methacrylsäureester eines Alkylalkohols (vorzugsweise eines nicht-tertiären Alkohols), wobei der Alkohol 1 bis 14 (vorzugsweise 4 bis 14) Kohlenstoffatome enthält und zum Beispiel Methylmethacrylat, Ethylmethacrylat, n-Propylmethacrylat, n-Butylmethacrylat, Isobutylmethacrylat und t-Butylmethacrylat umfasst;

Klasse C – (Meth)acrylsäure-Monoester von Polyhydroxalkylalkoholen, wie zum Beispiel 1,2-Ethandiol, 1,2-Propandiol, 1,3-Propandiol, verschiedene Butyldiole, verschiedene Hexandiole, Glycerol, so dass die sich ergebenden Ester als Hydroxalkyl(meth)acrylate bezeichnet werden;

Klasse D – multifunktionelle (Meth)acrylatester, wie zum Beispiel 1,4-Butandioldiacrylat, 1,6-Hexandioldiacrylat, Glyceroldiacrylat, Glyceroltriacrylat und Neopentylglycoldiacrylat, obwohl diese Monomere im allgemeinen zur reaktiven Extrusion oder Schmelzmischung nicht bevorzugt werden;

Klasse E – Makromere (Meth)acrylate, wie zum Beispiel (Meth)acrylat-terminierte Styrololigomere und (Meth)acrylat-terminierte Polyether, wie sie in der PCT Patentanmeldung WO 84/03837 und der Europäischen Patentanmeldung EP 140941 beschrieben werden;

Klasse F – (Meth)acrylsäuren und ihre Salze mit Alkalimetallen, einschließlich zum Beispiel Lithium, Natrium und Kalium, und ihre Salze mit Erdalkalimetallen, einschließlich zum Beispiel Magnesium, Calcium, Strontium und Barium.

**[0017]** Wie hierin und in den Ansprüchen verwendet, wird ein „Monoacrylatoligomer“ als Oligomer definiert, das nur eine funktionelle Acrylatgruppe besitzt. Das Monoacrylat kann die Hauptkette für das Polymer bilden, das sich beim Mischen mit einem Acrylatcopolymer und einem Multiacrylatoligomer bildet, wie hierin beschrieben. Wie hierin und in den Ansprüchen verwendet, soll ein „Multiacrylatoligomer“ ein Oligomer bezeichnen, das mindestens zwei funktionelle Acrylatgruppen besitzt. Die Acrylatfunktionalitäten können Endgruppen sein, oder sie können auf eine Stelle innerhalb der Oligomerkette aufgepropft werden. Beim Mischen mit den anderen Komponenten der Zusammensetzung liefert das Multiacrylatoligomer die Querverbindungen oder Verzweigungen, die zum Bilden eines Netzes mit der Monoacrylatoligomer-Hauptkette benötigt werden.

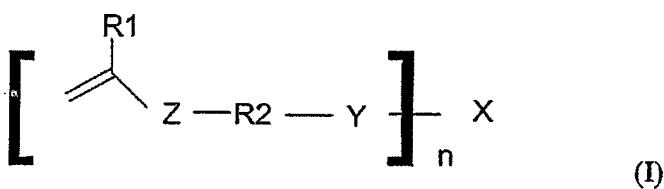
**[0018]** Die Monoacrylat- und Multiacrylatoligomere werden so ausgewählt und in Mengen derart bereitgestellt, dass die Klebstoffzusammensetzung ein erwünschtes Gleichgewicht von Kohäsions- und Klebfestigkeit besitzt. In einigen Ausführungsformen sind die Oligomere in solchen Mengen vorhanden, dass solche Merkmale gegen optische Klarheit und auch Wärme/Feuchtigkeitsstabilität abgewogen werden. Die Oligomere können in ausreichenden Mengen im Verhältnis zueinander vorhanden sein, so dass die Zusammensetzung diese Ausgeglichenheit erreichen und beibehalten kann. Unzureichende Mengen von Multiacrylatoligomer können zum Beispiel zu einem Mangel an Kohäsionsfestigkeit führen. Wenn ein Überschuss an Multiacrylatoligomer im Verhältnis zur Monoacrylatkonzentration verwendet wird, kann eine sich ergebende Zusammensetzung eine zu starke Vernetzung aufweisen (z.B. ein durchschnittliches Molekulargewicht zwischen Vernetzungstellen,  $M_c$ , das zu klein ist), was folglich schädliche Auswirkungen auf die Haftfestigkeit der Zusammensetzung haben kann. Typische Klebstoffzusammensetzungen gemäß der Erfindung können einen  $M_c$ -Wert von mehr als 3000 haben. Je nach dem Verhältnis der Mengen von Oligomeren und der Zahl der Acrylatfunktionalitäten im Multiacrylatoligomer (und dadurch den Molekulargewichten der Komponenten), können bestimmte Klebstoffzusammensetzungen ein Teil-IPN bilden, das einen  $M_c$ -Wert von mehr als 5000 hat.

**[0019]** Zusammensetzungen gemäß der Erfindung können größere Mengen an Monoacrylatoligomer als Multiacrylatoligomer haben. Dies hilft bei der Bereitstellung von optisch klarem und stabilem, gehärtetem Klebstoff. In bestimmten Zusammensetzungen beträgt das Verhältnis der Mengen an Monoacrylatoligomer zum Multiacrylatoligomer etwa 1:1. Es wird erwartet, dass das Verhältnis von Mono- zu Multiacrylatoligomer 3:1 betragen kann, und es kann auch etwa bis zu 6:1 betragen. Dieses Verhältnis kann natürlich je nach dem Molekulargewicht (und dem Ausmaß der Acrylatfunktionalitäten) der acrylierten Oligomere eingestellt werden.

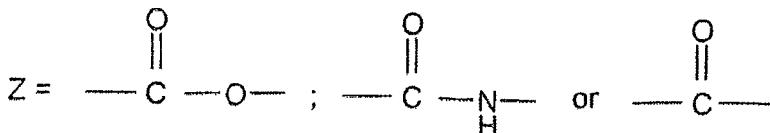
**[0020]** Die Auswahl der acrylat-funktionalisierten Oligomere kann auf gewünschten Leistungskriterien oder Merkmalen einer sich ergebenden Klebstoffzusammensetzung beruhen. In einer Erscheinungsform kann gewünscht werden, dass die Zusammensetzung Merkmale eines Haftklebers zum leichten Auftrag auf Substrate sowie Entferbarkeit bei Bedarf besitzt. In einer weiteren Erscheinungsform können Wärme- und Feuchtigkeitsbeständigkeit besonders gewünschte Merkmale für den Klebstoff sein, wenn er auf Substrate aufgetragen wird, die letztendlich für Lamine verwendet werden, die für die Verwendung im Freien oder in anderen Umgebungen mit erhöhten Temperaturen und/oder hoher Feuchtigkeit vorgesehen sind. Die Kohäsions- und Klebefestigkeit einer gehärteten Klebstoffzusammensetzung kann daher je nach dem sich bildenden polymeren Durchdringungsnetz modifiziert werden, das durch die Auswahl der Oligomere erreicht wird.

**[0021]** Geeignete Mono- und Multiacrylatoligomere für Zusammensetzungen der Erfindung können eine Glasübergangstemperatur (Tg) von weniger als 20 °C haben. Die acrylat-funktionalisierten Oligomere, die in

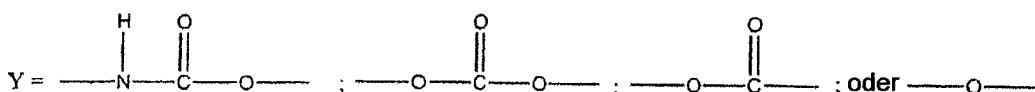
der Klebstoffzusammensetzung anwendbar sind, können durch die Struktur (I) unten dargestellt werden:



wobei R1 H oder  $\text{CH}_3$  ist;



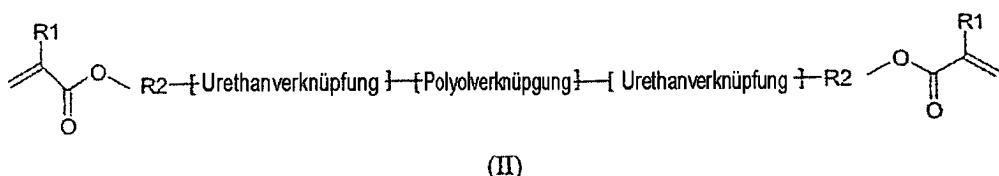
R2 ist  $(\text{CH}_2)_m$ , wobei m 0–6 ist;



X ist ein n-wertiges Radikal, wie zum Beispiel eine Polyol-Verknüpfung oder eine Alkylgruppe, und n ist größer gleich 1.

**[0022]** Für Struktur (I), wobei n gleich 1 ist, wird ein Monoacrylatoligomer bereitgestellt. Wenn n größer als 1 ist, wird ein Multiacrylatoligomer bereitgestellt. In bestimmten Ausführungsformen der Erfindung werden Oligomere genutzt, die ein n mit einem Wert von 1 bis 6 haben. Typische Zusammensetzungen umfassen ein Multiacrylatoligomer, das 2 bis 5 Acrylatfunktionalitäten pro Molekül umfasst. In einer Erscheinungsform der Erfindung hat die Klebstoffzusammensetzung ein Monoacrylatoligomer (n=1) in Kombination mit einem Diacrylatoligomer (n=2).

