



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 09 138 T2** 2007.08.16

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 484 756 B1**

(51) Int Cl.⁸: **G11B 7/24** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 09 138.5**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP03/02763**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 744 026.0**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2003/077243**

(86) PCT-Anmeldetag: **10.03.2003**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **18.09.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **08.12.2004**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **18.10.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **16.08.2007**

(30) Unionspriorität:
2002065212 11.03.2002 JP

(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**

(73) Patentinhaber:
**TDK Corp., Tokyo, JP; Mitsubishi Rayon Co., Ltd.,
Tokio/Tokyo, JP**

(72) Erfinder:
**HIRATA, Hideki, Tokyo 103-8272, JP; KOMAKI,
Tsuyoshi, Tokyo 103-8272, JP; USHIDA, Tomoki,
Tokyo 103-8272, JP; FUJIMOTO, Juichi, Higasi-ku,
Nagoya-shi, Aichi 461-8677, JP; HAYAMA, Kouji,
Higashi-ku, Nagoya-shi, Aichi 461-8677, JP**

(74) Vertreter:
TBK-Patent, 80336 München

(54) Bezeichnung: **OPTISCHES INFORMATIONS-MEDIUM**

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 eingelegt, 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

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein optisches Informationsmedium, wie eine optische Read-Only-Scheibe bzw. -Platte und eine beschreibbare optische Scheibe bzw. Platte, weiter im Besonderen auf ein optisches Informationsmedium mit einer Lichttransmissionsschicht, die insbesondere für blaues Licht transparent ist, erhalten durch Härten bzw. Vernetzen einer durch aktive Energiestrahlung härtbaren Zusammensetzung, die fähig ist, eine transparente gehärtete Substanzschicht zu bilden, die in der mechanischen Festigkeit ausgezeichnet ist.

Stand der Technik

[0002] Optische Informationsmedien, wie eine optische Read-Only-Scheibe bzw. -Platte und eine beschreibbare optische Scheibe bzw. Platte werden in jüngster Zeit häufig als informationsspeichernde Medien verwendet, die große Informationsmengen aufzeichnen und aufbewahren, wie Filminformationen. Beispielsweise hat eine Kompaktdiskette bzw. Compact Disc (CD) unter diesen Medien im Allgemeinen eine Struktur, in der eine Reflexionsschicht erzeugt ist aus einem dünnen Metallfilm auf einem transparenten Substrat, hergestellt aus einem Polycarbonat, auf dem feine Furchen bzw. Rillen, geprägte Grubenbahnen, erzeugt worden sind, und eine organische Schutzschicht mit einer Dicke von etwa 5 bis 20 µm wird bereitgestellt für das Vermeiden einer Verschlechterung dieser Reflexionsschicht.

[0003] Andererseits finden in jüngster Zeit häufig für das Vergrößern der Speicherkapazität optische Disketten bzw. Scheiben bzw. Anwendung, erhalten durch Binden von zwei transparenten Substraten, wie beispielsweise beschrieben in der offengelegten japanischen Patentanmeldung (JP-A) Nr. 08-212597, d.h. DVDs (Digital-Video-Diskette oder Digitalvielseitige Diskette).

[0004] Des Weiteren wurden, als optische Diskette vom High-Density-Typ vorgeschlagen, fähig zum Vergrößern der Speicherkapazität, besser als DVD und fähig zum Aufzeichnen einer Filminformation hoher Qualität über einen langen Zeitraum, optische Informationsmedien, beschrieben in JP-A Nr. 08-235638. Diese optische Diskette bzw. Scheibe vom High-Density-Typ ist ein optisches Informationsmedium, erhalten durch Erzeugen einer Aufzeichnungsschicht auf einem transparenten oder lichtundurchlässigen, stützenden Substrat, erzeugt aus Kunststoff, danach Laminieren einer Lichttransmissionsschicht mit einer Dicke von etwa 100 µm auf der aufzeichnenden Schicht, die verwendet wird unter Bestrahlung mit aufzeichnendem Licht und/oder Lesen von Licht über die Lichttransmissionsschicht.

[0005] Bezüglich einer optischen Scheibe vom High-Density-Typ wurde vorgeschlagen eine weitere Erhöhung der Dichte durch Aufzeichnen mit kurzer Wellenlänge unter Verwendung von Laserlicht mit einer Wellenlänge, die kürzer als roter Laser ist, beispielsweise mit einer Wellenlänge von 400 nm, verwendet für das Aufzeichnen und/oder Lesen von konventionellen optischen Informationsmedien, wie CD und DVD, wie beschrieben in JP-A Nr. 11-273147.

[0006] Als Verfahren zum Erzeugen einer Lichttransmissionsschicht werden beispielsweise aufgezählt (1) ein Verfahren des Bindens eines Films aus einem thermoplastischen Material wie Polycarbonat oder einer Glasplatte bzw. Glasscheibe auf einer aufzeichnenden Schicht unter Verwendung eines UV-härtbaren Harzes, (2) ein Verfahren des Aufbringens eines UV-härtbaren Harzes auf einer aufzeichnenden Schicht durch ein Schleuderbeschichtungsverfahren bzw. Spin-Coat-Verfahren, danach Bestrahlen mit UV-Licht, um eine Lichttransmissionsschicht zu erhalten, wie beschrieben in JP-A Nr. 08-235638.

[0007] Wenn ein thermoplastischer transparenter Kunststofffilm verwendet wird in der oben erwähnten Methode zum Erzeugen einer Lichttransmissionsschicht (1), beschrieben in JP-A Nr. 08-235638, besteht ein Problem der Verschlechterung der Kratzfestigkeit, und wenn eine Glasscheibe bzw. Glasplatte angeklebt wird, besteht ein Problem, dass das Gewicht hoch wird und die Handhabbarkeit minderwertig ist, auch wenn die Kratzfestigkeit verbessert ist. Es besteht auch ein Problem darin, dass eine Lichttransmissionsschicht, die hergestellt ist aus Glas, leicht durch einen Stoß von außen zerbricht.

[0008] Als UV-härtbare Harze, verwendbar im oben erwähnten Erzeugungsverfahren (2) für die Lichttransmissionsschicht, werden in der JP-A Nr. 03-131605 UV-härtbare Harze erwähnt. Eine Lichttransmissionsschicht, die unter Verwendung dieses härtbaren Harzes erzeugt wird, besitzt eine Kratzfestigkeit, die besser ist als die eines transparenten Films, hergestellt aus Kunststoff, wie obenstehend beschrieben. Allerdings, da

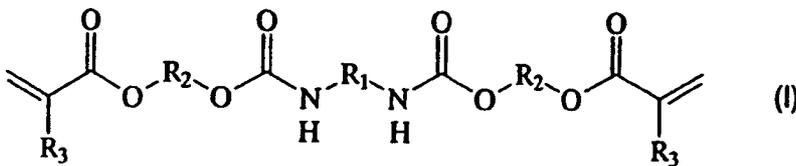
die Durchlässigkeit für Licht mit einer Wellenlänge von etwa 400 nm gering ist, ist ein Aufzeichnen mit kurzer Wellenlänge schwierig, und weil das härtbare Harz eine hohe Volumenschumpfung beim Härten zeigt, ereignet sich eine beträchtliche Schräge auf einer optischen Scheibe, was praktische Probleme mit sich bringt.

Offenbarung der Erfindung

[0009] Die vorliegende Erfindung wurde bewerkstelligt, um die oben erwähnten Probleme im Stand der Technik zu lösen. Das heißt, eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, ein optisches Informationsmedium bereitzustellen, das versehen ist mit einer Lichttransmissionsschicht mit ausgezeichneter Durchlässigkeit bzw. Transparenz und mit einem ausgezeichneten Abnutzungswiderstand bzw. Abriebwiderstand, einer ausgezeichneten, den aufzeichnenden Film schützenden Fähigkeit und einer ausgezeichneten mechanischen Eigenschaft.

[0010] Die Erfinder haben sich intensiv darum bemüht, die oben erwähnten Probleme zu lösen, und haben als Ergebnis gefunden, dass es sehr wirkungsvoll ist, eine gehärtete Substanz mit einem Elastizitätsmodul und einer Lichtdurchlässigkeit in gegebenen Bereichen als Lichttransmissionsschicht zu verwenden, erhalten durch Härten einer durch eine spezielle aktive Energiestrahlung härtbaren Zusammensetzung, und haben somit die vorliegende Erfindung bewerkstelligt.

[0011] Die vorliegende Erfindung ist ein optisches Informationsmedium, umfassend ein tragendes bzw. stützendes Substrat und eine Lichttransmissionsschicht auf der informationsaufzeichnenden Oberfläche, die verwendet wird durch Bestrahlung mit aufzeichnendem Licht und/oder Lesen von Licht über die Lichttransmissionsschicht, wobei die Lichttransmissionsschicht eine gehärtete Substanz aus einer durch aktive Energiestrahlung härtbaren Zusammensetzung ist, die enthält eine Urethan-di(meth)acrylat-Verbindung (A) der folgenden allgemeinen Formel (I) und eine Urethan-di(meth)acrylat-Verbindung (B), anders als die Verbindung (A), und die gehärtete Substanz hat einen Zugelastizitätsmodul von 600 MPa oder mehr und 1300 MPa oder weniger bei 25°C, und eine Lichtdurchlässigkeit von 80 % oder mehr bei einer Wellenlänge von 400 nm:



worin R_1 darstellt einen alicyclischen Diisocyanatrest, R_2 darstellt eine Alkylengruppe oder eine organische Gruppe, die enthält eine Cycloalkylgruppe oder eine Esterbindung, und R_3 darstellt ein Wasserstoffatom oder eine Methylgruppe.

