



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 21 2007 000 066 U1** 2009.07.30

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **21 2007 000 066.8**
 (22) Anmeldetag: **17.09.2007**
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2007/078607**
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: **27.03.2008**
 (87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2008/036581**
 (47) Eintragungstag: **25.06.2009**
 (43) Bekanntmachung im Patentblatt: **30.07.2009**

(51) Int Cl.⁸: **A61C 7/14** (2006.01)
A61C 7/28 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
11/533,633 **20.09.2006** **US**

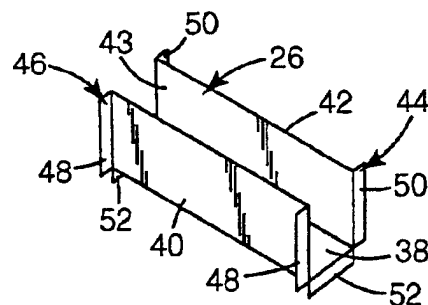
(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:
3M Innovative Properties Co., St. Paul, Minn., US

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:
Vossius & Partner, 81675 München

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Kieferorthopädische Elemente und andere medizinische Vorrichtungen mit einem fluorierten Polymer**

(57) Hauptanspruch: Kieferorthopädisches Element, umfassend:
 ein Bracket, umfassend eine Rille für einen Drahtbogen, in dem ein Drahtbogen aufgenommen wird; und
 ein Liner, der in der Rille für den Drahtbogen angeordnet ist, wobei der Liner ein fluoriertes Polymer und eine behandelte Oberfläche mit einem darauf befindlichen Klebstoff umfasst;
 wobei die behandelte Oberfläche des Liners mit einem darauf befindlichen Klebstoff mit der Rille für den Drahtbogen in Kontakt ist.



Beschreibung

Hintergrund

[0001] Bei einer kieferorthopädischen Behandlung werden winzige Vorrichtungen, die als Brackets bekannt sind, an den Zähnen des Patienten befestigt. Ein Drahtbogen wird in einer Rille jedes Brackets aufgenommen und wird durch Ligaturdrähte oder kleine elastische O-Ringe, die sich um jedes Bracket und den Drahtbogen erstrecken, in den Rillen an der Stelle gehalten. Die mit den Brackets verbundenen Zähne werden durch Biegungen oder Verdrehungen, die im Drahtbogen angebracht sind, oder durch elastomere Module, die bestimmte Brackets verbinden, in Richtung der kieferorthopädisch korrekten Positionen gedrängt. Der Drahtbogen dient als eine Spur, um die Gleitbewegung der Brackets zu leiten, so dass die verbundenen Zähne in Richtung der gewünschten Positionen verschoben werden.

[0002] In der Vergangenheit wurden kieferorthopädische Brackets häufig aus Edelstahl hergestellt und Drahtbögen wurden aus Edelstahl oder Legierungen, die Edelstahl, Nickel und Titan enthalten, hergestellt. Im Allgemeinen ist der Reibungswiderstand gegenüber der Gleitbewegung der Metallbrackets, obwohl er nicht unwesentlich ist, ein Faktor, der durch die meisten Zahnärzte nicht als unzufriedenstellend angesehen wird. Metallbrackets sind jedoch nicht ästhetisch und werden manchmal als ein „Blechgrinsen“ bezeichnet, das dem Patienten Verlegenheit verursachen kann.

[0003] Kieferorthopädische Brackets, die aus nicht opaken Kunststoffmaterialien, wie Polycarbonat, hergestellt sind, wurden in der Vergangenheit von verschiedenen Herstellern eingeführt. Unglücklicherweise zeigen einige Kunststoffbrackets übermäßige Verformung der Rillen für die Drahtbögen, da das Material kriecht, wenn kieferorthopädische Kräfte durch den Bogen auf die Brackets wirken. Eine übermäßige Verformung der Rillen für den Drahtbogen kann eine genaue Steuerung der Bewegung der verbundenen Zähne verhindern und in einigen Fällen ein Brechen der Brackets bewirken. Ein Ersetzen der Brackets während der kieferorthopädischen Behandlung ist zeitaufwändig und wird häufig durch den Kieferorthopäden sowie durch den Patienten als unangenehm empfunden.

[0004] Es wurde in der Vergangenheit vorgeschlagen, metallische Liner für die Rillen für den Drahtbogen für Kunststoffbrackets bereitzustellen, teilweise als einen Versuch, die Verformung des Kunststoffmaterials zu vermeiden. Beispiele der Liner für die Rillen für den Drahtbogen sind in den U.S.-Pat. Nr. 3,964,165, 4,299,569 und 4,302,532 beschrieben. Metallische Liner für die Rillen für den Drahtbogen für Kunststoffbrackets stellen Gleitmechanismen bereit, die den Gleitmechanismen ähneln, die beobachtet werden würden, wenn ein Bracket vollständig aus Metall verwendet wird.

[0005] Kieferorthopädische Brackets wurden wie im U.S.-Pat. Nr. 4,954,080 beschrieben auch aus durchscheinendem keramischem Material, wie polykristallinem Aluminiumoxid, hergestellt. Keramik ist im Vergleich zu Kunststoff ein relativ hartes Material und weist keine Kriechverformung in Bereichen auf, die der Rille für den Drahtbogen benachbart sind, wenn es den Kräften des Drahtbogens ausgesetzt wird. Jedoch kann das Anlegen übermäßiger Kraft durch den Drahtbogen das Bracket möglicherweise wegen lokalisierter Bereiche relativ hoher Konzentrationen der Beanspruchung brechen. Liner für die Rillen für den Drahtbogen für keramische Brackets sind im U.S.-Pat. Nr. 5,380,196 beschrieben.

[0006] Metallische Liner für die Rillen (z. B. Edstahl liner für die Rillen) weisen im Vergleich zu keramischen Brackets Vorteile, wie erhöhte Festigkeit des Brackets, verbesserte Gleitmechanismen und Zurückhalten der Keramikstücke nach Lösen der Bindung durch Bruch auf. Ein Lösen der Bindung durch Bruch ist im U.S.-Patent Nr. 5,439,379 beschrieben. Metallische Liner für die Rillen sind jedoch in den frühen Behandlungsstadien sichtbar, wenn schmale Edstahl drähte verwendet werden. Außerdem verleihen Edstahl liner dem durchscheinenden Körper des Brackets eine leicht graue Farbe, wenn sie mit durchscheinenden keramischen Brackets verwendet werden. Diese Merkmale eines Metall liners können die ästhetische Gesamtqualität des Produkts verschlechtern. Obwohl Glas liner vorgeschlagen wurden, um eine gute Ästhetik und geringe Reibung bereitzustellen, würde die brüchige Natur eines Glas liners keine Zurückhaltung der Keramikstücke nach Lösen der Bindung durch Bruch bereitstellen. So besteht der Bedarf an Liner für die Rillen für kieferorthopädische Elemente, insbesondere kieferorthopädische Brackets, die eine gute Ästhetik und geringe Reibung und ein Zurückhalten der Keramikstücke nach Lösen durch Bruch bereitstellen.

Zusammenfassung

[0007] Die vorliegende Erfindung betrifft eine medizinische Vorrichtung, insbesondere Dentalelemente, wie

ein kieferorthopädisches Element, und Herstellungsverfahren.

[0008] In einer Ausführungsform wird ein kieferorthopädisches Element bereitgestellt, beinhaltend: ein Bracket, die eine Rille für einen Drahtbogen beinhaltet, die einen Drahtbogen aufnimmt; und einen Liner, der in der Rille für den Drahtbogen angeordnet ist, wobei der Liner ein fluoriertes Polymer und eine behandelte Oberfläche mit einem darauf befindlichen Klebstoff umfasst; wobei die behandelte Oberfläche des Liners mit einem darauf befindlichen Klebstoff mit der Rille für den Drahtbogen in Kontakt ist.

[0009] In einer anderen Ausführungsform wird eine medizinische Vorrichtung bereitgestellt, beinhaltend: eine Oberfläche der medizinischen Vorrichtung; und eine Polymerfolie, die auf der Oberfläche der medizinischen Vorrichtung angeordnet ist, wobei die Folie ein fluoriertes Polymer und eine behandelte Oberfläche mit einem darauf befindlichen Klebstoff umfasst; wobei die behandelte Oberfläche der Folie mit einem darauf befindlichen Klebstoff mit der Oberfläche der medizinischen Vorrichtung in Kontakt ist.

[0010] In noch einer anderen Ausführungsform wird ein Verfahren zur Herstellung eines kieferorthopädischen Elements bereitgestellt. Das Verfahren beinhaltet: Bereitstellen eines kieferorthopädischen Brackets, die eine Rille für einen Drahtbogen beinhaltet, die einen Drahtbogen aufnimmt; Bereitstellen eines Liners, der ein fluoriertes Polymer beinhaltet; Aktivieren einer Oberfläche des Liners, um eine Oberflächenfunktionalisierung bereitzustellen; Aufbringen eines Klebstoffs auf die funktionalisierte Oberfläche des Liners; und Anbringen des Liners mit einem darauf befindlichen Klebstoff in die Rille für den Drahtbogen.

[0011] Hier bezeichnet „Polymerfolie“ der vorliegenden Erfindung (z. B. Liner für ein kieferorthopädisches Bracket) eine Folie, die dimensionsstabil ist.

[0012] Der Begriff „umfasst“ und Abwandlungen davon weisen keine einschränkende Bedeutung auf, wenn diese Begriffe in der Beschreibung und den Patentansprüchen vorkommen.

[0013] Die Wörter „bevorzugt“ und „vorzugsweise“ beziehen sich auf Ausführungsformen der Erfindung, die unter bestimmten Umständen bestimmte Vorteile bereitstellen können. Jedoch können andere Ausführungsformen unter den gleichen oder anderen Umständen ebenfalls bevorzugt sein. Außerdem impliziert die Erwähnung einer oder mehrerer bevorzugter Ausführungsformen nicht, dass andere Ausführungsformen nicht geeignet sind, und es ist nicht beabsichtigt, andere Ausführungsformen aus dem Bereich der Erfindung auszuschließen.

[0014] Wie hier verwendet, werden „ein“, „eine“, „der/die“, „mindestens ein“ und „ein oder mehrere“ austauschbar verwendet. So kann zum Beispiel eine Folie, die „ein“ Fluorpolymer umfasst, aufgefasst werden, dass das bedeutet, dass die Folie „ein oder mehrere“ Fluorpolymere beinhaltet.

[0015] Der Begriff „und/oder“ bedeutet ein oder mehrere oder alle der aufgeführten Elemente.

[0016] Hier schließt außerdem die Aufführung numerischer Bereiche durch Endpunkte alle Zahlen ein, die in den Bereich subsumiert sind (z. B. 1 bis 5 schließt 1, 1,5, 2, 2,75, 3, 3,80, 4, 5 usw. ein).

[0017] Wie hier verwendet bezieht sich der Begriff „Raumtemperatur“ auf eine Temperatur von etwa 20°C bis etwa 25°C oder etwa 22°C bis etwa 25°C.

[0018] Es ist nicht beabsichtigt, dass die vorstehende Zusammenfassung der vorliegenden Erfindung jede offenbarte Ausführungsform oder jede Implementierung der vorliegenden Erfindung beschreibt. Die folgende Beschreibung gibt beispielhaft veranschaulichende Ausführungsformen genauer an. An mehreren Stellen in der Anmeldung wird durch Listen von Beispielen eine Anleitung bereitgestellt, wobei die Beispiele in verschiedenen Kombinationen verwendet werden können. In jedem Fall dient die aufgeführte Liste nur als eine veranschaulichende Gruppe und sollte nicht als eine ausschließende Liste aufgefasst werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0019] Die Erfindung wird weiter in Bezug auf die Zeichnungen erklärt, in denen:

[0020] **Fig. 1** eine perspektivische Ansicht eines Liners für ein kieferorthopädisches Bracket gemäß einer veranschaulichenden Ausführungsform der Erfindung ist;

[0021] [Fig. 2](#) eine perspektivische Ansicht eines Brackets mit dem in [Fig. 1](#) gezeigten Liner ist; und

[0022] [Fig. 3](#) eine perspektivische Ansicht eines selbstligierenden Brackets mit Clips mit dem in [Fig. 1](#) gezeigten Liner ist.

Detaillierte Beschreibung von veranschaulichenden Ausführungsformen

[0023] Die vorliegende Erfindung betrifft eine medizinische Vorrichtung, insbesondere Dentalelemente, wie ein kieferorthopädisches Element, und Herstellungsverfahren. Veranschaulichende Vorrichtungen schließen eine Polymerfolie, die auf einer Oberfläche einer medizinischen Vorrichtung angeordnet ist, ein, wobei die Folie aus einem fluorierten Polymer hergestellt ist und eine behandelte Oberfläche mit einem darauf befindlichen Klebstoff aufweist. Die behandelte Oberfläche der Folie mit einem darauf befindlichen Klebstoff ist mit der Oberfläche der medizinischen Vorrichtung in Kontakt.