**[0023]** In einer typischen Zusammensetzung können die acrylatfunktionalisierten Oligomere Urethandiacylatoligomere sein (wobei Z in der Struktur (I) -COO und n=2 ist), die durch Struktur (II) unten dargestellt werden:



**[0024]** Diese Oligomere können eine Polyol-Verknüpfung in Struktur (II) besitzen (oder „X“, wie in der Struktur (I) oben), die zum Beispiel einen Methananteil, einen Carbonatanteil, einen Esteranteil oder einen Etheranteil umfasst. Ein Polyesterpolyol kann durch Umsetzen einer mehrbasischen Säure (z.B. Terephthalsäure oder Maleinsäure) mit einem mehrwertigen Alkohol (z.B. Ethylenglycol oder 1,6-Hexandiol) gebildet werden. Ein Polyetherpolyol, das zur Herstellung des acrylat-funktionalisierten Urethanoligomers verwendbar ist, kann zum Beispiel aus Polyethylenglycol, Polypropylenglycol, Poly(tetrahydrofuran), Poly(2-methyltetrahydrofuran), Poly(3-methyltetrahydrofuran) und dergleichen ausgewählt werden. Alternativ kann die Polyol-Verknüpfung eines acrylierten Urethanoligomers (Struktur (II)) ein Polycarbonatpolyol sein.

**[0025]** Acrylat-funktionalisierte Urethanoligomere können zum Beispiel durch Umsetzen eines Diisocyanats oder einer anderen mehrwertigen Isocyanatverbindung mit einem mehrwertigen radikalischen Polyol synthetisiert werden, um ein isocyanat-terminiertes Präpolymer zu liefern. Anschließend können Acrylate oder Methacrylate, die eine Hydroxylgruppe haben, mit den endständigen Isocyanatgruppen des Präpolymers umgesetzt werden. Sowohl aromatische als auch aliphatische Isocyanate können zum Umsetzen mit dem Urethan verwendet werden, um das Oligomer zu erhalten. Beispiele für Diisocyanate, die zur Herstellung der acrylierten Oligomere eingesetzt werden können, sind 2,4-Tolylendiisocyanat, 2,6-Tolylendiisocyanat, 1,3-Xylylendiisocyanat, 1,4-Xylylendiisocyanat, 1,6-Hexandiisocyanat, Isophorondiisocyanat und dergleichen. Beispiele für hydroxy-terminierte Acrylate, die für die Herstellung der acrylierten Oligomere eingesetzt werden können, umfassen, ohne darauf beschränkt zu sein, 2-Hydroxyethyl(meth)acrylat, 2-Hydroxypropyl(meth)acrylat, 4-Hydroxybutylacrylat, Polyethylenglycol(meth)acrylat und dergleichen. Ein Urethanmonoacrylatoligomer umfasst eine Acrylatgruppe und mindestens eine Urethangruppe. Monoacrylatoligomere können unter Verwendung han-

delsüblicher Urethanacrylatoligomere bereitgestellt werden, einschließlich zum Beispiel GENOMER 1122 (Rahn USA Corp., Aurora, IL) und EBECRYL CL 1039 (UCB Chemicals, Smyrna, GA). Ein Urethanmultiacrylatoligomer kann zum Beispiel ein Urethanoligomer sein, das mindestens zwei Acrylatfunktionalitäten und, in einer Erscheinungsform, weniger als etwa 6 Funktionalitäten besitzt. Geeignete Urethanmultiacrylatoligomere sind auch handelsüblich erhältlich, wie zum Beispiel CN962, CN964, CN965, CN934 und CN 972 von der Sartomer Co. (Exton, PA) und ACTILANE 130, 170, 270 und 290 von der Akzo Nobel Resins (Baxley, GA) und GENOMER 4269 von der Rahn USA Corp. (Aurora, IL) und EBECRYL 230, 270, 8803, 4827 und 6700 von der UCB Chemicals (Smyrna, GA).

**[0026]** Alternativ können die acrylat-funktionalisierten Oligomere Polyesteracrylatoligomere, acrylierte Acryl-oligomere oder Polyetheracrylatoligomere sein. Geeignete Acrylatoligomere umfassen zum Beispiel handels-übliche Produkte, wie zum Beispiel CN131, ein aromatisches Monoacrylat, und CN132 und aliphatisches Di-acrylat, beide von der Sartomer Co. (Exton, PA) erhältlich. Nützliche polyesteracrylierte Oligomere umfassen CN292, CN2200 und CN2255 von der Sartomer Co. (Exton, PA) und EBECRYL 81, 83, 450 und 2047 von der UCB Chemicals (Smyrna, GA). Geeignete polyetheracrylierte Oligomere umfassen GENOMER 3497, das kommerziell von der Rahn USA Com (Aurora, IL) erhältlich ist, und CN550 von der Sartomer Co (Exton, PA).

**[0027]** Die Acrylatcopolymere und die acrylierten Oligomere können in einer Klebstoffzusammensetzung gemäß der Erfindung in jeder relativen Menge enthalten sein, die bei Kombination mit dem radikalischen Initiator und anderen optionalen Komponenten, falls vorhanden, zu einer nützlichen Balance der Klebstoffeigenschaften (z.B. Klarheit, optional PSA-Merkmal, Ablösefestigkeit, Wärme- und Feuchtigkeitsbeständigkeit) sowohl im ungehärteten wie auch im gehärteten Zustand führen kann. Besonders nützliche Merkmale sind unter anderen die optische Klarheit und die Wärme/Feuchtigkeitsbeständigkeit, die der Klebstoff aufweisen kann. Für das Acrylatcopolymer kann eine Menge enthalten sein, die für die funktionellen Eigenschaften eines Haftklebers sorgt, wie hierin beschrieben und im Fachgebiet verstanden.

**[0028]** In Ausführungsformen der Erfindung sind die Monoacrylat- und Multiacrylatoligomere in Mengen im Verhältnis zu denen des Acrylatcopolymers und zum Gesamtgewicht vorhanden, die eine gewünschte Kombination von Haftklebereigenschaften, Strukturbindungseigenschaften, optischer Klarheit und Stabilität dieser Eigenschaften im Verlauf der Zeit liefern. Gemäß bestimmten Ausführungsformen der Erfindung können acrylierte Oligomere in der Klebstoffzusammensetzung etwa 20 bis etwa 60 Gewichtsprozent der gesamten Klebstoffzusammensetzung ausmachen.

**[0029]** Mindestens ein radikalischer Initiator wird in die Klebstoffzusammensetzung der Erfindung eingebracht, um die Polymerisation in Gang zu setzen und damit eine Strukturbindung zu erreichen. Radikalische Initiatoren, wie zum Beispiel Photoinitiatoren, die für das Umsetzen oder die Polymerisierung von Acrylatmaterialien anwendbar sind, werden gut verstanden, wie auch ihre Verwendung und die Mengen, die in einem Klebstoff eingesetzt werden müssen, wie hierin beschrieben. Typische radikalische Photoinitiatoren, die für die Polymerisierung der acrylierten Oligomere anwendbar sind, umfassen die Benzoinether, wie zum Beispiel Benzoinmethylether oder Benzoinisopropylether; substituierte Benzoinether, wie zum Beispiel Anisoinmethylether; substituierte Acetophene, wie zum Beispiel 2,2-Diethoxyacetophen und 2,2-Dimethoxy-2-phenylacetophen; substituierte Alpha-Ketole, wie zum Beispiel 2-Methyl-2-hydroxypropriophenon, aromatische Sulfonylchloride, wie zum Beispiel 2-Naphthalensulfonylchlorid, und photoaktive Oxime, wie zum Beispiel 1-Phenyl-1,2-propan-dion-2(Oethoxycarbonyl)oxim. Geeignete radikalische Photoinitiatoren zur Verwendung in den Zusammensetzungen der Erfindung umfassen, ohne darauf beschränkt zu sein, handelsübliche Verbindungen, wie zum Beispiel Irgacure 651 und 819 (CIBA Specialty Chemicals Corp., Tarrytown, NJ).

**[0030]** Die Menge an radikalischem Initiator kann ausreichend sein, um die Polymerisation der Klebstoffzusammensetzung zu bewirken und ein polymeres Teil-Durchdringungsnetz zu bilden. In einer Erscheinungsform kann die Menge an Initiator im Bereich von etwa 0,01 bis etwa 15 Gewichtsteilen von radikalischem Initiator auf 100 Gewichtsteile der gesamten Klebstoffzusammensetzung ausmachen, wobei der Bereich von etwa 0,1 bis etwa 5 Gewichtsteilen bevorzugt wird.

**[0031]** Optionale Komponenten, die in Klebstoffzusammensetzungen der Erfindung eingebracht werden können, umfassen zum Beispiel Photosensibilisatoren, Anpolymerisationsmittel, Quervernetzer, Klebrigmacher, Verstärkungsmittel und andere Modifikatoren (z.B. Weichmacher). Photosensibilisatoren können eingesetzt werden, um die Wellenlängensensibilität eines Photoinitiators zu ändern. Ein Anpolymerisationsmittel kann dazu benutzt werden, eine Wechselwirkung des Acrylatcopolymers und der acrylierten Oligomere zu bewirken. Ein Anpolymerisationsmittel, wie zum Beispiel 4-Acryloxybenzophenon (ABP) kann zum Beispiel freie Radikale am Acrylatcopolymer erzeugen, die dann mit (Meth)acrylatgruppen reagieren können.

**[0032]** Ein Quervernetzer kann in den Klebstoff in einer anwendbaren Menge eingebracht werden, die die Eigenschaften des Klebstoffs verbessern kann, wie zum Beispiel durch Quervernetzen des Acrylatcopolymers.