[0012] In der vorliegenden Erfindung ist "(Meth)acrylat" eine allgemeine Bezeichnung von Acrylat und Methacrylat.

Bester Modus für das Ausführen der Erfindung

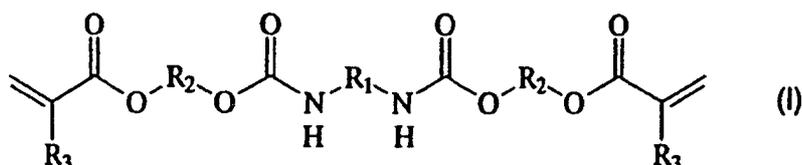
[0013] Das optische Informationsmedium der vorliegenden Erfindung hat eine Struktur, umfassend ein tragendes bzw. stützendes Substrat, eine informationsaufzeichnende Oberfläche auf dem tragenden Substrat, und eine Lichttransmissionsschicht auf der informationsaufzeichnenden Oberfläche, und wird verwendet unter Bestrahlung mit aufzeichnendem Licht und/oder Lesen von Licht durch bzw. über die Lichttransmissionsschicht.

[0014] Als das in der vorliegenden Erfindung verwendete tragende Substrat werden Substrate bevorzugt, bei denen optische Eigenschaften wie Lichtdurchlässigkeit und Doppelbrechung nicht erforderlich sind, und die Informationsgruben oder Führungsnuten bzw. Führungsfurchen korrekt übertragen können und eine ausreichende mechanische Festigkeit besitzen. Beispielsweise können Materialien wie Metall, Glas, Keramik und Kunststoff verwendet werden. Insbesondere sind thermoplastische Harze wie Polymethylmethacrylat, Polycarbonat und amorphes Polyolefin geeignet, weil konventionelle Herstellungsverfahren von optischen Scheiben bzw. Platten für diese Materialien verwendet werden können.

[0015] Das optische Informationsmedium der vorliegenden Erfindung hat eine aufzeichnende Schicht als eine informationsaufzeichnende Oberfläche. Das Material dieser aufzeichnenden Schicht ist nicht besonders eingeschränkt, und Materialien, anwendbar auf ein Medium vom Read-Only-Typ, ein aufzeichnendes Medium

vom Phasenänderungs-Typ, ein aufzeichnendes Medium vom Pit-gebildeten Typ und ein magnetooptisches Aufzeichnungsmedium können, wenn notwendig, verwendet werden. Beispielsweise kann verwendet werden Gold, Silber, Silberlegierung, Aluminium, Aluminiumlegierung, Silber-In-Te-Sb-Legierung, Silber-In-Te-Sb-Ge-Legierung, Ge-Sb-Te-Legierung, Ge-Sn-Sb-Te-Legierung, Sb-Te-Legierung, Tb-Fe-Co-Legierung und Farbstoff. Es ist auch möglich, ein Dielektrikum wie SiN, ZnS und SiO₂ auf mindestens einer Seite einer aufzeichnenden Schicht bereitzustellen in der Absicht des Schützens der aufzeichnenden Schicht und des Erhaltens von optischen Effekten.

[0016] Das optische Informationsmedium der vorliegenden Erfindung hat eine Lichttransmissionsschicht auf einer informationsaufzeichnenden Oberfläche. Diese Lichttransmissionsschicht ist eine gehärtete Substanz aus einer durch aktive Energiestrahlung härtbaren Zusammensetzung, die enthält eine Urethan-di(meth)acrylat-Verbindung (A) der folgenden allgemeinen Formel (I):



worin R₁ darstellt einen alicyclischen Diisocyanatrest, R₂ darstellt eine Alkylengruppe oder eine organische Gruppe, die enthält eine Cycloalkylgruppe oder eine Esterbindung, und R₃ darstellt ein Wasserstoffatom oder Methylgruppe,

und eine Urethan-di(meth)acrylat-Verbindung (B), anders als die Verbindung (A). Diese gehärtete Substanz hat einen Zugelastizitätsmodul von 600 MPa oder mehr und 1300 MPa oder weniger bei 25°C und eine Lichtdurchlässigkeit von 80 % oder mehr bei einer Wellenlänge von 400 nm.

[0017] Die Urethan-di(meth)acrylat-Verbindung (A) der allgemeinen Formel (I) ist eine Komponente für das Vergrößern der Festigkeit einer gehärteten Substanz einer härtbaren Zusammensetzung. Die Urethan-di(meth)acrylat-Verbindung (A) kann beispielsweise synthetisiert werden durch Hinzufügen eines Hydroxygruppe-enthaltenden (Meth)acrylats zu einer alicyclischen Diisocyanatverbindung.

[0018] Beispiele der alicyclischen Diisocyanatverbindung schließen ein Isophorondiisocyanat, Bis(4-isocyanatocyclohexyl)methan, 1,2-hydriertes Xylylendiisocyanat, 1,4-hydriertes Xylylendiisocyanat, hydriertes Tetramethylxylylendiisocyanat und Norbornandiisocyanat. Darunter sind bevorzugt Isophoron-diisocyanat und Bis(4-isocyanatocyclohexyl)methan infolge von ausgezeichneter Festigkeit einer gehärteten Substanz. Diese können verwendet werden einzeln oder in Kombination von zweien oder mehreren.

[0019] Das Hydroxygruppe-enthaltende (Meth)acrylat, das hinzugefügt wird zu einer alicyclischen Diisocyanatverbindung, kann im Einzelnen sein ein Hydroxygruppe-enthaltendes (Meth)acrylat mit einer (Meth)acryloyloxygruppe im Molekül und mindestens einer Hydroxygruppe im Molekül, und ist nicht besonders eingeschränkt. Spezielle Beispiele hiervon schließen ein Hydroxyalkyl(meth)acrylate wie 2-Hydroxyethyl(meth)acrylat, 2-Hydroxypropyl(meth)acrylat, 4-Hydroxybutyl(meth)acrylat, 6-Hydroxyhexyl(meth)acrylat und Cyclohexan-dimethanol-mono(meth)acrylat und Caprolacton-Addukte hiervon. Diese können verwendet werden einzeln oder in Kombination von zweien oder mehreren. Darunter werden 2-Hydroxyethyl(meth)acrylat, 2-Hydroxypropyl(meth)acrylat und 4-Hydroxybutyl(meth)acrylat besonders bevorzugt infolge der geringen Viskosität.

[0020] Ein Verfahren des Hinzufügens eines Hydroxygruppe-enthaltenden (Meth)acrylats zu einer alicyclischen Diisocyanatverbindung ist nicht besonders eingeschränkt, und konventionell bekannte Urethan(meth)acrylat-Synthesemethoden können verwendet werden. Insbesondere kann vorteilhaft sein, dass 2 bis 2,2 Mol eines Hydroxygruppe-enthaltenden (Meth)acrylats und ein bekannte Katalysator wie Dibutylzinn-dilaurat gemischt werden in einem Kolben in einer Katalysatorkonzentration von 100 bis 300 ppm, basierend auf der gesamten Beladungsmenge, und 1 Mol eines Diisocyanats hinzugetropft werden unter Verwendung eines Tropftrichters über einen Zeitraum von 2 bis 6 Stunden unter Beibehaltung der Temperatur des Kolbens bei 40 bis 60°C.

[0021] In der vorliegenden Erfindung beträgt der verwendete Anteil der Komponente (A) vorzugsweise 5 Gew.-Teile oder mehr, basierend auf 100 Gew.-Teilen der Gesamtmenge der Komponenten (A), (B) und (C) für das Vergrößern der mechanischen Festigkeit einer gehärteten Substanz, und vorzugsweise 30 Gew.-Teile oder weniger unter dem Gesichtspunkt einer Schräge bzw. eines Schräglaufs eines optischen Informationsmediums. Des Weiteren ist die Untergrenze insbesondere bevorzugt 10 Gew.-Teile oder mehr, und die Ober-

grenze ist insbesondere bevorzugt 25 Gew.-Teile oder weniger.

[0022] Die Urethan-di(meth)acrylat-Verbindung (B), verwendet in der vorliegenden Erfindung, ist eine Urethan-di(meth)acrylat-Verbindung, anders als die Urethan-di(meth)acrylat-Verbindung (A) der oben erwähnten allgemeinen Formel (I). Diese Komponente (B) ist eine Komponente, die es ermöglicht, dass eine härtbare Zusammensetzung eine geringe Schrumpfung aufweist, und eine Komponente, die gehärtet wird durch Co-Verwendung mit dem Bestandteil (A), um der resultierenden Lichttransmissionsschicht eine Belastbarkeit bzw. Zähigkeit zu vermitteln.

[0023] Als das Urethan-di(meth)acrylat, verwendbar als Bestandteil (B), können erwähnt werden Verbindungen, synthetisiert aus einer Isocyanatverbindung, einem mehrwertigen Alkohol und einem Hydroxygruppe-enthaltenden (Meth)acrylat.