[0024] Eine medizinische Vorrichtung ist ein Instrument, eine Apparatur, ein Gerät, eine Maschine, eine Vorrichtung, ein Implantat oder ein anderer ähnlicher oder verwandter Gegenstand, einschließlich einer Komponente, oder Hilfsmittel, die zur Verwendung bei der Diagnose einer Erkrankung oder anderer Zustände oder bei der Heilung, Linderung, Behandlung oder Verhinderung einer Erkrankung, beim Menschen oder anderen Tieren, oder zum Beeinflussen der Struktur oder irgendeiner Funktion des Körpers des Menschen oder anderer Tiere beabsichtigt ist und das keine seiner primär gedachten Zwecke durch chemische Wirkung erreicht und nicht verstoffwechselt wird, um einen seiner primär beabsichtigten Zwecke zu erreichen. Solche Vorrichtungen schließen medizinische Vorrichtungen, wie Implantate, medizinische Behälter, Liner für die Basis von Zahnprothesen, medizinische Schläuche, Stents, Katheter, sowie verschiedene Dentalvorrichtungen, einschließlich keramischer Brackets, nichtmetallischer Brackets, Metallbrackets, Bukkaltuben, Bändern, Ligation Ties, Clips, Drahtbögen, Headgear-Tuben, Hilfs-Tuben, Korrektoren der Klasse II, eines Headgears, Handinstrumenten und verschiedenen anderen Werkzeugen ein.

[0025] In einer bevorzugten Ausführungsform ist die medizinische Vorrichtung ein kieferorthopädisches Element, das ein Bracket mit einer Rille für einen Drahtbogen, der einen Drahtbogen aufnimmt, und einen Liner, der in der Rille für den Drahtbogen angeordnet ist, beinhaltet. Der Liner ist eine Polymerfolie, die aus einem fluorierten Polymer hergestellt ist und eine behandelte Oberfläche mit einem darauf befindlichen Klebstoff aufweist. Die behandelte Oberfläche des Liners mit einem darauf befindlichen Klebstoff ist mit der Rille für den Drahtbogen in Kontakt.

[0026] In Bezug auf diese bevorzugte kieferorthopädische Ausführungsform wird ein kieferorthopädisches Bracket **20** gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in [Fig. 2](#) veranschaulicht. Das Bracket **20** beinhaltet einen keramischen Bracketkörper **22** mit einem länglichen Kanal **24**. Ein Liner **26** ist enganliegend im Kanal **24** auf passende Weise aufgenommen und ist in [Fig. 1](#) einzeln gezeigt.

[0027] Der Bracketkörper **22** weist eine Basis **28** mit einer Basiskrümmung zum Befestigen des Brackets **20** direkt an einem Zahn des Patienten auf. Eine labiale Fläche des Körpers **22** beinhaltet ein Paar beabstandeter okklusaler Verbindungsflügel **30, 30** und einen gingivalen Haken **32** mit mesialen und distalen Aussparungen. Der Kanal **24** des Körpers **22** erstreckt sich von einer mesialen Seite **34** zu einer gegenüberliegenden, distalen Seite **35** entlang einer zentralen mesial-distalen Achse des Körpers **22**. Ein Paar gegenüberliegender abgechrägter Wandabschnitte **36** befindet sich zwischen der labialen Fläche des Körpers **22** und dem Kanal **24**, um das Einfügen eines Drahtbogens in den Liner **26** zu erleichtern.

[0028] Der Liner **26** (in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#)) beinhaltet einen zentralen Teil mit einer unteren Wand **38**, einer okklusalen Wand **40** und einer gingivalen Wand **42**. Die okklusale Wand **40** und die gingivale Wand **42** sind parallel zueinander und erstrecken sich in einer Richtung senkrecht zur unteren Wand **38**. Die Wände **38, 40, 42** stellen eine Rille für einen Drahtbogen **43** mit einer U-förmigen Konfiguration in einer longitudinalen Queren Referenzebene dar. Die U-förmige Konfiguration des Rillen für den Drahtbogen **43** stimmt mit der Querschnittform eines rechtwinkligen Drahtbogens mit ähnlichen Abmessungen des Querschnitts überein, und ist auf diese Weise angepasst, den Drahtbogen in engpassender Beziehung für die kieferorthopädische Behandlung gemäß einem Verfahren, das als Edgewise-Technik bekannt ist, komplementär aufzunehmen.

[0029] In Bezug auf [Fig. 2](#) beinhaltet der Liner **26** einen mesialen Endteil **44** und einen distalen Endteil **46**, die sich über die mesiale Seite **34** bzw. die distale Seite **35** hinaus erstrecken. Wie in [Fig. 1](#) gezeigt, können beide Endteile **44, 46** des Liners **26** einen okklusalen Abschnitt **48**, der sich in einer okklusalen Richtung erstreckt, einen gingivalen Abschnitt **50**, der sich in einer gingivalen Richtung erstreckt, und einen lingualen Ab-

schnitt **52**, der sich in lingualer Richtung erstreckt, beinhalten. Die Abschnitte **48, 50, 52**, die optional sind, erstrecken sich in Richtungen parallel zu den jeweiligen darunterliegenden Seiten **34, 35** (und kontaktieren sie flach). In dem in [Fig. 2](#) dargestellten Bracket sind die mesialen und distalen Seiten **34, 35** senkrecht zu der Längsachse der Rille für den Drahtbogen **43**; daher erstrecken sich die übergefalteten Bereiche **48, 50, 52** der Endteile des Liners **44, 46** in jeweiligen gemeinsamen Bezugsebenen, die im Wesentlichen senkrecht zu der Längsachse der Rille für den Drahtbogen sind. Es ist jedoch auch möglich, ein Bracket gemäß der Erfindung mit mesialen und distalen Seiten zu konstruieren, die sich in einem anderen Winkel als neunzig Grad bezogen zur Längsachse der Rille für den Drahtbogen erstrecken, wobei in dem Fall die übergefalteten Endteile des Liners sich auch in einen im Wesentlichen gleichen, nicht 90° Winkel erstrecken. Die Abschnitte **48, 50, 52** sind optional und stellen einen gewissen zusätzlichen Schutz der keramischen Rille für den Drahtbogen bereit. In einer anderen Ausführungsform kann der Liner **26** vollständig entlang der Rille für den Drahtbogen **43** passen.

[0030] In einer anderen Ausführungsform ist die medizinische Vorrichtung ein kieferorthopädisches Element, das ein Bracket mit einer Rille für einen Drahtbogen, der einen Drahtbogen aufnimmt; ein Liner, der in der Rille für einen Drahtbogen angeordnet ist; und mesiale und distale Clips, die zu mesialen und distalen Vorsprüngen passen, die sich aus der Bracketbasis erstrecken, wobei die Clips lösbar einen Drahtbogen in der Rille für den Drahtbogen halten, beinhaltet. Der Liner ist eine Polymerfolie, die aus einem fluoridierten Polymer hergestellt ist und eine behandelte Oberfläche mit einem darauf befindlichen Klebstoff aufweist. Die behandelte Oberfläche des Liners mit einem darauf befindlichen Klebstoff ist wie in [Fig. 3](#) gezeigt mit der Rille für den Drahtbogen und beiden Vorsprüngen in Kontakt.

[0031] In Bezug auf die kieferorthopädische Ausführungsform von [Fig. 3](#) wird ein kieferorthopädisches Bracket **100** gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung veranschaulicht. Das Bracket **100** beinhaltet einen länglichen Kanal **124**. Ein Liner **126** (analog zu dem in [Fig. 1](#) gezeigten Liner **26**) wird enganliegend in dem Kanal **124** auf passende Weise aufgenommen.

[0032] Die Gerätschaft **100** beinhaltet eine Basis **112** zum Binden der Gerätschaft an den Zahnschmelz des Patienten unter Verwendung eines Klebstoffs. Vorzugsweise weist die Basis **112** eine nach außen gerichtete konkave Basiskrümmung auf, die zu der konvexen Basiskrümmung der Zahnoberfläche des Patienten passt, an die sie gebunden wird. Gegebenenfalls wird die Basis **112** mit Rillen, Teilchen, Vertiefungen, Hinterschneidungen, einem Material zum Erhöhen der chemischen Bindung oder irgendeinem anderen Material oder einer Struktur oder jede Kombination der vorstehenden versehen, die die Bindung der Gerätschaft **100** direkt an die Zahnoberfläche des Patienten erleichtern.

[0033] Ein Körper **114** erstreckt sich von der Basis **112** in einer allgemein buccolabialen Richtung nach Außen. Der Körper **114** beinhaltet einen mesialen Körperteil **116** und einen distalen Körperteil **118**, der vom mesialen Körperteil **116** beabstandet ist. In dieser Ausführungsform beinhaltet jeder der Teile **116, 118** einen occlusalen Verbindungsflügel **120** und einen gingivalen Verbindungsflügel **122**, obwohl einer oder mehrere der Verbindungsflügel **120, 122** falls gewünscht weggelassen werden könnten. Vorzugsweise ist, wie in [Fig. 3](#) gezeigt, der Körper **114** (einschließlich der Körperteile **116, 118**) integral mit der Basis **112** verbunden, und der Körper **114** und die Basis **112** bilden eine einzige einheitliche Komponente.

[0034] Die Gerätschaft **100** beinhaltet auch einen Liner einer Rille für einen Drahtbogen **124**, der an die Körperteile **116, 118** befestigt ist. Der Liner der Rille für den Drahtbogen **124** definiert occlusale, gingivale und linguale Seiten einer Rille für den Drahtbogen **126**. Die Rille für den Drahtbogen **126** erstreckt sich in Längsrichtung in einer im Allgemeinen mesial-distalen Richtung entlang der Gerätschaft **100** und auch durch einen Kanal der Körperteile **116, 118**. Der Liner der Rille für den Drahtbogen **124** kann eine mesiale Ausdehnung aufweisen, die in gewisser Weise „T-förmig“ ist, um zur im Allgemeinen T-förmigen Konfiguration, die durch den Hals **134** und den Kopf **132** dargestellt wird, zu passen. Jedoch sind andere Konstruktionen ebenfalls möglich.

[0035] Die Gerätschaft **100** beinhaltet einen mesialen Pfosten **128** und einen distalen Pfosten **130**, die integral an den mesialen Körperteil **116** bzw. den distalen Körperteil **118** gebunden sind. Die Pfosten **128, 130** erstrecken sich nach Außen in gegenüberliegenden Richtungen voneinander weg und bilden den Körper **114**. Vorzugsweise erstreckt sich jeder Pfosten **128, 130** entlang einer Referenzachse, die zu der Längsachse der Rille für den Drahtbogen **126** parallel ist. Der mesiale Pfosten **128** beinhaltet einen äußersten Kopf **132** und einen Hals **134**, der integral den Kopf **132** und den mesialen Körperteil **116** verbindet.

[0036] Die Gerätschaft **100** beinhaltet auch ein Schloss („latch“), um einen Drahtbogen in der Rille für den Drahtbogen wieder lösbar zu halten. In der veranschaulichten Ausführungsform beinhaltet das Schloss einen mesialen Clip **136**, der mit dem mesialen Pfosten **128** verbunden ist, und einen distalen Clip **138**, der mit dem

distalen Pfosten **130** verbunden ist.

[0037] Das kieferorthopädische Bracket kann aus einer polykristallinen oder monokristallinen Keramik, einem organischen Polymer (z. B. einem Polycarbonat, einem Polyacryl), einem Metall oder einer Kombination davon (z. B. ein organischer/anorganischer Verbundstoff) hergestellt sein. Für bestimmte Ausführungsformen wird das kieferorthopädische Bracket aus einer polykristallinen Keramik hergestellt.

[0038] Für bestimmte Ausführungsformen können die keramischen Brackets zum Verbessern der Haftung von darüberliegenden Materialien mit einem Material zum Verbessern der Haftung, das zum Beispiel ein Silan, ein Zirkonat, ein Titanat oder eine Kombination davon beinhaltet, behandelt werden, während Metallbrackets mit einem Silan behandelt werden können. Beispiele solcher Behandlungsprotokolle und Materialien sind in der internationalen Veröffentlichung der Patentanmeldung Nr. WO 00/699393 und im U.S.-Pat. Nr. 6,960,079 beschrieben.

[0039] Der Liner des kieferorthopädischen Elements (oder eine Polymerfolie von anderen medizinischen Vorrichtungen) ist vorzugsweise mindestens 12,5 Mikron dick. Die maximale Dicke des Liners **26** des kieferorthopädischen Elements (oder einer Polymerfolie von anderen medizinischen Vorrichtungen) hängt von der Anwendung ab und ist typischerweise nicht mehr als 500 Mikron dick, häufiger nicht mehr als 250 Mikron dick und noch häufiger nicht mehr als 125 Mikron dick.

[0040] Das Material, das zur Herstellung des Liners des kieferorthopädischen Elements (oder einer Polymerfolie von anderen medizinischen Vorrichtungen) verwendet wird, beinhaltet mindestens ein fluoriertes Polymer. Die Fluoratome können im Gerüst, in Seitenketten oder Kombinationen davon sein. Für bestimmte Ausführungsformen ist das fluorierte Polymer perfluoriert. Das fluorierte Polymer kann ein Homopolymer oder Copolymer sein (z. B. ein Polymer, das aus zwei oder mehreren unterschiedlichen Monomeren hergestellt ist, das Terpolymere, Tetrapolymere usw. einschließt).

[0041] Das Material, das zur Herstellung des Liners verwendet wird, kann ein Gemisch von Polymeren sein oder nicht sein. Die fluorierten Polymergemische können entweder ein Gemisch von mehr als einem fluorierten Polymer (wie ein Gemisch von FEP/THV, das ein fluoriertes Ethylen-Propylen-Copolymer und Tetrafluorethylen-Hexafluorpropylen-Vinylidenfluorid-Terpolymer ist) oder ein Gemisch eines Fluorpolymers und eines nicht fluorierten Polymers (wie vertragliche Gemische von PMMA/PVDF (Polymethylmethacrylat und Polyvinylidendifluorid), PVDF/PEMA (Polyvinylidendifluorid und Polyethylmethacrylat) und Polyvinylidendifluorid und Polyvinylacetat sein.

[0042] Das fluorierte Polymer kann elastomer, thermoplastisch oder gehärtet sein. Für bestimmte Ausführungsformen ist das fluorierte Polymer thermoplastisch. Falls gewünscht kann der Liner des kieferorthopädischen Elements (oder die Polymerfolie von anderen medizinischen Vorrichtungen) coextrudierte Schichten beinhalten, die fluorierte oder nicht fluorierte Polymere (z. B. ein Polyolefin) oder Klebstoffmaterialien beinhalten können.

[0043] Für bestimmte Ausführungsformen ist das fluorierte Polymer kristallin. Der Grad der Kristallinität beträgt vorzugsweise mehr als 30%. Dies kann unter Verwendung von Differentialscanningkalorimetrie (DSC) bestimmt werden.

[0044] Für bestimmte Ausführungsformen weist das fluorierte Polymer ein Gewichtsmittel des Molekulargewichts von mindestens 20.000 Dalton und für andere Ausführungsformen mindestens 50.000 Dalton und in noch anderen Ausführungsformen mindestens 100.000 Dalton auf.

[0045] Beispiele geeigneter fluorierter Polymere schließen ein: ein Tetrafluorethylenhomopolymer (wie Polytetrafluorethylen oder „PTFE“); ein Tetrafluorethylencopolymer (wie Ethylen-Tetrafluorethylen-Copolymer, erhältlich unter dem Handelsnamen TEFZEL von E.I. DuPont de Nemours und Co., Wilmington, DE, und fluoriertes Ethylen-Propylen-Copolymer oder „FEP“, umfassend Tetrafluorethylen und Hexafluorpropylen); ein Hexafluorpropylencopolymer (wie ein fluorplastisches Terpolymer von Hexafluorpropylen-Tetrafluorethylen-Ethylen oder „HTE“ von 3M Dyneon, Oakdale, MN), ein Vinylidenfluoridhomopolymer (wie Polyvinylidendifluorid oder „PVDF“, erhältlich unter der Handelsbezeichnung KYNAR von Boedeker Plastics, Inc., Shiner, TX); ein Vinylidenfluoridcopolymer (wie Tetrafluorethylen-Hexafluorpropylen-Vinylidenfluorid-Terpolymer oder „THV“, erhältlich, zum Beispiel, von 3M Dyneon, und ein Fluorelastomercopolymer von Vinylidenfluorid und Hexafluorpropylen, erhältlich unter der Handelsbezeichnung TECNOLON von Solvay Solexis, Thorafare, NJ); ein Vinylfluoridhomopolymer (wie das unter der Handelsbezeichnung TEDLAR von E.I. DuPont de Nemours und

Co., Wilmington, DE erhältlich); ein Vinylfluoridcopolymer; ein Chlortrifluorethylenhomopolymer („PCTFE“, wie die unter den Handelsnamen KEL-F von 3M Co., St. Paul, MN und ACLAR von Honeywell, Minneapolis, MN erhältlichen); ein Chlortrifluorethylencopolymer (wie Ethylenchlortrifluorethylen oder „ECTFE“, erhältlich unter dem Handelsnamen HALAR von Solvay Solexis, Thorofare, NJ); ein Perfluorvinylethercopolymer (wie ein Copolymer von Tetrafluorethylen und Perfluorpropylvinylether oder „PFA“, erhältlich von 3M Dyneon); amorphe Fluorpolymere (wie ein Copolymer von Tetrafluorethylen-Perfluormethylvinylether von 3M Dyneon, sowie die unter den Handelsnamen TEFLON AF von E.I. DuPont de Nemours und Co., Wilmington, DE, CY-TOP von Bellex International Corp., Wilmington, DE und FLUOREL von 3M Dyneon, Oakdale, MN erhältlichen) oder Kombinationen davon.

[0046] In bestimmten Ausführungsformen ist das fluorierte Polymer ein Copolymer, das von nicht fluorierten Monomeren, wie Ethylen, Propylen, Vinylidenchlorid, Vinylchlorid oder Kombinationen davon abgeleitet ist. Beispiele solcher Polymere schließen Propylen-Tetrafluorethylen-Copolymer, Ethylenchlortrifluorethylen oder „ECTFE“, erhältlich unter dem Handelsnamen HALAR von Solvay Solexis, Thorofare, NJ, und Ethylen-Chlortrifluorethylen-Copolymer, erhältlich unter dem Handelsnamen TEFZEL von E.I. DuPont de Nemours und Co., Wilmington, DE, ein.

[0047] Fluorpolymere sind bei dieser Anwendung wegen ihres im Allgemeinen niedrigen Reibungskoeffizienten, ihrer im Allgemeinen hohen chemischen Stabilität und im Allgemeinen hohen Toleranz gegenüber Verfärbung bevorzugt. Leider kann es schwierig sein, sie an andere Substrate zu kleben. Das wird bei der vorliegenden Erfindung durch die Verwendung eines Klebstoffs, und bei bestimmten Ausführungsformen von Oberflächenaktivierung unter Verwendung verschiedener Verfahren, einschließlich der Verwendung von Grundierungen, überwunden, wobei verschiedene Oberflächenfunktionalisierungen bereitgestellt werden.

[0048] So wird für bestimmte Ausführungsformen mindestens eine Oberfläche der Polymerfolie (z. B. Liner in einem kieferorthopädischen Bracket) thermisch (insbesondere für teilfluorierte Materialien), chemisch (z. B. durch Laser, wie bei Laserablation, Säureätzen, Natriumamidbehandlung, Koronabehandlung, Elektronenstrahlbehandlung, Plasmaätzen, Glimmentladung oder Flammbehandlung) oder photochemisch (z. B. aktinische Strahlung, wie Ultraviolettstrahlung) behandelt. Solche Oberflächenmodifizierungsverfahren sind zum Beispiel in den U.S.-Pat. Nr. 4,743,327 (Glimmentladungsreaktion), 6,057,414 (gezündetes Methanplasma) und 5,219,894 (thermische Zersetzung), JP Pat. Dokument 2004/107593 (Ultraviolettbestrahlung) und U.S.-Pat. Nr. 4,219,520 und Brennan, J. Doktorarbeit „Surface Chemistry of Poly(vinylidenfluorid)“, 1991 (Natrium/Ammoniak-Oberflächenmodifikationen) beschrieben. Diese behandelte Oberfläche weist vorzugsweise einen darauf befindlichen Klebstoff auf und erhöht die Haftung zwischen der Polymerfolie und dem Klebstoff.

[0049] Für bestimmte Ausführungsformen wird mindestens eine Oberfläche der Polymerfolie (z. B. ein Liner in einem kieferorthopädischen Bracket) durch Behandlung mit einer Grundierung aktiviert. Geeignete Grundierungen sind Harze, die entweder nicht gefüllt oder wenig gefüllt sind (z. B. mit weniger als 15 Gew.-% Füllstoff). Die Polymeroberfläche kann durch photochemische Behandlung mit Grundierungen aktiviert werden, die Elektronendonoverbindungen, wie ein Amin (aliphatisch oder aromatisch), Polyethylenimin, ein Phosphin, Phenol, Thiophenol, Phenolat, Thiophenolat, einem Thioether und Kombinationen davon einschließen. Die chemische Aktivierung der Polymeroberfläche wird auch durch Behandlung mit einer Grundierlösung erreicht, die nucleophile Verbindungen, wie ein wasserlösliches Metallsulfid, ein Metallhydrogensulfid, ein Metallhydroxid und Kombinationen davon in Gegenwart eines Phasentransferkatalysators, wie ein Tetraalkyl- oder Tetraarylphosphonium- oder -ammoniumsalz, einen Kronenether oder eine Kombination davon, einschließen kann. Beispiele der Grundierungen sind auch in den U.S.-Pat. Nr. 6,752,894 und 6,844,030 und in den U.S.-Patentanmeldungen Veröffentlichungsnr. 2003/0049455 und 2005/0080212 offenbart. Diese grundierete Oberfläche weist vorzugsweise einen darauf befindlichen Klebstoff auf und erhöht die Haftung zwischen der Polymerfolie und dem Klebstoff.

[0050] Für bestimmte Ausführungsformen wird mindestens eine Oberfläche der Polymerfolie (z. B. der Liner in einem kieferorthopädischen Bracket) mit einer Grundierung behandelt und gleichzeitig und/oder anschließend thermisch behandelt, photochemisch behandelt oder beides. In einer Ausführungsform wird zum Beispiel eine Fluorpolymeroberfläche mit einer Elektronendonoverbindung behandelt und aktinischer Strahlung ausgesetzt, vorzugsweise wird die Elektronendonoverbindung aktinischer Strahlung durch das Fluorpolymer ausgesetzt.

[0051] Die Funktionalisierung kann auch über Pfropfen eines Polymers auf die Oberfläche eines anderen auftreten (z. B. der das Fluorpolymer enthaltende Polymerfolie). Das zu pflöpfende Polymer kann eine bevorzugte Funktionalität entweder im Polymergerüst oder der Seitenkette enthalten. Ein funktionalisiertes Polymer kann

ebenfalls gebildet und in situ auf die polymere Oberfläche eines ersten Polymers über Umsetzung mit einem Monomer, das funktionelle Gruppen enthält, gepfropft werden. Zum Beispiel können Polymerketten, die Funktionalität enthalten, auf die Fluorpolymeroberfläche strahlungsgepfropft werden, oder das Monomer, das die gewünschte Funktionalität enthält, kann strahlungsgepfropft werden oder aus der Fluorpolymeroberfläche „wachsen“. Außerdem können chemische Mittel, wie Hydroperoxid oder andere Peroxyverbindungen zum thermischen Pfropfen von Polymeren, die eine geeignete Funktionalität enthalten oder aus der Polymeroberfläche über Radikalstellen wachsen, die sich aus der thermischen Abspaltung von Peroxygruppen ergeben, verwendet werden. Diese gepfropfte Oberfläche weist vorzugsweise einen darauf befindlichen Klebstoff auf und erhöht die Haftung zwischen der Polymerfolie und dem Klebstoff.

[0052] Abgesehen davon, dass die Fluorpolymeroberfläche modifiziert wird, um die gewünschte chemische Funktionalität für erhöhte Haftung an dem Klebstoff zu erzeugen, kann zum Beispiel eine gewisse physikalische Aufrauung in einem Ausmaß auftreten, dass die Haftung sowohl über chemische als auch über physikalische Modifizierung der polymeren Oberfläche verbessert wird.

[0053] Die chemische Funktionalität kann statistisch oder gemustert in die Fluorpolymeroberfläche integriert werden. Ein statistischer Einbau ist bevorzugt.

[0054] Es ist auch bevorzugt, nur die äußeren paar Mikron oder weniger der Polymeroberfläche zu modifizieren, um so Änderungen in der Hauptmasse des Fluorpolymers zu beschränken. Außerdem ist bevorzugt, dass nur eine Seite der Fluorpolymerfolie modifiziert wird, wobei die Oberflächeneigenschaften der gegenüberliegenden Oberfläche intakt bleiben, zum Beispiel Durchscheinbarkeit, Verfärbungsbeständigkeit, Reibungseigenschaften und andere physikalische Eigenschaften.

[0055] So ermöglicht ein bevorzugtes Oberflächenaktivierungsverfahren, dass die Seite der behandelten Oberfläche der Polymerfolie zu ausgezeichneter Haftung an eine Oberfläche einer Vorrichtung (z. B. kieferorthopädisches Bracket) beiträgt, während gewünschte Eigenschaften der Polymerfolien, wie Durchscheinbarkeit oder Transparenz der Polymerfolie, beibehalten werden. Es wird angenommen, dass das durch die Bildung der chemischen Funktionalitäten auftritt, die chemisch mit dem Klebstoff Wechselwirken. Diese Wechselwirkung kann eine chemische Bindung ergeben, die am stärksten bevorzugt ist, die starke Bindungen zwischen dem Fluorpolymer und Klebstoff bilden, oder schwächere van der Waals Kräfte oder beide umfassen können. Eine Wasserstoff-Brücken-Bindung zwischen Funktionalität an der Fluorpolymeroberfläche (Amine oder Hydroxylgruppen zum Beispiel) und Klebstoff (zum Beispiel Ketone oder Aldehyde oder Carbonsäuren) ist ein anderer Weg, auf dem die Haftung zwischen modifizierter Polymeroberfläche und Klebstoff verbessert werden kann.

[0056] Sogar die Bildung eines geringen Prozentsatzes polarer oder hydrophiler Funktionalität auf einer Fluorpolymeroberfläche ergibt verbesserte Benetzung von dem Klebstoff an das Fluorpolymer, wobei die Haftung verbessert wird. Beispiele geeigneter Funktionalitäten schließen Hydroxylgruppen, Ethergruppen, Epoxygruppen, Peroxygruppen (einschließlich Hydroperoxy), Carbonsäure- oder -estergruppen, Carbonylgruppen (einschließlich Ketone und Aldehyde), Isocyanatgruppen und Thioisocyanatgruppen, Mercaptan(-SH)-gruppen, Sulfidgruppen, Sulfonsäuregruppen, Amingruppen (primär, sekundär oder tertiär), Imingruppen, sowie Kohlenstoff-Kohlenstoff-Doppel- und -Dreifachbindungen ein.

[0057] Für bestimmte Ausführungsformen schließen bevorzugte Funktionalitäten Carbonsäure, Carbonsäureester, Sulfid und Etherfunktionalitäten ein. Für bestimmte Ausführungsformen schließen bevorzugte Funktionalitäten Keton-, Aldehyd-, Peroxy- (einschließlich Hydroperoxy-) und Epoxyfunktionalitäten ein. Für bestimmte Ausführungsformen schließen bevorzugte Funktionalitäten Amine (wobei primäre und sekundäre Amine gegenüber tertiären Aminen auf Grund ihres nucleophilen Charakters und der Fähigkeit, mit funktionellen Gruppen in Klebstoffen, wie Epoxyverbindungen, kovalent zu binden, stärker bevorzugt sind), Imine, Mercaptane, Hydroxyle, sowie Kohlenstoff-Kohlenstoff-Doppel- und -Dreifachbindungen ein. Kombinationen der chemischen Funktionalitäten können zur Verbesserung der Haftung verwendet werden; jedoch ist bevorzugt, dass höhere Dichten der am stärksten bevorzugten Funktionalitäten für den betreffenden Klebstoff an der Oberfläche liegen. Zum Beispiel würde bevorzugt werden, dass Amine in einer größeren Dichte an der Oberfläche vorkommen, als Ethergruppen, wenn ein Epoxyklebstoff verwendet wird.

[0058] Abhängig von dem Klebstoff können unterschiedliche Funktionalitäten gewählt werden, um gewünschte Ergebnisse bereitzustellen. Typischerweise können chemische Gruppen als nucleophil, elektrophil oder auch radikalisch initiiierend charakterisiert werden. Nucleophile Gruppen sind für Klebstoffe, wie Epoxyverbindungen und Acrylate, am stärksten bevorzugt. Amine und Mercaptane sind Beispiele von nucleophilen Grup-

pen, die erwünscht sind, da sie chemische Reaktionen mit chemischer Funktionalität in der Klebstoffschicht wie Epoxy eingehen können und dabei starke chemische Bindungen bilden können und eine starke Haftung zwischen dem funktionalisierten Fluorpolymer und Klebstoff fördern. Oberflächenamine können auch eine Wasserstoff-Brücken-Bindung mit Funktionalität in dem Klebstoff, zum Beispiel Carbonsäuren oder andere Carbonylfunktionalität, bilden oder umgekehrt können Carbonsäuregruppen auf der Oberfläche des Fluorpolymers eine Wasserstoff-Brücken-Bindung mit Aminen in den Klebstoffen bilden. Hydroperoxy- und Peroxyverbindungen sind Beispiele von Radikalinitiatoren, die nach Wärmeaktivieren dann mit vielen verschiedenen Klebstoffen, einschließlich Acrylaten, vernetzen können.

[0059] Elektrophile Gruppen (z. B. Epoxyverbindungen, Isocyanate) an der Oberfläche werden auch bei Modifikationen der Polymeroberfläche der verwendeten Art zum Erhöhen der Haftung zwischen funktionalisierten Fluorpolymeren und Klebstoffen verwendet. Eine stabile elektrophile Gruppe an der Oberfläche des Fluorpolymers könnte beispielsweise zum Beispiel aus einer Hydroxylgruppe an der Oberfläche, die mit einer Lewis-Säure, wie Titan-tetrachlorid, behandelt wurde, und dann anschließend die elektrophile Gruppe an der Oberfläche mit einem Nucleophil aus einem Klebstoff (z. B. Amin oder Thiol) umgesetzt wurde, gebildet werden. Ein anderes Beispiel ist, den Klebstoff mit stabilen elektrophilen Gruppen, wie Epoxygruppen, zum Beispiel, in einem Epoxyklebstoff auszustatten, die dann mit nucleophilen Stellen auf der Fluorpolymeroberfläche (z. B. Amin, Thiol) umgesetzt werden können, wobei starke kovalente Bindungen gebildet werden. Epoxygruppen können durch ihre Behandlung mit Lewis-Säuren, wie vorstehend erwähnt, elektrophiler gemacht werden.

[0060] Für bestimmte Ausführungsformen wird die Oberfläche der medizinischen Vorrichtung (z. B. die Rille für den Drahtbogen), auf dem die Kombination von Polymerfolie/Klebstoff aufgebracht ist, mit einer Grundierung behandelt, um die Haftung weiter zu erhöhen. Geeignete Grundierungen sind Harze, die entweder ungefüllt oder in geringem Maße gefüllt sind (z. B. mit weniger als 15 Gew.-% Füllstoff). Beispiele der Grundierungen sind hier vorstehend offenbart, wie in U.S.-Pat. Nr. 6,752,894 und 6,844,030 und in der U.S.-Pat. Anmeldung Veröffentlichungsnr. 2003/0049455 und 2005/0080212.

[0061] Für bestimmte Ausführungsformen ist die behandelte Polymerfolie (z. B. Liner für ein kieferorthopädisches Bracket) durchscheinend oder transparent. Wie hier verwendet, bedeutet durchscheinend, dass die Folie ermöglicht, dass Licht durch sie durchgeht, aber das Licht streut, so dass Gegenstände auf der gegenüberliegenden Seite nicht klar sichtbar sind; und transparent bedeutet, dass die Folie Licht mit wenig oder keiner Streuung durchlässt, so dass Gegenstände auf der gegenüberliegenden Seite klar sichtbar sind.

[0062] Für bestimmte Ausführungsformen wird ein Klebstoff verwendet, um die Polymerfolie (z. B. Liner für ein kieferorthopädisches Bracket) an eine Oberfläche (z. B. die Rille für den Drahtbogen eines kieferorthopädischen Brackets) anzubringen. Der Klebstoff kann chemisch an der Polymerfolie angebracht werden, so dass keine unterschiedlichen Schichten erkennbar sind oder die Polymerfolie kann eine fluorierte Polymerfolie und eine gesonderte Schicht eines auf der behandelten Oberfläche der Folie aufgetragenen Klebstoffs einschließen.

[0063] Geeignete Klebstoffe können vielfältig sein, einschließlich Haft- und Schmelzklebstoffe. Geeignete Klebstoffe sind Harze, die höhere Füllstoffbeladungen als Grundierungen (z. B. mindestens 60 Gew.-% Füllstoff) beinhalten. Sie können ein Epoxy, ein Silicon, ein (Meth)acrylat, ein Urethan, einen Silikonpolyharnstoff oder Kombinationen davon einschließen. Beispiele geeigneter im Handel erhältlicher Klebstoffe schließen LOCTITE 3981 Epoxy (Henkel Corp., Rocky Hill, CT), SCOTCH-WELD 2216A/B Epoxyklebstoff (3M Co., St. Paul, MN) und SCOTCH-Weld DP-460 Epoxyklebstoff (3M Co., St. Paul, MN) ein.

[0064] Für bestimmte Ausführungsformen ist der Klebstoff durchscheinend oder transparent. Für bestimmte Ausführungsformen wird der Klebstoff so gewählt, dass er auch verfärbungsbeständig ist.

[0065] Der Klebstoff kann verschiedene Zusätze beinhalten, einschließlich Füllstoffe, um zusätzliche Festigkeit bereitzustellen, Vernetzungsmittel, Rheologiemodifikatoren (wie zum Beispiel im U.S.-Pat. Nr. 6,126,922 beschrieben), Zusätze für thermische Stabilität und dgl. Sie können auch Haftverbesserungsmittel, wie Silane, Zirkonate und Titanate, enthalten.

[0066] Für bestimmte Ausführungsformen ist eine geeignete Liner/Klebstoff-Kombination eine, die an ein Bracket für mindestens 2 Stunden in Wasser bei 100°C haftet. Für bestimmte Ausführungsformen beträgt die Schälfestigkeit einer geeigneten Liner/Klebstoff-Kombination gegenüber dem Bracket mindestens 2 Pfund pro inch (1,9 N/cm) und vorzugsweise mindestens 5 Pfund pro inch (4,8 N/cm), stärker bevorzugt mindestens 10 Pfund pro inch (9,6 N/cm) und noch stärker bevorzugt mindestens 15 Pfund pro inch (14,5 N/cm).

BEISPIELE

[0067] Aufgaben und Vorteile dieser Erfindung werden weiter durch die folgenden Beispiele veranschaulicht. Anzumerken ist jedoch, dass die betreffenden Substanzen und deren Mengen, die in diesen Beispielen aufgeführt sind, sowie andere Bedingungen und Einzelheiten nicht als unnötige Einschränkung dieser Erfindung aufgefasst werden sollten. Wenn nicht anders festgelegt, sind alle Teile und Prozentsätze auf das Gewicht bezogen, das gesamte Wasser ist entionisiertes Wasser und alle Molekulargewichte sind ein Gewichtsmittel des Molekulargewichts. Alle Chemikalien und Reagenzien wurden von Sigma-Aldrich Corp., St. Louis, MO erhalten.

[0068] Wie hier verwendet:

Bezieht sich „FEP“ auf ein Copolymer von Tetrafluorethylen und Hexafluorpropylen (3M Co., St. Paul, MN/Dyneon LLC, Oakdale, MN).

Bezieht sich „THV“ auf ein Copolymer von Tetrafluorethylen, Hexafluorpropylen und Vinylidenfluorid, erhältlich unter der Handelsbezeichnung THV 800 von 3M Co., St. Paul, MN/Dyneon LLC, Oakdale, MN.

Bezieht sich „PFA“ auf ein Copolymer von Tetrafluorethylen und Perfluorvinylether (E.I. du Pont de Nemours and Company, Wilmington, DE).

Bezieht sich „PTFE“ auf Polytetrafluorethylen (3M Co., St. Paul, MN/Dyneon LLC, Oakdale, MN).

Bezieht sich „LOCTITE“ auf einen Epoxyklebstoff, im Handel erhältlich unter der Handelsbezeichnung LOCTITE 3981 von Henkel Corp., Rocky Hill, CT.

Bezieht sich „SCOTCH-WELD“ auf einen zweiteiligen durchscheinenden Epoxyklebstoff, erhältlich unter der Handelsbezeichnung SCOTCH-WELD 2261 von 3M Company, St. Paul, MN.

Bezieht sich „SCOTCHBOND“ auf einen Dentalklebstoff auf Methacrylatbasis, erhältlich unter der Handelsbezeichnung ADPER SCOTCHBOND Multi-Purpose Adhesive von 3M Company, St. Paul, MN.

Bezieht sich „KEN-REACT“ auf ein Kopplungsmittel, erhältlich unter der Handelsbezeichnung Ken-React KZ-TPP von Kenrich Petrochemicals Inc., Bayonne, NJ.

Silanbehandlung mit Glycidylxypropyltrimethoxysilanlösung

[0069] Zu 37,0 g Ethylalkohol wurden 0,5 g Glycidylxypropyltrimethoxysilan (SILQUEST A-187, erhältlich von GE Silicones, Danbury, CT), 12,45 g Wasser und 0,05 g Eisessig gegeben, um eine Grundierlösung zu erhalten. Eine Schicht der Grundierlösung wurde auf das Aluminiumoxidsubstrat gestrichen und in einem Konvektionsofen bei 600°C 1 Stunde gehärtet. Nachdem die Oberfläche auf Raumtemperatur abgekühlt worden war, wurde eine zweite Schicht der Grundierlösung aufgestrichen, gefolgt von Härten bei 100°C für einen weiteren Zeitraum von 1 Stunde. Das behandelte Aluminiumoxid wurde dann entfernt, und man ließ es auf Raumtemperatur abkühlen. Die gehärtete Oberfläche des Substrats wurde vorsichtig mit Ethylalkohol gespült, um etwaiges nicht gebundenes Silan zu entfernen. Das gehärtete Substrat ließ man schließlich lufttrocknen, und es wurde unmittelbar zum Haftbinden verwendet.

Silanbehandlung mit keramischer Grundierung der Marke 3M ESPE Rely-X

[0070] Unter Verwendung einer Bürste mit Schaumspitze wurde eine dünne Schicht von Rely-X keramischer Grundierung (erhältlich von 3M Company, St. Paul, MN) auf die Oberfläche des Aluminiumoxidsubstrats aufgetragen. Das Substrat wurde dann auf 700°C mit einer Steigerungsgeschwindigkeit von 5°C pro Minute erwärmt und 1 Stunde gehalten, um die organischen Bestandteile zu zersetzen. Die Ofenleistung wurde dann abgeschaltet, und man ließ das Aluminiumoxid auf Raumtemperatur abkühlen. Eine zweite Schicht von Rely-X keramischer Grundierung wurde dann aufgetragen, bei 100°C 1 Stunde gehärtet, und man ließ sie auf Raumtemperatur abkühlen. Die grundierete Oberfläche des Substrats wurde vorsichtig mit Ethylalkohol gespült, um etwaiges nicht gebundenes Silan zu entfernen. Das grundierete Substrat ließ man schließlich an Luft trocknen, und es wurde unmittelbar zum Haftbinden verwendet.

Verfärbungstest

[0071] Die Fähigkeit einer Probe einer Fluorpolymerfolie einer Verfärbung zu widerstehen, wurde unter Verwendung eines standardisierten visuellen Tests bestimmt. Die folgenden Verfärbungsmittel wurden verwendet: frisch gebrühter „French“ Röstkaffee, geschnittener schwarzer Pekoe-Tee der Marke LIPTON (ein Teebeutel in eine Tasse heißes Wasser 5 Minuten gezogen), Old World Style Spaghetti-Soße der Marke RAGU und klassischer gelber Senf der Marke FRENCH. Proben wurden in einem verschlossenen Polypropylenbehälter vollständig in jedes Verfärbungsmittel eingetaucht und in einen Ofen bei 60°C für eine Dauer von 1 Tag, 1 Woche und 2 Wochen gegeben. Der Grad der Verfärbung wurde optisch mit der nicht verfärbten Kontrolle verglichen.

Thermischer Schocktest Flüssigkeit zu Flüssigkeit

[0072] Eine Bracketprobe wurde unter Verwendung eines Test-Kammermodells Nr. LTSI-2-CHA (ESPEC Corporation, Grand Rapids, MI) einer Temperaturwechselbeanspruchung ausgesetzt. Mit Klebstoff gebundene Fluorpolymertestproben wurden auf alternierende Weise in zwei Wasserbäder mit konstanter Temperatur, eines auf 5°C und das andere auf 55°C gehalten, getaucht. Die Probe wurde in jedem Bad 30 Sekunden pro Zyklus gehalten. Jede Probe wurde vor der Messung der Schälfestigkeit 1000 Zyklen unterzogen.

Test der Schälfestigkeit

[0073] Die Qualität der Haftung zwischen dem Liner und den Brackets wurde unter Verwendung eines Instrumentors Inc. SP-2000 Gleit/Schäl-Testers (IMASS Inc., Accord, MA) gemessen. Fluorpolymerstreifen mit 0,5 inch (1,27 cm) Breite mal etwa 1,25 inch (3,175 cm) Länge wurden anfänglich unter Verwendung eines festgelegten Klebstoffs an ein Substratmaterial gebunden. Die Schälfestigkeit wurde dann durch Abziehen des Streifens in einem 180° Winkel gegenüber dem Substrat in dynamischem Gleichgewicht bei einer Abziehggeschwindigkeit von 6 inch (15,24 cm) pro Minute, mit einer Verzögerung von 1 Sekunde und einer Mittelung der Schälfestigkeit über 5 Sekunden erhalten. Die Schälfestigkeit in Pfund pro inch (ppi) wurde durch Multiplizieren der zeitgemittelten Schälfestigkeit der Probe durch zwei bestimmt. Jeder angegebene Wert der Schälfestigkeit stellt einen Mittelwert von zwei bis vier wiederholten Messungen dar.

Klassischer Reibungstest

[0074] Die klassische Reibung zwischen einem Drahtbogen und einem Bracket wurde unter Verwendung einer eigens hergestellten Halterung für eine QTEST/5 mechanische Testvorrichtung (MTS Systems Corporation, Eden Prairie, MN) bestimmt. Das Testbracket wurde an einen Pfosten gebunden, der mit einem 6-Achsen-sensor verbunden war, der die Normalkraft, die durch einen Ligaturdraht aufgebracht wird, digital überwacht. Die zum Ziehen des Bogens durch die Rille des Brackets mit einer Geschwindigkeit von 0,1 mm pro Minute erforderliche Kraft wurde unter Verwendung einer 20 lb (9,07 kg) Belastungszelle gemessen. Die mittlere kinetische Reibungskraft, die gleich der Kraft ist, die erforderlich ist, um den Draht zu ziehen, geteilt durch zwei, und die mittlere Normalkraft wurden für jede von sechs nominalen Normalkräften berechnet: 400, 600, 100, 300, 200 und 500 g (in der Reihe der Untersuchung aufgeführt). Der Koeffizient der kinetischen Reibungskraft wurde als die Neigung einer linearen Regressionsausgleichsline bestimmt, die der Auftragung der mittleren kinetischen Reibungskraft gegen die mittlere Normalkraft entspricht.

Beispiele 1–5

[0075] In den Beispielen 1–5 wurde die photochemische Modifikation einer fluorthermoplastischen Folie unter Verwendung einer Grundierlösung, die organische Amine in einem organischen Lösungsmittel oder Wasser enthält, erreicht. Diese klare Grundierlösung wurde durch Zugabe von 2,0 g Methanol zu 0,4 g Polyethyleniminlösung (Produkt Nr. 40,870-0, 99% Reinheit, Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO) und 2 Tropfen N,N-Dimethylanilin (Produkt Nr. 515124, 99% Reinheit, Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO) hergestellt. Vier Tropfen der Grundierlösung wurden auf einen 2 × 3 inch (5,08 × 7,62 cm) Glasmikroskopobjektträger gegeben. Ein 2 × 3 inch (5,08 × 7,62 cm) rechteckiges Stück der Fluorpolymerfolie (mit einer Dicke im Bereich von 1 mil (25,4 Mikron) bis 16 mil (406,4 Mikron)) wurde dann oben auf den Objektträger gelegt, wobei sich die Lösung zwischen der Folie und dem Objektträger befand. Etwaige Luftblasen wurden vorsichtig herausgedrückt, um sicherzustellen, dass sowohl die Folien- als auch Objektträgeroberfläche vollständig durch die Methanollösung benetzt wurden. Die Objektträger, Ätzlösung und Polymerfolien-Anordnung wurden dann unter eine Bank mit sechs 18 inch (45,72 cm) 15 Watt germiziden (UV)-Lampen (G15T8) (General Electric Company, Fairfield, CT) gelegt. Die Folienanordnung wurde flach mit der oberen Oberfläche der Folie in einem Abstand von 1 inch (2,54 cm) zu den Lampen gelegt.

[0076] Nach Beendigung der UV-Belichtung wurde die Fluorpolymerfolie von dem Glasobjektträger entfernt, gründlich mit Wasser 2 Minuten gespült und schließlich mit Aceton gespült, um verbliebene Grundierlösung zu entfernen. Die Folien ließ man dann bei Umgebungstemperatur an Luft trocknen. Das Fluorpolymer wurde innerhalb einer Stunde nach dem Spülen mit Aceton gebunden. Die modifizierte Fluorpolymerfolie wurde an ein Aluminiumoxidsubstrat (0,025 inch (635 Mikron) Dicke, 96% Reinheit, CoorsTek, Grand Junction, CO) laminiert und mit einer Klebstoffschicht wie nachstehend beschrieben grundiert. Die Belichtungszeit, Art des Fluorpolymers, Fluorpolymerdicke, Substratart und Klebstoffart, die bei der Herstellung der Beispiele 1–5 verwendet wurden, sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1. Beispiele von mit ultraviolettem Licht geätztem Fluorpolymer, das an ein Substrat gebunden ist.

Beispiel	UV-Belichtungsdauer (Minuten)	Fluorpolymer	Foliendicke	Substrat	Klebstoff
1	15	FEP	9 mil (229 Mikron)	Aluminiumoxid	LOCTITE
2	15	FEP	9 mil (229 Mikron)	Aluminiumoxid	LOCTITE
3	15	FEP	9 mil (229 Mikron)	Aluminiumoxid	LOCTITE
4	15	FEP	9 mil (229 Mikron)	Aluminiumoxid	SCOTCH-WELD
5	20 ^(c)	PTFE	9 mil (229 Mikron)	Aluminiumoxid ^(a)	LOCTITE ^(b)

^(a) Zusätzlich grundiert mit Glycidyoxypropyltrimethoxysilan-Grundierlösung

^(b) enthielt 1 Gew.-% KEN-REACT Kopplungsmittel

^(c) die Ätzlösung wurde nach 10 Minuten UV-Belichtung mit Wasser von der Fluorpolymerfolie gespült, dann wurde frische Ätzlösung aufgetragen und die Folienanordnung wieder 10 Minuten mit UV belichtet

[0077] Um das Aluminiumoxidsubstrat für das Binden herzustellen, wurden 0,375 inch (0,953 cm) breite Stücke von 1280 Circuit Plating Band der Marke SCOTCH (4,2 mil (107 Mikron, 3M Company, St. Paul, MN) auf die drei Außenkanten der Bindungsoberfläche aufgetragen, um eine 0,75 × 1,5 inch (1,91 × 3,81 cm) rechteckige Bindungsoberfläche festzulegen. Unter Verwendung einer Bürste mit Schaumspitze wurde eine dünne Schicht des Epoxyklebstoffs auf die Bindungsoberfläche und die Oberfläche eines 1 × 1,5 inch (2,54 × 3,81 cm) Stücks der Fluorpolymerfolie aufgetragen. Die epoxybeschichteten Oberflächen wurden zusammengedrückt und etwaige sichtbare Luftblasen wurden vorsichtig herausgeschoben, um eine gleichförmige Bindung sicherzustellen. Der Aufbau wurde zwischen zwei Stücke mit Silikon grundiertem Polyesterreleaseliner (3M Company, St. Paul, MN) und dann wieder zwischen zwei 2 × 3 inch (5,08 × 7,62 cm) Glasobjekträger gelegt. Die gesamte Anordnung wurde in der Mitte des Substrats mit einer großen (1 inch, (2,54 cm) Kapazität, 2 inch (5,08 cm) Breite) Foldbackklammer (BC 100, Serien-Nr. 99100, Office International Corp., Edison, NJ) fest zusammengehalten. Das Härten des Epoxys wurde erreicht, indem die Anordnung 50 Minuten in einen 100°C warmen Umluftofen gelegt wurde.

[0078] Nach der Herstellung wurden einige gebundene Fluorpolymerfolien einer Temperaturwechselbeanspruchung (siehe thermischer Schocktest Flüssigkeit zu Flüssigkeit) unterzogen, andere in Wasser 2 Stunden gesiedet, während andere Folien wie sie sind verwendet wurden. Die Schäluntersuchung der gebundenen Folien ging gemäß dem vorher beschriebenen experimentellen Verfahren vonstatten. Die Bruchart, definiert als die Stelle, bei der eine Trennung während des Schältests auftrat, wurde ebenfalls notiert. Konditionieren vor dem Test, die gemessene Schälfestigkeit und die Bruchart sind für die Beispiele 1–5 in der nachstehenden Tabelle 2 gezeigt.

Tabelle 2: Ergebnisse des Schältests bei den Beispielen 1–5

Beispiel	Zustand	Schälfestigkeit	Bruchart
1	Wie hergestellt	12,7 ppi (22,2 N/cm)	Adhäsionsbruch an Fluorpolymer
2	Temperaturwechselbeanspruchung	0,190 ppi (0,333 N/cm)	Adhäsionsbruch an Aluminiumoxid
3	2 Std. in Wasser gesiedet	6,18 (10,8 N/cm)	Adhäsionsbruch an Aluminiumoxid
4	Wie hergestellt	9,21 (16,1 N/cm)	Adhäsionsbruch an Fluorpolymer
5	Wie hergestellt	1,15 (2,02 N/cm)	Adhäsionsbruch an Fluorpolymer

Beispiele 6–11

[0079] Eine photochemische Modifizierung wurde für die Beispiele 6–11 unter Verwendung einer wässrigen Grundierlösung durchgeführt. Hier wurde die Ätzlösung durch Zugabe von 0,2 g Tetrabutylphosphoniumbromid (Produkt Nr. 189138, 98% Reinheit, Sigma-Aldrich Corp., St. Louis, MO) und 2,0 g Natriumsulfidnonahydrat (Produkt Nr. 208043, 98% Reinheit, Sigma-Aldrich Corp., St. Louis, MO) zu 5,5 g Wasser und Rühren bei Raumtemperatur für 20 Minuten bis eine klare Lösung beobachtet wurde, hergestellt. Vier Tropfen der wässrigen Lösung wurden dann auf die Oberfläche eines 2 × 3 inch (5,08 × 7,62 cm) Glasmikroskopobjektträgers gegeben. Nachdem eine 2 × 3 inch (5,08 × 7,62 cm) Stück Fluorpolymerfolie unter Verwendung eines in Acton getauchten Laborwischtuchs gereinigt worden war, wurde es dann über den Objektträger gelegt, um die Lösung zwischen die Folie und den Glasobjektträger zu bringen. Etwaige Luftblasen zwischen der Folie und dem Glas wurden vorsichtig ausgetrieben, um sicherzustellen, dass beide Oberflächen durch die Lösung vollständig benetzt waren. Der Objektträger, die Grundierlösung und die Polymerfolienanordnung wurden dann unter eine Bank mit sechs 18 inch (45,72 cm) 15 Watt germiziden ultravioletten (UV)-Lampen gelegt. Die Folienanordnung wurde flach mit der oberen Oberfläche der Folie in einem Abstand von 1 inch (2,54 cm) von den Lampen gelegt. Die UV-Belichtungszeit und die Art des für die Beispiele 6–11 verwendeten Fluorpolymers sind in Tabelle 3 aufgeführt.

[0080] Nach vollständiger UV-Belichtung wurde die Fluorpolymerfolie von dem Glasobjektträger entfernt, gründlich mit Wasser 2 Minuten gespült und schließlich mit Aceton 15 Sekunden unter Verwendung einer Acetonspritzflasche gespült, um verbliebene Ätzlösung zu entfernen. Die Folien ließ man dann an Luft bei Umgebungstemperatur für nicht mehr als 60 Minuten trocknen. Die Art des Substrats und die Klebstoffe, die in den Beispielen 6–11 verwendet wurden, sind auch in Tabelle 3 aufgeführt.

Tabelle 3. Beispiele von mit ultraviolettem Licht geätztem Fluorpolymer, das an das Substrat bindet

Beispiel	Belichtungs-dauer der Folie	Fluorpolymer	Folien dicke	Substrat	Klebstoff
6	20 Minuten	FEP	9 mil (229 Mikron)	Aluminiumoxid ^(a)	LOCTITE ^(b)
7	20 Minuten	FEP	9 mil (229 Mikron)	Aluminiumoxid ^(a)	LOCTITE ^(b)
8	20 Minuten	FEP	9 mil (229 Mikron)	Aluminiumoxid ^(a)	LOCTITE ^(b)
9	20 Minuten	FEP	9 mil (229 Mikron)	Aluminiumoxid ^(a)	SCOTCH-BOND
10	20 Minuten ^(c)	PTFE	9 mil (229 Mikron)	Aluminiumoxid ^(a)	LOCTITE ^(b)
11	20 Minuten ^(c)	PFA	1.8 mil (45.7 Mikron)	Aluminiumoxid ^(a)	LOCTITE ^(b)

- (a) zusätzlich grundiert mit Glycidylxypropyltrimethoxysilan-Grundierlösung
 (b) enthielt 1 Gew.-% KEN-REACT Kopplungsmittel
 (c) die Ätzlösung wurde nach 10 Minuten UV-Belichtung mit Wasser von der Fluorpolymerfolie gespült, dann wurde frische Ätzlösung aufgetragen und die Folienanordnung wieder 10 Minuten mit UV belichtet
 (d) unter Verwendung einer keramischen Grundierung der Marke 3M ESPE Rely-X (3M Co., St. Paul, MN) mit Silan behandelt

[0081] Alle Proben wurden an Aluminiumoxidsubstrate gebunden. Um das zu erreichen wurde eine 1,5 × 1,5 inch (3,81 × 3,81 cm) quadratische Bindungsoberfläche durch Aufbringen von 0,375 inch (0,953 cm) breiten Stücken von 1280 Circuit Plating Band auf die drei Außenkanten des Substrats festgelegt. Unter Verwendung einer Bürste mit Schaumspitze und unter gelbem Sicherheitslicht wurde dann eine dünne Schicht des festgelegten Klebstoffs zusammen mit der Oberfläche eines 1 × 1,5 inch (2,54 × 3,81 cm) rechteckigen Stücks der Fluorpolymerfolie auf die Bindungsoberfläche aufgebracht. Die zwei mit Klebstoff beschichteten Oberflächen wurden zusammengedrückt und etwaige sichtbare Luftblasen wurden herausgestoßen, um eine gleichförmige Bindung sicherzustellen. Der Aufbau wurde zwischen zwei Stücke mit Silikon grundierte Polyesterreleaseliner und dann wieder zwischen zwei 2 × 3 inch (5,08 × 7,62 cm) Glasobjektträger gelegt. Die gesamte Anordnung wurde mittig fest mit einer großen Foldbackklammer zusammengeklemt.

[0082] Die Beispiele 6, 7, 8, 10 und 11 verwendeten einen LOCTITE Epoxyklebstoff zum Binden. Das Härten der Epoxyverbindung wurde durch Einbringen der Anordnung in einen 100°C warmen Umluftofen für 50 Minuten erreicht. Beispiel 9 verwendete SCOTCHBOND Klebstoff zum Binden. In diesem Fall wurde das Härten durch Bestrahlen des Klebstoffs unter Verwendung eines 2500 Halogenhärtungslichts der Marke 3M ESPE ELIPAR (3M Company, St. Paul, MN) für 60 Sekunden erreicht. Die Foldbackklammer wurde entfernt und dann die Anordnung weiter durch zweimaliges Durchleiten durch einen Fusion UV Systems UV-Prozessor (VPS-6 Stromzufuhr, EPIQ 6000 Bestrahlungsvorrichtung, Fusion UV Systems Corp., Rockville, MD), ausgestattet mit einem Fusion D Gefäß, das bei 600 Watt pro inch (236 W/cm) bei einer Leitungsgeschwindigkeit von 20 Fuß (6,10 m) pro Minute betrieben wird, gehärtet. Die gehärtete Anordnung wurde schließlich bei 100°C in einem Umluftofen für 25 Minuten nachgehärtet.

[0083] Nach dem Herstellen wurden einige Folienanordnungen einer Temperaturwechselbeanspruchung gemäß dem thermischen Schocktest Flüssigkeit zu Flüssigkeit unterzogen, andere wurden in Wasser 2 Stunden gesiedet, während andere Folien wie sie waren verwendet wurden. Der Schältest der gebundenen Folien ging gemäß dem vorher beschriebenen experimentellen Verfahren vorstatten. Die Bruchart, definiert als die Stelle, bei der eine Trennung während des Schältests auftrat, wurde ebenfalls notiert. Die Vortestbedingungen, Schältestfestigkeit und die Bruchart sind für die Beispiele 6–11 in der nachstehenden Tabelle 4 gezeigt.

Tabelle 4. Ergebnisse des Schältests bei den Beispielen 6–11

Beispiel	Zustand	Schältestfestigkeit	Bruchart
6	Wie hergestellt	> 17,1 ^(a) ppi (> 30,0 N/cm)	Adhäsionsbruch an Fluorpolymer
7	Temperaturwechselbeanspruchung	Überstieg Festigkeit der Folie	N/A
8	2 Std. in Wasser gesiedet	7,57 ppi (13,3 N/cm)	Kohäsionsbruch
9	Wie hergestellt	2,53 ppi (4,43 N/cm)	Adhäsionsbruch an Fluorpolymer
10	Wie hergestellt	2,50 ppi (4,38 N/cm)	Adhäsionsbruch an Fluorpolymer
11	Wie hergestellt	2,78 ppi (4,87 N/cm)	Adhäsionsbruch an Fluorpolymer

(a) Die Folie des Fluorpolymers zerriß in einigen Fällen; die Haftung überstieg die Festigkeit der Folie

Beispiele 12–21

[0084] In den Beispielen 12–21 wurden die Proben einem thermochemischen Oberflächenmodifizierungsver-

fahren wie folgt unterzogen. Um die Ätzlösung herzustellen, wurden 1,0 g Tetrabutylphosphoniumbromid (Produkt Nr. 189138, 98% Reinheit, Sigma-Aldrich Corp., St. Louis, MO), 3,0 g Natriumsulfidnonahydrat (Produkt Nr. 203043, 98% Reinheit, Sigma-Aldrich Corp., St. Louis, MO) und 3,0 g Kaliumhydroxid (Produkt Nr. 221473, 85% Reinheit, Sigma-Aldrich Corp., St. Louis, MO) zu 60 ml Wasser in einen Glasbehälter mit Schraubkappe gegeben, und die Lösung wurde bei Umgebungstemperatur 20 Minuten kräftig gerührt. Die verschlossene Lösung wurde dann in einen Ofen gegeben und auf 65°C erwärmt. Ein Stück mit 2 × 3 inch (5,08 × 7,62 cm) der THV-Folie, 5 mil (127 Mikron) oder 16 mil (406 Mikron) dick, wurde unter Verwendung eines in Aceton eingetauchten Laborwischbuchs gereinigt und dann für einen festgelegten Zeitraum, der im Bereich von 30 Sekunden bis 5 Minuten lag, in der Ätzlösung untergetaucht. Die jetzt behandelte Folie wurde entfernt und man ließ ihn an Luft trocknen.

[0085] Sowohl Aluminiumoxid als auch Edelstahlsubstrate (0,375 inch (0,953 cm) dicker 17-4 Edelstahl-Stabgrundstoff, erhältlich von McMaster-Carr Co., Chicago, IL USA) und geschnitten zu 1,5 inch (3,81 cm) quadratischen Stücken und poliert vor Verwendung) wurden zur Herstellung der gebundenen Proben verwendet. Um das Substrat zum Binden herzustellen, wurden 0,375 inch (0,953 cm) breite Stücke von 1280 Circuit Plating Band auf die drei Außenkanten der Bindungsoberfläche aufgebracht. Unter Verwendung einer Bürste mit Schaumspitze wurde eine dünne Schicht des Klebstoffs auf die Bindungsoberfläche, sowie die Oberfläche eines 1 × 1,5 inch (2,54 × 3,81 cm) Stücks der Fluorpolymerfolie aufgetragen. Die mit Klebstoff beschichteten Oberflächen wurden zusammengedrückt und etwaige sichtbare Luftblasen wurden vorsichtig herausgedrückt, um gleichförmiges Binden sicherzustellen. Der Aufbau wurde zwischen zwei Stücke von mit Silikon grundiertem Polyesterreleaseliner und dann wieder zwischen zwei 2 × 3 inch (5,08 × 7,62 cm) Glasobjektträger gelegt. Die gesamte Anordnung wurde fest entlang der Mitte des Substrats mit einer großen Foldbackklammer zusammengehalten. Die Art des Fluorpolymers, Zeit des Belichtens der Folie, Foliendicke, Substratart und Klebstoff sind in der nachstehenden Tabelle 5 aufgeführt.

Tabelle 5. Beispiele der Bindung des thermisch geätzten Fluorpolymers an das Substrat

Beispiel	Fluorpolymer	Belichtungs- dauer der Folie	Foliendicke	Substrat	Klebstoff
12	THV	5 Minuten	9 mil (229 Mikron)	Aluminiumoxid ^(a)	LOCTITE ^(b)
13	THV	5 Minuten	9 mil (229 Mikron)	Aluminiumoxid ^(a)	LOCTITE ^(b)
14	THV	5 Minuten	9 mil (229 Mikron)	Aluminiumoxid ^(a)	LOCTITE ^(b)
15	THV	5 Minuten	9 mil (229 Mikron)	Aluminiumoxid ^(a)	LOCTITE ^(b)
16	THV	5 Minuten	9 mil (229 Mikron)	Aluminiumoxid ^(a)	LOCTITE ^(b)
17	THV	5 Minuten	9 mil (229 Mikron)	Aluminiumoxid ^(a)	LOCTITE ^(b)
18	THV	1 Minute	9 mil (229 Mikron)	Aluminiumoxid ^(a)	LOCTITE ^(b)
19	THV	5 Minuten	9 mil (229 Mikron)	Edelstahl	LOCTITE ^(b)
20	THV	5 Minuten	9 mil (229 Mikron)	Aluminiumoxid ^(a)	SCOTCH-BOND
21	THV	5 Minuten	5 mil (127 Mikron)	Aluminiumoxid ^(a)	LOCTITE ^(b)

^(a) Zusätzlich mit einer Glycidylxypropyltrimethoxysilan-Grundierlösung grundiert

^(b) Enthielt 1 Gew.-% KEN-REACT Kopplungsmittel

^(c) Unter Verwendung von keramischer Grundierung der Marke 3M ESPE-Rely-X mit Silan behandelt

[0086] In den Beispielen 12–19 und 21 wurde ein Epoxyklebstoff verwendet. In diesen Fällen fand die Härtung durch Einbringen der Anordnung in einen 100°C warmen Umluftofen für 50 Minuten statt. In Beispiel 20 wurde

SCOTCHBOND Klebstoff verwendet und das Härten des Klebstoffs wurde durch Bestrahlen des Klebstoffs unter Verwendung eines 2500 Halogenhärtungslichts der Marke 3M ESPE ELIPAR (3M Company, St. Paul, MN) für 60 Sekunden erreicht. Die Foldbackklammer wurde entfernt und dann die Anordnung weiter durch zweimaliges Durchleiten durch einen Fusion UV Systems UV Prozessor (VPS-6 Stromzufuhr, EPIQ 6000 Bestrahlungsvorrichtung, Fusion UV Systems Corp., Rockville, MD), ausgestattet mit einem Fusion D Gefäß, das bei 600 Watt pro inch (236 W/cm) bei einer Leitungsgeschwindigkeit von 20 Fuß (6,10 m) pro Minute betrieben wird, gehärtet. Die gehärtete Anordnung wurde schließlich bei 100°C in einem Umluftofen für 25 Minuten nachgehärtet.

[0087] Einige gebundene Fluorpolymerfolien wurden dann einer Temperaturwechselbeanspruchung gemäß dem thermischen Schocktest Flüssigkeit zu Flüssigkeit unterzogen, andere wurden in Wasser 2 Stunden gesiedet, während andere Folien wie sie waren verwendet wurden. Der Schältest der gebundenen Folien ging gemäß dem vorher beschriebenen experimentellen Verfahren vonstatten. Die Bruchart, definiert als die Stelle, bei der eine Trennung während des Schältests auftrat, wurde ebenfalls notiert. Die Vortestbedingungen, Schälfestigkeit und die Bruchart sind für die Beispiele 12–21 in der nachstehenden Tabelle 6 gezeigt.

Tabelle 6. Ergebnisse des Ablösetests bei den Beispielen 12–21

Beispiel	Zustand	Schälfestigkeit	Bruchart
12	Wie hergestellt	12,2 ^(a) ppi (21,31 N/cm)	Adhäsionsbruch an Fluorpolymer
13	Temperaturwechselbeanspruchung	12,8 ^(a) ppi (22,5 N/cm)	Kohäsionsbruch
14	2 Std. in Wasser gesiedet	13,1 ^(a) ppi (22,98 N/cm)	Kohäsionsbruch
15	Wie hergestellt	Überstieg Festigkeit der Folie	N/A
16	Temperaturwechselbeanspruchung	Überstieg Festigkeit der Folie	N/A
17	2 Std. in Wasser gesiedet	Überstieg Festigkeit der Folie	N/A
18	Wie hergestellt	Überstieg Festigkeit der Folie	N/A
19	Wie hergestellt	Überstieg Festigkeit der Folie	N/A
20	Wie hergestellt	8,67 ppi (15,2 N/cm)	Adhäsionsbruch an Fluorpolymer
21	Wie hergestellt	Überstieg Festigkeit der Folie	N/A

^(a) THV 800 Folie riss in einigen Fällen; die Haftung überstieg die Festigkeit der Folie

Vergleichsbeispiele 1–9

[0088] In den Vergleichsbeispielen 1–9 wurden Fluorpolymerfolien sowohl an Aluminiumoxid als auch an Edelstahlsubstrate, aber ohne vorhergehender photochemischer oder thermochemischer Oberflächenmodifizierung, gebunden.

[0089] Wie in den vorhergehenden Beispielen wurde das Substrat zum Binden durch Aufbringen von 0,375 inch (0,953 cm) breiten Stücken von 1280 Circuit Plating Band der Marke SCOTCH auf die drei Außenkanten der Bindungsoberfläche hergestellt, um eine 1,5 inch (3,81 cm) quadratische Fläche zu definieren. Unter Verwendung einer Bürste mit Schaumspitze wurde eine dünne Schicht des Klebstoffs auf die Bindungsoberfläche und die Oberfläche eines 1 × 1,5 inch (2,54 × 3,81 cm) Stücks der Fluorpolymerfolie aufgetragen. Die mit Klebstoff beschichteten Oberflächen wurden zusammengedrückt und etwaige sichtbare Luftblasen wurden vorsichtig herausgedrückt, um gleichförmiges Binden sicherzustellen. Der Aufbau wurde zwischen zwei Stücke von mit Silikon grundierter Polyesterreleaseliner und dann wieder zwischen zwei 2 × 3 inch (5,08 × 7,62 cm) Gla-

sobjektträger gelegt. Die gesamte Anordnung wurde fest entlang der Mitte des Substrats mit einer großen Foldbackklammer zusammengehalten. Die Art des Fluorpolymers, Belichtungsdauer der Folie, Foliendicke, Substratart und Klebstoff sind in der nachstehenden Tabelle 7 aufgeführt.

Tabelle 7. Vergleichsbeispiele von nicht behandeltem Fluorpolymer, das an ein Substrat bindet

Vergleichsbeispiel	Fluorpolymer	Foliendicke	Substrat	Klebstoff
1	FEP	9 mil (229 Mikron)	Aluminiumoxid ^(a)	LOCTITE
2	FEP	9 mil (229 Mikron)	Aluminiumoxid	SCOTCH-WELD
3	PTFE	9 mil (229 Mikron)	Aluminiumoxid ^(a)	LOCTITE
4	PFA	1/8 mil (46 Mikron)	Aluminiumoxid ^(a)	LOCTITE
5	ETFE	5 mil (127 Mikron)	Aluminiumoxid ^(a)	LOCTITE
6	THV	9 mil (229 Mikron)	Aluminiumoxid ^(a)	LOCTITE
7	THV	5 mil (127 Mikron)	Aluminiumoxid ^(a)	LOCTITE
8	THV	9 mil (229 Mikron)	Aluminiumoxid ^(a)	SCOTCHBOND
9	THV	9 mil (229 Mikron)	Edelstahl	LOCTITE

^(a) zusätzlich mit Glycidylxypropyltrimethoxysilan-Grundierlösung grundiert

^(b) mit keramischer Grundierung der Marke 3M ESPE Rely-X silanbehandelt

[0090] In den Vergleichsbeispielen 1–7 und 9 wurde ein Epoxyklebstoff verwendet. In diesen Fällen wurde die Härtung durch Einbringen der Anordnung in einen 100°C warmen Umluftofen für 50 Minuten erreicht. Im Vergleichsbeispiel 8 wurde ein SCOTCHBOND Klebstoff auf Methacrylatbasis zum Binden verwendet. Dieser Klebstoff wurde durch Bestrahlen des Klebstoffs unter Verwendung eines 2500 Halogenhärtungslichts der Marke 3M ESPE ELIPAR für 60 Sekunden gehärtet. Die Foldbackklammer wurde entfernt und dann wurde die Anordnung weiter durch zweimaliges Durchleiten durch einen Fusion UV Systems UV-Prozessor, ausgestattet mit einem Fusion D Gefäß, das bei 600 Watt pro inch (236 W/cm) bei einer Leitungsgeschwindigkeit von 20 Fuß (6,10 m) pro Minute betrieben wird, gehärtet. Die gehärtete Anordnung wurde schließlich bei 100°C in einem Umluftofen für 25 Minuten nachgehärtet.

[0091] Alle gebundenen Fluorpolymerfolien wurden wie sie sind verwendet. Eine Schäluntersuchung der gebundenen Folien ging gemäß dem vorher beschriebenen experimentellen Verfahren vonstatten. Die Bruchart, definiert als die Stelle, bei der eine Trennung während des Schältests auftrat, wurde ebenfalls notiert. Die Vor-testbedingungen, Schälfestigkeit und die Bruchart sind für die Vergleichsbeispiele 1–9 in der nachstehenden Tabelle 8 gezeigt.

Tabelle 8. Ergebnisse des Schältests bei den Vergleichsbeispielen 1–9

Vergleichsbeispiel	Zustand	Schälfestigkeit	Fehlermodus
1	Wie hergestellt	Keine messbare Haftung	Adhäsionsbruch an Fluorpolymer
2	Wie hergestellt	Keine messbare Haftung	Adhäsionsbruch an Fluorpolymer
3	Wie hergestellt	Keine messbare Haftung	Adhäsionsbruch an Fluorpolymer
4	Wie hergestellt	Keine messbare Haftung	Adhäsionsbruch an Fluorpolymer
5	Wie hergestellt	Keine messbare Haftung	Adhäsionsbruch an Fluorpolymer
6	Wie hergestellt	> 14,9 ^(a) ppi (> 26,0 N/cm)	Adhäsionsbruch an Fluorpolymer
7	Wie hergestellt	> 11,7 ^(a) ppi (> 20,4 N/cm)	Adhäsionsbruch an Fluorpolymer
8	Wie hergestellt	Keine messbare Haftung	Adhäsionsbruch an Fluorpolymer
9	Wie hergestellt	12,3 ppi (21,6 N/cm)	Adhäsionsbruch an Fluorpolymer

^(a) Die Fluorpolymerfolie dehnte sich und riss in einigen Fällen; die Haftung überstieg die Festigkeit der Folie

[0092] Zusammengefasst zeigen die Testergebnisse der Schälfestigkeit für die Beispiele 1–21 (Tabellen 2, 4 und 6) und Vergleichsbeispiele 1–9 (Tabelle 8) die Vorteile der chemischen Funktionalisierung der thermoplastischen Folien bei der Verbesserung der Haftung an keramische Substrate. Die chemische Funktionalisierung verbesserte insbesondere die Schälfestigkeit für FEP, PTFE und PFA, bei denen vor der Funktionalisierung keine messbare Haftung beobachtet wurde. Für THV 500 und 800 verbesserte die Funktionalisierung die Haftung gegenüber der nicht funktionalisierten Folien bis zu dem Punkt, bei dem die Schälfestigkeit die thermoplastische Reißfestigkeit überstieg.

Beispiele 22–23

[0093] Polykristalline kieferorthopädische Aluminiumoxidbrackets mit einer 0,030 inch (0,076 cm) breiten Rille für einen Drahtbogen (3M Unitek, Monrovia, CA) wurden auf einem Glasmikroskopobjektträger mit einem SCOTCH 137P doppelseitigen Band auf der oberen Oberfläche angeordnet, so dass die Rillen für den Drahtbogen der Brackets ausgerichtet waren. Ein 0,25 inch (0,635 cm) breiter Streifen der funktionalisierten FEP Folie wurde geschnitten und dann wurde eine dünne Schicht des wärmehärtenden Epoxyklebstoffs (entweder LOCTITE oder SCOTCH-WELD) mit einer Bürste mit Schaumspitze auf die funktionalisierte FEP Oberfläche aufgetragen. Die FEP Folie wurde um einen keramischen Dorn gewickelt, wobei die Seite des Epoxyklebstoffs offen lag, und in die Rillen für den Drahtbogen der kieferorthopädischen Brackets gepresst. Der Dorn wurde dann an der Stelle mit Aluminiumfolienband 425 (3M Company, St. Paul, MN) fixiert, um das mit Epoxy beschichtete FEP in Kontakt mit der Oberfläche der Rille für den Drahtbogen des Brackets zu halten. Die Anordnung wurde 35 Minuten auf 125°C erwärmt, um den Epoxyklebstoff vollständig zu härten. Das Aluminiumband wurde entfernt und der Überschuss der FEP Folie mit einer Rasierklinge gegen den keramischen Dorn gekürzt. Der Dorn wurde dann entfernt und die einzelnen Brackets wurden unter Verwendung einer kleinen Schere getrennt.

[0094] Die Beispiele 22 und 23 wurden unter Verwendung der Fluorpolymerarten und Klammerarten hergestellt, die in der nachstehenden Tabelle 9 angegeben sind. Beide Beispiele wurden unter Verwendung des vorher beschriebenen klassischen Reibungstests beurteilt, und die Koeffizienten der kinetischen Reibung und r^2 Werte sind ebenfalls in Tabelle 9 aufgeführt.

Tabelle 9. Beispiele der an Brackets gebundenen Fluorpolymerfolien

Beispiel	Fluorpolymer	Bracketart	Koeffizient der kinetischen Reibung	r ² -Wert
22	FEP	Unteres linkes Eckzahnbracket aus Aluminiumoxid (experimentell, erhalten von 3M Unitek, Monrovia, CA)	0,17	0,8
23	FEP	Oberes linkes Eckzahnbracket aus Aluminiumoxid (experimentell, erhalten von 3M Unitek, Monrovia, CA)	0,19	0,92

Vergleichsbeispiele 10–13

[0095] Zum Vergleich mit den Beispielen 22 und 23 wurden die Vergleichsbeispiele 10–13 hergestellt, wobei sich keine Fluorpolymerfolie in der Rille für den Drahtbogen befand. Die Bracketart ist in der nachstehenden Tabelle 10 angegeben. Alle Proben wurden unter Verwendung des vorher beschriebenen klassischen Reibungstests beurteilt, und die Koeffizienten der kinetischen Reibung und r² Werte sind ebenfalls in Tabelle 10 aufgeführt.

Tabelle 10. Vergleichsbeispiele der nicht gebundenen Brackets

Vergleichsbeispiel	Bracketart	Koeffizient der kinetischen Reibung	r ² -Wert
10	Bracket oberer vorderer Backenzahn Aluminiumoxid (CLARITY ROTH, 3M Unitek)	0,19	0,92
11	Bracket oberer vorderer Backenzahn, Edelstahl (VICTORY SERIES MBT, 3M Unitek)	0,19	0,88
12	Bracket oberer vorderer Backenzahn, Aluminiumoxid (TRANSCEND 2000 ROTH, 3M Unitek, Monrovia, CA)	0,27	0,87
13	Aluminiumoxid oberer rechter Backenzahn (experimentell, erhalten von 3M Unitek, Monrovia, CA)	0,22	0,86

[0096] Die gemessenen Koeffizienten der kinetischen Reibung für alle FEP-gebundenen Brackets waren die oder unter jenen der nicht gebundenen Kontrollbrackets. Das Ergebnis legt nahe, dass die Gleitmechanismen, wie durch die klassischen Reibungsmessungen beschrieben, ähnlich oder besser als von gewöhnlichen kieferorthopädischen Brackets sein sollten.

Beispiel 24

[0097] In Beispiel 24 wurden 8 polykristalline kieferorthopädische Aluminiumoxidbrackets mit einer 0,030 inch (0,076 cm) breiten Rille für einen Drahtbogen auf einen Glasmikroskopobjektträger, dessen obere Oberfläche ein SCOTCH 137P doppelseitiges Band aufwies, angeordnet, so dass die Rillen für den Drahtbogen des Brackets ausgerichtet waren. Ein 0,25 inch (0,635 cm) breiter Streifen der photochemisch funktionalisierten FEP Folie wurde geschnitten und eine dünne Schicht des LOCTITE wärmehärtenden Epoxyklebstoffs wurde mit einer Bürste mit Schaumspitze auf die funktionalisierte FEP Oberfläche aufgetragen. Die FEP Folie wurde um einen keramischen Dorn gewickelt, wobei die Seite mit Epoxyklebstoff offen lag, und in die Rillen für den Drahtbogen der kieferorthopädischen Brackets gepresst. Der Dorn wurde dann an der Stelle mit Aluminiumfolienband 425 fixiert, um das mit Epoxy beschichtete FET in Kontakt mit der Oberfläche der Rille für den Drahtbogen der Brackets zu halten. Die Anordnung wurde 35 Minuten auf 125°C erwärmt, um den Epoxyklebstoff vollständig zu härten. Das Aluminiumband wurde entfernt und die überschüssige FEP Folie wurde mit einer Rasierklinge gegen den keramischen Dorn gekürzt. Der Dorn wurde dann entfernt und die einzelnen Brackets wurden unter Verwendung einer kleinen Schere getrennt.

[0098] Die gebundenen Brackets wurden dann einem Verfärbungstest gemäß dem vorher beschriebenen Verfahren unterzogen. Bei diesem Test wurden die gebundenen Brackets vier Verfärbungsmitteln – Kaffee, Tee, Tomatensoße und Senf – ausgesetzt und optisch mit nicht verfärbten Kontrollproben verglichen. Eine Probengröße von 2 Brackets wurde für jede Bedingung verwendet. Diese Tests bewirkten geringe Verfärbung bei Kaffee, Tee und Tomatensoße und moderate Verfärbung mit Senf. In allen Fällen wurde die Verfärbung in den Bereichen von überschüssigem Klebstoff und nicht an dem FEP Liner selbst festgestellt.

[0099] Verschiedene Abwandlungen und Abänderungen der Erfindung sind für den Fachmann ohne Abweichen vom Bereich und Sinn dieser Erfindung erkennbar. Es sollte klar sein, dass diese Erfindung nicht als durch die vorstehend dargestellten veranschaulichenden Ausführungsformen und Beispiele unnötig beschränkt gedacht ist und dass solche Beispiele und Ausführungsformen als ein Beispiel dargestellt sind, wobei der Bereich der Erfindung nur durch die hier dargestellten Patentansprüche wie folgt beschränkt ist.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- US 3964165 [0004]
- US 4299569 [0004]
- US 4302532 [0004]
- US 4954080 [0005]
- US 5380196 [0005]
- US 5439379 [0006]
- WO 00/699393 [0038]
- US 6960079 [0038]
- US 4743327 [0048]
- US 6057414 [0048]
- US 5219894 [0048]
- JP 2004/107593 [0048]
- US 4219520 [0048]
- US 6752894 [0049, 0060]
- US 6844030 [0049, 0060]
- US 6126922 [0065]

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- Brennan, J. Doktorarbeit „Surface Chemistry of Poly(vinylidenfluorid)“, 1991 [0048]

Schutzansprüche

1. Kieferorthopädisches Element, umfassend:
ein Bracket, umfassend eine Rille für einen Drahtbogen, in dem ein Drahtbogen aufgenommen wird; und ein Liner, der in der Rille für den Drahtbogen angeordnet ist, wobei der Liner ein fluoriertes Polymer und eine behandelte Oberfläche mit einem darauf befindlichen Klebstoff umfasst;
wobei die behandelte Oberfläche des Liners mit einem darauf befindlichen Klebstoff mit der Rille für den Drahtbogen in Kontakt ist.
2. Element nach Anspruch 1, wobei das fluorierte Polymer ein Gemisch von Polymeren umfasst.
3. Element nach Anspruch 1, wobei das fluorierte Polymer Fluor im Gerüst, in den Seitenketten oder Kombinationen davon umfasst.
4. Element nach Anspruch 1, wobei das fluorierte Polymer thermoplastisch ist.
5. Element nach Anspruch 1, wobei das fluorierte Polymer perfluoriert ist.
6. Element nach Anspruch 1, wobei das fluorierte Polymer kristallin ist.
7. Element nach Anspruch 1, wobei das fluorierte Polymer ein Gewichtsmittel des Molekulargewichts von mindestens 20.000 Dalton aufweist.
8. Element nach Anspruch 1, wobei das fluorierte Polymer ein Tetrafluorethylenhomopolymer oder -copolymer, ein Hexafluorpropylenocopolymer, ein Vinylidenfluoridhomopolymer oder -copolymer, ein Vinylfluoridhomopolymer oder -copolymer, ein Chlortrifluorethylenhomopolymer oder -copolymer, ein Perfluorvinylethercopolymer, ein amorphes Fluorpolymer oder Kombinationen davon umfasst.
9. Element nach Anspruch 1, wobei das fluorierte Polymer ein Copolymer von nicht fluorierten Monomeren, umfassend Ethylen, Propylen, Vinylidenchlorid, Vinylchlorid oder Kombinationen davon ist.
10. Element nach Anspruch 1, wobei die behandelte Oberfläche des Liners Funktionalitäten, ausgewählt aus Hydroxylgruppen, Ethergruppen, Epoxygruppen, Peroxygruppen, Carbonsäuregruppen, Carbonsäureestergruppen, Carbonylgruppen, Isocyanatgruppen und Thioisocyanatgruppen, Mercaptangruppen, Sulfidgruppen, Sulfonsäuregruppen, Amingruppen, Imingruppen, Kohlenstoff-Kohlenstoff-Doppelbindungen, Kohlenstoff-Kohlenstoff-Dreifachbindungen und Kombinationen davon, umfasst.
11. Element nach Anspruch 1, wobei die behandelte Oberfläche des Liners thermisch, chemisch oder photochemisch behandelt ist.
12. Element nach Anspruch 1, wobei die behandelte Oberfläche des Liners mit einer Grundierung behandelt ist.
13. Element nach Anspruch 1, wobei die Rille für den Drahtbogen grundiert ist.
14. Element nach Anspruch 1, wobei die behandelte Oberfläche des Liners ein funktionalisiertes Polymer, das auf eine fluorierten Polymerfolie gepropft ist, umfasst.
15. Element nach Anspruch 1, wobei der behandelte Liner durchscheinend oder transparent ist.
16. Element nach Anspruch 1, wobei der Klebstoff einen Haftklebstoff oder einen Schmelzklebstoff umfasst.
17. Element nach Anspruch 1, wobei der Klebstoff ein Epoxy, ein Silikon, ein (Meth)acrylat, ein Urethan, einen Silikonpolyharnstoff oder Kombinationen davon umfasst.
18. Element nach Anspruch 1, wobei der Liner eine fluorierter Polymerfolie und eine behandelte Oberfläche mit einer darauf befindlichen Schicht eines Klebstoffs umfasst.
19. Element nach Anspruch 1, wobei das Bracket eine polykristalline Keramik, ein organisches Polymer,

ein Metall oder eine Kombination davon umfasst.

20. Element nach Anspruch 1, wobei der Liner mindestens 12,5 Mikron dick ist.

21. Element nach Anspruch 1, wobei der Liner an das Bracket mindestens 2 Stunden in Wasser bei 100°C haftet.

22. Element nach Anspruch 1, wobei die Schälfestigkeit des Liners und des Klebstoffs an dem Bracket mindestens 1,9 N/cm beträgt.

23. Medizinische Vorrichtung, umfassend:
eine Oberfläche der medizinischen Vorrichtung; und
eine Polymerfolie, die auf der Oberfläche der medizinischen Vorrichtung angeordnet ist, wobei die Folie ein fluoriertes Polymer und eine behandelte Oberfläche mit einem darauf befindlichen Klebstoff umfasst;
wobei die behandelte Oberfläche der Folie mit einem darauf befindlichen Klebstoff mit der Oberfläche der medizinischen Vorrichtung in Kontakt ist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

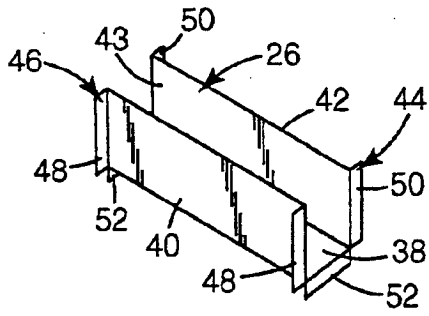


Fig. 1

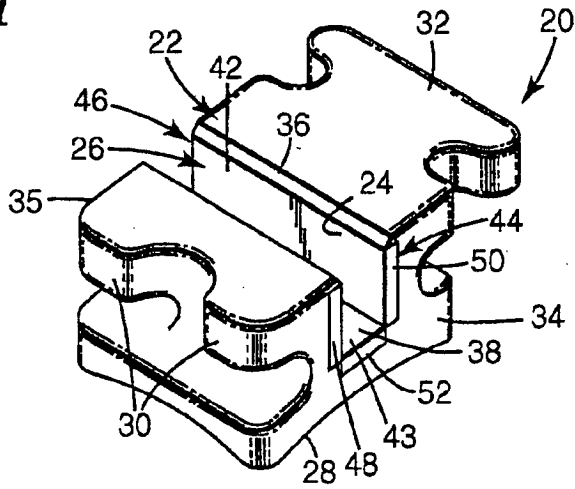


Fig. 2

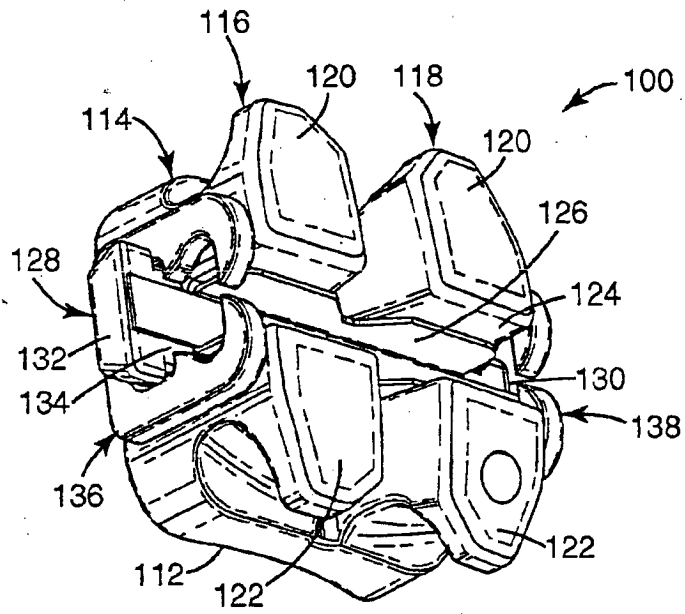


Fig. 3