**[0033]** Solche Mengen sind im Allgemeinen den Fachleuten im Fachgebiet bekannt. Typische Mengen an Quervernetzer können im Bereich von etwa 0 bis etwa 10 Gewichtsprozent liegen, wobei die bevorzugten Mengen im Bereich von etwa 0,1 bis etwa 5 Gewichtsprozent liegen. Mengen außerhalb dieses Bereichs sind ebenfalls anwendbar, wobei eine spezielle Menge an Quervernetzer für eine Klebstoffzusammensetzung von einer Reihe von verschiedenen Faktoren abhängt, einschließlich der Chemie des Quervernetzers, der Chemie des Acrylatcopolymers und der acrylierten Oligomere und den gewünschten Eigenschaften des gehärteten und ungehärteten Klebstoffs. Typische Klassen von anwendbaren Quervernetzern sind Bis-Aziridine und mehrfunktionelle Isocyanate.

**[0034]** Optional und vorteilhafterweise können Ausführungsformen der Erfindung einen Lichtstabilisator mit behindertem Amin umfassen. Das Hinzufügen eines solchen Stabilisators verhindert vorteilhafterweise nicht die Fähigkeit des Klebstoffs, sowohl selbstklebend als auch härtbar zu sein, und hat auch keine schädliche Wirkung auf die optische Klarheit. Geeignete behinderte Amin-Stabilisatorverbindungen wurden in den US-Patenten Nr. 5,668,198; 5,668,199; 5,679,794; 6,166,212; and 6,465,645 beschrieben. Eine kommerziell erhältliche Verbindung ist TINUVIN 123 (CIBA Specialty Chemicals Corp., Tarrytown, NJ).

**[0035]** Eine UV-absorbierende Verbindung kann optional der Klebstoffzusammensetzung der Erfindung hinzugefügt werden. Solch eine Komponente kann helfen, dem Klebstoff und damit jedem Produkt, das unter Verwendung des Klebstoffs hergestellt wird, W-Beständigkeit zu verleihen, insbesondere gegen Strahlung im UV-A-Bereich mit weniger als etwa 410 nm. Geeignete UV-Absorber umfassen, ohne darauf beschränkt zu sein, ein Benzotriazol, wie zum Beispiel TINUVIN 928 (CIBA Specialty Chemicals Corp., Tarrytown, NJ); ein Triazin, wie zum Beispiel TINUVIN 1577 (CIBA Specialty Chemicals Corp., Tarrytown, NJ); ein Benzophenon, wie zum Beispiel UVINUL 3039 (BASF, Ludwigshafen, Deutschland); ein Benzoxazinon, wie zum Beispiel UV-3638 (Cytec, Charlotte, NC) und/oder ein Oxalanilid. Ausführungsformen gemäß der Erfindung weisen Eigenschaften auf, die charakteristisch für selbstklebende Klebstoffzusammensetzungen beim Auftrag, aber vor der Endhärtung zu einem IPN sind. Den Fachleuten auf dem Gebiet ist bekannt, dass Selbstkleber (PSA)-Zusammensetzungen Eigenschaften besitzen, zu denen gehören: (a) aggressive und dauerhafte Klebrigkeits; (b) Haftung durch nicht mehr als einen Fingerdruck; (c) ausreichende Fähigkeit, eine Haftfähigkeit beizubehalten, und (d) ausreichende Kohäsionsfähigkeit. Bestimmte PSAs können auch sauber von ihrem ursprünglichen Zielsubstrat entfernt werden. Materialien, bei denen festgestellt wurde, dass sie gut als PSAs funktionieren, umfassen Polymere, die zum Zeigen der notwendigen viskoelastischen Eigenschaften ausgelegt und formuliert wurden, welche zu einer erwünschten Balance von Klebrigkeits, Ablösefestigkeit und Scherfestigkeit führen. Gemäß den Ausführungsformen der Erfindung kann das Mischen des Acrylatcopolymers, des Monoacrylatoligomers und des Multiacrylatoligomers für eine Klebstoffzusammensetzung sorgen, die Haftklebmerkmale aufweist.

**[0036]** Beim Härteln einer Zusammensetzung gemäß der Erfindung mit einer chemisch wirksamen oder anderen Strahlung kann ein polymeres Teil-Durchdringungsnetz (IPN) gebildet werden. Ein polymeres Teil-Durchdringungsnetz ist ein Netz, das nur ein vernetztes Netz aufweist, während ein vollständiges IPN mindestens zwei vernetzte Netze besitzt. In Erscheinungsformen gemäß der Erfindung umfasst das polymere Teil-Durchdringungsnetz ein Netz von vernetzten Oligomeren. Optional, aber nur bis zu dem Umfang, bei dem die Leistungskennwerte nicht beeinträchtigt sind, kann ein zweites Netz von quervernetzten acrylierten Copolymeren vorhanden sind. Dieses zweite Netz kennzeichnet daher den gehärteten Klebstoff als vollständiges IPN.

**[0037]** Bestimmte Klebstoffzusammensetzungen gemäß der Erfindung können in einem oder beiden Zuständen, dem ungehärteten und dem gehärteten Zustand, optisch durchlässig sein (z.B. optisch klar). Optische Klarheit ermöglicht die Verwendung des Klebstoffs bei der Herstellung optischer Elemente, wie zum Beispiel Verglasungen (z.B. Fenster, Windschutzscheiben), Computermonitore, Bildröhren, reflexmindernde Folien, Polarisatoren und dergleichen. In Ausführungsformen der Erfindung kann eine Klebstoffzusammensetzung ihre Lichtdurchlässigkeit (z.B. optische Klarheit) über eine angemessene Dauer bei im Allgemeinen normalen Einsatzbedingungen sowie bei verlängerter Einwirkung normaler und extremer Bedingungen beibehalten. Eine Ausgeglichenheit von erwünschten Merkmalen, wie zum Beispiel Klarheit, Stabilität, Bindungsfestigkeit und Intaktheit, kann in einer Klebstoffzusammensetzung der Erfindung durch Modifizieren der Auswahl der Komponenten oder Inhaltsstoffe erreicht werden, die im Klebstoff vorhanden sind, einschließlich zum Beispiel des Multiacrylatoligomers (und seiner Monomere als Bestandteil), des Monoacrylatoligomers, des Acrylatcopolymers und des radikalischen Initiators. Zusätzliche, aber optionale Komponenten können hinzugefügt werden,

um die Leistungsmerkmale auszubalancieren, einschließlich, wie zu erkennen ist, zum Beispiel Quervernetzer, Anpolymerisationsmittel, Photosensibilisatoren usw., in Mengen, mit denen die Eigenschaften des Klebstoffs ausbalanciert und verbessert werden.

**[0038]** Die Klebstoffzusammensetzungen können optische Klarheit im gewünschten Maß aufweisen. Die optische Klarheit kann auf verschiedene Weise gemessen werden, wozu ein Test gehört, der in ASTM D 1003-95 beschrieben wird.

**[0039]** Typische Klebstoffzusammensetzungen der Erfindung können bei Prüfung im ungehärteten Zustand bei Verwendung eines solchen Tests eine Lichtdurchlässigkeit von mehr als etwa 90 %, Trübung von weniger als etwa 2 % und Lichtundurchlässigkeit von weniger als etwa 1 % aufweisen. Beim Härteten weist die optische Klarheit bestimmter gehärteter Klebstoffe, die unter ähnlichen Bedingungen getestet werden, ähnliche Werte auf.

**[0040]** Wenn ein typischer Klebstoff gemäß der Erfindung zur Herstellung optischer Laminate verwendet wird, können die Produkte bei 90 °C stabil sein, wenn sie trocken getestet werden, und bei 60 °C und 90 % relativer Feuchte (RH) mindestens eine Woche stabil sein. Bestimmte Formulierungen können bei 80 °C und 90 % RH mindestens eine Woche stabil sein. Wie hierin verwendet, ist „stabil“ eine Anzeige für eine unbeeinträchtigte Klebung, die von der sicheren Strukturbindung, gebildet durch den gehärteten Klebstoff, bestimmt wird.

**[0041]** Gehärtete Klebstoffzusammensetzungen gemäß der Erfindung können eine „dauerhafte“ Haftung an einem Substrat aufweisen. In Ausführungsformen der Erfindung weist der gehärtete Klebstoff eine Ablösefestigkeit von mehr als 40 N/dm auf, wenn diese unter Verwendung der Tests gemessen wird, die in den Testverfahren unten beschrieben werden. Größere Festigkeiten können auch durch Modifizieren der Komponenten und ihrer jeweiligen Konzentration erreicht werden, zum Beispiel Ablösefestigkeiten von mehr als 50 N/dm oder Ablösefestigkeiten von mehr als 60 N/dm.

**[0042]** Die Klebstoffe der Erfindung können zum Beispiel zum Kleben einer Reihe von Substratmaterialien verwendet werden, einschließlich, ohne darauf beschränkt zu sein, Polymermaterialien (z.B. Polyester), im wesentlichen starre Materialien (z.B. einige Polycarbonate und Acrylmaterialien), Polymethylmethacrylat, flexible Filme (z.B. IR-reflektierende Filme, MLOFs), Helligkeit verstärkende Filme, Glas und Polarisatorfilme. Viele dieser Materialien, insbesondere diejenigen, die optische Klarheit oder Lichtdurchlässigkeit aufweisen, werden oft zur Herstellung von optischen Produkten, wie zum Beispiel Verglasungen, Photosensoren, Spiegel, Polarisatoren, Sicherheitsfilme usw., verwendet (Materialien, die zur Herstellung optischer Produkte verwendet werden, werden hierin anschließend als „optische Substrate“ bezeichnet). Weil Ausführungsformen der Erfindung eine gute optische Klarheit aufweisen können, ist es von Vorteil, dass die Klebstoffzusammensetzungen beim Kleben einer Reihe von optischen Komponenten, optischen Elementen und optischen Produkten besonders nützlich sind.

**[0043]** Optische Elemente umfassen Artikel und Produkte, die einen optischen Effekt oder eine optische Anwendung haben, wie zum Beispiel Bildschirme für Computer oder andere Anzeigen; Komponenten solcher Bildschirme, wie Polarisationsschichten, Reflexionsschichten und reflexmindernde Schichten, selektiv reflektierende Schichten, wie Infrarot reflektierende, optisch klare Schichten; Beschichtungen oder Filme für Fenster, die polarisieren oder reflektieren können; andere teilweise oder vollständig reflektierende, lichtdurchlässige Produkte usw. Oft umfassen optische Elemente eine oder mehrere verschiedene Schichten von optischen Substraten, normalerweise Schichten oder Filme, die mindestens teilweise lichtdurchlässig, reflektierend, polarisierend oder optisch klar sind. Mit einem Klebstoff werden die Schichten miteinander verbunden. Optische Substrate können eine Reihe von verschiedenen Materialien umfassen, einschließlich zum Beispiel Polymer, Glas, Metall oder metallisiertes Polymer oder Kombinationen derselben. Repräsentative Beispiele für Polymere umfassen Polycarbonat, Polyester, Polyurethan, Polyacrylat, Polyvinylalkohol, Polyethylen, Polyvinylchlorid, Cellulosetriacetat und Kombinationen derselben. Eins oder mehrere dieser Materialien können auch für eine beabsichtigte physikalische Eigenschaft sorgen, einschließlich Flexibilität, Starrheit, Festigkeit oder Unterstützung, Reflexionsvermögen, Reflexionsminderung, Polarisation, Lichtdurchlässigkeit (z.B. selektiv für verschiedene Wellenlängen) usw.

**[0044]** Charakteristisch für bestimmte optische Substrate ist jedoch ein Phänomen, das im Fachbereich als „Ausgasen“ oder „Gasabgabe“ bezeichnet wird. Starre Schichten, wie zum Beispiel Polycarbonate, Polyester usw., neigen dazu auszusagen, insbesondere wenn sie als relativ dicke Komponenten (z.B. im Bereich von Millimetern oder Zentimetern bereitgestellt werden statt mit kleineren Abmessungen). Beispiele für ausgasende Materialien umfassen Polycarbonate und Polyacrylate, wie zum Beispiel Polymethylmethacrylat, das eine

Stärke im Bereich von etwa einem oder drei Millimetern besitzt. Ausgasende Materialien können die Stabilität, Klarheit, Bindungsfestigkeit oder andere Leistungseigenschaften eines Klebstoffs nachteilig beeinflussen. Klebschichten, die mindestens ein ausgasendes Substrat zur Herstellung von zum Beispiel optischen Laminaten umfassen, können Herausforderungen bei der Suche nach einem kompatiblen, jedoch stabilen und festen Klebstoff darstellen. Das Auftragen eines inkompatiblen Klebstoffs auf ein ausgasendes Material kann zu Mängeln, wie zum Beispiel Blasen oder teilweiser oder vollständiger Delaminierung an der Klebstoffbindung zwischen dem ausgasenden Material und einer weiteren Schicht, führen. Dies kann insbesondere auftreten, wenn die (dem ausgasenden Material) gegenüberliegende oder benachbarte Schicht eine geringe Dampfdurchlässigkeit aufweist, so dass freigesetztes Gas daran gehindert wird hindurch zu treten. Das gering dampfdurchlässige Material kann als Barriere für das Gas wirken, was dazu führt, dass das Gas sich an der Klebstoffgrenzfläche ansammelt und Blasenbildung, Delaminierung, reduzierte Klebefestigkeit oder Verlust an Klarheit bewirkt. Klebstoffzusammensetzungen der Erfindung können in diesen und anderen Anwendungen vorteilhaft verwendet werden. Ausführungsformen der Erfindung bieten verbesserte Klebefestigkeit und Stabilität und können daher solche Blasenbildung oder Delaminierung reduzieren oder beseitigen, selbst wenn mit dem Klebstoff eine ausgasende Schicht mit einer Schicht mit geringer Dampfdurchlässigkeit verbunden wird.

**[0045]** Der Schwellwert der Wasserdampfdurchlässigkeit, der eine Beeinträchtigung der Klebebindungen verursachen kann, kann von verschiedenen Faktoren abhängen, zum Beispiel von der Zusammensetzung des ausgasenden Materials, der Menge an Gas, das es produziert, den Einsatzbedingungen und der Gesamtfestigkeit, Intaktheit und Stabilität eines Klebstoffs. In einer Erscheinungsform können Filme, die eine Wasserdampfdurchlässigkeitsrate von etwa 30 Gramm pro ( $m^2 \times 24 \text{ h}$ ) oder weniger haben, als gering wasserdampfdurchlässiges Material betrachtet werden (wenn nach ASTM E96-80 gemessen). Die Bestimmung, ob ein solches Material eine instabile Klebung, Blasenbildung, Delaminierung oder Verlust an Klarheit verursacht, hängt jedoch von solchen Faktoren ab wie der Klebstoffzusammensetzung und dem benachbarten Substrat, mit dem es verbunden ist. Beispiele für Filme mit niedriger Wasserdampfdurchlässigkeitsrate umfassen metallisierte Filme, die wegen ihrer reflexmindernden oder Leitfähigkeitseigenschaften (zum Beispiel zur Abschirmung gegen elektromagnetische Störungen) in optischen Elementen verwendet werden. Metallisierte Filme umfassen Filme, wie zum Beispiel Polyethylenterephthalat (PET) oder andere polymere Materialien, die eine Oberfläche haben, die teilweise oder vollständig mit einem Metall oder metallischen Material bedeckt ist. Ein solcher Polyethylenterephthalatfilm ist ICI 617, ein 127  $\mu\text{m}$  starker Film von Imperial Chemical Industries Films (Hopewell, VA). Andere Beispiele für metallisierte Filme umfassen mehrschichtige AR (reflexmindernde) Filme, wie zum Beispiel im US-Patent Nr. 6,277,485, Spalten 13 und 14 beschrieben; und Mikroschichtfilme, wie zum Beispiel die im US-Patent Nr. 6,049,419 beschriebenen.

**[0046]** Polarisatoren, die allgemein als wärme- und feuchtigkeitsempfindliche Materialien bekannt sind, können ebenfalls unter Verwendung einer Klebstoffzusammensetzung der Erfindung geklebt werden. Diese Materialien, wie zum Beispiel ein oft in der Industrie genannter „KE-Polarisator“, werden oft als sehr dünne Filme bereitgestellt. Auf Grund ihrer geringen Stärke können diese Filme schrumpfen, wenn sie einer bestimmten Mindesttemperatur und -feuchte ausgesetzt sind. Durch Aufbringen und Härteten einer Klebstoffzusammensetzung der Erfindung wird der resultierende IPN mit Festigkeit für den Film bereitgestellt.

**[0047]** Die Erfindung betrifft ferner Verfahren zur Verwendung der härtbaren PSA-Klebstoffe. Die härtbaren Klebstoffzusammensetzungen können mit einem konventionellen Auftragsverfahren aufgetragen werden, einschließlich, ohne darauf beschränkt zu sein, Gravurstreichverfahren, Florstreichverfahren, Schlitzgießverfahren, Rotationsbeschichtung, Siebbeschichtung, Bürstenstreichverfahren oder Walzbeschichten und dergleichen. Die Dicke einer aufgetragenen Klebstoffschicht (die manchmal in flüssiger Form bereitgestellt wird) kann vor dem Härteten jeden Wert haben, der zu den gewünschten Eigenschaften führt, wie im Fachgebiet bekannt ist. Typische Dicken einer ungehärteten, härtbaren Klebstoffschicht können im Bereich von etwa 0,05 bis etwa 125  $\mu\text{m}$  liegen.

**[0048]** Die Dauer der Härtungszeit zum Härteten des Klebstoffs kann in Abhängigkeit von einer Reihe von Faktoren, wie zum Beispiel den Komponenten, die in der Klebstoffzusammensetzung vorliegen, den verwendeten Substraten sowie der Dicke der aufgetragenen Schicht, variieren. Die Verwendung einer W-Strahlungsquelle kann die Härtungszeit, die zum Aushärten von Klebstoffen der Erfindung benötigt wird, im Vergleich zu beispielsweise thermischen (Wärme-) Härtungsverfahren beträchtlich senken. Daher kann die Ausführung eines Verfahrens gemäß der Erfindung zu schnelleren Produktionsprozessen und zu verringerten Betriebskosten führen.

**[0049]** In einer Erscheinungsform kann die Klebstoffzusammensetzung auf eine Fläche eines Substrats aufgebracht werden, wobei der härtbare Klebstoff in Kontakt mit einem anderen Material gebracht und dann die

Klebstoffzusammensetzung gehärtet wird. Durch die Laminierung können die zwei Materialien in Kontakt gebracht werden, wobei der Klebstoff dazwischen liegt. Optional können Verfahren auch das Aufbringen des Klebstoffs auf Release-Liner, Trocknen eines Lösungsmittels im Klebstoff, Laminieren, Polymerisieren oder Härteten der Acrylatoligomere und optionalen Acrylatcopolymere und andere Schritte oder Verfahren umfassen, die bekanntermaßen bei der Herstellung von mehrschichtigen Gegenständen verwendet werden.

**[0050]** In einigen optischen Anwendungen werden optische Filme auf andere optische Substrate auflaminiert, und anschließend müssen Teile der optischen Filme abgeschnitten und dann sauber entfernt werden, um spezielle Muster zu ergeben. Klebstoffe der Erfindung können bei diesen Arten von Anwendungen recht nützlich sein, da die Klebstoffe sowie die unerwünschten Filmteile (z.B. Verschnitt) sauber in der ersten Stufe vor der Härtung durch energiereiche Strahlen (z.B. UV-Bestrahlung) entfernt werden können. Sobald die optischen Filmmuster und Designs eingerichtet sind, kann die Energie anschließend zum Härteten des Klebstoffs angewendet werden, um für eine sichere und stabile Bindung zu sorgen.

**[0051]** Die Herstellung der Klebstoffzusammensetzungen kann unter Verwendung eines der zahlreichen konventionellen Verfahren zum Kombinieren, Mischen und optionalen Umsetzen der (Meth)acrylatmaterialien, Acrylatcopolymere, acrylierten Oligomere, Initiatoren und Hilfsstoffe hergestellt werden. Siehe zum Beispiel die US-Patente Nr. 5,252,694, 5,897,727 und 6,180,200. Im Allgemeinen können Acrylatcopolymer-Materialien, wie zum Beispiel die oben beschriebenen, direkt mit den beschriebenen acrylierten Oligomeren und anderen Komponenten einer härtbaren Klebstoffzusammensetzung kombiniert werden, einschließlich Quervernetzer, Initiatoren usw., in Mengen, die nützlich und so sind, wie hier beschrieben. Während lösungsmittelfreie Ausführungsformen als im Geltungsbereich dieser Erfindung liegend betrachtet werden, wird ins Auge gefasst, dass Lösungsmittel zur Herstellung der Ausführungsformen der Klebstoffzusammensetzungen verwendet werden können. Repräsentative Lösungsmittel können organisch sein und umfassen Aceton, Methylethylketon, Ethylacetat, Heptan, Toluol, Cyclopentanon, Methyl-Cellosolve-Acetat(2-Methoxyethylacetat (d. Übers.)), Methylchlorid, Nitromethan, Methylformat, Gamma-Butyrolacton, Propylencarbonat und 1,2-Dimethoxyethan (Dimethylglycol).

**[0052]** Wenn ein Photoinitiator verwendet wird, können Bestrahlungsquellen, die Energie (z.B. Licht) im Bereich von 200 bis 800 nm liefern, zum Härteten von Ausführungsformen der Klebstoffzusammensetzung verwendet werden. In einer Erscheinungsform ist ein anwendbarerer Bereich des Lichts der von etwa 250 bis etwa 700 nm. Geeignete Strahlungsquellen zum Initiieren der Strahlungshärtung umfassen Quecksilberdampfladungslampen, Kohlebogenlampen, Quarzhalogenlampen, Wolframlampen, Xenonlampen, Leuchtstofflampen, Laser, Sonnenlicht usw. Die Stärke der Strahlungseinwirkung für die Polymerisation kann von Faktoren abhängen, wie zum Beispiel der Identität und den Konzentrationen bestimmter radikalisch polymerisierbarer Oligomere, der Dicke des der Einwirkung ausgesetzten Materials, der Art des/der Substrat(s/e), der Intensität der Strahlungsquelle und der Wärmemenge, die mit der Strahlung verbunden ist. Alternativ können andere Energiequellen zum Härteten des Klebstoffs, mit oder ohne hinzugefügten Initiator, verwendet werden, wie zum Beispiel Elektronenstrahlen und Gammastrahlen.

#### BEISPIELE

**[0053]** Diese Beispiele dienen nur dem Zweck der Erläuterung und sind nicht als Beschränkung für den Geltungsbereich der Erfindung gedacht. Alle Teile, Prozentsätze, Verhältnisse usw. in den Beispielen sind auf das Gewicht bezogen, wenn nicht anders angegeben.

## Tabelle der Abkürzungen

AA	Acrylsäure
BA	n-Butylacrylat
CGL 139	Benzotriazol UV-Absorber (CIBA Specialty Chemicals Corp; Tarrytown, NJ)
CN131	Monoacrylatoligomer von Sartomer mit einem Tg von 4 °C.
CN135	Monoacrylatoligomer von Sartomer mit einem Tg von 20 °C.
CN137	Monoacrylatoligomer von Sartomer mit einem Tg von 40 °C.

CN964	Urethandiacrylatoligomer von Sartomer, als 33 %ige Lösung in Ethylacetat
EBECRYL CL 1039	Urethanmonoacrylatoligomer (UCB Chemicals; Smyrna, GA)
EtOAc	Ethylacetat
Glasobjektträger	75 Millimeter x 50 Millimeter x 1 Millimeter Corning No. 2947 Mikroobjektträger (Corning Glass Works; Corning, NY)
IOA	Isooctylacrylat
IR-Film	Mehrschichtiger IR reflektierender Film umfasst abwechselnde Schichten von PET (A-Schicht) und co-PMMA (B-Schicht). Diese Schichten sind in 6-schichtigen optischen Wiederholungseinheiten angeordnet: 7A, 1B, 1A, 7B, 1A, 1B mit 96 solchen optischen Wiederholungseinheiten für insgesamt 576 Schichten. Dieser Film reflektiert Licht im infraroten Wellenlängenbereich zwischen etwa 900 und 1300 nm, während er gleichzeitig den Durchgang von Licht im sichtbaren Bereich zwischen 380 und 770 nm zulässt.
IRGACURE 819	Photohärtungsmittel (CIBA)
MA	Methylacrylat
MELAK	Melamin quervernetzter Polyacrylatprimer
PF-Film	Mehrschichtiger optischer Photosensorfilm von 96,5 $\mu\text{m}$ Dicke (3M Co.; St. Paul, MN)
PC	Platten von Polycarbonat von 3 mm Dicke (Bayer-Sheffield Plastics Inc.; Sheffield, MA)
PET	Polyethylenterephthalat

PET-Film	ICI 617, 127 $\mu\text{m}$ dicker PET-Film (Imperial Chemical Industries Films; Hopewell, VA)
PMMA	Platten von Polymethylmethacrylat von 3 mm Dicke
PSA-1	PSA auf Lösungsmittelbasis, hergestellt nach konventionellem radikalischem thermischem Polymerisationsverfahren unter Verwendung der Monomere IOA/MA/AA im Verhältnis 57,5/35/7,5, das als 26 %ige Feststofflösung in Ethylacetat/Toluol verwendet wird.
PSA-2	Ein PSA auf Lösungsmittelbasis, hergestellt nach konventionellem radikalischem thermischem Polymerisationsverfahren unter Verwendung der Monomere IOA/AA im Verhältnis 81/19, das als 19 %ige Feststofflösung in Ethylacetat/Toluol verwendet wird.
RH	Relative Feuchte
T-10 Release Liner	CP-Film T-10 Silikon- Trennbeschichtung auf 51 $\mu\text{m}$ PET-Film (CP Film; Martinsville, VA)
T-30 Release Liner	CP-Film T-30 Silikon- Trennbeschichtung auf 51 $\mu\text{m}$ PET-Film (CP Film; Martinsville, VA)
TINUVIN 123	Lichtstabilisator mit behindertem Amin (CIBA Specialty Chemicals Corp.; Tarrytown, NJ)
Xlinker	Bis-Aziridin Quervernetzer in 5 Gewichts-% Lösung, beschrieben im US- Patent Nr. 5,874,143 Spalte 4, Zeile 49.

## Testverfahren

## Beschleunigter Alterungstest

**[0054]** Beschleunigte Alterungstests wurden unter drei verschiedenen Bedingungen ausgeführt: 90 °C; 60 °C/ 90 % RH und 80 °C/ 90 % RH. Die Alterungstestergebnisse werden durch Sichtkontrolle bestimmt und als „Bestanden“ bezeichnet, wenn die Probe ihre optische Klarheit behält und sich keine anderen Mängel während des Alterungstests gebildet haben, oder als „Nicht bestanden“, wenn Blasen in der Klebstoffbindungsleitung vorhanden sind oder wenn Delaminierung in der Klebstoffbindungsleitung aufgetreten ist.

## Messung der Optischen Eigenschaften

## Lichtdurchlässigkeit und Trübung

**[0055]** Die Lichtdurchlässigkeit und Trübung aller Proben wurden unter Verwendung eines TCS Plus Spektrophotometers von der BYK-Gardner Inc., Silver Springs, MD, gemessen. Trübungs- und Opazitätswerte werden sowohl für Lichtquelle C mit CIE 2° Standard-Observer (C2°) als auch für Lichtquelle A mit CIE 2° Standard-Observer (A2°) angegeben. Einfache Herstellungsdetails werden im Text beschrieben.

## Messung der Opazität

**[0056]** Dieselben Proben, die für die Trübungs- und Lichtdurchlässigkeitsmessungen verwendet wurden, wurden auch für die Opazitätssmessung eingesetzt. Das BYK-Gardner TCS Plus Spektrophotometer wurde für die Opazitätssmessung, bei installiertem Remissionsansatz (25 mm), verwendet, und es wurde die diffuse Reflexion (keine Spiegelreflexion) gemessen.

## 180° Schälhaftung

**[0057]** Dieser Schälhaftungstest ist dem Testverfahren ähnlich, das in ASTM D 3330-90 beschrieben wird. Klebstofflaminate mit Abmessungen von 2,54 cm × 15 cm wurden auf einen IMASS-Rutsch/Schältester (Modell 3M90 oder SP-2000, von Instrumentors Inc., Strongsville, OH, erhältlich) geklebt. Die geklebte Anordnung blieb etwa eine Minute bei Raumtemperatur und wurde dann auf 180° Abschälung/Rutschen mit einer Rate von 0,30 m/min über einen Datenerfassungszeitraum von fünf Sekunden getestet. Es wurden zwei Proben getestet; der angeführte Schälhaftungswert ist ein Durchschnitt der Schälhaftungswerte von den zwei Proben.

## 90° Schälhaftung

**[0058]** Die Schälkraft wurde unter Verwendung eines INSTRON Zugprüfgerätes (von Instron Corp., Canton, MA, erhältlich) bei einem Schälwinkel von 90 Grad und einer Schälrate von 0,30 m/min gemessen.

## Beispiele 1–4

## Herstellung des Klebstoffs

**[0059]** In ein braunes Glasreaktionsgefäß wurden IRGACURE 819 und EtOAc in den Mengen gebracht, die in Tabelle 1 angegeben werden. Nach dem Auflösen wurden die restlichen Komponenten, die in Tabelle 1 angegeben werden, hinzugefügt, und die Mischung wurde gut durchmischt, was eine Klebstoffzusammensetzung mit 30 Gewichts-% acryliertem Oligomer ergab.

Tabelle 1

Beispiel	CN964 (Gramm)	EtOAc (Gramm)	IRGACURE 819 (mg)	PSA-1 (Gramm)	EBECRYL CL 1039 (Gramm)	Xlinker (mg, Gew.-%)
1	1,75	5	172	20	1,733	104 0,1 %
2	1,75	5	172	20	1,733	208 0,2 %
3	1,75	5	172	20	1,733	312 0,3 %
4	1,75	5	172	20	1,733	416 0,4 %

## Herstellung des Laminats

**[0060]** Die Klebstofflösungen, die oben beschrieben werden, wurden auf die mit MELAK grundierte Seite eines IR-Films aufgebracht, bei 70 °C 10 Minuten getrocknet, was ein 37,5 µm dickes trockenes PSA-Band ergab. Proben dieses PSA-Bandes wurden auf Polycarbonatbögen und PMMA-Bögen auflaminiert. Nach 24-stündiger Lagerung wurden diese Laminate (durch den IR-Film hindurch) mit einem Schmelz-UV-Härtungssystem unter den folgenden Bedingungen für eine Gesamt-WA-Dosis (320–390 nm) von etwa 2 J/cm<sup>2</sup> bestrahlt: Schmelzlampe „D“, 300 W/Zoll (ca. 118 W/cm), ca. 7,62 m/min, 2 Durchläufe. Nach der Bestrahlung wurden diese Proben bei Umgebungstemperatur mindestens 24 Stunden gelagert, bevor ein Alterungstest durchgeführt wurde.

## Alterungstest

**[0061]** Die oben hergestellten Laminate von IR-Film/Klebstoff/PC-Bogen und IR-Film/Klebstoff/PMMA-Bogen wurden bei 90 °C und 60 °C/90 % RH unter Verwendung des Testverfahrens getestet, das oben beschrieben wird. Alterungstests, die 1 Woche bei jeder der Testbedingungen durchgeführt wurden, führten für alle Proben der Beispiele 1–4 zu der Bewertung „BESTANDEN“.

## Schälhaftung

**[0062]** Der 180°-Schälhaftungstest wurde unter Verwendung des Testverfahrens, das oben beschrieben wird, an den oben hergestellten Laminaten durchgeführt. Die Ergebnisse werden in Tabelle 2 gezeigt.

Tabelle 2

Beispielklebstoff	Durchschnittliche 180°-Abschälung von gehärtetem IR-Film/Klebstoff/PMMA-Laminat (N/dm)	Durchschnittliche 180°-Abschälung von gehärtetem IR-Film/Klebstoff/PC-Laminat (N/dm)
1	80,8	129,8
2	76,7	87,6
3	79,6	81,8
4	120,6	109,6

Beispiel 5

**[0063]** Die Klebstofflösung, die in Beispiel 1 hergestellt wird, wurde auf die mit MELAK grundierte Seite eines IR-Films aufgebracht, bei 70 °C 10 Minuten getrocknet, was ein 37,5 µm dickes trockenes PSA-Band ergab. Dieses PSA-Band wurde dann W-gehärtet (Schmelzlampe „D“, 300 W/Zoll (ca. 118 W/cm), ca. 7,62 m/min, 2 Durchläufe) und auf PMMA-Bögen unter Verwendung des folgenden Verfahrens thermisch auf laminiert: Bringe sowohl das PSA-Band als auch die PMMA-Bögen für 2 Minuten in einen Ofen von 85 °C und laminiere dann das PSA-Band auf die PMMA-Bögen mit einem Gummiroller von Hand auf. Nach 24 Stunden Lagerung bestanden diese Lamine den 1-Wochen-Alterungstest bei 90 °C und 60 °C/90 % RH.

Beispiele 6–9

## Herstellung des Klebstoffs

**[0064]** Die Komponenten, die in Tabelle 3 gezeigt werden, wurden in ein braunes Glasreaktionsgefäß gebracht, und die sich ergebende Mischung wurde gut durchgemischt.

Tabelle 3

Beispiel	Gew.-% Acrylat-oligomere (%)	CN964 (Gramm)	IRGACURE 819 (mg)	CGL 139 (mg)	PSA-2 (Gramm)	EBECRYL CL 1039 (Gramm)
6	35	2,12	172	160	27,37	2,1
7	40	2,62	172	173	27,37	2,6
8	45	3,22	172	189	27,37	3,2
9	50	3,94	172	208	27,37	3,9

## Herstellung des Laminats

**[0065]** Lamine wurden hergestellt, wie für Beispiel 1–4 beschrieben

## Alterungstest

**[0066]** Die oben hergestellten Lamine von IR-Film/Klebstoff/PC-Bogen und IR-Film/Klebstoff/PMMA-Bogen wurden bei 90 °C und 60 °C/90 % RH unter Verwendung des Testverfahrens getestet, das oben beschrieben wird. Alterungstests, die 42 Tage bei jeder der Testbedingungen durchgeführt wurden, führten für alle Proben

der Beispielklebstoffe 6–9 zu der Bewertung „BESTANDEN“.

#### Beispiele 10–15

##### Herstellung des Klebstoffs

**[0067]** Die Komponenten, die in Tabelle 4 gezeigt werden, wurden in ein braunes Glasreaktionsgefäß gebracht, und die sich ergebende Mischung wurde gut durchgemischt.

Tabelle 4

Beispiel	CN964 (Gramm)	IRGACURE 819 (mg)	CGL 139 (mg) (Gew.-%)	PSA-2 (Gramm)	EBECRYL CL 1039 (Gramm)	TINUVIN 123 (mg)
10	2,63	172	173 2 %	27,37	2,6	0
11	2,63	172	346 4 %	27,37	2,6	0
12	2,63	172	519 6 %	27,37	2,6	0
13	2,63	172	173 2 %	27,37	2,6	430
14	2,63	172	346 4 %	27,37	2,6	430
15	2,63	172	519 6 %	27,37	2,6	430

##### Herstellung des Laminats

**[0068]** Laminate wurden hergestellt, wie für Beispiel 1–4 beschrieben.

#### Alterungstest

**[0069]** Der oben hergestellte IR-Film/Klebstoff/PC-Bogen und IR-Film/Klebstoff/PMMA-Bogen wurde bei 90 °C und 60 °C/90 % RH unter Verwendung des Testverfahrens getestet, das oben beschrieben wird. Alterungstests, die 30 Tage bei jeder der Testbedingungen durchgeführt wurden, führten für alle Proben der Beispiele 10–15 zu der Bewertung „BESTANDEN“.

#### Beispiele 16–21 und Vergleichsbeispiele C1–C3

##### Herstellung des Klebstoffs

**[0070]** Die Komponenten, die in Tabelle 5 gezeigt werden, wurden in ein braunes Glasreaktionsgefäß gebracht, und die sich ergebende Mischung wurde gut durchgemischt.

Tabelle 5

Beispiel	Gew.-% acrylierte Oligomere	CN964 (Gramm)	IRGACURE 819 (mg)	PSA-2 (Gramm)	EBECRYL CL 1039 (Gramm)
C1	0	0	0	27,37	0
C2	10	0,44	172	27,37	0,43
C3	15	0,70	172	27,37	0,69
16	20	0,98	172	27,37	0,98
17	25	1,31	172	27,37	1,3
18	35	2,12	172	27,37	2,1
19	40	2,63	172	27,37	2,6
20	45	3,22	172	27,37	3,2
21	50	3,94	172	27,37	3,9

## Herstellung des Laminats

**[0071]** Laminate wurden hergestellt, wie für Beispiel 1–4 beschrieben.

## Alterungstest

**[0072]** Der oben hergestellte IR-Film/Klebstoff/PC-Bogen und IR-Film/Klebstoff/PMMA-Bogen wurde bei 90 °C und 60 °C/90 % RH unter Verwendung des Testverfahrens getestet, das oben beschrieben wird. Die Ergebnisse werden in den Tabellen 6–8 dargestellt.

Tabelle 6

Beispielklebstoff in IR-Film/Klebstoff/PMMA-Laminat	Alterungstestbedingungen (90 °C für 54 Tage)
C2	nicht bestanden
C3	nicht bestanden
16	bestanden
17	bestanden

Tabelle 7

Beispielklebstoff in IR- Film/Klebstoff/PMMA- Laminat	Alterungstest- bedingungen (90 °C für 34 Tage)	Alterungstest- bedingungen (60 °C/90 % RH für 34 Tage)
C1	nicht bestanden	nicht bestanden
18	bestanden	bestanden
19	bestanden	bestanden
20	bestanden	bestanden
21	bestanden	bestanden

Tabelle 8

Beispielklebstoff in IR-Film/Klebstoff/PC- Laminat	Alterungstest- bedingungen (90 °C für 34 Tage)	Alterungstest- bedingungen (60 °C/90 % RH für 34 Tage)
C1	nicht bestanden	nicht bestanden
18	bestanden	bestanden
19	bestanden	bestanden
20	bestanden	bestanden
21	bestanden	bestanden

Beispiel 22

## Klebstoff

**[0073]** Die Komponenten, die in Tabelle 9 gezeigt werden, wurden in ein braunes Glasreaktionsgefäß gebracht, und die sich ergebende Mischung wurde gut durchgemischt.

Table 9

Beispiel	Gew.-% acrylierte Oligomere	CN964 (Gramm)	IRGACURE 819 (mg)	PSA-2 (Gramm)	EBECRYL CL 1039 (Gramm)
22	30	1,75	172	27,37	1,73

## Optische Messungen

**[0074]** Laminate mit dem Klebstoff, wie oben hergestellt, wurden hergestellt, wie in den Beispielen 1–4 beschrieben, außer dass Glasobjektträger statt PMMA oder PC verwendet wurden. Die optischen Eigenschaften wurden unter Verwendung der Testverfahren gemessen, die oben beschrieben werden. Die Ergebnisse werden in Tabelle 10 gezeigt. Referenzinformationen für Glasobjektträger, IR-Film mit MELAK-Grundierung sind ebenfalls enthalten.

Tabelle 10

Probe	T%	Trübung %	Opazität %
		C2°/A2°	C2°/A2°
Glasobjektträger	92,3	0,5/0,5	0,3/0,3
IR-Film/ MELAK-Grundierung	89,5	0,7/0,7	0,7/0,7
IR-Film/Klebstoffbeispiel 22/Glas, vor UV-Behandlung	86,1	1,1/1,1	0,5/0,5

IR-Film/Klebstoffbeispiel 22/Glas, nach UV-Behandlung	88,68	1,0/1,0	0,5/0,5
*IR-Film/Klebstoffbeispiel 22/Glas, vor UV-Behandlung	93,2	n.z.	n.z.
*IR-Film/Klebstoffbeispiel 22/Glas, nach UV-Behandlung	96,0	n.z.	n.z.

\* Proben wurden unter Verwendung von Glas zum Eichen verwendet, d.h. T % von Glas = 100

#### Laminatherstellung

**[0075]** Laminate aus PF/Klebstoff/PF wurden unter Verwendung des Verfahrens hergestellt, das für die Beispiele 1–4 beschrieben wird, außer dass PF-Substrate an Stelle von IR-Film und PC oder PMMA verwendet wurden.

#### Alterungstest

**[0076]** Der oben hergestellte PF/Klebstoff/PF-Bogen wurde bei 90 °C, 60 °C/90 % RH und 80 °C/90 % RH unter Verwendung des Testverfahrens getestet, das oben beschrieben wird. Alterungstests, die 30 Tage bei jeder der Testbedingungen durchgeführt wurden, führten für das Klebstoffbeispiel 22 zu der Bewertung „BESTANDEN“.

#### Schälhaftung

**[0077]** 90°-Schälhaftungsproben wurden durch Aufbringen des Klebstoffs auf T-30 Release-Liner, Trocknen für 10 Minuten bei 70 °C hergestellt und weiter mit einem weiteren T-10 Release-Liner laminiert, was einen Abzieh-PSA von 114 µm PSA-Dicke ergab. Dieser Abzieh-PSA wurde auf eloxierten Aluminiumfolienverstärkungsfilm auf laminiert und weiter auf einen Glasträger auf laminiert. Der 90°-Schältest wurde unter Verwendung des Testverfahrens, das oben beschrieben wird, durchgeführt. Wenn das Laminat mit einer null Verweilzeit vor der Lichtaktivierung hergestellt wurde, wurde die Schälfestigkeit mit 70,0 N/dm festgestellt. Wenn das Laminat über Nacht vor der Lichtaktivierung ruhen konnte, wurde die Schälfestigkeit mit 105,0 N/dm festgestellt.

#### Beispiele 23–26 und Vergleichsbeispiel C4

#### Herstellung des Klebstoffs

**[0078]** Die Komponenten, die in Tabelle 11 gezeigt werden, wurden in ein braunes Glasreaktionsgefäß gebracht, und die sich ergebende Mischung wurde gut durchgemischt.

Tabelle 11

Beispiel	Gew.-% acrylierte Oligomere	CN964 (Gramm)	IRGACURE 819 (mg)	PSA-2 (Gramm)	CN131 (Gramm)
C4	10	0,44	172	27,37	0,43
23	20	0,98	172	27,37	0,98
24	30	1,75	172	27,37	1,7
25	40	2,62	172	27,37	2,6
26	50	3,94	172	27,37	3,9

## Laminatherstellung

**[0079]** Laminate wurden hergestellt, wie für Beispiel 1–4 beschrieben.

## Alterungstest

**[0080]** Der oben hergestellte IR-Film/Klebstoff/PC-Bogen und der IR-Film/Klebstoff/PMMA-Bogen wurden bei 90 °C, 60 °C/90 % RH und 80 °C/90 % RH unter Verwendung des Testverfahrens getestet, das oben beschrieben wird. Die Ergebnisse werden in den Tabellen 12–13 dargestellt.

Table 12

Beispielklebstoff in IR-Film / Klebstoff / PMMA-Laminat	Alterungstestbedingungen (90 °C für 30 Tage)	Alterungstestbedingungen (60 °C/90 % RH für 30 Tage)	Alterungstestbedingungen (80 °C/90 % RH für 7 Tage)
C4	nicht bestanden	nicht bestanden	nicht bestanden
23	bestanden	bestanden	bestanden
24	bestanden	bestanden	bestanden
25	bestanden	bestanden	bestanden
26	bestanden	bestanden	bestanden

Tabelle 13

Beispielklebstoff in IR-Film / Klebstoff / PC-Laminat	Alterungstest bedingungen (90 °C für 30 Tage)	Alterungstest bedingungen (60 °C/90 % RH für 30 Tage)	Alterungstest bedingungen (80 °C/90 % RH für 7 Tage)
C4	nicht bestanden	nicht bestanden	nicht bestanden
23	bestanden	bestanden	bestanden
24	bestanden	bestanden	bestanden
25	bestanden	bestanden	bestanden
26	bestanden	bestanden	bestanden

## Optische Messungen

**[0081]** Die optischen Eigenschaften der Laminate aus IR-Film/Klebstoff/PC, die oben hergestellt wurden, wurden unter Verwendung der Testverfahren gemessen, wie oben beschrieben. Die Ergebnisse werden in Tabelle 14 gezeigt.

Tabelle 14

Beispiel	Gew.-% acrylierte Oligomere	T%	Trübung % C2°/A2°	Opazität % C2°/A2°
C4	10	97,04	1,4/1,4	1,0/1,0
23	20	97,19	1,4/1,4	1,0/1,0
24	30	95,58	1,6/1,5	1,0/1,0
25	40	91,52	3,7/3,3	1,8/1,7
26	50	87,14	15,5/14,2	3,8/3,6

\* Proben wurden unter Verwendung von PC zum Eichen gemessen, d.h. T % von PC = 100 %.

## Vergleichsbeispiele C5-C9

## Herstellung des Klebstoffs

**[0082]** Die Komponenten, die in Tabelle 15 gezeigt werden, wurden in ein braunes Glasreaktionsgefäß gebracht, und die sich ergebende Mischung wurde gut durchgemischt.

Tabelle 15

Beispiel	Gew.-% acrylierte Oligomere	CN964 (Gramm)	IRGACURE 819 (mg)	PSA-2 (Gramm)	CN135 (Gramm)
C5	10	0,44	172	27,37	0,43
C6	20	0,98	172	27,37	0,98
C7	30	1,75	172	27,37	1,7
C8	40	2,62	172	27,37	2,6
C9	50	3,94	172	27,37	3,9

## Laminatherstellung

**[0083]** Laminate wurden hergestellt, wie für die Beispiele 1–4 beschrieben.

## Alterungstest

**[0084]** Der oben hergestellte IR-Film/Klebstoff/PC-Bogen und der IR-Film/Klebstoff/PMMA-Bogen wurden bei 90 °C, 60 °C/90 % RH und 80 °C/90 % RH unter Verwendung des Testverfahrens getestet, das oben beschrieben wird. Die Ergebnisse werden in den Tabellen 16–17 dargestellt.

Tabelle 16

Beispielklebstoff in IR-Film / Klebstoff / PMMA-Laminat	Alterungstest bedingungen (90 °C für 7 Tage)	Alterungstest bedingungen (60 °C/90 % RH für 7 Tage)	Alterungstest bedingungen (80 °C/90 % RH für 7 Tage)
C5	nicht bestanden	nicht bestanden	nicht bestanden
C6	nicht bestanden	nicht bestanden	nicht bestanden
C7	bestanden	bestanden	nicht bestanden
C8	bestanden	bestanden	nicht bestanden
C9	nicht bestanden	bestanden	nicht bestanden

Tabelle 17

Beispielklebstoff in IR-Film / Klebstoff / PC-Laminat	Alterungstest bedingungen (90 °C für 7 Tage)	Alterungstest bedingungen (60 °C/90 % RH für 7 Tage)	Alterungstest bedingungen (80 °C/90 % RH für 7 Tage)
C5	nicht bestanden	nicht bestanden	nicht bestanden
C6	nicht bestanden	nicht bestanden	nicht bestanden
C7	nicht	nicht	nicht

	bestanden	bestanden	bestanden
C8	nicht bestanden	nicht bestanden	nicht bestanden
C9	nicht bestanden	nicht bestanden	nicht bestanden

## Optische Messungen

**[0085]** Die optischen Eigenschaften der Laminate aus IR-Film/Klebstoff/PMMA, die oben hergestellt wurden, wurden unter Verwendung der Testverfahren gemessen, wie oben beschrieben. Die Ergebnisse werden in Tabelle 18 gezeigt.

Tabelle 18

Beispiel	Gew.-% acrylierte Oligomere	T%	Trübung % C2°/A2°	Opazität % C2°/A2°
C5	10	91,9	5,4/5,2	1,8/1,7
C6	20	88,5	16,2/15,2	2,7/2,6
C7	30	88,9	38,0/36,1	4,1/3,9
C8	40	87,4	45,8/43,3	4,5/4,4
C9	50	78,7	47,8/46,5	5,2/5,0

\* Proben wurden unter Verwendung von PMMA zum Eichen gemessen, d.h. T % von PMMA=100 %.

## Vergleichsbeispiele C10-C14

## Herstellung des Klebstoffs

**[0086]** Die Komponenten, die in Tabelle 19 gezeigt werden, wurden in ein braunes Glasreaktionsgefäß gebracht, und die sich ergebende Mischung wurde gut durchgemischt.

Tabelle 19

Beispiel	Gew.-% Acrylierte Oligomere	CN964 (Gramm)	IRGACURE 819 (mg)	PSA-2 (Gramm)	CN137 (Gramm)
C10	10	0,44	172	27,37	0,43
C11	20	0,98	172	27,37	0,98
C12	30	1,75	172	27,37	1,7
C13	40	2,62	172	27,37	2,6
C14	50	3,94	172	27,37	3,9

## Laminatherstellung

**[0087]** Laminate wurden hergestellt, wie für Beispiel 1–4 beschrieben.

## Alterungstest

**[0088]** Der oben hergestellte IR-Film/Klebstoff/PC-Bogen und der IR-Film/Klebstoff/PMMA-Bogen wurden bei 90 °C, 60 °C/90 % RH und 80 °C/90 % RH unter Verwendung des Testverfahrens getestet, das oben beschrieben wird. Die Ergebnisse werden in den Tabellen 20–21 dargestellt.

Table 20

Beispielklebstoff in IR-Film / Klebstoff / PMMA-Laminat	Alterungstest bedingungen (90 °C für 7 Tage)	Alterungstest bedingungen (60 °C/90 % RH für 7 Tage)	Alterungstest bedingungen (80 °C/90 % RH für 7 Tage)
C10	nicht bestanden	nicht bestanden	nicht bestanden
C11	bestanden	nicht bestanden	nicht bestanden
C12	bestanden	nicht bestanden	nicht bestanden
C13	nicht	nicht	nicht

	bestanden	bestanden	bestanden
C14	nicht bestanden	nicht bestanden	nicht bestanden

Tabelle 21

Beispielklebstoff in IR-Film / Klebstoff / PC-Laminat	Alterungstest bedingungen (90 °C für 7 Tage)	Alterungstest bedingungen (60 °C/90 % RH für 7 Tage)	Alterungstest bedingungen (80 °C/90 % RH für 7 Tage)
C10	nicht bestanden	nicht bestanden	nicht bestanden
C11	nicht bestanden	nicht bestanden	nicht bestanden
C12	nicht bestanden	nicht bestanden	nicht bestanden
C13	nicht bestanden	nicht bestanden	nicht bestanden
C14	nicht bestanden	nicht bestanden	nicht bestanden

## Optische Messungen

**[0089]** Die optischen Eigenschaften der Laminate aus IR-Film/Klebstoff/PMMA, die oben hergestellt wurden, wurden unter Verwendung der Testverfahren gemessen, wie oben beschrieben. Die Ergebnisse werden in Tabelle 22 gezeigt.

Tabelle 22

Beispiel	Gew.-% acrylierte Oligomere	T%	Trübung % C2°/A2°	Opazität % C2°/A2°
C10	10	91,6	10,4/9,7	2,3/2,3
C11	20	90,6	19,1/18,1	2,5/2,4
C12	30	91,5	29,6/28,1	3,0/3,0
C13	40	90,8	41,4/39,4	3,7/3,6
C14	50	88,4	44,3/42,6	4,3/4,3

\* Proben wurden unter Verwendung von PMMA zum Eichen gemessen, d.h. T % von PMMA=100 %.

**[0090]** Es ist eine Reihe von Ausführungsformen der Erfindung beschrieben worden. Trotzdem versteht es sich, dass verschiedene Modifizierungen vorgenommen werden können, ohne vom Geist und vom Geltungsbereich der Erfindung abzuweichen. Dementsprechend liegen andere Ausführungsformen im Geltungsbereich der folgenden Ansprüche.

## Patentansprüche

1. Klebstoffzusammensetzung umfassend:  
ein Acrylatcopolymer;

ein Monoacrylatoligomer;

ein Multiacrylatoligomer mit 2 bis 5 Acrylatfunktionalitäten; und

einen Fotoinitiator, der eine radikalische Polymerisation initiiert;

wobei das Monoacrylatoligomer in einer größeren Menge als die Menge des Multiacrylatoligomers vorliegt und wobei das Monoacrylatoligomer, das Multiacrylatoligomer und der Fotoinitiator, wenn sie mit dem Acrylatcopolymer vermischt sind, einen Haftklebstoff bilden und, wenn sie gehärtet sind, einen gehärteten Klebstoff bilden, der mindestens ein semi-interpenetrierendes Polymerenetzwerk mit einem mittleren Molekulargewicht zwischen den Vernetzungen ( $M_c$ ) von größer als etwa 3000 umfasst, wobei der gehärtete Klebstoff eine Schälfestigkeit von größer als etwa 40 N/dm aufweist.

2. Zusammensetzung nach Anspruch 1, wobei mindestens eines des Monoacrylatoligomers und des Multiacrylatoligomers ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus einem Urethanacrylatoligomer; Polyesteracrylatoligomer; und einem Polyetheracrylatoligomer.

3. Zusammensetzung nach Anspruch 1, ferner umfassend einen Vernetzer, der mit dem Acrylatcopolymer reaktiv ist, wobei der Vernetzer mindestens eines von Bisaziridinen oder multifunktionellen Isocyanaten ist.

4. Zusammensetzung nach Anspruch 1, wobei das Monoacrylatoligomer und das Multiacrylatoligomer in der Zusammensetzung mit mehr als etwa 20 Gew.-% und weniger als etwa 60 Gew.-% des Gesamtgewichts der Zusammensetzung vorliegen.

5. Zusammensetzung nach Anspruch 1, ferner umfassend ein Ultravioletlicht-Absorptionsmittel, und wobei die Klebstoffzusammensetzung, wenn sie aktinisch gehärtet ist, einen gehärteten Klebstoff bildet, der eine beträchtliche optische Klarheit und ein beträchtliches Ultravioletlicht-Absorptionsvermögen aufweist.

6. Zusammensetzung nach Anspruch 5, wobei mindestens eines des Monoacrylatoligomers und des Multiacrylatoligomers ein Urethanacrylatoligomer umfasst.

7. Zusammensetzung nach Anspruch 5, wobei mindestens eines des Monoacrylatoligomers und des Multiacrylatoligomers eine Tg von weniger als etwa 20 °C aufweist.

8. Optische Konstruktion umfassend:

einen optischen Film mit einer Hauptoberfläche;

eine Klebstoffzusammensetzung, die auf mindestens einen Teil der Hauptoberfläche aufgetragen ist, wobei die Klebstoffzusammensetzung

ein Acrylatcopolymer;

ein Monoacrylatoligomer;

ein Multiacrylatoligomer mit 2 bis 5 Acrylatfunktionalitäten; und

einen Fotoinitiator, der eine radikalische Polymerisation initiiert; umfasst,

wobei das Monoacrylatoligomer in einer größeren Menge als die Menge des Multiacrylatoligomers vorliegt und

wobei das Monoacrylatoligomer, das Multiacrylatoligomer und der Fotoinitiator, wenn sie mit dem Acrylatcopolymer vermischt sind, einen Haftklebstoff bilden und, wenn sie gehärtet sind, einen gehärteten Klebstoff bilden, der mindestens ein semiinterpenetrierendes Polymerenetzwerk mit einem mittleren Molekulargewicht zwischen den Vernetzungen ( $M_c$ ) von größer als etwa 3000 umfasst, wobei der gehärtete Klebstoff eine Schälfestigkeit von größer als etwa 40 N/dm aufweist; und

ein Substrat, das an den optischen Film gebunden ist, wobei die Klebstoffzusammensetzung dazwischen gehärtet wird.

9. Konstruktion nach Anspruch 8, wobei der optische Film ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus einem mehrschichtigen optischen Film, Polycarbonat, Polyester, Polyurethan, Polyacrylat, Polyvinylalkohol, Polyethylen, Polyvinylchlorid, Celluloseacetat und Kombinationen davon.

10. Verfahren zur Herstellung einer optischen Konstruktion umfassend

a) Bereitstellen eines optischen Substrats;

b) Aufbringen einer Klebstoffzusammensetzung umfassend

ein Acrylatcopolymer;

ein Monoacrylatoligomer;

ein Multiacrylatoligomer mit 2 bis 5 Acrylatfunktionalitäten; und

einen Fotoinitiator, der eine radikalische Polymerisation initiiert;

wobei das Monoacrylatoligomer in einer größeren Menge als die Menge des Multiacrylatoligomers vorliegt und

wobei das Monoacrylatoligomer, das Multiacrylatoligomer und der Fotoinitiator, wenn sie mit dem Acrylatcopolymer vermischt sind, einen Haftklebstoff bilden und, wenn sie gehärtet sind, einen gehärteten Klebstoff bilden, der mindestens ein semi-interpenetrierendes Polymernetzwerk mit einem mittleren Molekulargewicht zwischen den Vernetzungen ( $M_c$ ) von größer als etwa 3000 umfasst, wobei der gehärtete Klebstoff eine Schälfestigkeit von größer als etwa 40 N/dm aufweist.

auf eine Hauptfläche des optischen Substrats;

c) Positionieren einer Hauptoberfläche eines zweiten Substrats, benachbart an die Hauptoberfläche des optischen Substrats, wobei der Klebstoff sich dazwischen befindet; und

d) aktinisches Härteln des Klebstoffs.

11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei das optische Substrat ein Film ist, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus einem mehrschichtigen optischen Film, Polycarbonat, Polyester, Polyurethan, Polyacrylat, Polyvinylalkohol, Polyethylen, Polyvinylchlorid, Cellulosetriacetat und Kombinationen davon.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen