



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 01 280 T2 2005.12.29**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 241 238 B1**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **C09J 5/00**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 01 280.5**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 251 820.3**

(96) Europäischer Anmeldetag: **14.03.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **18.09.2002**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **22.09.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **29.12.2005**

(30) Unionspriorität:

**2001076022      16.03.2001      JP**

**2001378199      12.12.2001      JP**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB**

(73) Patentinhaber:

**NGK Insulators, Ltd., Nagoya, Aichi, JP**

(72) Erfinder:

**Noda, Ken-ichi, Nagoya-shi, Aichi-ken, 467-8530,**

**JP; Kawaguchi, Tatsuo, Nagoya-shi, Aichi-ken,**

**467-8530, JP**

(74) Vertreter:

**LEINWEBER & ZIMMERMANN, 80331 München**

(54) Bezeichnung: **Verbundener Gegenstand und Verfahren zu dessen Herstellung**

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**

## (1) Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Verbindungskörper, worin ein erstes Element und ein zweites Element mithilfe eines Klebers verbunden sind, insbesondere einen Verbindungskörper, worin einer oder beide davon dünn sind.

## (2) Stand der Technik

**[0002]** Im Allgemeinen sind verschiedene Arten von Verbindungskörpern bekannt, worin das erste Element und das zweite Element mithilfe eines Klebers verbunden sind. Außerdem sind auch verschiedene Arten von Klebern bekannt, die zu diesem Zweck verwendet werden. Normale Kleber umfassen Epoxidharz, Acrylatharz, Polyurethanharz, Polyimidharz und Siliconharz.

**[0003]** Bei den oben genannten Klebern ist es notwendig, um einen Verbindungskörper zu erhalten, worin eines oder beide der Elemente sehr dünn sind, die Dicke der Kleberschicht und die Dickschwankungen der Kleberschicht genau zu regeln, und außerdem ist es notwendig, ausreichende Haftfestigkeit zu erreichen. Bei den oben genannten normalen Klebern können diese beiden Eigenschaften, d.h. Dickeregulung und ausreichende Festigkeit, nur schwer erreicht werden.

**[0004]** Das Epoxidharz weist beispielsweise hohe Haftfestigkeit auf. Wenn es jedoch als Kleberschicht verwendet wird, führt es aufgrund seiner hohen Viskosität zu einer Dickschwankung der Kleberschicht. Daher kann keine Kleberschicht mit gleichförmiger Dicke erhalten werden. In diesem Fall tritt, wenn das Element eines Verbindungskörpers, bei dem Epoxidharz als Kleberschicht verwendet wird, geschliffen oder poliert wird, um ein dünnes Element zu erhalten, der Nachteil auf, dass eine Dickschwankung des Elements entsteht. Das Acrylatharz ergibt aufgrund seiner geringen Viskosität eine Kleberschicht mit gleichförmiger Dicke. Wenn das Element eines Verbindungskörpers, bei dem Acrylatharz verwendet wird, jedoch geschliffen oder poliert wird, um ein dünnes Element zu erhalten, treten Sprünge oder Ablätterungen auf dem Element auf. Daher ist es nicht möglich, ein Element mit einer Dicke von nicht mehr als 10 µm zu erhalten. Wenn die Elemente, die unterschiedliche Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweisen, durch Hitze verbunden werden, um sie zu härten, tritt außerdem der Nachteil auf, dass sich der Verbindungskörper aufgrund der Beanspruchung, die durch unterschiedliche Wärmeausdehnungskoeffizienten der Elemente entsteht, biegt.

## Zusammenfassung der Erfindung

**[0005]** Ein Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Behebung der oben genannten Nachteile und in der Bereitstellung eines Verbindungskörpers und eines Verfahrens zur Herstellung desselben, worin eine bevorzugte Verbindung erreicht werden kann, ohne dass Ablätterungen auf dem Element entstehen, auch wenn eines oder beide der Elemente dünn sind.

**[0006]** Gemäß der Erfindung umfasst ein Verbindungskörper ein erstes Element, ein zweites Element und eine zwischen dem ersten Element und dem zweiten Element angeordnete Kleberschicht, wobei die Kleberschicht aus einer Harzzusammensetzung mit einem Fluorenskelett besteht und zumindest eines von erstem und zweitem Element eine Dicke von nicht weniger als 0,1 µm und nicht mehr als 10 µm aufweist.

**[0007]** Außerdem umfasst gemäß der Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Verbindungskörpers aus einem ersten Element, einem zweiten Element und einer zwischen dem ersten Element und dem zweiten Element angeordneten Kleberschicht, worin eines von erstem und zweitem Element eine Dicke von nicht weniger als 0,1 µm und nicht mehr als 10 µm aufweist, einen Schritt des Verbindens des ersten Elements und des zweiten Elements mittels der Kleberschicht aus einer Harzzusammensetzung mit Fluorenskelett.

**[0008]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Verbindungskörper ein optischer Bauteil, und die den Verbindungskörper bildenden Elemente sind vorzugsweise Lithiumniobat, MgO enthaltendes Lithiumniobat und Lithiumtantalat. Außerdem kann die Harzzusammensetzung mit Fluorenskelett ein Epoxidharz mit einem Fluorenskelett oder ein Acrylatharz mit Fluorenskelett sein.

**[0009]** Ein Merkmal der Erfindung besteht in der Bereitstellung eines Verbindungskörpers, worin eines oder beide der den Verbindungskörper bildenden Elemente äußerst dünn sind, indem die Harzzusammensetzung mit Fluorenskelett als Kleber verwendet wird. Die Harzzusammensetzung mit Fluorenskelett weist eine hohe

Glastemperatur  $T_g$  und Zersetzungstemperatur auf. Die  $T_g$  beträgt dabei nicht weniger als  $200^\circ\text{C}$ . Daher ist es möglich, einen Verbindungskörper mit hervorragender Hitzebeständigkeit zu erhalten. Wenn ein optischer Einkristall oder Glas für das Element verwendet wird, ist es möglich, den Verbindungskörper als Lichtwellenleiter zu verwenden.

#### Kurzbeschreibung der Abbildungen

**[0010]** Zum besseren Verständnis der Erfindung siehe die beiliegenden Abbildungen, worin:

**[0011]** [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des Verbindungskörpers gemäß vorliegender Erfindung ist;

**[0012]** [Fig. 2](#) eine schematische Darstellung einer Fluorenskelettstruktur ist;

**[0013]** [Fig. 3](#) ein Diagramm ist, das die Beziehung zwischen der Dicke eines Elements und dem Verformungsmaß des Verbindungskörpers aufgrund eines Unterschieds des Wärmeausdehnungskoeffizienten im Verbindungskörper gemäß vorliegender Erfindung zeigt; und

**[0014]** [Fig. 4](#) ein Diagramm ist, das die Beziehung zwischen der Dicke einer Kleberschicht und der Kompressionscher-Haftfestigkeit im Verbindungselement gemäß vorliegender Erfindung zeigt.

#### Detaillierte Beschreibung der Erfindung

**[0015]** [Fig. 1](#) ist eine schematische Darstellung einer Ausführungsform eines Verbindungskörpers gemäß vorliegender Erfindung. In der in [Fig. 1](#) dargestellten Ausführungsform umfasst ein Verbindungskörper **11** ein erstes Element **1**, ein zweites Element **2** und eine zwischen dem ersten Element **1** und dem zweiten Element **2** angeordnete Kleberschicht **3**. Die Kleberschicht **3** besteht aus einer Harzzusammensetzung mit einem Fluorenskelett. Außerdem weist zumindest eines von erstem Element **1** und zweitem Element **2** (in der in [Fig. 1](#) dargestellten Ausführungsform nur Element **1**) eine Dicke von nicht weniger als  $0,1\ \mu\text{m}$  und nicht mehr als  $10\ \mu\text{m}$  auf.

**[0016]** Im Verbindungskörper **11** des oben genannten Aufbaus kann das Harz mit Fluorenskelett aufgrund seiner spezifischen Harzzusammensetzung einfach ausreichende Haftfestigkeit aufweisen. Darüber hinaus ist das Harz mit Fluorenskelett hart und wird durch die Beanspruchung, die bei einer Bearbeitung zur Schaffung einer dünnen Struktur entsteht, nicht verformt. Außerdem ist es, da das Harz mit Fluorenskelett vor dem Härten mit Lösungsmitteln verdünnt werden kann, möglich, die Viskosität des Harzes auf einen vorbestimmten Wert zu regeln. Somit ist es auch möglich, die Dicke der Kleberschicht **3** zu regeln. Auf diese Weise kann der Verbindungskörper **11**, der durch die Verwendung des Harzes mit Fluorenskelett verbunden ist, präzise geschliffen oder poliert werden, damit das erste Element **1** und/oder das zweite Element **2** eine Dicke von nicht mehr als  $10\ \mu\text{m}$  aufweist. Darüber hinaus ist es möglich, die Biegung des Verbindungskörpers **11**, worin die Elemente mit unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten durch Hitze verbunden sind, um sie zu härten, zu verringern, indem er so geschliffen oder poliert wird, dass das erste Element **1** oder das zweite Element **2**, die den Verbindungskörper **11** bilden, eine Dicke von nicht mehr als  $10\ \mu\text{m}$  aufweisen.

**[0017]** Als Komponente der Kleberschicht **3** kann jedes beliebige Harz verwendet werden, solange es ein Fluorenskelett aufweist. Als Harzzusammensetzung mit Fluorenskelett kann ein Epoxidharz mit Fluorenskelett, Acrylatharz mit Fluorenskelett, Polyimidharz mit Fluorenskelett, Polyamidharz mit Fluorenskelett, Polysulfonharz mit Fluorenskelett, Polyesterharz mit Fluorenskelett usw. verwendet werden. Davon sind Epoxidharz mit Fluorenskelett und Acrylatharz mit Fluorenskelett insbesondere bevorzugt. Im Allgemeinen weisen Epoxidharz und Acrylatharz usw. kein Fluorenskelett auf. Die Wirkung der vorliegenden Erfindung kann aber durch die Verwendung eines speziellen Epoxidharzes und Acrylatharzes usw. mit Fluorenskelett erzielt werden.

**[0018]** Für das erste Element **1** und das zweite Element **2** ist jedes Material und jede Form geeignet. Darüber hinaus kann eine Struktur mit einer vorher erforderten Form oder einer durch ein Filmbildungsverfahren auf der anderen Materialschicht ausgebildeten Materialschicht als erstes Element **1** und zweites Element **2** verwendet werden. Die Bearbeitungsverfahren für das erste Element **1** und das zweite Element **2**, um eine dünne Struktur zu erhalten, ist nicht eingeschränkt. Verwendet werden können Schleifen, Läppen, Polieren, Abschälen, Sandstrahlen, RIE, Ionentrimmen, Ätzen mit einer Säure oder Lauge usw.

**[0019]** Das Verfahren zum Verbinden des ersten Elements **1** und des zweiten Elements **2** und das Verfahren

zum Härten des Klebers sind nicht speziell eingeschränkt. Als Bindeverfahren kann ein Verfahren verwendet werden, bei dem der Kleber auf ein Element getropft wird und das andere Element über den Kleber auf das erste Element gepresst wird, ein Verfahren, bei dem der Kleber mithilfe eines Schleuderbeschichtungsverfahrens oder eines Tauchbeschichtungsverfahrens auf ein Element aufgetragen wird und das andere Element über den Kleber auf das erste Element gepresst wird, und ein Verfahren, bei dem die Elemente gegenüber positioniert werden und der Kleber in den Zwischenraum zwischen den Elementen eingebracht wird. Um die notwendige Bindung aufrechtzuerhalten, wird vorzugsweise eine Vorhärtung unter Bedingungen durchgeführt, bei denen die Elemente aufeinander gepresst werden, bevor sie ohne Pressen gehärtet werden. Es ist jedoch auch möglich, das Härten unter Druck durchzuführen, das Vorhärten ohne Druck durchzuführen und das Vorhärten ohne Druck durchzuführen, bevor die Elemente unter Druck gehärtet werden.

**[0020]** Die Dicke der Kleberschicht **3** ist nicht speziell eingeschränkt. Die Haftfestigkeit variiert je nach Art des Klebers und der Dicke der Kleberschichten. Auch der Wert der erforderlichen Haftfestigkeit variiert je nach Element und Verfahren, um das Element dünn zu machen. Wird beispielsweise ein Verbindungskörper hergestellt, indem zwei Lithiumniobat-Einkristallsubstrate mithilfe eines Acrylatharzes mit Fluorenskelett verbunden werden und eines der Lithiumniobat-Einkristallsubstrate durch das Lappverfahren dünn gemacht wird, sollte die Haftfestigkeit vorzugsweise nicht weniger als 60 kp/cm<sup>2</sup> betragen. Daher wird, um eine ausreichende Haftfestigkeit zu erhalten, wenn das Lithiumniobat-Einkristallsubstrat durch das Lappverfahren dünn bearbeitet wird, die Dicke der Kleberschicht **3** vorzugsweise auf nicht weniger als 0,05 µm, noch bevorzugter nicht weniger als 0,1 µm, eingestellt. Außerdem wird, um die Elemente **1** und **2** präzise dünn zu bearbeiten, vorzugsweise die Dickschwankung der Kleberschicht **3** minimiert. Als Verfahren zur Verringerung der Dickschwankung der Kleberschicht **3** kann beispielsweise ein Verfahren verwendet werden, bei dem die Dicke der Kleberschicht **3** dünn gemacht wird. In diesem Fall wird die Dicke der Kleberschicht **3** vorzugsweise auf nicht mehr als 1 µm, noch bevorzugter nicht mehr als 0,5 µm, eingestellt. Um die Dicke der Kleberschicht **3** gering zu halten, kann ein Verfahren verwendet werden, bei dem während eines Verbindungsvorgangs Druck ausgeübt wird, ein Verfahren, bei dem ein Harz mit geringer Viskosität verwendet wird, und ein Verfahren, bei dem die oben genannten Verfahren kombiniert werden. Wenn die Dicke der Kleberschicht **3** unter einem Druck von nicht mehr als 3 kp/cm<sup>2</sup> nicht mehr als 1 µm beträgt, wird die Viskosität des Klebers vorzugsweise bei nicht mehr als 0,2 Pa·s (200 cP), noch bevorzugter nicht mehr als 0,1 Pa·s (100 cP), geregelt.

#### Versuche

**[0021]** Nachstehend werden Beispiele erläutert.

#### Beispiel 1

**[0022]** Eine Ablätterung vom Verbindungskörper gemäß vorliegender Erfindung wurde untersucht. Zuerst wurde Epoxidharz mit einem Fluorenskelett als Kleber hergestellt. Dann wurden ein Lithiumniobatsubstrat mit X-Schnitt (erstes Element) mit einer Dicke von 1 mm und einer Größe von 15 mm × 15 mm und ein Lithiumniobatsubstrat mit X-Schnitt (zweites Substrat) mit einer Dicke von 1 mm und einer Größe von 20 mm × 20 mm mithilfe des hergestellten Klebers verbunden.

**[0023]** Als Epoxidharz mit Fluorenskelett wurde ein Cardo-Epoxidharz (V-259EH) von Nippon Steel Chemical Co., Ltd., verwendet, dessen Viskosität bei 0,007 Pa·s (7 cP) geregelt wurde. Nachdem das erste Element und das zweite Element gewaschen worden waren, wurde eine Lösung des Epoxidharzes mit Fluorenskelett auf das zweite Element getropft, und das erste Element wurde über den Kleber auf das zweite Element gepresst. Dann, nachdem die so verbundenen Substrate einer 1-stündigen Vorhärtung bei 100°C unterzogen worden waren, wurden die verbundenen Substrate 1 Stunde lang bei 200°C gehärtet, um den Verbindungskörper zu erhalten. Die Dicke der Kleberschicht des Verbindungskörpers betrug 0,1 µm. Dann wurde das erste Element mithilfe eines mechanischen Schleifapparats und eines Poliergeräts geschliffen und poliert, damit das erste Element eine Dicke von 3 µm aufwies. Das erste Element wies keine Risse oder Ablätterungen auf. Außerdem wurde der Verbindungskörper 96 Stunden lang bei 121°C heißen und feuchten Bedingungen ausgesetzt, wobei die Feuchtigkeit 100% betrug, aber auch hier wies das erste Element keine Ablätterung auf.

#### Beispiel 2

**[0024]** Zuerst wurde Acrylatharz mit Fluorenskelett als Kleber hergestellt. Dann wurden ein MgO enthaltendes Lithiumniobatsubstrat mit Y-Schnitt (erstes Element) mit einer Dicke von 1 mm und einer Größe von 15 mm × 15 mm und ein MgO enthaltendes Lithiumniobatsubstrat mit Y-Schnitt (zweites Substrat) mit einer Dicke von 1 mm und einer Größe von 20 mm × 20 mm mithilfe des hergestellten Klebers verbunden.

**[0025]** Als Acrylatharz mit Fluorenskelett wurde ein Cardo-Acrylatharz (V-259PA) von Nippon Steel Chemical Co., Ltd., verwendet, dessen Viskosität bei 0,07 Pa·s (70 cP) geregelt wurde. Nachdem das erste Element und das zweite Element gewaschen worden waren, wurde eine Lösung des Acrylatharzes mit Fluorenskelett auf das zweite Element getropft, und das erste Element wurde über den Kleber auf das zweite Element gepresst. Dann, nachdem die so verbundenen Substrate einer 1-stündigen Vorhärtung bei 100°C unterzogen worden waren, wurden die verbundenen Substrate 1 Stunde lang bei 200°C gehärtet, um den Verbindungskörper zu erhalten. Die Dicke der Kleberschicht des Verbindungskörpers betrug 0,2 µm. Dann wurde das erste Element mithilfe eines mechanischen Schleifapparats und eines Poliergeräts geschliffen und poliert, damit das erste Element eine Dicke von 3 µm aufwies. Das erste Element wies keine Risse oder Ablätterungen auf. Außerdem wurde der Verbindungskörper 96 Stunden lang bei 121°C heißen und feuchten Bedingungen ausgesetzt, wobei die Feuchtigkeit 100% betrug, aber auch hier wies das erste Element keine Ablätterung auf.

#### Beispiel 3

**[0026]** Zuerst wurde Acrylatharz mit Fluorenskelett als Kleber hergestellt. Dann wurden ein MgO enthaltendes Lithiumniobatsubstrat mit Y-Schnitt (erstes Element) mit einer Dicke von 0,5 mm und einer Größe von 15 mm × 15 mm und ein Lithiumniobatsubstrat mit X-Schnitt (zweites Substrat) mit einer Dicke von 1 mm und einer Größe von 20 mm × 20 mm mithilfe des hergestellten Klebers verbunden.

**[0027]** Als Acrylatharz mit Fluorenskelett wurde ein Cardo-Acrylatharz (V-259PA) von Nippon Steel Chemical Co., Ltd., verwendet, dessen Viskosität bei 0,07 Pa·s (70 cP) geregelt wurde. Nachdem das erste Element und das zweite Element gewaschen worden waren, wurde eine Lösung des Acrylatharzes mit Fluorenskelett auf das zweite Element getropft, und das erste Element wurde über den Kleber auf das zweite Element gepresst. Dann, nachdem die so verbundenen Substrate einer 1-stündigen Vorhärtung bei 100°C unterzogen worden waren, wurden die verbundenen Substrate 1 Stunde lang bei 200°C gehärtet, um den Verbindungskörper zu erhalten. Die Dicke der Kleberschicht des Verbindungskörpers betrug 0,2 µm. Dann wurde das erste Element mithilfe eines mechanischen Schleifapparats und eines Poliergeräts geschliffen und poliert, damit das erste Element eine Dicke von 3 µm aufwies. Das erste Element wies keine Risse oder Ablätterungen auf. Außerdem wurde der Verbindungskörper 96 Stunden lang bei 121°C heißen und feuchten Bedingungen ausgesetzt, wobei die Feuchtigkeit 100% betrug, aber auch hier wies das erste Element keine Ablätterung auf.

#### Beispiel 4

**[0028]** Zuerst wurde Acrylatharz mit Fluorenskelett als Kleber hergestellt. Dann wurden ein Lithiumniobatsubstrat mit X-Schnitt (erstes Element) mit einer Dicke von 0,5 mm und einer Größe von 35 mm × 35 mm und ein Lithiumniobatsubstrat mit X-Schnitt (zweites Substrat) mit einer Dicke von 1 mm und einer Größe von 45 mm × 45 mm mithilfe des hergestellten Klebers verbunden.

**[0029]** Als Acrylatharz mit Fluorenskelett wurde ein Cardo-Acrylatharz (V-259PA) von Nippon Steel Chemical Co., Ltd., verwendet, dessen Viskosität bei 0,07 Pa·s (70 cP) geregelt wurde. Nachdem das erste Element und das zweite Element gewaschen worden waren, wurde eine Lösung des Acrylatharzes mit Fluorenskelett auf das zweite Element getropft, und das erste Element wurde über den Kleber auf das zweite Element gepresst. Dann, nachdem die so verbundenen Substrate einer 1-stündigen Vorhärtung bei 100°C unterzogen worden waren, wurden die verbundenen Substrate 1 Stunde lang bei 200°C gehärtet, um den Verbindungskörper zu erhalten. Die Dicke der Kleberschicht des Verbindungskörpers betrug 0,3 µm. Dann wurde das erste Element mithilfe eines mechanischen Schleifapparats und eines Poliergeräts geschliffen und poliert, damit das erste Element eine Dicke von 3 µm aufwies. Das erste Element wies keine Risse oder Ablätterungen auf. Außerdem wurde der Verbindungskörper 96 Stunden lang bei 121°C heißen und feuchten Bedingungen ausgesetzt, wobei die Feuchtigkeit 100% betrug, aber auch hier wies das erste Element keine Ablätterung auf.

#### Beispiel 5

**[0030]** Zuerst wurde Acrylatharz mit Fluorenskelett als Kleber hergestellt. Dann wurden ein MgO enthaltendes Lithiumniobatsubstrat mit Y-Schnitt (erstes Element) mit einer Dicke von 0,5 mm und einer Größe von 35 mm × 35 mm und ein MgO enthaltendes Lithiumniobatsubstrat mit Y-Schnitt (zweites Substrat) mit einer Dicke von 1 mm und einer Größe von 45 mm × 45 mm mithilfe des hergestellten Klebers verbunden.

**[0031]** Als Acrylatharz mit Fluorenskelett wurde ein Cardo-Acrylatharz (V-259PA) von Nippon Steel Chemical Co., Ltd., verwendet, dessen Viskosität bei 0,07 Pa·s (70 cP) geregelt wurde. Nachdem das erste Element und das zweite Element gewaschen worden waren, wurde eine Lösung des Acrylatharzes mit Fluorenskelett auf

das zweite Element getropft, und das erste Element wurde über den Kleber auf das zweite Element gepresst. Dann, nachdem die so verbundenen Substrate einer 1-stündigen Vorhärtung bei 100°C unterzogen worden waren, wurden die verbundenen Substrate 1 Stunde lang bei 200°C gehärtet, um den Verbindungskörper zu erhalten. Die Dicke der Kleberschicht des Verbindungskörpers betrug 0,3 µm. Dann wurde das erste Element mithilfe eines mechanischen Schleifapparats und eines Poliergeräts geschliffen und poliert, damit das erste Element eine Dicke von 3 µm aufwies. Das erste Element wies keine Risse oder Ablätterungen auf. Außerdem wurde der Verbindungskörper 96 Stunden lang bei 121°C heißen und feuchten Bedingungen ausgesetzt, wobei die Feuchtigkeit 100% betrug, aber auch hier wies das erste Element keine Ablätterung auf.

#### Beispiel 6

**[0032]** Zuerst wurde Acrylatharz mit Fluorenskelett als Kleber hergestellt. Dann wurden ein MgO enthaltendes Lithiumniobatsubstrat mit Y-Schnitt (erstes Element) mit einer Dicke von 0,5 mm und einer Größe von 35 mm × 35 mm und ein Lithiumniobatsubstrat mit X-Schnitt (zweites Substrat) mit einer Dicke von 1 mm und einer Größe von 45 mm × 45 mm mithilfe des hergestellten Klebers verbunden.

**[0033]** Als Acrylatharz mit Fluorenskelett wurde ein Cardo-Acrylatharz (V-259PA) von Nippon Steel Chemical Co., Ltd., verwendet, dessen Viskosität bei 0,07 Pa·s (70 cP) geregelt wurde. Nachdem das erste Element und das zweite Element gewaschen worden waren, wurde eine Lösung des Acrylatharzes mit Fluorenskelett auf das zweite Element getropft, und das erste Element wurde über den Kleber auf das zweite Element gepresst. Dann, nachdem die so verbundenen Substrate einer 1-stündigen Vorhärtung bei 100°C unterzogen worden waren, wurden die verbundenen Substrate 1 Stunde lang bei 200°C gehärtet, um den Verbindungskörper zu erhalten. Die Dicke der Kleberschicht des Verbindungskörpers betrug 0,3 µm. Dann wurde das erste Element mithilfe eines mechanischen Schleifapparats und eines Poliergeräts geschliffen und poliert, damit das erste Element eine Dicke von 3 µm aufwies. Das erste Element wies keine Risse oder Ablätterungen auf. Außerdem wurde der Verbindungskörper 96 Stunden lang bei 121°C heißen und feuchten Bedingungen ausgesetzt, wobei die Feuchtigkeit 100% betrug, aber auch hier wies das erste Element keine Ablätterung auf.

#### Beispiel 7

**[0034]** Zuerst wurde Epoxidharz mit Fluorenskelett als Kleber hergestellt. Dann wurden ein MgO enthaltendes Lithiumniobatsubstrat mit Z-Schnitt (erstes Element) mit einer Dicke von 0,5 mm und einer Größe von 35 mm × 35 mm und ein Lithiumniobatsubstrat mit Z-Schnitt (zweites Substrat) mit einer Dicke von 1 mm und einer Größe von 45 mm × 45 mm mithilfe des hergestellten Klebers verbunden.

**[0035]** Als Epoxidharz mit Fluorenskelett wurde ein Cardo-Epoxidharz (V-259EH) von Nippon Steel Chemical Co., Ltd., verwendet, dessen Viskosität bei 0,005 Pa·s (5 cP) geregelt wurde. Nachdem das erste Element und das zweite Element gewaschen worden waren, wurde eine Lösung des Epoxidharzes mit Fluorenskelett mithilfe eines Schleuderbeschichters bei 4.000 U/min auf das zweite Element aufgetragen und getrocknet, und dann wurde das erste Element über den Kleber auf das zweite Element gepresst. Dann, nachdem die so verbundenen Substrate einer 1-stündigen Vorhärtung bei 100°C unterzogen worden waren, wurden die verbundenen Substrate 1 Stunde lang bei 200°C gehärtet, um den Verbindungskörper zu erhalten. Die Dicke der Kleberschicht des Verbindungskörpers betrug 0,4 µm. Dann wurde das erste Element mithilfe eines mechanischen Schleifapparats und eines Poliergeräts geschliffen und poliert, damit das erste Element eine Dicke von 3 µm aufwies. Das erste Element wies keine Risse oder Ablätterungen auf. Außerdem wurde der Verbindungskörper 96 Stunden lang bei 121°C heißen und feuchten Bedingungen ausgesetzt, wobei die Feuchtigkeit 100% betrug, aber auch hier wies das erste Element keine Ablätterung auf.

#### Beispiel 8

**[0036]** Zuerst wurde Acrylatharz mit einem Fluorenskelett als Kleber hergestellt. Dann wurden ein MgO enthaltender Lithiumniobatwafer mit Y-Schnitt (erstes Element) mit einer Dicke von 1 mm und einem Durchmesser von 7,6 cm (3 Zoll) und ein Lithiumniobatwafer mit X-Schnitt (zweites Element) mit einer Dicke von 1 mm und einem Durchmesser von 7,6 cm (3 Zoll) mithilfe des hergestellten Klebers verbunden.

**[0037]** Als Acrylatharz mit Fluorenskelett wurde ein Cardo-Acrylatharz (V-259PA) von Nippon Steel Chemical Co., Ltd., verwendet, dessen Viskosität bei 0,07 Pa·s (70 cP) geregelt wurde. Nachdem das erste Element und das zweite Element gewaschen worden waren, wurde eine Lösung des Acrylatharzes mit Fluorenskelett auf das zweite Element getropft, und das erste Element wurde über den Kleber auf das zweite Element gepresst. Vom Zentrum ausgehend wurde nach und nach zum Rand hin Druck auf das Element ausgeübt, indem eine

Siliconkautschukscheibe verwendet wurde, bei der der Zentrumabschnitt im Vergleich zum Umfangabschnitt um 0,5 mm expandiert war, sodass der Verbindungsvorgang unter Bedingungen durchgeführt wurde, die eine gleichförmige Dicke der Kleberschicht ergaben. Dann, nachdem die so verbundenen Substrate einer 1-stündigen Vorhärtung bei 100°C unterzogen worden waren, wurden die verbundenen Substrate 1 Stunde lang bei 200°C gehärtet, um den Verbindungskörper zu erhalten. Die Dicke der Kleberschicht des Verbindungskörpers betrug 0,4 µm. Dann wurde das erste Element mithilfe eines mechanischen Schleifapparats und eines Poliergeräts geschliffen und poliert, damit das erste Element eine Dicke von 3 µm aufwies. Das erste Element wies keine Risse oder Ablätterungen auf. Außerdem wurde der Verbindungskörper 96 Stunden lang bei 121°C heißen und feuchten Bedingungen ausgesetzt, wobei die Feuchtigkeit 100% betrug, aber auch hier wies das erste Element keine Ablätterung auf.

#### Beispiel 9

**[0038]** Zuerst wurde Acrylatharz mit einem Fluorenskelett als Kleber hergestellt. Dann wurden ein MgO enthaltender Lithiumniobatwafer mit Z-Schnitt (erstes Element) mit einer Dicke von 1 mm und einem Durchmesser von 7,6 cm (3 Zoll) und ein Lithiumniobatwafer mit Z-Schnitt (zweites Element) mit einer Dicke von 1 mm und einem Durchmesser von 7,6 cm (3 Zoll) mithilfe des hergestellten Klebers verbunden. Bei dieser Verbindung wurden, um restlichen Kleber zu entfernen, ein oder mehrere Vertiefungen mit einer Breite von 100 µm und einer Tiefe von 20 µm auf der Verbindungsfläche des ersten Elements oder des zweiten Elements ausgebildet.

**[0039]** Als Acrylatharz mit Fluorenskelett wurde ein Cardo-Acrylatharz (V-259PA) von Nippon Steel Chemical Co., Ltd., verwendet, dessen Viskosität bei 0,07 Pa·s (70 cP) geregelt wurde. Nachdem das erste Element und das zweite Element gewaschen worden waren, wurde eine Lösung des Acrylatharzes mit Fluorenskelett auf das zweite Element getropft, und das erste Element wurde über den Kleber auf das zweite Element gepresst. Dann, nachdem die so verbundenen Substrate einer 1-stündigen Vorhärtung bei 100°C unterzogen worden waren, wurden die verbundenen Substrate 1 Stunde lang bei 200°C gehärtet, um den Verbindungskörper zu erhalten. Die Dicke der Kleberschicht des Verbindungskörpers betrug 0,4 µm. Dann wurde das erste Element mithilfe eines mechanischen Schleifapparats und eines Poliergeräts geschliffen und poliert, damit das erste Element eine Dicke von 3 µm aufwies. Das erste Element wies keine Risse oder Ablätterungen auf. Außerdem wurde der Verbindungskörper 96 Stunden lang bei 121°C heißen und feuchten Bedingungen ausgesetzt, wobei die Feuchtigkeit 100% betrug, aber auch hier wies das erste Element keine Ablätterung auf.

#### Beispiel 10

**[0040]** Zuerst wurde Acrylatharz mit einem Fluorenskelett als Kleber hergestellt. Dann wurden ein MgO enthaltender Lithiumniobatwafer mit Y-Schnitt (erstes Element) mit einer Dicke von 0,5 mm und einem Durchmesser von 7,6 cm (3 Zoll) und ein Lithiumniobatwafer mit X-Schnitt (zweites Element) mit einer Dicke von 1 mm und einem Durchmesser von 7,6 cm (3 Zoll) mithilfe des hergestellten Klebers verbunden.

**[0041]** Als Acrylatharz mit Fluorenskelett wurde ein Cardo-Acrylatharz (V-259PA) von Nippon Steel Chemical Co., Ltd., verwendet, dessen Viskosität bei 0,005 Pa·s (5 cP) geregelt wurde. Nachdem das erste Element und das zweite Element gewaschen worden waren, wurde eine Lösung des Acrylatharzes mit Fluorenskelett mithilfe eines Schleuderbeschichters bei 4.000 U/min auf das zweite Element aufgetragen und getrocknet, und dann wurde das erste Element über den Kleber auf das zweite Element gepresst. Dann, nachdem die so verbundenen Substrate einer 1-stündigen Vorhärtung bei 100°C unterzogen worden waren, wurden die verbundenen Substrate 1 Stunde lang bei 200°C gehärtet, um den Verbindungskörper zu erhalten. Die Dicke der Kleberschicht des Verbindungskörpers betrug 0,4 µm. Dann wurde das erste Element mithilfe eines mechanischen Schleifapparats und eines Poliergeräts geschliffen und poliert, damit das erste Element eine Dicke von 3 µm aufwies. Das erste Element wies keine Risse oder Ablätterungen auf. Außerdem wurde der Verbindungskörper 96 Stunden lang bei 121°C heißen und feuchten Bedingungen ausgesetzt, wobei die Feuchtigkeit 100% betrug, aber auch hier wies das erste Element keine Ablätterung auf.

#### Beispiel 11

**[0042]** Zuerst wurde Acrylatharz mit einem Fluorenskelett als Kleber hergestellt. Dann wurden ein MgO enthaltender Lithiumniobatwafer mit Y-Schnitt (erstes Element) mit einer Dicke von 0,5 mm und einem Durchmesser von 7,6 cm (3 Zoll) und ein MgO enthaltender Lithiumniobatwafer mit Y-Schnitt (zweites Element) mit einer Dicke von 1 mm und einem Durchmesser von 7,6 cm (3 Zoll) mithilfe des hergestellten Klebers verbunden.

**[0043]** Als Acrylatharz mit Fluorenskelett wurde ein Cardo-Acrylatharz (V-259PA) von Nippon Steel Chemical

Co., Ltd., verwendet, dessen Viskosität bei 0,015 Pa·s (15 cP) geregelt wurde. Nachdem das erste Element und das zweite Element gewaschen worden waren, wurde eine Lösung des Acrylatharzes mit Fluorenskelett auf das zweite Element getropft, und das erste Element wurde über das zweite Element gelegt. Dann wurde der Verbindungskörper mithilfe eines Schleuderbeschichters bei 5.000 U/min rotiert, um den Kleber zwischen dem ersten Element und dem zweiten Element zu verteilen, sodass die Dicke der Kleberschicht gleichförmig wurde. Dann, nachdem die so verbundenen Substrate einer 1-stündigen Vorhärtung bei 100°C unterzogen worden waren, wurden die verbundenen Substrate 1 Stunde lang bei 200°C gehärtet, um den Verbindungskörper zu erhalten. Die Dicke der Kleberschicht des Verbindungskörpers betrug 0,4 µm. Dann wurde das erste Element mithilfe eines mechanischen Schleifapparats und eines Poliergeräts geschliffen und poliert, damit das erste Element eine Dicke von 3 µm aufwies. Das erste Element wies keine Risse oder Abblätterungen auf. Außerdem wurde der Verbindungskörper 96 Stunden lang bei 121°C heißen und feuchten Bedingungen ausgesetzt, wobei die Feuchtigkeit 100% betrug, aber auch hier wies das erste Element keine Abblätterung auf.

## Beispiel 12

**[0044]** Die Verbindungskörper der Beispiele der Erfindung und die Verbindungskörper der Vergleichsbeispiele wurden verglichen. Die nachstehend angeführten Harze A–D wurden als Kleber verwendet. Wie in Beispiel 1 wurden ein Lithiumniobatssubstrat mit X-Schnitt (erstes Element) mit einer Dicke von 1 mm und einer Größe von 15 mm × 15 mm und ein Lithiumniobatssubstrat mit X-Schnitt (zweites Element) mit einer Dicke von 1 mm und einer Größe von 20 mm × 20 mm mithilfe des Klebers verbunden, um den Verbindungskörper zu erhalten. Das erste Element wurde mithilfe des Läppverfahrens geschliffen. Nach dem Schleifen wurden die Dicke des ersten Elements und der Zustand des ersten Elements untersucht. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle 1 zusammengefasst. In Tabelle 1 steht Harz A für ein Harz mit einem Fluorenskelett gemäß den Beispielen der Erfindung, und die Harze B, C und D sind Harze ohne Fluorenskelett gemäß dem Vergleichsbeispiel.

**[0045]** Zu verwendende Harzarten:

Harz A: hergestellt von Nippon Steel Chemical Co., Ltd., Cardo-Acrylatharz (V-259PA);

Harz B: hergestellt von NICHIBAN Co., Ltd., Epoxidharz (Araldit);

Harz C: hergestellt von EPOXY TECHNOLOGY INC., Epoxidharz (301-2); und

Harz D: hergestellt von Ardel Co., Ltd., leicht härtendes Acrylatharz (A200).

Tabelle 1

Dicke des ersten Elements (µm)	Zustand des ersten Elements			
	Harz A	Harz B	Harz C	Harz D
50	○	△	△	○
30	○	△	△	○
10	○	△	△	×
5	○	△	△	–
3	○	△	△	–
1	○	△	△	–
0,5	○	×	×	–
0,3	○	–	–	–
0,1	○	–	–	–
0,05	×	–	–	–

- O Das erste Element weist nach dem Polieren keine Risse und Ablätterungen auf, und die Dicke des ersten Elements ist gleichmäßig.
- Δ Das erste Element weist nach dem Polieren keine Risse und Ablätterungen auf, aber die Dicke des ersten Elements ist nicht gleichmäßig.
- X Das erste Element weist nach dem Polieren Risse und Ablätterungen auf.
- Nicht untersucht.

**[0046]** Aus den Ergebnissen in Tabelle 1 ist ersichtlich, dass in den Beispielen der Erfindung, bei denen Harz A verwendet wurde, keine Ablätterungen auftraten und die Dicke gleichmäßig war, bis sie 0,1  $\mu\text{m}$  erreichte. Außerdem zeigte sich, dass in den Vergleichsbeispielen, bei denen die Harze B und C verwendet wurden, die Dicke des ersten Elements nicht gleichmäßig war, wenn sie 50  $\mu\text{m}$  betrug, und dass Ablätterungen auftraten, wenn sie nicht mehr als 0,5  $\mu\text{m}$  betrug. Darüber hinaus ist ersichtlich, dass in den Vergleichsbeispielen, bei denen Harz D verwendet wurde, auch bei 10  $\mu\text{m}$  Ablätterungen auftraten. Aus den oben angeführten Ergebnissen ist ersichtlich, dass die Beispiele der Erfindung im Vergleich zum Vergleichsbeispiel ausreichende Haftfestigkeit aufwiesen und somit ein Verbindungskörper mit einem gleichmäßigen und dünnen Element gemäß vorliegender Erfindung erhalten werden konnte.

#### Beispiel 14

**[0047]** Die Beziehung zwischen der Dicke des Elements und dem Verformungsmaß des Elements aufgrund von unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten wurde im Verbindungskörper gemäß vorliegender Erfindung untersucht. Acrylatharz mit einem Fluorenskelett wurde als Kleber hergestellt. Dann wurden ein Lithiumniobatsubstrat mit X-Schnitt (erstes Element) mit einer Dicke von 1 mm und einer Größe von 15 mm  $\times$  15 mm und ein Lithiumtantalsubstrat (zweites Substrat) mit einer in einem Winkel von 27° geschnittenen Y-Fläche (63°-Z-Schnitt) mit einer Dicke von 0,35 mm und einer Größe von 20 mm  $\times$  20 mm mithilfe des hergestellten Klebers verbunden. Als Acrylatharz mit Fluorenskelett wurde ein Cardo-Acrylatharz (V-259PA) von Nippon Steel Chemical Co., Ltd., verwendet, dessen Viskosität bei 0,007 Pa·s (7 cP) geregelt wurde. Nachdem das erste Element und das zweite Element gewaschen worden waren, wurde eine Lösung des Acrylatharzes mit Fluorenskelett auf das zweite Element getropft, und das erste Element wurde über den Kleber auf das zweite Element gepresst. Dann, nachdem die so verbundenen Substrate einer 1-stündigen Vorhärtung bei 100°C unterzogen worden waren, wurden die verbundenen Substrate 1 Stunde lang bei 200°C gehärtet, um den Verbindungskörper zu erhalten.

**[0048]** Die Dicke der Kleberschicht des Verbindungskörpers betrug 0,2  $\mu\text{m}$ . Der Verbindungskörper wurde aufgrund der unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten des ersten Elements und des zweiten Elements verformt. Dann wurde das erste Element mithilfe eines mechanischen Schleifapparats und eines Poliergeräts geschliffen und poliert, um das erste Element dünn zu machen. Als Ergebnis wurde, wenn die Dicke des ersten Elements mehr als 10  $\mu\text{m}$  erreichte, das Verformungsmaß des Verbindungskörpers stark verringert. Die Ergebnisse sind in [Fig. 3](#) zu sehen.

#### Beispiel 15

**[0049]** Die Beziehung zwischen der Dicke des Elements und der Kompressionsscher-Haftfestigkeit wurde im Verbindungskörper gemäß vorliegender Erfindung untersucht. Als Acrylatharz mit Fluorenskelett ein Cardo-Acrylatharz (V-259PA) verwendet. Zwei Lithiumniobat-Einkristalle mit X-Schnitt, die jeweils 15 mm  $\times$  15 mm groß waren, wurden auf dieselbe Weise wie in Beispiel 1 verbunden. In diesem Fall variierte die Viskosität des Cardo-Acrylatharzes je nach Dicke der Kleberschicht. Aus dem so erhaltenen Verbindungskörper wurde eine Probe mit einer Größe von 5 mm  $\times$  5 mm ausgeschnitten, und die Kompressionsscher-Haftfestigkeit der ausgeschnittenen Probe wurde gemessen. Die Ergebnisse sind in [Fig. 4](#) zu sehen.

**[0050]** Aus den in [Fig. 4](#) gezeigten Ergebnissen ist ersichtlich, dass eine gewünschte Haftfestigkeit von nicht weniger als 60 kp/cm<sup>2</sup> erreicht werden kann, wenn die Dicke der Kleberschicht nicht weniger als 0,05  $\mu\text{m}$  beträgt. Außerdem versteht sich, dass, da ein Substratrisbereich, der nicht auf einen Riss der Kleberschicht zurückzuführen ist, nicht weniger als 0,1  $\mu\text{m}$  beträgt, die Dicke der Kleberschicht vorzugsweise nicht weniger als 0,1  $\mu\text{m}$  betragen sollte.

**[0051]** Aus den Ergebnissen der Beispiele 1–14 ist ersichtlich, dass beim Verbindungskörper gemäß vorliegender Erfindung ein Verbindungskörper, in dem eine ausreichende Haftfestigkeit erreicht werden kann und das Element gleichmäßig und dünn ist, erhalten werden kann, wenn zumindest eines von erstem Element und zweitem Element nicht dünner als 0,1  $\mu\text{m}$  und nicht dicker als 10  $\mu\text{m}$  ist. Außerdem zeigen die Ergebnisse des

Beispiels 15, dass die Dicke der Kleberschicht des Verbindungskörpers vorzugsweise nicht weniger als 0,05  $\mu\text{m}$ , noch bevorzugter nicht weniger als 0,1  $\mu\text{m}$ , betragen sollte.

**[0052]** Wie aus den obigen Erläuterungen klar ersichtlich ist, ist es gemäß vorliegender Erfindung, da das erste Element und das zweite Element mithilfe des Klebers aus einem Harz mit Fluorenskelett verbunden sind, möglich, einen Verbindungskörper mit ausreichender Haftfestigkeit zu erhalten, auch wenn zumindest eines der Elemente dünn ist, also eine Dicke von nicht weniger als 0,1  $\mu\text{m}$  und nicht mehr als 10  $\mu\text{m}$  aufweist.

### Patentansprüche

1. Verbindungskörper umfassend ein erstes Element, ein zweites Element und eine zwischen dem ersten Element und dem zweiten Element angeordnete Kleberschicht, wobei die Kleberschicht aus einer Harzzusammensetzung mit einem Fluorenskelett besteht und zumindest eines von erstem und zweitem Element eine Dicke von nicht weniger als 0,1  $\mu\text{m}$  und nicht mehr als 10  $\mu\text{m}$  aufweist.

2. Verbindungskörper nach Anspruch 1, worin der Verbindungskörper ein optischer Bauteil ist.

3. Verbindungskörper nach Anspruch 1, worin die Harzzusammensetzung mit Fluorenskelett ein Epoxidharz mit Fluorenskelett oder ein Acrylatharz mit Fluorenskelett ist.

4. Verbindungskörper nach Anspruch 1, worin das erste Element und das zweite Element aus Lithiumniobat bestehen.

5. Verbindungskörper nach Anspruch 1, worin das erste Element und das zweite Element aus MgO enthaltendem Lithiumniobat bestehen.

6. Verbindungskörper nach Anspruch 1, worin das erste Element aus MgO enthaltendem Lithiumniobat und das zweite Element aus Lithiumniobat besteht.

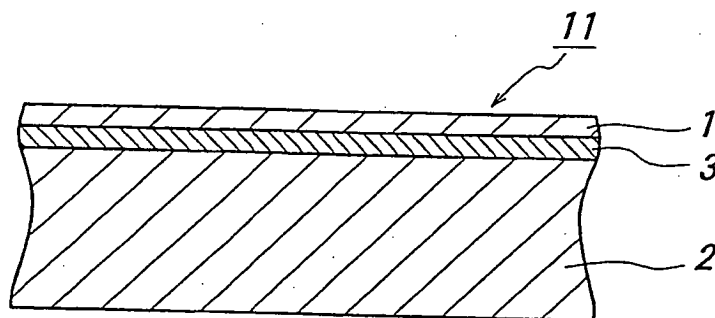
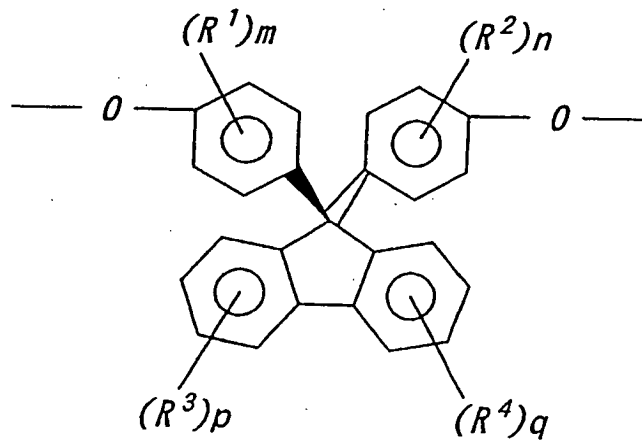
7. Verbindungskörper nach Anspruch 1, worin das erste Element aus Lithiumniobat und das zweite Element aus Lithiumtantalat besteht.

8. Verfahren zur Herstellung eines Verbindungskörpers aus einem ersten Element, einem zweiten Element und einer zwischen dem ersten Element und dem zweiten Element angeordneten Kleberschicht, worin eines von erstem und zweitem Element eine Dicke von nicht weniger als 0,1  $\mu\text{m}$  und nicht mehr als 10  $\mu\text{m}$  aufweist, umfassend einen Schritt des Verbindens des ersten Elements und des zweiten Elements mittels der Kleberschicht aus einer Harzzusammensetzung mit Fluorenskelett.

9. Verfahren zur Herstellung eines Verbindungskörpers nach Anspruch 8, worin der Verbindungskörper ein optischer Bauteil ist.

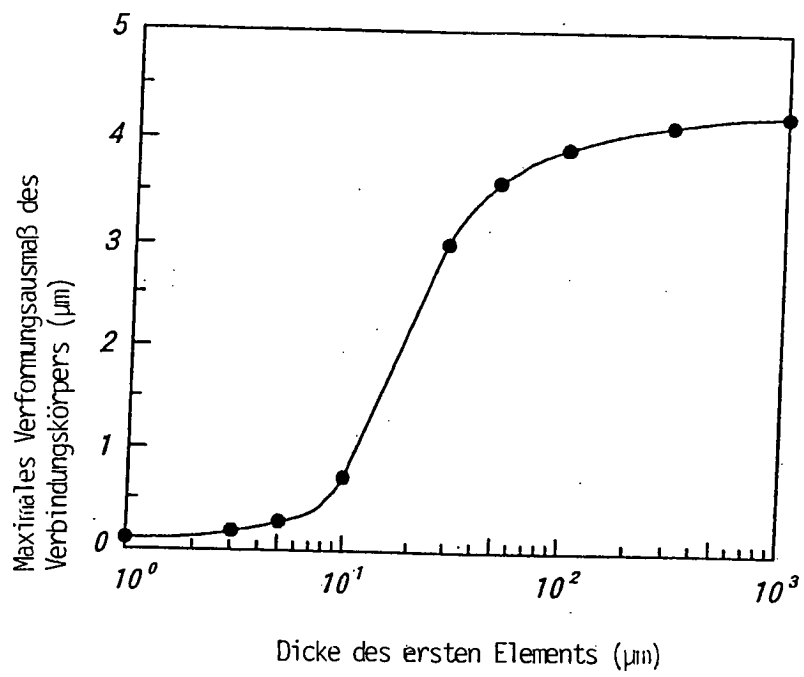
10. Verfahren zur Herstellung eines Verbindungskörpers nach Anspruch 8, worin die Harzzusammensetzung mit Fluorenskelett ein Epoxidharz mit Fluorenskelett oder ein Acrylatharz mit Fluorenskelett ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

**FIG. 1****FIG. 2**

$R^1 - R^4$  stehen jeweils für ein Halogenatom, eine Alkylgruppe oder eine Alkoxygruppe, und  $m, n, p$  und  $q$  stehen jeweils für eine ganze Zahl von 0 - 4.

**FIG. 3**



**FIG. 4**