[0024] Beispiele der Isocyanatverbindung, verwendet für das Synthetisieren des Bestandteils (B) schließen ein Diisocyanate wie Hexamethylendiisocyanat, Isophorondiisocyanat, Bis(4-isocyanatocyclohexyl)methan, Bis(4-isocyanatophenyl)methan, Bis(3-Chloro-4-isocyanatophenyl)methan, 2,4-Tolylendiisocyanat, 2,6-Tolylendiisocyanat, Tris(4-isocyanatophenyl)methan, 1,2-Xylylendiisocyanat, 1,4-Xylylendiisocyanat, 1,2-hydriertes Xylylendiisocyanat, 1,4-hydriertes Xylylendiisocyanat, Tetramethylxylylen-diisocyanat, hydriertes Tetramethylxylylen-diisocyanat, Naphthalin-diisocyanat, Hexamethylen-diisocyanat und Norbornan-diisocyanat. Diese können verwendet werden einzeln oder in Kombination von zweien oder mehreren. Darunter werden bevorzugt Diisocyanatverbindungen mit einem alicyclischen Gerüst wie Isophorondiisocyanat, Bis(4-isocyanatocyclohexyl)methan, 1,2-hydriertes Xylylen-diisocyanat, 1,4-hydriertes Xylylendiisocyanat, hydriertes Tetramethylxylylen-diisocyanat und Norbornan-diisocyanat, weil einer Schicht von einer gehärteten Substanz eine ausgezeichnete Belastbarkeit und kaum Vergilbungseigenschaft vermittelt werden.

[0025] Der mehrwertige Alkohol, verwendet für das Synthetisieren des Bestandteils (B) ist nicht besonders eingeschränkt und beispielsweise können zahlreiche mehrwertige Alkohole, die konventionell vermarktet werden, verwendet werden.

[0026] Spezielle Beispiele hiervon schließen ein Polyether-polyole wie Polyethylenglykol, Polypropylenglykol, Polybutylenglykol und 1-Methylbutylenglykol; Alkohole wie Neopentylglykol, Ethylenglykol, Diethylenglykol, Propylenglykol, 1,6-Hexandiol, 1,4-Butandiol, 1,9-Nonandiol, 1,10-Decandiol, 3-Methylpentandiol, 2,4-Diethylpentandiol, Tricyclodecandimethanol, 1,4-Cyclohexandimethanol, 1,2-Cyclohexandimethanol, 1,3-Cyclohexandimethanol, Cyclohexandiol, hydriertes Bisphenol A, Bisphenol A, Trimethylolpropan und Pentaerythritol; Polyether-modifizierte Polyole, erhalten durch Addieren eines Alkylenoxids wie Ethylenoxid, Propylenoxid und Butylenoxid an diese Alkohole; Polyesterpolyole, erhalten durch Reaktion dieser mehrwertigen Alkohole mit mehrbasigen Säuren wie Bernsteinsäure, Phthalsäure, Hexahydrophthalsäure, Terephthalsäure, Adipinsäure, Azelainsäure und Tetrahydrophthalsäure oder Säureanhydride der mehrbasigen Säuren; Polylacton-polyole, erhalten durch Reaktion dieser mehrwertigen Alkohole mit Lactonen wie ϵ -Caprolacton, γ -Butyrolacton, γ -Valerolacton und δ -Valerolacton; Lacton-modifizierte Polyester-polyole, erhalten durch Reaktion dieser mehrwertigen Alkohole und mehrbasigen Säuren mit Lactonen wie ϵ -Caprolacton, γ -Butyrolacton, γ -Valerolacton und δ -Valerolacton; Polycarbonat-diole; Polybutadien-diole. Diese können verwendet werden einzeln oder in Kombination von zweien oder mehreren.

[0027] Der mehrwertige Alkohol hat ein massegemittelttes Molekulargewicht vorzugsweise von 400 oder mehr, unter dem Gesichtspunkt einer geringen Schrumpfung, und vorzugsweise 2000 oder weniger, unter dem Gesichtspunkt einer geringen Viskosität. Besonders bevorzugt werden Polybutylenglykol, Polycaprolactonpolyole, Polyesterpolyole und Polycarbonatdiole infolge einer ausgezeichneten, starken Duktilitätsbalance.

[0028] Das Hydroxygruppe-enthaltende (Meth)acrylat, verwendet für das Synthetisieren der Komponente (B) kann im Einzelnen sein ein Hydroxygruppe-enthaltendes (Meth)acrylat mit einer (Meth)acryloyloxygruppe im Molekül und mindestens einer Hydroxygruppe im Molekül, und ist nicht besonders eingeschränkt. Spezielle Beispiele hiervon schließen ein (Meth)acrylate wie 2-Hydroxyethyl(meth)acrylat, 2-Hydroxypropyl(meth)acrylat, 4-Hydroxybutyl(meth)acrylat, 6-Hydroxyhexyl(meth)acrylat, Cyclohexan-dimethanol-mono(meth)acrylat, Trimethylolpropan-di(meth)acrylat und Pentaerythritol(meth)acrylat und Caprolacton-Addukte hiervon. Diese können verwendet werden einzeln oder in Kombination von zweien oder mehreren. Darunter werden besonders bevorzugt 2-Hydroxyethyl(meth)acrylat, 2-Hydroxypropyl(meth)acrylat und 4-Hydroxybutyl(meth)acrylat, infolge einer geringen Viskosität.

[0029] Ein Verfahren zum Herstellen einer Urethan-di(meth)acrylat-Verbindung (B) ist nicht besonders einge-

schränkt, und konventionell bekannte Urethan(meth)acrylat-Synthesemethoden können verwendet werden. Insbesondere kann es vorteilhaft sein, dass 2 Mol Diisocyanat und einen bekannten Katalysator wie Dibutylzinn-dilaurat in einem Kolben vermischt werden in einer Katalysatorkonzentration von 100 bis 300 ppm, basierend auf der gesamten Beladungsmenge, und 1 Mol einer Diolverbindung hinzugetropft wird unter Verwendung eines Tropftrichters über einem Zeitraum von 2 bis 4 Stunden unter Beibehaltung der Temperatur im Kolben bei 40 bis 60°C. Danach wird eine äquivalente Menge eines Hydroxygruppe-enthaltenden (Meth)acrylats hinzugetropft und durch Reaktion addiert an eine Isocyanatgruppe, verbleibend am Ende des resultierenden Urethan-Vorpolymers bei einer Temperatur im Kolben von 60 bis 75°C.

[0030] Die Urethan-di(meth)acrylat-Verbindung (B) hat ein massegemittelt Molekulargewicht, vorzugsweise von 1000 oder mehr, unter dem Gesichtspunkt einer geringen Schrumpfung einer härtbaren Zusammensetzung, und vorzugsweise 10000 oder weniger für das Verringern der Viskosität einer härtbaren Zusammensetzung und des Vergrößerns einer Aufbringungs-Verarbeitbarkeit. Des Weiteren ist die Untergrenze vorzugsweise 2000 oder mehr, und die Obergrenze ist 7000 oder weniger.

[0031] In der vorliegenden Erfindung ist der verwendete Anteil der Komponente (B) vorzugsweise 30 Gew.-Teile oder mehr, basierend auf 100 Gew.-Teilen der Gesamtmenge der Komponenten (A), (B) und (C) unter dem Gesichtspunkt der geringen Schrumpfung einer härtbaren Zusammensetzung, und vorzugsweise 90 Gew.-Teile oder weniger für das Verringern der Viskosität einer härtbaren Zusammensetzung und des Vergrößerns der Aufbringungs-Verarbeitbarkeit. Des Weiteren ist die Untergrenze insbesondere bevorzugt 40 Gew.-Teile oder mehr, und die Obergrenze ist insbesondere bevorzugt 80 Gew.-Teile oder weniger.

[0032] In der vorliegenden Erfindung ist es auch möglich, eine ethylenisch ungesättigte Verbindung (C), anders als die Verbindungen (A) und (B), weiter einzubringen, zusätzlich zu den Bestandteilen (A) und (B).

[0033] Spezielle Beispiele dieser ethylenisch ungesättigten Verbindung (C) schließen ein mehrwertige (Meth)acrylate wie Trimethylolpropan-tri(meth)acrylat, Tris-ethoxyliertes Methylolpropan-tri(meth)acrylat, Ditrimethylolpropan-tetra(meth)acrylat, Pentaerythritol-tri(meth)acrylat, Pentaerythritol-tetra(meth)acrylat, ethoxyliertes Pentaerythritol-tri(meth)acrylat, ethoxyliertes Pentaerythritol-tetra(meth)acrylat, Dipentaerythritol-penta(meth)acrylat, Dipentaerythritol-hexa(meth)-acrylat, Bis(2-acryloyloxyethyl)hydroxyethyl-isocyanurat, Bis(2-methacryloyloxyethyl)hydroxyethyl-isocyanurat, Tris(2-acryloyloxyethyl)isocyanurat, Tris(2-methacryloyloxyethyl)isocyanurat, Caprolacton-modifiziertes Dipentaerythritol-penta(meth)acrylat, Caprolacton-modifiziertes Dipentaerythritol-hexa(meth)acrylat, Trimethylolpropan-triacrylat, modifiziert mit aliphatischem Kohlenwasserstoff mit 2 bis 5 Kohlenstoffatomen, Dipentaerythritol-penta(meth)acrylat, modifiziert mit aliphatischem Kohlenwasserstoff mit 2 bis 5 Kohlenstoffatomen und Dipentaerythritol-tetra(meth)acrylat, modifiziert mit aliphatischem Kohlenwasserstoff mit 2 bis 5 Kohlenstoffatomen;

Di(methyl)acrylate wie Ethylenglykol-di(meth)acrylat, 1,3-Butylenglykol-di(meth)acrylat, 1,4-Butandiol-di(meth)acrylat, 1,6-Hexandiol-di(meth)acrylat, Nonandiol-di(meth)acrylat, Neopentylglykol-di(meth)acrylat, Methylenpentandiol-di(meth)acrylat, Diethylenpentandiol-di(meth)acrylat, Neopentylglykol-hydroxypivalat-di(meth)acrylat, Tetraethylen-glykol-di(meth)acrylat, Tripropylenglykol-di(meth)acrylat, Polybutylenglykol-di(meth)acrylat, Tricyclododecandimethanol-di(meth)acrylat, Cyclohexandimethanol-di(meth)acrylat, polyethoxyliertes Cyclohexandimethanol-di(meth)acrylat, polypropoxyliertes Cyclohexandimethanol-di(meth)acrylat, polyethoxyliertes Bisphenol-A-di(meth)acrylat, polypropoxyliertes Bisphenol-A-di(meth)acrylat, hydriertes Bisphenol-A-di(meth)acrylat, polyethoxyliertes hydriertes Bisphenol-A-di(meth)acrylat, polypropoxyliertes hydriertes Bisphenol-A-di(meth)acrylat, Bisphenoxyfluoren-ethanol-di(meth)acrylat, Neopentylglykol-modifiziertes Trimethylolpropan-di(meth)acrylat, Di(meth)acrylat eines ϵ -Caprolacton-Addukts ($n + m = 2$ bis 5) von Neopentylglykol-Hydroxypivalat, Di(meth)acrylat eines γ -Butyrolacton-Addukts ($n + m = 2$ bis 5) von Neopentylglykol-hydroxypivalat, Di(meth)acrylat eines Caprolacton-Addukts ($n + m = 2$ bis 5) von Neopentylglykol, Di(meth)acrylat eines Caprolacton-Addukts ($n + m = 2$ bis 5) von Butylenglykol, Di(meth)acrylat eines Caprolacton-Addukts ($n + m = 2$ bis 5) von Cyclohexandimethanol, Di(meth)acrylat eines Caprolacton-Addukts ($n + m = 2$ bis 5) von Dicyclopentandiol, Di(meth)acrylat eines Caprolacton-Addukts ($n + m = 2$ bis 5) von Bisphenol A, Di(meth)acrylat eines Caprolacton-Addukts ($n + m = 2$ bis 5) von hydriertem Bisphenol A und Di(meth)acrylat eines Caprolacton-Addukts ($n + m = 2$ bis 5) von Bisphenol F;

(Meth)acrylate wie 2-Hydroxyethyl(meth)acrylat, 2-Hydroxypropyl(meth)acrylat, 4-Hydroxybutyl(meth)acrylat, Tetrahydrofurfuryl(meth)acrylat, Phenoxyethyl(meth)acrylat, Cyclohexyl(meth)acrylat, Isobornyl(meth)acrylat, Norbornyl(meth)acrylat, 2-(Meth)acryloyloxymethyl-2-methylbicycloheptan, Trimethylolpropan-formal(meth)acrylat, 2-Methyl-2-ethyl-1,3-dioxolanyl(meth)acrylat, Adamantyl(meth)acrylat, Benzyl(meth)acrylat, Phenyl(meth)acrylat, Dicyclopentenyl(meth)acrylat, Dicyclopentanyl(meth)acrylat, Tetracyclododecanyl(meth)acrylat, Cyclohexandimethanol-mono(meth)acrylat, 2-Methoxyethyl(meth)acrylat, 3-Methoxybu-

tyl(meth)acrylat, Methoxytriethylenglykol(meth)acrylat, Butoxyethyl(meth)acrylat und Methoxydipropylenglykol(meth)acrylat;

Vinylethermonomere wie Vinylacetat, Vinylbutyrat, N-Vinylformamid, N-Vinylacetamid, N-Vinyl-2-pyrrolidon, N-Vinylcaprolactam und Divinyladipat; Vinylether, wie Ethylvinylether und Phenylvinylether;

Acrylamide, wie Acrylamid, N,N-Dimethylacrylamid, N,N-Dimethylmethacrylamid, N-Methylolacrylamid, N-Methoxymethylacrylamid, N-Butoxymethylacrylamid, N-t-butylacrylamid, Acryloylmorpholin, Hydroxyethylacrylamid und Methylbisacrylamid;

Polyester-poly(meth)acrylate, erhalten durch Reaktion von mehrbasiger Säure wie Phthalsäure, Bernsteinsäure, Hexahydrophthalsäure, Tetrahydrophthalsäure, Terephthalsäure, Azelainsäure und Adipinsäure, einem mehrwertigen Alkohol wie Ethylenglykol, Hexandiol, Polyethylenglykol und Polytetramethylenglykol und (Meth)acrylsäure oder dessen Derivat;

Epoxy(meth)acrylate, erhalten durch Reagieren von (Meth)acrylsäure oder dessen Derivat mit Epoxyharz vom Bisphenol-Typ, erhalten durch Kondensationsreaktion von Bisphenolen wie Bisphenol A, Bisphenol F, Bisphenol S und Tetrabrom-Bisphenol A mit Epichlorhydrin.

[0034] Diese können verwendet werden einzeln oder in Kombination von zweien oder mehreren. Darunter sind Verbindungen mit einer cyclischen Struktur im Molekül infolge von ausgezeichneter Wasserfestigkeit bevorzugt. Spezielle Beispiele dieser bevorzugten Verbindungen schließen ein Tricyclodecan-dimethanol-di(meth)acrylat, polyethoxyliertes Bisphenol-A-di(meth)acrylat, polypropoxyliertes Bisphenol-A-di(meth)acrylat, polyethoxyliertes hydriertes Bisphenol-A-di(meth)acrylat, polypropoxyliertes hydriertes Bisphenol-A-di(meth)acrylat, polyethoxyliertes Cyclohexan-dimethanol-di(meth)acrylat, polypropoxyliertes Cyclohexan-dimethanol-di(meth)acrylat, Bis(2-acryloyloxyethyl)hydroxyethyl-isocyanurat, Tris(2-acryloyloxyethyl)isocyanurat, Tetrahydrofuryl(meth)acrylat, Phenoxyethyl(meth)acrylat, Cyclohexyl(meth)acrylat, Isobornyl(meth)acrylat, Norbornyl(meth)acrylat, 2-(Meth)acryloyloxymethyl-2-methylbicycloheptan, Trimethylolpropan-formal(meth)acrylat, 2-Methyl-2-ethyl-1,3-dioxolanyl(meth)acrylat, Adamantyl(meth)acrylat, Benzyl(meth)acrylat, Phenyl(meth)acrylat, Dicyclopentenyl(meth)acrylat, Dicyclopentanyl(meth)acrylat und Tetracyclododecanyl(meth)acrylat.

[0035] In der vorliegenden Erfindung ist der verwendete Anteil der Komponente (C) vorzugsweise 5 Gew.-Teile oder mehr, basierend auf 100 Gew.-Teilen der Gesamtmenge der Komponenten (A), (B) und (C), weil dann die Viskosität der resultierenden Zusammensetzung gering ist und die Verarbeitbarkeit des Aufbringens auf eine optische Scheibe ausgezeichnet ist, und vorzugsweise 40 Gew.-Teile oder weniger, infolge von geringer Schrumpfung beim Härten einer Zusammensetzung. Des Weiteren ist die Untergrenze insbesondere bevorzugt 10 Gew.-Teile oder mehr, und die Obergrenze ist insbesondere bevorzugt 35 Gew.-Teile oder weniger.

[0036] In der vorliegenden Erfindung kann ein Photopolymerisationsinitiator (D) weiter enthalten sein in einer härtbaren Zusammensetzung, um eine gehärtete Substanz in effizienter Weise durch ein UV-härtendes Verfahren zu erhalten.

[0037] Spezielle Beispiele des Photopolymerisationsinitiators (D) schließen ein Benzophenon, 4,4-Bis(diethylamino)benzophenon, 2,4,6-Trimethylbenzophenon, Methylorthobenzoylbenzoat, 4-Phenylbenzophenon, t-Butylanthrachinon, 2-Ethylanthrachinon, Diethoxyacetophenon, 2-Hydroxy-2-methyl-1-phenylpropan-1-on, Benzylidimethylketal, 1-Hydroxycyclohexyl-phenylketon, Benzoinmethylether, Benzoinethylether, Benzoylisopropylether, Benzoinisobutylether, 2-Methyl-[4-(methylthio)phenyl]-2-morpholino-1-propan, 2-Benzyl-2-dimethylamino-1-(4-morpholinophenyl)-butanon-1, Diethylthioxanton, Isopropylthioxanton, 2,4,6-Trimethylbenzoyldiphenylphosphinoxid, Bis(2,6-dimethoxybenzoyl)-2,4,4-trimethylpentylphosphinoxid, Bis(2,4,6-trimethylbenzoyl)-phenylphosphinoxid und Methylbenzoylformat.

[0038] Wenn beispielsweise die Wellenlänge des Laser, verwendet für das Lesen eines optischen Informationsmediums, im Bereich von 380 bis 800 nm ist, werden die Art und die verwendete Menge eines Photopolymerisationsinitiators in geeigneter Weise gewählt, so dass das Laserlicht, notwendig für das Lesen, in ausreichendem Maße durchdringt durch eine gehärtete Substanzschicht (Lichttransmissionsschicht). Es ist insbesondere bevorzugt, einen gegenüber einer kurzen Wellenlänge empfindlichen Photopolymerisationsinitiator zu verwenden, so dass die resultierende gehärtete Substanzschicht blaues Laserlicht nicht absorbiert.

[0039] Spezielle Beispiele dieses gegenüber einer kurzen Wellenlänge empfindlichen Photopolymerisationsinitiators schließen ein Benzophenon, 2,4,6-Trimethylbenzophenon, Methylorthobenzoylbenzoat, 4-Phenylbenzophenon, Diethoxyacetophenon, 2-Hydroxy-2-methyl-1-phenylpropan-1-on, Benzylidimethylketal, 1-Hydroxycyclohexylphenylketon, Benzoinmethylether, Benzoinethylether, Benzoinisopropylether, Benzoinisobutylether und Methylbenzoylformat. Darunter sind Benzophenon, Diethoxyacetophenon, 2-Hydroxy-2-me-

thyl-1-phenylpropan-1-on, 1-Hydroxycyclohexyl-phenylketon und Methylbenzoylformat bevorzugt unter dem Gesichtspunkt, dass einer gehärteten Substanz kaum eine Vergilbungseigenschaft vermittelt wird.

[0040] Diese Photopolymerisationsinitiatoren können verwendet werden einzeln oder in Kombination von zweien oder mehreren.

[0041] In der vorliegenden Erfindung ist die verwendete Menge des Fotopolymerisationsinitiators (D) nicht besonders eingeschränkt und vorzugsweise 0,001 Gew.-Teile oder mehr, basierend auf 100 Gew.-Teilen der Gesamtmenge der Komponenten (A), (B) und (C), unter dem Gesichtspunkt der härtenden Eigenschaft, und vorzugsweise 5 Gew.-Teile oder weniger unter dem Gesichtspunkt einer bei einem tiefen Teil härtenden Eigenschaft, und einer kaum vergilbenden Eigenschaft. Darüber hinaus ist die Untergrenze insbesondere bevorzugt 0,01 Gew.-Teile oder mehr, und die Obergrenze ist insbesondere bevorzugt 3 Gew.-Teile oder weniger.

[0042] In der härtbaren Zusammensetzung, die in der vorliegenden Erfindung verwendet wird, können bekannte Additive, wie thermoplastisches Polymer, Gleitstoffe, Nivellierungsstoffe, Antioxidantien, Lichtstabilisatoren, UV-Absorber, Polymerisationsinhibitoren, Silan-Kupplungsstoffe, anorganische Füllstoffe, organische Füllstoffe und anorganische Füllstoffe, die einer Oberflächen-organisierenden Behandlung unterzogen wurden, in geeigneter Weise beigemischt werden, falls notwendig, in einer Menge, die die Leistung nicht beeinträchtigt.

[0043] Unter diesen Additiven wird bevorzugt, ein Antioxidans und einen Lichtstabilisator zu verwenden, um das Vergilben einer gehärteten Substanz zu vermeiden, die über einen langen Zeitraum verwendet werden soll, und um nicht eine Störung beim Lesen oder Schreiben eines optischen Informationsmediums durch blauen Laser zu verursachen.

[0044] Spezielle Beispiele dieses Antioxidationsmittels und des Lichtstabilisators schließen ein kommerziell erhältliche, zahlreiche Verbindungen, wie SUMILIZER BHT, SUMILIZER S, SUMILIZER BP-76, SUMILIZER MDP-S, SUMILIZER GM, SUMILIZER BBM-S, SUMILIZER WX-R, SUMILIZER NW, SUMILIZER BP-179, SUMILIZER BP-101, SUMILIZER GA-80, SUMILIZER TNP, SUMILIZER TPP-R und SUMILIZER P-16, hergestellt von Sumitomo Chemical Co., Ltd., ADEKASTAB AO-20, ADEKASTAB AO-30, ADEKASTAB AO-40, ADEKASTAB AO-50, ADEKASTAB AO-60, ADEKASTAB AO-70, ADEKASTAB AO-80, ADEKASTAB AO-330, ADEKASTAB PEP-4C, ADEKASTAB PEP-8, ADEKASTAB PEP-24G, ADEKASTAB PEP-36, ADEKASTAB HP-10, ADEKASTAB 2112, ADEKASTAB260, ADEKASTAB 522A, ADEKASTAB 329K, ADEKASTAB 1500, ADEKASTAB C, ADEKASTAB 135A und ADEKASTAB 3010, hergestellt von Asahi Denka Kogyo K.K., CHINUBIN 770, CHINUBIN 765, CHINUBIN 144, CHINUBIN 622, CHINUBIN 111, CHINUBIN 123 und CHINUBIN 292, hergestellt von Chiba Specialty Chemicals K.K., FANCRYL FA-711M, FA-712HM, hergestellt von Hitachi Chemical Co., Ltd. (alles Handelsnamen). Die addierte Menge eines Antioxidationsmittels und eines Lichtstabilisators ist nicht besonders eingeschränkt, und ist vorzugsweise im Bereich von 0,001 bis 2 Gew.-Teilen, weiter bevorzugt im Bereich von 0,01 bis 1 Gew.-Teil, basierend auf 100 Gew.-Teilen der Gesamtmenge der Komponenten (A), (B) und (C).

[0045] Hinsichtlich der Viskosität einer härtbaren Zusammensetzung, verwendet in der vorliegenden Erfindung, ist die Viskosität einer Zusammensetzung bei 25°C vorzugsweise 1000 mPa·s oder mehr für das Erhalten einer Filmdicke von 100 µm durch Schleuderbeschichten in einer kurzen Zeitspanne, und vorzugsweise 10000 mPa·s oder weniger unter dem Gesichtspunkt eines leichten Flüssigkeitstransports. Des Weiteren ist die Untergrenze 2000 mPa·s oder mehr, und die Obergrenze ist 8000 mPa·s oder weniger.

[0046] Wenn diese Viskosität 1000 mPa·s oder mehr ist, ist es einfach, eine einheitliche Filmdicke von etwa 100 µm zu erzeugen durch einmaliges Aufbringen, und es ist nicht notwendig, in wiederholter Weise zweimal oder dreimal aufzutragen, was zu einem Anstieg der Produktivität führt. Wenn die Viskosität 10000 mPa·s oder weniger ist, nimmt die Filtration einer Zusammensetzung keine längere Zeit in Anspruch, es ist nicht notwendig, die Überschreitungs-Rotationszeitspanne für das Erzeugen einer einheitlichen Filmdicke von etwa 100 µm durch Schleuderbeschichten zu verlängern, und es ist nicht notwendig, die überschreitende Umdrehung für das Verkürzen der überschreitenden Zeitspanne bemerkenswert anzuheben, daher ereignen sich Defekte, wie eine unregelmäßige Aufbringung nicht in einfacher Weise, und die Produktivität wird erhöht.

[0047] Ein Verfahren zum Erzeugen einer Lichttransmissionsschicht unter Verwendung einer härtbaren Zusammensetzung ist nicht besonders eingeschränkt, und ein Verfahren des Aufbringens gemäß einem Schleuderbeschichtungsverfahren, das von ausgezeichneter Produktivität ist, wird bevorzugt.

[0048] Das optische Informationsmedium der vorliegenden Erfindung hat als eine Lichttransmissionsschicht eine gehärtete Substanz, erhalten durch Härten der oben beschriebenen, durch aktive Energiestrahlung härtbaren Zusammensetzung, bis der Elastizitätsmodul bei 25°C 600 MPa oder mehr ist. Wenn dieser Elastizitätsmodul unterhalb von 600 MPa ist, neigt die Lichttransmissionsschicht dazu, in der Kratzfestigkeit schlechter zu werden, und bei Verkratzung verursacht dieser Kratzer einen Fehler des Lesens/Aufzeichnens durch Laserlicht. Des Weiteren hat in der vorliegenden Erfindung diese Lichttransmissionsschicht einen Elastizitätsmodul von 1300 MPa oder weniger, Wenn dieser Elastizitätsmodul erhöht wird auf einen hohen Wert oberhalb von 1300 MPa für das Vergrößern von Kratzfestigkeit, neigt die härtende Schrumpfung dazu, anzusteigen, und eine Schräge bzw. ein Schräglauf des resultierenden optischen Informationsmediums wird in einfacher Weise erhöht, und wenn diese Schräge bzw. dieser Schräglauf groß ist, ereignet sich ein Fehler des Aufzeichnens/Lesens durch Laserlicht.

[0049] Eine gehärtete Substanz, die diese Lichttransmissionsschicht bildet, hat eine Zugfestigkeit von vorzugsweise 20 MPa oder mehr, unter dem Gesichtspunkt des Aufbewahrens von Stabilität. Wenn die Zugfestigkeit 20 MPa oder mehr ist, wird, wenn eine Belastung angewandt wird, eine plastische Deformation nicht in einfacher Weise erzeugt, und mechanische Eigenschaften wie der Winkel der Schiefelage bzw. Neigung verschlechtern sich nicht in einfacher Weise. Des Weiteren beträgt diese Zugfestigkeit insbesondere bevorzugt 30 MPa oder mehr.

[0050] Für das Härten einer härtbaren Zusammensetzung ist es vorteilhaft, dass Lichtenergiebestrahlung durchgeführt wird, beispielsweise, eine härtbare Zusammensetzung bestrahlt wird mit einer aktiven Energiestrahlung wie α -, β - und γ -Strahlen durch ein bekanntes Verfahren. Insbesondere wird Ultraviolettstrahlung vorzugsweise verwendet. Als Erzeugungsquelle für Ultraviolettstrahlung werden UV-Lampen im Allgemeinen vorzugsweise verwendet unter praktischen und ökonomischen Gesichtspunkten. Spezielle Beispiele von Ultraviolettlampen schließen ein eine chemische Lampe, eine Niederdruckquecksilberlampe, eine Hochdruckquecksilberlampe, eine Superhochdruckquecksilberlampe, Xenonlampe, Metallhalogenidlampe und Mikrowellenlampe. Die Atmosphäre für die Lichtenergiebestrahlung kann Luft sein, oder ein Inertgas wie Stickstoff und Argon. für das Härten einer härtbaren Zusammensetzung, bis der Elastizitätsmodul bei 25°C 600 MPa oder mehr erreicht, ist es bevorzugt, das Härten bei einem Reaktionsverhältnis von 91 % oder mehr durchzuführen. Weiter bevorzugt ist das Reaktionsverhältnis 95 % oder mehr. Das Reaktionsverhältnis kann gemessen werden durch eine bekannte Einrichtung wie Gelfraktionsmessung und Infrarotspektroskopie.

[0051] Die Dicke einer Lichttransmissionsschicht ist vorzugsweise 30 μm oder mehr für das Unterdrücken eines optischen Einflusses durch Anhaften von Staub auf der Oberfläche der Schicht. Für das Unterdrücken der Schräge bzw. des Schräglaufs durch Schrumpfung einer härtbaren Zusammensetzung, ist sie vorzugsweise 300 μm oder weniger.

[0052] In der Lichttransmissionsschicht ereignet sich ein Einfall von aufzeichnendem Licht und/oder lesendem Licht, und Laserlicht wird gewöhnlich als dieses Licht verwendet. Die Wellenlänge des Laserlichts ist nicht besonders eingeschränkt und wird vorzugsweise in einem Bereich von 300 bis 800 nm gewählt. Unter dem Gesichtspunkt der aufzeichnenden Dichte wird bevorzugt, dass die Wellenlänge so kurz wie möglich ist, und wenn Licht in einem UV-Bereich verwendet wird, neigt die Lichttransmissionsschicht dazu, durch Vergilben zu verschlechtern. Unter dem Gesichtspunkt der Balance der aufzeichnenden Dichte und der Dauerhaftigkeit einer Lichttransmissionsschicht wird bevorzugt, Laserlicht um 400 nm als aufzeichnendes Licht und/oder lesendes Licht zu verwenden.

[0053] Es ist erforderlich für eine Lichttransmissionsschicht, dass sie transparent ist gegenüber dem oben erwähnten Laserlicht, und beispielsweise ist die Transmittanz bzw. Durchlässigkeit gegenüber Licht mit einer Wellenlänge von 400 nm vorzugsweise 80 % oder mehr für das Unterdrücken eines Fehlers beim Aufzeichnen und/oder Lesen, und weiter bevorzugt 85 % oder mehr.

[0054] Das optische Informationsmedium der vorliegenden Erfindung wird vorzugsweise verwendet in einem optischen Aufzeichnungs- und Lesesystem, in dem aufzeichnende und lesende Wellenlängen oder die lesende Wellenlänge λ und die numerische Apertur NA einer Objektivlinse für das Aufzeichnen und Lesen eine Beziehung zeigt $\lambda/NA \leq 680$. Diese Beziehung von Wellenlänge λ und numerischer Apertur NA ist insbesondere bevorzugt $\lambda/NA \leq 580$.

[0055] Das optische Informationsmedium der vorliegenden Erfindung hat einen Neigungswinkel von vorzugsweise innerhalb $\pm 0,35^\circ$, weiter bevorzugt innerhalb von $\pm 0,3^\circ$.

[0056] Die vorliegende Erfindung wird nachstehend unter Verwendung von Beispielen ausführlich beschrieben.

[Synthesebeispiel 1] [Herstellung von Urethandiacrylat (UA1: Komponente A)]

(1) In einen Dreihalskolben mit einem Volumen von 5 l, versehen mit einem Rührer, einem Temperaturregler, einem Thermometer und einem Kühler, wurden 1110 g Isophorondiisocyanat und 0,34 g Dibutylzinn-Dilaurat gegeben, und der Kolben wurde in einem Wasserbad erwärmt, bis die Innentemperatur 70°C erreichte.

(2) 1172 g 2-Hydroxyethylacrylat und 1,1 g Hydrochinonmonomethylether wurden einheitlich vermischt und aufgelöst, und die resultierende Flüssigkeit wurde in einen Tropftrichter gegeben, versehen mit einem seitlichen Rohr, und diese Flüssigkeit im Tropftrichter wurde zugetropft bei einem konstanten Zutropfen über 6 Stunden, unter Rühren des Inhalts im Kolben, hergestellt in der oben erwähnten Prozedur (1), und Beibehalten der Temperatur im Kolben bei 65 bis 75°C, und der Inhalt wurde gerührt und zur Reaktion gebracht bei der gleichen Temperatur für 6 Stunden, um Urethandiacrylat herzustellen. Bei Beendigung der Reaktion wurde bestätigt, dass das verbleibende Isocyanat-Äquivalent weniger als 1 % war, um ein Urethan-diacrylat (UA1) zu erhalten.

[Synthesebeispiel 2] [Herstellung von Urethandiacrylat (UA2: Komponente A)]

(1) In den gleichen Kolben, verwendet in Synthesebeispiel 1, wurden 1324 g Bis(4-isocyanatocyclohexyl)methan und 0,37 g Dibutylzinn-dilaurat gegeben, und in einem Wasserbad erwärmt, bis die Innentemperatur 70°C erreichte.

(2) 1172 g 2-Hydroxyethylacrylat und 1,2 g Hydrochinon-monomethylether wurden einheitlich gemischt und aufgelöst, und die resultierende Flüssigkeit wurde in einen Tropftrichter gegeben, versehen mit einem seitlichen Rohr, und diese Flüssigkeit im Tropftrichter wurde zugetropft bei konstantem Zutropfen für 6 Stunden, unter Rühren des Inhalts im Kolben, hergestellt in der oben erwähnten Prozedur (1), und Beibehalten der Temperatur im Kolben bei 65 bis 75°C, und der Inhalt wurde gerührt und zur Reaktion gebracht bei der gleichen Temperatur für 6 Stunden, um ein Urethandiacrylat herzustellen. Bei Beendigung der Reaktion wurde bestätigt, dass das verbleibende Isocyanat-Äquivalent weniger als 1 % war, um ein Urethandiacrylat (UA2) zu erhalten.

[Synthesebeispiel 3] [Herstellung von Urethandiacrylat (UA3: Komponente B)]

(1) In den gleichen Kolben, wie verwendet in Synthesebeispiel 1, wurden 1324 g Bis(4-isocyanatocyclohexyl)methan und 0,5 g Dibutylzinn-dilaurat gegeben, und erwärmt in einem Wasserbad, bis die Innentemperatur 40°C erreichte.

(2) 1325 g Polycaprolactondiol (hergestellt von Daicel Chemical Industries Ltd., Handelsname: PLACCEL 205, mittleres Molekulargewicht: 530) wurden gegeben in einen Tropftrichter, versehen mit einem seitlichen Rohr, die Flüssigkeit in diesem Tropftrichter wurde zugetropft bei konstantem Zutropfen für 4 Stunden, unter Rühren des Inhalts im Kolben, hergestellt in der oben erwähnten Prozedur (1), und Beibehalten der Temperatur im Kolben bei 35 bis 45°C, und der Inhalt wurde gerührt und zur Reaktion gebracht für 2 Stunden bei der gleichen Temperatur.

(3) Als Nächstes wurde die Temperatur des Kolbeninhalts angehoben auf 50°C, der Inhalt wurde 1 Stunde lang bei der gleichen Temperatur gerührt, und 580 g 2-Hydroxyethylacrylat und 1,6 g Hydrochinon-monomethylether wurden in einheitlicher Weise gemischt und aufgelöst in einem weiteren Tropftrichter, und die resultierende Flüssigkeit wurde zugetropft bei konstantem Zutropfen für 2 Stunden unter Beibehalten der Temperatur im Kolben bei 55 bis 65°C. Danach wurde der Inhalt des Kolbens 4 Stunden lang zur Reaktion gebracht bei Beibehalten der Temperatur im Kolben bei 70 bis 80°C, um ein Urethandiacrylat herzustellen. Bei Beendigung der Reaktion wurde bestätigt, dass das verbleibende Isocyanat-Äquivalent weniger als 1 % war, um ein Urethandiacrylat (UA3) zu erhalten. Das massegemittelte Molekulargewicht dieses Urethandiacrylats (UA3) wurde gemessen mit Bezug auf Standard-Polystyrol unter Verwendung von Gelpermationschromatographie (nachstehend abgekürzt als "GPC"), um einen Wert von 4100 festzustellen.

[Synthesebeispiel 4] [Herstellung von Urethandiacrylat (UA4: Komponente B)]

(1) In den gleichen Kolben, wie in Synthesebeispiel 1 verwendet, wurden gegeben 1110 g Isophorondiisocyanat und 0,6 g Dibutylzinn-dilaurat, und in einem Wasserbad erwärmt, bis die Innentemperatur 70°C erreichte.

(2) 2505 g Polycarbonatdiol (hergestellt von Asahi Chemical Industry Co., Ltd., Handelsname: CX-4710,

durchschnittliches Molekulargewicht: 1002) wurden gegeben in einen Tropftrichter, versehen mit einem seitlichen Rohr, die Flüssigkeit in diesem Tropftrichter wurde zugetropft bei konstantem Zutropfen für 4 Stunden, unter Rühren des Inhalts des Kolbens, hergestellt in der oben erwähnten Prozedur (1), und Beibehalten der Temperatur im Kolben bei 65 bis 75°C, und der Inhalt wurde gerührt und zur Reaktion gebracht für 2 Stunden bei der gleichen Temperatur.

(3) Als Nächstes wurde die Temperatur des Kolbeninhalts erhöht auf 60°C, und 580 G 2-Hydroxyethylacrylat und 2,1 g Hydrochinonmonomethylether wurden einheitlich vermischt und aufgelöst in einem weiteren Tropftrichter, und die resultierende Flüssigkeit wurde zugetropft bei konstantem Zutropfen für 2 Stunden, unter Beibehalten der Temperatur im Kolben bei 55 bis 65°C. Danach wurde der Kolbeninhalt 4 Stunden lang zur Reaktion gebracht unter Beibehalten der Temperatur des Inhalts im Kolben bei 75 bis 85°C, um ein Urethandiacrylat herzustellen. Bei Beendigung der Reaktion wurde bestätigt, dass das verbleibende Isocyanat-Äquivalent weniger als 1 % war, um ein Urethandiacrylat (UA4) zu erhalten. Das massegemittelte Molekulargewicht dieses Urethandiacrylats (UA4) wurde gemessen bezüglich von Standard-Polystyrol unter Verwendung von GPC, um einen Wert von 7000 festzustellen.

[0057] In den folgenden Beispielen wird ein optisches Informationsmedium mit einer Lichttransmissionsschicht hergestellt unter Verwendung jeder Verbindung, erhalten in Synthesebeispielen 1 bis 4. In der folgenden Beschreibung sind "Teile" gewichtsbezogen.

[Beispiel 1]

(1) Herstellung einer durch aktive Energiestrahlung härtbaren Zusammensetzung

[0058] 15 Teile des Urethandiacrylats (UA1), erhalten in Synthesebeispiel 1 als Komponente (A), 50 Teile des Urethandiacrylats (UA3), erhalten in Synthesebeispiel 3 als Komponente (B), 10 Teile Tris(2-acryloyloxyethyl)isocyanurat und 25 Teile Tetrahydrofurfurylacrylat und 3 Teile 1-Hydroxycyclohexylphenylketon als Komponente (D) wurden gemischt und aufgelöst, um eine durch aktive Energiestrahlung härtbare Zusammensetzung zu erhalten. Diese Zusammensetzung war farblos und transparent, und enthielt einen viskosen, flüssigen Zustand mit einer Viskosität bei Raumtemperatur (25°C) von etwa 3000 mPa·s.

(2) Herstellung und Bewertung des optischen Informationsmediums

[0059] Ein Polycarbonatharz wurde spritzgeformt, um eine transparente, scheibenförmige Polycarbonat-Basisplatte zu erhalten (Durchmesser 12 cm, Scheibendicke 1,1 mm) mit einem Loch von einem Durchmesser von 15 mm im Zentrum, die Informationen trug. Auf dieser Basisplatte wurde Aluminium gesputtert, um eine Filmdicke von 50 nm zu ergeben, und um einen spiegelnden Oberflächen-Aluminium-Reflexionsfilm zu ergeben. Danach wurde auf diesem Aluminium-Reflexionsfilm die zuvor hergestellte härtbare Zusammensetzung aufgebracht unter Verwendung eines Schleuderbeschichters, um eine mittlere Filmdicke von 100 µm zu ergeben. Dieser aufgebrauchte Film wurde gehärtet durch eine Hochdruckquecksilberdampfampe (120 w/cm²) mit einer Lampenhöhe von 10 cm bei einer Energiemenge einer akkumulierten Lichtmenge von 1000 mJ/cm², um ein optisches Informationsmedium mit einer gehärteten Substanzschicht (Lichttransmissionsschicht) zu erhalten.

[0060] Bei dem resultierenden optischen Informationsmedium wurde der Neigungswinkel bei jeder Position berechnet, basierend auf einem bewegten Betrag einer vorigen Messungsposition, und einer Positionsdifferenz von der Standardoberfläche, bei 8 Positionen (5 mm Intervall) entlang einer radialen Richtung von einem Radius von 23 mm bis 58 mm, unter Verwendung von LM-1200, hergestellt von Ono Sokki K.K. unter einer Atmosphäre von 20°C und 50 % RH, und der maximale Wert wurde als Neigungswinkel ausgewählt. Dieser Neigungswinkel betrug -0,2°. Dieses optische Informationsmedium wurde weiter für 50 Stunden gealtert unter einer Atmosphäre von 80°C und 80 % RH, danach gealtert für 48 Stunden unter einer Atmosphäre von 20°C und 50 % RH, und der Neigungswinkel wurde wiederholt gemessen, um einen Wert von 0° festzustellen, was eine ausgezeichnete mechanische Eigenschaft zeigte. Der Neigungswinkel wurde toleriert in einem Bereich von -0,35 bis 0,35°, sowohl nach dem anfänglichen Test, als auch nach dem Beständigkeitstest.

[0061] Der Aluminium-Reflexionsfilm wurde untersucht durch ein Mikroskop bei einer Vergrößerung von 800, um keine Erzeugung von Korrosion wie Weißen und Nadellöchern festzustellen, was eine ausgezeichnete Schutzfähigkeit enthüllte.

(3) Zugtest der gehärteten Substanz und Bewertung der Transparenz

[0062] Eine gehärtete Substanzschicht wurde abgeschält von einem Aluminium-Reflexionsfilm eines optischen Informationsmediums, erhalten in der gleichen Weise, und der resultierende transparente Film wurde einem Zugfestigkeitstest unterzogen unter Verwendung eines Testers (hergestellt von OrienTech, Handelsname: TRM-100 type Tensilon). Die Größe des Probekörpers war 0,1 mm × 60 mm × 10 mm, und wurde bewertet durch ein Testverfahren, basierend auf JIS 7127-1989 bei einer atmosphärischen Temperatur von 25°C, um einen Zugelastizitätsmodul von 720 MPa und eine Zugfestigkeit von 49 MPa festzustellen. Wenn eine scheinbare Dehngrenze nicht in diesem Zugtest beobachtet wurde, wurde die Zugfestigkeit als Zugdehngrenze betrachtet. Die permanente Deformation für das Bestimmen dieser Zugfestigkeit war 0,5 %.

[0063] Die Lichtdurchlässigkeit bei einer Wellenlänge von 400 nm eines transparenten Films, erhalten in der gleichen Weise, wurde gemessen durch ein Spektrophotometer (hergestellt von Hitachi, Ltd., Handelsname: U-3400), unter Verwendung von Luft als Referenz, um einen Wert von 88 % aufzufinden, was eine ausgezeichnete Lichtdurchlässigkeit bewies. Die Lichtdurchlässigkeit wurde toleriert in einem Bereich von 80 % oder mehr.

(4) Bewertung der Kratzfestigkeit

[0064] Ein optisches Informationsmedium mit einer gehärteten Substanzschicht wurde hergestellt in der gleichen Weise wie im oben erwähnten Verfahren (2), mit der Ausnahme, dass ein Reflexionsfilm nicht bereitgestellt wurde, und der Kratzfestigkeitstest einer gehärteten Substanzschicht wurde durchgeführt unter Verwendung eines Taber-Ausschabers. Hierbei wurde CS10F verwendet als ein Taber-Abrasionsring, und der Test wurde durchgeführt unter den Bedingungen einer Last von 500 g und einer Umdrehung von 100. Der anfängliche Trübungswert und der Trübungswert nach dem Test wurden gemessen durch einen Trübungsmesser, und eine Differenz hiervon wurde bewertet als eine Delta-Trübung, um einen Wert von 8 % aufzufinden, was eine ausgezeichnete Kratzfestigkeit bewies. Die Delta-Trübung war tolerierbar im Bereich von 15 % oder weniger.

[Beispiele 2 bis 5, Vergleichsbeispiele 1 bis 4]

[0065] Härtbare Zusammensetzungen und optische Informationsmedien wurden hergestellt in der gleichen Weise wie in Beispiel 1, mit der Ausnahme, dass härtbare Zusammensetzungen, gezeigt in Spalten der Beispiele 2 bis 5 und Vergleichsbeispiele 1 bis 4 in Tabelle 1 verwendet wurden, und sie wurden bewertet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 gezeigt.

[Vergleichsbeispiel 5]

[0066] Die gleiche transparente scheibenförmige Polycarbonat-Basisplatte wie in (2) von Beispiel 1 wurde hergestellt, und ein Reflexionsfilm wurde nicht bereitgestellt, und auf dieser Basisplatte wurde eine Polycarbonatschicht mit einer Dicke von 70 µm (ein Polycarbonat mit einem Molekulargewicht von 40000 war zu einer Schicht geformt worden durch Giess-Verfahren) angeheftet über eine Acryl-Klebschicht mit einer Dicke von 30 µm, um ein optisches Informationsmedium zu erhalten mit einer Lichttransmissionsschicht mit einer gesamten Filmdicke von 100 µm. Die Kratzfestigkeit der Schicht dieses optischen Informationsmediums wurde bewertet in der gleichen Weise wie in (4) von Beispiel 1, um aufzufinden, dass die Delta-Trübung 30 % betrug, und die Schicht wurde sehr leicht verkratzt und war nicht praktisch.

Tabelle 1

		Beispiel					Vergleichsbeispiel								
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
Komponente A	UA1	15		20		15									
	UA2		10		25						60				
	UA3	50		45	45					50					
	UA4		55			65						60			
Komponente B	UK6105									20				10	
	TAIC	10	10	10							10				
	TMPTA													45	
	NPGDA								10					40	
	TCDA			10						15					
	THFA	25	25	15	20					15	25	30		5	
Komponente C	IBXA				10						5	10			
	C9DA														
	HCPK	3								3	3	3			
	HMPP		3												
Komponente D	MBF			3											
	DEAP				3										
	BNP													6	
	EPA													3	
Viskosität der Zusammensetzung (mPa·s)		3000	6000	4000	2500	5000	5000	4800	2200	25					
Härtbare Zusammensetzung												Schicht wurde verwendet			

Tabelle 1 (Fortsetzung)

	Beispiel					Vergleichsbeispiel				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Lichtdurchlässigkeit (%)	88	88	88	88	88	85	89	89	57	
Zugelastizitätsmodul (MPa)	720	640	1230	810	960	1500	1350	580	2000	
Zugstreckgrenze (MPa)	49	40	67	45	51	73	65	18	40	
Anfänglicher Neigungswinkel (°)	-0,2	-0,2	0	-0,2	-0,1	0,3	0,4	-0,2	siehe 1	
Neigungswinkel nach Test (°)	0	-0,2	0,2	0	0,1	0,9	0,9	-0,6	siehe 1	
Schutzfähigkeit	gut	gut	gut	gut	gut	gut	gut	gut	gut	
Delta-Trübung (%)	8	12	7	8	8	9	7	20	7	30

[0067] Abkürzungen in Tabelle 1 sind unten beschrieben:

Anmerkung 1:	Neigungswinkel ist beträchtlich außerhalb des messbaren Bereichs ($\pm 1^\circ$) der Messungsvorrichtung, folglich nicht messbar
UK6105:	Bisphenol A Typ Epoxyacrylat, hergestellt von Mitsubishi Rayon Co., Ltd.
TAIC:	Tris(2-acryloyloxyethyl)isocyanurat
TMPTA:	Trimethylolpropantriacrylat
NPGDA:	Neopentylglycoldiacrylat
TCDA:	Tricyclodecandimethanoldiacrylat
THFA:	Tetrahydrofurfurylacrylat
IBXA:	Isobornylacrylat
C9DA:	1,9-Nonandioldiacrylat
HCPK:	1-Hydroxy-cyclohexylphenylketon
HMPP:	2-Hydroxy-2-methyl-1-phenylpropan-1-on
MBF:	Methylbenzoylformat
DEAP:	Diethoxyacetophenon
BNP:	Benzophenon
EPA:	Ethyl-p-dimethylaminobenzoat

[0068] Wie aus den obigen Bewertungsergebnissen, gezeigt in Tabelle 1, ersichtlich, wurden ausgezeichnete Ergebnisse erhalten in allen bewerteten Einzelheiten in Beispielen 1 bis 5.

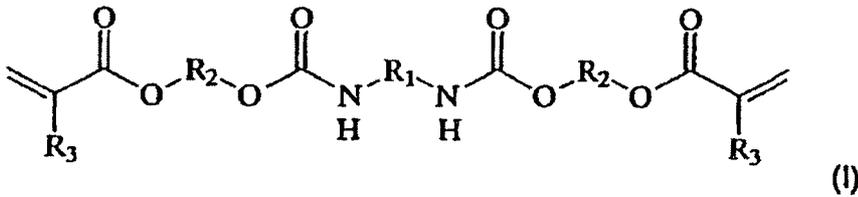
[0069] Dagegen war in Vergleichsbeispielen 1, 2 und 4 der Zugelastizitätsmodul einer gehärteten Substanz (Lichttransmissionsschicht) oberhalb von 1300 MPa, die härtende Schrumpfung war zu groß, und der anfängliche Neigungswinkel eines optischen Informationsmediums war zu groß. Ferner, wenn ein Schutztest durchgeführt wurde unter einer hohen Temperatur und einer hohen Feuchtigkeit, verschob sich eine gehärtete Substanz zu Schrumpfung, und ein Neigungswinkel erhöhte sich. In Vergleichsbeispiel 3 war der Zugelastizitätsmodul einer gehärteten Substanz (Lichttransmissionsschicht) unterhalb von 600 MPa, und der anfängliche Neigungswinkel war klein, allerdings war die Kratzfestigkeit minderwertig. Des Weiteren war die Zugstreckgrenze bzw. Zugstreckfestigkeit unterhalb von 20 MPa, und wenn der Schutztest durchgeführt wurde unter einer hohen Temperatur und einer hohen Feuchtigkeit, wurde eine plastische Deformation verursacht, und ein optisches Informationsmedium veränderte sich beträchtlich zur Seite eines Polycarbonat-Basismaterials. In Vergleichsbeispiel 5 wurde eine konventionelle Polycarbonatschicht verwendet, und es wurde gefunden, dass die Schicht sehr leicht verkratze, was nicht praktisch war.

Industrielle Anwendbarkeit

[0070] Gemäß der vorliegenden Erfindung, wie obenstehend beschrieben, kann bereitgestellt werden ein optisches Informationsmedium, versehen mit einer Lichttransmissionsschicht (gehärtete Substanzschicht), mit einer ausgezeichneten Transparenz und mit einem ausgezeichneten Abriebwiderstand bzw. einer ausgezeichneten Abnutzungsfestigkeit, einer ausgezeichneten, den Aufzeichnungsfilm schützenden Fähigkeit und mechanischen Eigenschaften. Das optische Informationsmedium der vorliegenden Erfindung ist nützlich für zahlreiche optische Informationsmedien wie optische Read-Only-Scheiben und beschreibbare optische Scheiben, und beispielsweise äußerst nützlich als optisches Informationsmedium vom High-Density-Typ mit einer Lichttransmissionsschicht von etwa 100 μm und als ein optisches Informationsmedium, das Lesen und/oder Schreiben unter Verwendung von blauem Laser bewirkt.

Patentansprüche

1. Optisches Informationsmedium, umfassend ein tragendes Substrat, eine informationsaufzeichnende Oberfläche auf dem tragenden Substrat, und eine Lichttransmissionsschicht auf der informationsaufzeichnenden Oberfläche, die verwendet wird durch Bestrahlung mit aufzeichnendem Licht und/oder Lesen von Licht über die Lichttransmissionsschicht, wobei die Lichttransmissionsschicht eine gehärtete Substanz aus einer durch aktive Energiestrahlung härtbare Zusammensetzung ist, die enthält eine Urethan-di(meth)acrylat-Verbindung (A) der folgenden allgemeinen Formel (I) und eine Urethan-di(meth)acrylat-Verbindung (B), anders als die Verbindung (A), und die gehärtete Substanz einen Zugelastizitätsmodul von 600 MPa oder mehr und 1300 MPa oder weniger bei 25°C hat und eine Lichttransmission von 80 % oder mehr bei einer Wellenlänge von 400nm:



wobei R_1 darstellt einen alicyclischen Diisocyanatrest, R_2 darstellt eine Alkylengruppe oder eine organische Gruppe, die enthält eine Cycloalkylgruppe oder Esterbindung, und R_3 darstellt ein Wasserstoffatom oder eine Methylgruppe.

2. Optisches Informationsmedium nach Anspruch 1, wobei die gehärtete Substanz eine Zugfestigkeit von 20 MPa oder mehr bei 25°C hat.

3. Optisches Informationsmedium nach Anspruch 1, wobei die Urethan-di(meth)acrylat-Verbindung (B) ein massgemittelttes Molekulargewicht von 1000 oder bis 10000 hat.

4. Optisches Informationsmedium nach Anspruch 1, wobei der Anteil der Urethan-di(meth)acrylat-Verbindung (A) der allgemeinen Formel (I) 5 bis 30 Gewichtsteile ist, der Anteil einer Urethan-di(meth)acrylat-Verbindung (B), anders als (A), 30 bis 90 Gewichtsteile ist, und der Anteil einer ethylenisch ungesättigten Verbindung (C), die nicht entweder Urethan-di(meth)acrylat-Verbindung (A) oder (B) ist, 5 bis 40 Gewichtsteile [die Gesamtmenge der Komponenten (A), (B) und (C) ist 100 Gewichtsteile] in der durch aktive Energiestrahlung härtbaren Zusammensetzung ist.

5. Optisches Informationsmedium nach Anspruch 1, wobei die durch aktive Energiestrahlung härtbare Zusammensetzung enthält mindestens einen Photopolymerisationsinitiator (D), gewählt aus der Gruppe bestehend aus Benzophenon, Diethoxyacetophenon, 2-Hydroxy-2-methyl-1-phenylpropan-1-on, 1-Hydroxycyclohexyl-phenylketon und Methylbenzoylformal.

6. Optisches Informationsmedium nach Anspruch 1, wobei die Lichttransmissionsschicht eine Dicke von 30 bis 300 μm hat.

7. Optisches Informationsmedium nach Anspruch 1, das verwendet wird in einem optischen Aufzeichnungs- und Lese-System, wobei die im Aufzeichnen und/oder Lesen verwendete Wellenlänge λ und die numerische Apertur NA der Objektivlinse für das Aufzeichnen und Lesen eine Beziehung $\lambda/NA \leq 680$ zeigt.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen