



(19)

österreichisches  
patentamt

(10)

AT 508 318 A2 2010-12-15

(12)

# Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: A 9035/2009  
PCT/US2009/031862

(51) Int. Cl.<sup>8</sup>: H01L 23/12 (2006.01),  
H01L 23/48 (2006.01)

(22) Anmeldetag: 23.01.2009  
(43) Veröffentlicht am: 15.12.2010

(30) Priorität:

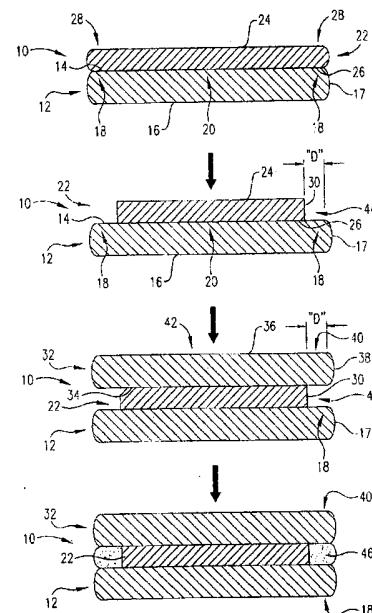
24.01.2008 US 023379 beansprucht.

(73) Patentinhaber:

BREWER SCIENCE INC.  
65401 ROLLA (US)

## (54) VERFAHREN FÜR EINE VORÜBERGEHENDE MONTAGE EINES BAUSTEINWAFERS AUF EINEM TRÄGERSUBSTRAT

(57) Es werden neue Verfahren für ein vorübergehendes Bonden und Gegenstände, die aus diesen Verfahren gebildet sind, zur Verfügung gestellt. Die Verfahren umfassen das Bonden eines Bausteinwafers an einen Trägerwafer oder ein Substrat nur an deren äußerer Umfangen, um beim Schutz des Bausteinwafers und der Bausteinorte während der nachfolgenden Bearbeitung und Handhabung zu helfen. Die mit Hilfe dieses Verfahrens gebildeten Randbonds sind chemisch und thermisch widerstandsfähig, können jedoch auch aufgeweicht, aufgelöst oder mechanisch zerbrochen werden, um es zu ermöglichen, die Wafer leicht mit Hilfe von sehr geringen Kräften und bei oder in der Nähe ihrer Raumtemperatur beim geeigneten Schritt des Herstellungsprozesses zu trennen.



**Zusammenfassung**

Es werden neue Verfahren für ein vorübergehendes Bonden und Gegenstände, die aus diesen Verfahren gebildet sind, zur Verfügung gestellt. Die Verfahren umfassen das Bonden eines Bausteinwafers an einen Trägerwafer oder ein Substrat nur an deren äußereren Umfängen, um beim Schutz des Bausteinwafers und der Bausteinorte während der nachfolgenden Bearbeitung und Handhabung zu helfen. Die mit Hilfe dieses Verfahrens gebildeten Randbonds sind chemisch und thermisch widerstandsfähig, können jedoch auch aufgeweicht, aufgelöst oder mechanisch zerbrochen werden, um es zu ermöglichen, die Wafer leicht mit Hilfe von sehr geringen Kräften und bei oder in der Nähe ihrer Raumtemperatur beim geeigneten Schritt des Herstellungsprozesses zu trennen.

### Verwandte Anmeldungen

Die vorliegende Erfindung beansprucht die Priorität der vorläufigen US-Patentanmeldung Nummer 61/023,379, die am 24. Januar 2008 unter dem Titel VERFAHREN FÜR EINE VORÜBERGEHENDE MONTAGE EINES BAUSTEINWAFERS AUF EINEM TRÄGERSUBSTRAT eingereicht worden ist und die durch Querverweis in die vorliegende Beschreibung aufgenommen wird.

### Gebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft in breitem Sinne neue Verfahren zum vorübergehenden Bonden von Wafern, welche einen Bausteinwafer auf einem Trägersubstrat während des Ausdünnens und anderen Bearbeitungsverfahren der Rückseite halten können.

### Beschreibung des Standes der Technik

Integrierte Schaltungen, Leistungshalbleiter, photonische Schaltungen, mikroelektromechanische Systeme (MEMS), eingebettete passive Arrays, Packaging -Interposer und eine Menge anderer auf Silizium- und auf Verbundhalbleitern basierende Mikrobausteine werden zusammen in Arrays auf Wafersubstraten, die einen Durchmesser zwischen 1 bis 12 Zoll (2,54 cm bis 30,48cm) aufweisen, produziert. Die Bausteine werden dann in individuelle Bausteine oder Rohchips getrennt, die in ein Package transformiert werden, damit eine praktische Schnittstellenbildung mit der makroskopischen Umgebung ermöglicht wird, indem zum Beispiel eine Verbindung mit einer Leiterplatte hergestellt wird. Es ist in zunehmendem Masse beliebt geworden, das Baustein-Package auf oder um den Rohchip zu konstruieren, so lange es noch zum Waferarray gehört. Diese Praxis, die Wafer-Level-Packaging genannt wird, reduziert die Gesamtpackaging-

kosten und ermöglicht eine höhere Verknüpfungsdichte, die zwischen dem Baustein und seiner mikroelektronischen Umgebung erreicht werden soll, als es mit anderen herkömmlichen Packagingtechnologien möglich ist, die gewöhnlich Außenabmessungen aufweisen, die mehrmals größer sind als bei dem vorliegenden Baustein.

Bis vor kurzem sind Schaltpläne im Allgemeinen auf zwei Dimensionen begrenzt worden, das heißt die elektrischen Verbindungen zwischen dem Baustein und der entsprechenden Baugruppen- oder Packagingfläche auf die er montiert wird, sind im allgemeinen in einer horizontalen oder x-y-Ebene angeordnet worden. Die mikroelektronische Industrie hat jetzt erkannt, dass eine bedeutende Zunahme der Bausteinverknüpfungsdichte und entsprechende Reduktionen der Signalverzögerung (als Ergebnis der Verkürzung der Entfernung zwischen den elektrischen Verbindungspunkten) durch das Stapeln und die Verbindung von Bausteinen in vertikaler Richtung, das heißt in der z-Richtung erreicht werden können. Die gebräuchlichen Anforderungen für ein Stapeln sind die folgenden: (1) Ausdünnen des Bausteins von der Rückseite in der Richtung durch den Wafer, und eine darauf folgende Bildung von elektrischen Verbindungen durch den Wafer, welche auf gebräuchliche Weise 'Thru-Silicon-Vias' oder TSVs genannt werden, welche auf der Rückseite des Bausteins enden. Aus diesem Grunde ist das Ausdünnen eines Halbleiterbausteins jetzt eine Standardpraxis geworden, selbst wenn die Bausteine nicht in einer gestapelten Konfigurierung als Packages ausgeführt werden, da es die Wärmeableitung vereinfacht und ein viel kleinerer Formfaktor bei kompakten elektronischen Produkten wie zum Beispiel Handys erreicht werden kann.

Es besteht ein zunehmendes Interesse am Ausdünnen von Halbleiterbausteinen bis zu weniger als 100 Mikrometern, um ihre Pro-

file zu reduzieren, besonders wenn sie oder die entsprechenden Packages, in denen sie liegen, aufgestapelt sind, und um die Bildung von elektrischen Verbindungen auf der Rückseite der Bausteine zu vereinfachen. Siliziumwafer, die bei der Produktion von integrierten Schaltungen in einer großen Anzahl verwendet werden, weisen typischerweise einen Durchmesser von 200 bis 300 mm auf und haben eine Dicke in der Richtung durch den Wafer von ungefähr 750 Mikrometern. Ohne das Ausdünnen wäre es fast unmöglich, elektrische Kontakte auf der Rückseite zu bilden, die eine Verbindung mit den Schaltungen auf der Vorderseite herstellen, bei der die Verbindungen durch den Wafer geführt werden. Hochwirksame Ausdünnprozesse für Silizium von Halbleitergüte und Verbundhalbleiter, die auf einem mechanischen Abschleifen (Rückseitenschleifen) und dem Polieren ebenso wie dem chemischen Ätzen basiert sind, weisen jetzt eine kommerzielle Verwendung auf. Diese Prozesse erlauben eine Bausteinwaferdicke, die bis zu weniger als 100 Mikrometer in einigen Minuten reduziert werden kann, wobei eine Kontrolle über die Gleichmäßigkeit der Dicke quer zum Wafer aufrecht erhalten werden kann.

Bausteinwafer, die bis auf weniger als 100 Mikrometer ausgedünnt worden sind, und besonders die, die bis auf 60 Mikrometer ausgedünnt worden sind, sind besonders empfindlich und müssen über ihre gesamten Abmessungen abgestützt werden um eine Rissbildung und ein Zerbrechen zu vermeiden. Zahlreiche Waferwands und Waferchucks sind für den Transfer der ultradünnen Bausteinwafer entwickelt worden, aber es besteht immer noch das Problem, wie die Wafer während des Rückseitenabschleifens und der TSV-Bildungsprozesse gehalten werden können, die Schritte wie zum Beispiel das chemisch-mechanische Polieren (CMP), die Lithographie, das Ätzen, das Abscheiden, das Tempern und die Reinigung umfassen, da diese Schritte hohe thermische und mechanische Beanspruchungen auf den Bauteil

ausüben, während es ausgedünnt wird oder nachdem es ausgedünnt worden ist. Ein zunehmend beliebterer Ansatz für die Handhabung von ultradünnen Wafern umfasst die Montage der Volldickenbausteinwafer mit der Seite nach unten auf einen starren Träger mit einem Polymerklebstoff. Der genannte Wafer wird dann von der Rückseite ausgedünnt und bearbeitet. Der vollständig bearbeitete ultradünne Wafer wird dann von dem Träger mit Hilfe von thermischen, thermomechanischen oder chemischen Prozessen entfernt oder entbondet nachdem die Rückseitenbearbeitung beendet worden ist.

Gewöhnliche Trägermaterialien umfassen Silizium (zum Beispiel, einen Formlingbausteinwafer), Kalknatronglas, Borsilikatglas, Saphir, und verschiedene Metalle und Keramiken. Die Träger können quadratisch oder rechtseckig sein, sind aber gewöhnlicher rund und sind so bemessen, dass sie mit dem Bausteinwafer zusammenpassen, so dass die gebondete Einheit in konventionellen Verarbeitungswerkzeugen und Kassetten gehandhabt werden können. Manchmal sind die Träger perforiert, um den Entbondungsprozess zu beschleunigen, wenn ein flüssiges, chemisches Mittel als Ablösemittel verwendet wird, um den Polymerklebstoff aufzulösen oder zu zersetzen.

Die verwendeten Polymerklebstoffe für das vorübergehende Waferboden werden auf typische Weise mit Hilfe einer Rotationsbeschichtung oder einem Spritzauftrag aus Lösungen aufgetragen, oder als Trockenfolienbänder laminiert. Die mit Hilfe der Rotationsbeschichtung und dem Spritzauftrag aufgetragenen Klebstoffe werden in zunehmendem Maße bevorzugt, da sie Beschichtungen mit einer höheren Dickenregelmäßigkeit bilden, als sie durch Bänder zur Verfügung gestellt werden kann. Die höhere Dickengleichmäßigkeit überträgt sich auf eine größere Kontrolle über die Dickengleichmäßigkeit quer zum Wafer nach

dem Ausdünnen. Die Polymerklebstoffe zeigen eine hohe Bondfestigkeit gegenüber den Bausteinwafer und dem Träger.

Der Polymerklebstoff kann auf dem Bausteinwafer, dem Träger oder beiden Elementen mit Hilfe einer Rotationsbeschichtung in Abhängigkeit von der Dicke und der Beschichtungsebenheit (Flachheit), die gefordert wird, aufgetragen werden. Der beschichtete Wäfer wird getempert, um das ganze Beschichtungsmittel von der Polymerklebstoffsicht zu entfernen. Der beschichtete Wafer und Träger werden dann in einer erwärmten mechanischen Presse für das Bonden angeordnet. Es werden eine ausreichende Temperatur und ein ausreichender Druck aufgebracht, um den Klebstoff dazu zu bringen, dass er in die strukturellen Elemente des Bausteinwafers einfließt und eingefüllt wird und um einen engen Kontakt mit allen Bereichen der Oberflächen des Bausteinwafers und des Trägers zu erreichen.

Das Entbonden eines Bausteinwafers von dem Träger nach der Rückseitenbearbeitung wird auf typische Weise nach einer der vier folgenden Arten ausgeführt:

1. Chemisch: der gebondete Waferstapel wird in ein Lösungsmittel oder ein chemisches Mittel eingetaucht oder damit besprüht, um den Polymerklebstoff aufzulösen oder zu zersetzen.
2. Photozersetzung: der gebondete Waferstapel wird mit einer Lichtquelle durch einen transparenten Träger mit dem Ziel bestrahlt, die Klebstoffgrenzschicht, die an den Träger angrenzt, mit Hilfe des Lichtes zu zersetzen (Photozersetzung). Der Träger kann dann von dem Stapel getrennt werden und der Rest des Polymerklebstoffes wird von dem Bausteinwafer abgelöst, während der genannte Wafer auf einem Spannfutter gehalten wird.
3. Thermomechanisch: der gebondete Waferstapel wird über die

Erweichungstemperatur des Polymerklebstoffs erhitzt und der Bausteinwafer wird dann von dem Träger weggeschoben oder weggezogen während er von einem Vollwaferhalte- spannfutter gehalten wird.

4. Thermische Zersetzung: der gebondete Waferstapel wird über die Zersetzungstemperatur des Polymerklebstoffes erhitzt, wodurch der genannte Klebstoff zum verflüchtigen gebracht wird und die Haftung an dem Bausteinwafer und dem Träger verliert.

Jedes der Entbondverfahren hat Nachteile, die ihre Verwendung in einer Produktionsumgebung stark begrenzen. Das chemische Entbonden durch Auflösen des Polymerklebstoffes ist zum Beispiel ein langsamer Prozess, da das Lösungsmittel über große Entfernung durch das visköse Polymermedium verteilt werden muss, um ein Ablösen zu bewirken. Das heißt, dass das Lösungsmittel vom Rand des gebondeten Substrats verteilt werden muss oder von einer Perforation in dem Träger in den lokalen Bereich des Klebstoffes verteilt werden muss. In den beiden Fällen weist die erforderliche minimale Entfernung für die Diffusion und das Eindringen des Lösungsmittels mindestens drei bis fünf Millimeter auf und die genannte Entfernung kann viel größer sein sogar bei Perforationen, die dazu dienen, den Lösungsmittelkontakt mit der Klebstoffschicht zu erhöhen. Die Behandlungszeiten von einigen Stunden sogar bei hohen Temperaturen (größer als 60°C) werden normalerweise für das Entbonden gefordert und der mittlere Waferausstoß wird niedrig sein.

Die Photozersetzung ist ebenfalls ein langsamer Prozess, da nicht das ganze gebondete Substrat gleichzeitig belichtet werden kann. Stattdessen muss die belichtende Lichtquelle, die normalerweise ein Laser ist, der einen Strahlquerschnitt von nur einigen Millimetern aufweist, gleichzeitig auf einen kleinen Bereich fokussiert werden, um genügend Energie für die Zer-

setzung der Klebstoffbondgrenze zu liefern. Der Strahl tastet (oder rastert) das Substrat serienmäßig in der Querrichtung ab, um die ganze Fläche zu entbunden, was zu langen Entbondzeiten führt.

Obgleich das thermomechanische (TM) Entbunden typischer Weise in einigen Minuten ausgeführt werden kann, so hat es doch andere Begrenzungen, die die Baustinausstoßrate reduzieren können. Rückseitenprozesse für vorübergehend gebondete Bausteinwafer erfordern oft Arbeitstemperaturen, die höher als 200°C oder sogar 300°C sind. Die für das TM-Entbunden verwendeten Polymerklebstoffe dürfen weder in übertriebenem Maße bei oder in der Nähe der Arbeitstemperatur zersetzen oder erweichen, da sonst das Entbunden vorzeitig auftritt. Als Ergebnis werden die Klebstoffe normalerweise so konzipiert, dass sie ausreichend bei 20 bis 50°C über der Arbeitstemperatur für das zu erreichende Entbunden auf ausreichende Weise erweicht werden. Die hohe Temperatur, die für das Entbunden gefordert wird, übt starke Belastungen auf das gebondete Paar auf Grund der thermischen Ausdehnung aus. Gleichzeitig erzeugt die starke mechanische Kraft, die erforderlich ist, um den Bausteinwafer durch eine Gleit, Anhebe- oder Drehbewegung von dem Träger weg zu bewegen, eine zusätzliche Belastung, die dazu führen kann, dass der Bausteinwafer zerbricht oder dass eine Beschädigung in den mikroskopischen Schaltungen der einzelnen Bausteine hervorgerufen wird, was zu einem Defekt und Leistungsverlust des Bausteins führen kann.

Ein Entbunden mit Hilfe einer thermischen Zersetzung (thermal decomposition : TD) ist auch anfällig gegenüber einem Zerbrennen des Wafers. Es werden Gase produziert wenn sich der Polymerklebstoff zersetzt und diese Gase können zwischen dem Bausteinwafer und dem Träger eingeschlossen werden, bevor der Hauptteil des Klebstoffs entfernt worden ist. Die Ansammlung

von eingeschlossenen Gasen kann dazu führen, dass der dünne Bausteinwafer Blasen und Risse bildet oder sogar zerbricht. Ein anderes Problem bei dem TD-Entbonden besteht darin, dass die Zersetzung des Polymers oft von der Bildung von hartnäckigen, karbonisierten Resten begleitet ist, die nicht durch herkömmliche Reinigungsprozeduren vom Bausteinwafer entfernt werden können.

Die Grenzen dieser Verfahren aus dem Stand der Technik zum Entboden von Polymerklebstoffen haben einen Bedarf nach neuen Arten einer durch einen Träger unterstützten Handhabung von dünnen Wafern erzeugt, welche einen hohen Waferdurchsatz zur Verfügung stellen und die Wahrscheinlichkeit reduzieren oder eliminieren, dass der Bausteinwafer zerbricht und eine Beschädigung im Innern des Bausteins auftritt.

#### ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Die vorliegende Erfindung stellt allgemein ein neues Verfahren zum vorübergehenden Bonden zur Verfügung. In einer Ausführungsform umfasst das Verfahren die Bereitstellung eines Stapels umfassend: ein erstes Substrat mit einer Rückseite und einer Bausteinseite, wobei die Bausteinseite einen Umfangsbereich und einen Zentralbereich aufweist. Der Stapel umfasst außerdem ein zweites Substrat, das eine Trägerfläche und einen Randbond, der an den genannten Umfangsbereich und die genannte Trägerfläche gebondet ist, umfasst. Der Randbond ist von mindestens einem Teil des genannten Zentralbereichs mit dem Ziel abwesend, eine Füllzone bilden zu können; wobei ein Füllmaterial in der Füllzone vorliegt. Das Verfahren umfasst außerdem das Trennen des ersten und des zweiten Substrats.

In einer weiteren Ausführungsform umfasst das Verfahren die Bereitstellung eines ersten Substrats mit einer Vorderseite und einer Rückseite, wobei die Vorderseite einen Umfangsbereich und einen Zentralbereich aufweist. Auf dem Umfangsbereich ist ein Randbond ausgebildet und der Randbond ist auf mindestens einem Teil des genannten Zentralbereichs nicht vorhanden. Ein Füllmaterial ist im Zentralbereich abgelegt.

In noch einer anderen Ausführungsform stellt die Erfindung einen Gegenstand bereit, umfassend ein erstes Substrat mit einer Vorderseite und einer Rückseite. Die Vorderfläche des ersten Substrats weist einen Umfangsbereich und einen zentralbereich auf. Der Gegenstand umfasst außerdem einen Randbond, der an den Umfangsbereich gebondet ist, wobei der Randbond auf mindestens einem Teil des Zentralbereichs mit dem Ziel nicht vorhanden ist, einen Füllbereich zu bilden, der in sich ein Füllmaterial aufnimmt.

In einer weiteren Ausführungsform betrifft die Erfindung einen Gegenstand, der ein Substrat mit einer Vorderfläche und einer Rückfläche umfasst. Die Vorderfläche des Substrats weist einen Umfangsbereich und einen Zentralbereich auf, und es befindet sich eine Materialschicht auf der Vorderseite am Zentralbereich. Die Schicht ist am Umfangsbereich nicht vorhanden und wird aus der Gruppe ausgewählt, die aus einer Schicht mit einer geringen Haftkraft und einer Flächenmodifizierung der Vorderseite besteht.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Die Figur 1 ist eine schematische Zeichnung, die eine Ausführungsform für das Bonden der Substrate nach der Erfindung zeigt;

Die Figur 2 ist eine schematische Zeichnung, die eine alternative Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt, wobei zwei der Prozessschritte umgekehrt worden sind;

Die Figur 3 ist eine schematische Zeichnung, die eine alternative Ausführungsform der Erfindung zeigt, wobei ein Laminat als Füllschicht verwendet werden kann;

Die Figur 4 ist eine schematische Zeichnung, die eine weitere alternative Ausführungsform der Erfindung zeigt, wobei eine zweite Schicht verwendet wird, die an die Füllschicht angrenzt;

Die Figur 5 ist eine schematische Zeichnung, die eine mögliche kommerzielle Änderung der Ausführungsform der Figur 4 zeigt;

Die Figur 6 ist eine schematische Zeichnung, die eine weitere Änderung der vorliegenden Erfindung zeigt.

#### AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

Die Figur 1 zeigt einen Prozess mit dessen Hilfe das Umfangsbonden der vorliegenden Erfindung ausgeführt werden kann. Unter Bezugnahme auf den Schritt a (der Figur 1) wird eine Vorläuferstruktur 10 in einer schematischen Ansicht und in einer Querschnittsansicht gezeigt. Die Struktur 10 umfasst ein erstes Substrat 12. In dieser Ausführungsform ist das erste Substrat 12 ein Bausteinwafer. Das heißt, dass das Substrat 12 eine Vorderfläche bzw. Bausteinfläche 14, eine Rückfläche 16 und einen äußersten Rand 17 aufweist. Obwohl das Substrat 12 jede beliebige Form annehmen kann, so wird diese Form auf typische Weise kreisförmig sein. Ungeachtet der Form verfügt die Vorderfläche bzw. die Bausteinfläche 14 über einen Umfangsbereich 18 und einen zentralen Bereich 20.

Die bevorzugten ersten Substrate 12 umfassen Bausteinwafer, deren Bausteinflächen Bausteinbereiche aufweisen, die aus der Gruppe ausgewählt sind, die aus integrierten Schaltungen, mik-

# 000051

11

roelektromechanischen Systemen (MEMS), Mikrosensoren, Leistungshalbleitern, Leuchtdioden, photonischen Schaltungen, Interposern, eingebetteten passiven Vorrichtungen und anderen Mikrobausteinen, die auf oder aus Silizium oder anderen halbleitenden Materialien wie Silizium-Germanium, Galliumarsenid und Galliumnitrid hergestellt sind, bestehen. Die Flächen dieser Bausteine umfassen gewöhnlicherweise Strukturen, die aus einem oder mehreren der folgenden Materialien gebildet sind: Silizium, Polysilizium, Siliziumdioxyd, Siliziumoxynitrid, Metalle (zum Beispiel, Kupfer, Aluminium, Gold, Wolfram, Tantal), Dielektrika mit einem geringen  $k$ -Wert, Polymerdielektrika und verschiedene Metallnitride und Metallsilizide. Die Bausteinfläche 14 kann auch hervorstehende Strukturen umfassen, wie zum Beispiel Lötperlen, Metallstützen und Metallpfeiler.

Auf die Bausteinfläche 14 des Substrats 12 wird ein Füllmaterial aufgetragen, um eine Füllschicht 22 zu bilden. Die Füllschicht 22 hat eine erste und eine zweite Fläche 24, 26 ebenso wie einen äußersten Abschnitt 28. Es wird bevorzugt, dass die Füllschicht 22 so aufgetragen wird, dass sie eine Dicke (an ihrem dicksten Punkt gemessen) von ungefähr 5  $\mu\text{m}$  bis ungefähr 100  $\mu\text{m}$ , bevorzugter von ungefähr 5  $\mu\text{m}$  bis ungefähr 50  $\mu\text{m}$  und sogar noch bevorzugter von ungefähr 10  $\mu\text{m}$  bis ungefähr 30  $\mu\text{m}$  aufweist.

Der Auftrag des Füllmaterials kann mit Hilfe von jedem beliebigen herkömmlichen Mittel, einschließlich Rotationsbeschichtung, Beschichtung aus einer Lösung (zum Beispiel, Miniskusbeschichtung oder Rollenbeschichtung), Tintenstrahlbeschichtung und Sprühbeschichtung ausgeführt werden. Wenn der Auftrag mit Hilfe einer Rotationsbeschichtung ausgeführt wird, dann wird das Material, das die Füllschicht 22 bildet, auf typische Weise mit Geschwindigkeiten zwischen ungefähr 500 Umdrehungen pro Minute und ungefähr 5000 Umdrehungen pro Minute während einer

# 000051

12

Zeitdauer zwischen ungefähr 60 Sekunden und ungefähr 20 Sekunden rotationsbeschichtet. Die Schicht wird dann in der Nähe oder über dem Siedepunkt des Lösemittels, bzw. der Lösemittel, das bzw. die in der Füllschicht 22 anwesend sind (zum Beispiel zwischen ungefähr 80°C und zwischen ungefähr 150°C) während einer Zeitdauer zwischen ungefähr 1 Minute und ungefähr 15 Minuten getempert, um den Restgehalt an Lösemittel in der Füllschicht 22 auf weniger als ungefähr 1 Gew.-% zu reduzieren.

Die Füllschicht 22 ist auf typische Weise aus einem Material gebildet umfassend Monomere, Oligomere und/oder Polymere, die in einem Lösemittelsystem dispergiert oder aufgelöst sind. Wenn die Füllschicht mit Hilfe einer Rotationsbeschichtung aufgetragen wird, dann wird vorgezogen, dass der Feststoffgehalt dieses Materials zwischen ungefähr 1 Gew.-% und ungefähr 50 Gew.-%, bevorzugter zwischen ungefähr 5 Gew.-% und ungefähr 40 Gew.-% und sogar noch bevorzugter zwischen ungefähr 10 Gew.-% und ungefähr 30 Gew.-% liegt. Beispiele für geeignete Monomere, Oligomere und/oder Polymere umfassen die, die aus der Gruppe ausgewählt sind, die aus zyklischen Olefinpolymeren und Copolymeren und amorphen Fluoropolymeren mit einem hohen Gehalt an atomarem Fluor (> als ungefähr 30 Gew.-%), wie zum Beispiel fluorierte Syloxanpolymere, fluorierte Ethylenpropylene copolymeren, besteht, wobei Polymere mit Perfluoralkoxyseitengruppen, und Copolymeren von Tetrafluorethylen und 2,2-bis-Trifluormethyl-4,5-Difluor-1,3 Dioxol besonders bevorzugt sind. Es wird gewünscht, dass die Bondfestigkeit dieser Materialien von ihren spezifischen chemischen Strukturen und den Beschichtungs- und Temperbedingungen abhängen, welche bei dem Auftragen der genannten Materialien verwendet wurden.

Beispiele für geeignete Lösemittelsysteme für zyklische Olefinpolymere und Copolymeren umfassen Lösemittel, die aus der

Gruppe ausgewählt sind, die aus aliphatischen Lösemitteln, wie zum Beispiel Hexan, Dekan, Dodekan und Dodecen; alkylsubstituierten Lösungsmitteln, wie zum Beispiel Mesitylen und Mischungen davon bestehen. Geeignete Lösungsmittel für amorphe Fluorpolymere umfassen Fluorkohlenstofflösemittel, die zum Beispiel von der Firma 3M Corporation unter der Marke FLUORINERT® verkauft werden.

In einer anderen Ausführungsform kann die Füllschicht 22 auch aus einem Polymermaterial gebildet sein, das dispergierte Nanopartikel enthält. Geeignete Nanopartikel-Materialien umfassen die, die aus Gruppe ausgewählt sind, die aus Aluminiumoxid, Zeriumoxid, Titandioxid, Silica, Zirkoniumdioxid, Graphit und Mischungen davon besteht.

Das Material, aus dem die Füllschicht 22 gebildet ist, sollte stabil bleiben bei Temperaturen zwischen ungefähr 150°C und ungefähr 350°C und auf bevorzugte Weise zwischen 200°C und ungefähr 300°C. Außerdem sollte dieses Material bei chemischen Einwirkungsbedingungen stabil sein, die bei besonderen Rückseitenprozessen angetroffen werden, denen die genannten Materialien ausgesetzt sind. Die Füllschicht 22 sollte sich nicht zersetzen (d.h. weniger als ungefähr 1% Gewichtsverlust) oder auf andere Weise ihre mechanische Integrität, zum Beispiel durch Schmelzen unter diesen Bedingungen verlieren. Die Füllschicht 22 sollte ebenfalls keine Entgasung zeigen, die dazu führen kann, dass die dünnen Bausteinwafer Blasen bilden oder sich verformen, insbesondere wenn sie Hochvakuumprozessen, wie zum Beispiel während dem Auftragen von dielektrischen CFD-Schichten, ausgesetzt sind.

In dieser Ausführungsform bildet die Füllschicht 22 auf bevorzugte Weise keine starken Klebstoffbonds, wodurch dabei später das Abtrennen erleichtert wird. Allgemein ausgedrückt, sind

amorphe Polymermaterialien erwünscht, die: (1) eine niedrige freie Oberflächenenergie aufweisen; (2) frei von Klebkraft und dafür bekannt sind, nicht stark an Glas, Silizium, und Metalloberflächen zu bonden (das heißt, dass die genannten Polymermaterialien auf typische Weise sehr geringe Konzentrationen an Hydroxylsäure oder Carboxylsäuregruppen aufweisen und auf bevorzugte Weise keine solchen Gruppen aufweisen); (3) von der Lösung heraus oder in eine dünne Folie für eine Laminierung geformt werden können; (4) unter typischen Bondbedingungen fließen, um die Bausteinwaferfläche topografisch zu füllen, wobei eine von Holträumen freie Bondschicht zwischen den Substraten gebildet wird ; und (5) keine Risse bildet, fließt oder unter mechanischen Spannungen, die während der Rückseitenbearbeitung anzutreffen sind, erneut verteilt, sogar wenn die Bearbeitung bei hohen Temperaturen oder unter hohen Vakuumbedingungen durchgeführt wird. Wie hier verwendet, wird die niedrige freie Oberflächenenergie für ein Polymermaterial definiert, das einen Kontaktwinkel mit dem Wasser von mindestens  $90^\circ$  und eine kritische Oberflächenspannung von weniger als ungefähr 40 Dyn pro cm, bevorzugt weniger als ungefähr 30 Dyn pro cm und bevorzugter zwischen ungefähr 12 Dyn pro cm und ungefähr 25 Dyn pro cm, wie es durch die Kontaktwinkelmessungen bestimmt worden ist, aufweist.

Eine niedrige Bondfestigkeit bezieht sich auf Polymermaterialien, die nicht kleben oder die von einem Substrat mit nur einem leichten Handdruck gelöst werden können, wie man es zum Beispiel verwendet, um ein haftendes Notizblatt abzulösen. So sind Materialien mit einer Haftstärke von weniger als ungefähr 50 Psig, bevorzugt von weniger als ungefähr 35 Psig und bevorzugter zwischen ungefähr 1 Psig und ungefähr 30 Psig für die Verwendung als Füllschicht 22 wünschenswert. Wie es hier verwendet wird, wird die Haftstärke durch ASTMD4541/D7234 bestimmt. Beispiele von geeigneten Polymermaterialien, die die

obigen Eigenschaften zeigen, umfassen einige zyklische Olefinpolymere und Copolymeren, die unter den Marken APEL® von Mitsubishi, Topaz von Ticona und Zeonor von Zeon Brands verkauft werden und Lösemittel löslicher Fluoropolymere, wie zum Beispiel CYTOP® von Asai Glass verkauft werden und Teflon® AF Polymere, die von Dupont verkauft werden. Die Haftstärke dieser Materialien hängt von den Beschichtungsbedingungen und den Temperbedingungen ab, die verwendet wurden, um die genannten Materialien aufzutragen.

Als Nächstes und unter Bezugnahme auf den Schritt (b) der Figur 1, wird der äußerste Teil 28 der Füllschicht 22 entfernt. Das kann durch jedes beliebige Mittel erreicht werden, das die Entfernung der gewünschten Menge ermöglicht ohne das erste Substrat 12 zu beschädigen, einschließlich der Auflösung des äußersten Teils 28 mit einem Lösungsmittel, das dafür bekannt ist, dass es ein gutes Lösemittel für das Material ist, aus dem die Füllschicht 22 gebildet ist. Beispiele für solche Lösungsmittel umfassen solche, die aus der Gruppe ausgewählt sind, die aus aliphatischen Lösemitteln (zum Beispiel, Hexan, Decan, Dodecan, und Dodecen), Fluorkohlenstofflöslemitteln und Mischungen daraus besteht. Nach der Randentfernung hat die Füllschicht 22 einen äußersten Rand 30, der mit einer Entfernung «D» von dem äußeren Rand 17 entfernt ist. «D» ist typischerweise zwischen ungefähr 2 mm und ungefähr 15 mm, bevorzugt zwischen ungefähr 2 mm und ungefähr 10 mm und bevorzugter zwischen ungefähr 2 mm und ungefähr 5 mm. Der Kontakt mit dem Randentfernungsmedium kann für eine ausreichende Zeit, um die gewünschte Menge der Füllschicht 22 aufzulösen, aufrecht erhalten werden, um die gewünschte Entfernung «D» zu erreichen, aber typische Kontaktzeiten liegen zwischen 5 Sekunden und ungefähr 60 Sekunden.

Unter Bezugnahme auf den Schritt « c » der Figur 1 wird ein zweites Substrat 32 gezeigt. In dieser besonderen Ausführungsform ist das zweite Substrat 32 ein Trägersubstrat. Das zweite Substrat 32 umfasst eine Trägerfläche 34, eine Rückseitenfläche 36 und einen äußeren Rand 38. Wie es der Fall bei dem ersten Substrat 12 war, kann das zweite Substrat 32 jede beliebige Form aufweisen, obwohl es auf typische Weise eine kreisförmige Form aufweist. Außerdem ist das zweite Substrat 32 bevorzugt so dimensioniert, dass es ungefähr die gleiche Größe aufweist wie das erste Substrat 12, so dass der äußere Rand 38 des zweiten Substrats 32 im wesentlichen entlang der selben Ebene wie der äußere Rand 17 des ersten Substrats 12 liegt. Ungeachtet der Form weist die Trägerfläche 34 einen Umfangsbereich 40 und einen zentralen Bereich 42 auf.

Bevorzugte Substrate 32 umfassen ein Material, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Silizium, Saphir, Quarz, Metallen, (zum Beispiel, Aluminium, Kupfer, Stahl) und verschiedenen Gläsern und Keramikern besteht. Die Substrate 32 können auch andere Materialien umfassen, die auf der Oberfläche 34 des genannten Substrats aufgetragen sind. Es kann, zum Beispiel, Siliziumnitrid auf einem Siliziumwafer aufgetragen werden, um die Bondeigenschaften der Füllschicht 22 zu ändern.

Das zweite Substrat 32 wird mit der Füllschicht 22 in Kontakt gebracht, wobei ein Hohlraum 44 zwischen dem Umfangsbereich 18 des ersten Substrats 12 und dem Umfangsbereich 40 des zweiten Bereichs 32 gelassen wird. Dieser Kontakt wird bevorzugt unter Hitze und Druck hergestellt, um zu erreichen, dass sich das Material, aus dem die Füllschicht 22 besteht, so geformt ist, dass sie sich im wesentlichen einheitlich entlang der Förderfläche 14 des ersten Substrats 12 ebenso wie entlang der Trägerfläche 34 des zweiten Substrats 32 verteilt. Der Druck und die Hitze werden auf der Basis des chemischen Aufbaus der

Füllschicht 22 adjustiert und werden so ausgewählt, dass die Entfernung « D » im wesentlichen die gleiche nach dem Pressen des zweiten Substrats 32 auf das erste Substrat 12 bleibt, wie es vor dem Pressen war. Das heißt, dass die Füllschicht 22 nur wenig oder nicht in den Leerraum 44 fließt und die Entfernung « D » nach dem Zusammendrücken innerhalb von ungefähr 10% der Entfernung « D » vor dem Zusammenpressen liegt. Die typischen Temperaturen während dieses Schrittes liegen zwischen ungefähr 150°C und ungefähr 375°C und bevorzugt zwischen ungefähr 160°C und ungefähr 350°C, mit typischen Drucken zwischen ungefähr 1000 N und ungefähr 5000 N und bevorzugt zwischen ungefähr 2000 N und ungefähr 4000 N.

Als Nächstes wird ein Bondmaterial in den Leerraum 44 (siehe Schritt « d » der Figur 1) eingeführt, um einen Randbond 46 zu bilden, der eine Dicke aufweist, die der entspricht, die weiter oben beschrieben worden ist in Bezug auf die Füllschicht 22. Da der Leerraum 44 auf den äußeren Umfang der Substrate 12 und 32 begrenzt war, so wird der Endbond 46 wahrscheinlich begrenzt. In den Fällen, wo die Substrate 12 oder 32 eine kreisförmige Form aufweisen, ist der Randbond 46 ringförmig. So gibt es dort keine einheitliche Materialverteilung über die Substrate 12 und 32 und zwar nicht so wie bei den Klebstoffen aus dem Stand der Technik, die eine einheitliche Schicht aus dem gleichen Material zwischen und auf den beiden Substraten 12, 32 haben.

Das Randbondmaterial kann durch eine beliebige Anzahl von Mitteln eingeführt werden mit einem geeigneten Mechanismus, wobei ein geeigneter Mechanismus die Verwendung eines Verteilungsinstruments mit einer Nadel, einer Spritze oder einer Spalte ist, um das Material in dem Leerraum 44 zu verteilen, während die Struktur 10 sich langsam dreht bis der Leerraum 44 mit dem Bondmaterial gefüllt ist, wodurch dann der Randbond 46 gebil-

det wird. Der Randbond 46 kann auch über eine Kapillarfüllung des Leerraums 44 oder über eine chemische Dampfbeschichtung hergestellt werden. In einem besonderen Beschichtungsprozess wird ein flüssiges (100% Feststoffe oder Lösung) Randbondmaterial auf den Rand des Trägers oder des Bausteinwafers unter Benutzung eines Randablenksystems rotationsbeschichtet bevor die Substrate 12 und 32 in Kontakt gebracht werden. Ein solches System wird durch wird durch Dalvi-Malhotra et al., « Verwendung eines auf Silan basierten Primers auf Siliziumwafern, um die Haftung von Beschichtungen, die zum Schutz des Randes dienen, während des Feuchtätzens zu verstärken: Anwendung des TALON Wrap™ – Prozesses, » Proceedings of SPIE, Band 6462, 2007, Seiten 64620B-1 bis 64620B-7, durch Querverweis in diesen Text aufgenommen. Der Randbond 46 wird dann einer geeigneten Nachbehandlung oder einem Härtungsprozess unterzogen (zum Beispiel UV – Härtung).

Die Materialien, aus denen der Randbond 46 gebildet ist, sollten in der Lage sein, einen starken Klebstoffbond mit den Substraten 12 und 32 zu bilden. Für jeden Klebstoff, der eine Adhäsionskraft von mehr als ungefähr 50 psig, bevorzugt zwischen ungefähr 80 psig und ungefähr 250 psig und bevorzugter zwischen ungefähr 100 psig und ungefähr 150 psig aufweist, ist eine Verwendung als Randbond erwünscht. Außerdem ist die Adhäsionskraft des Randbonds 46 mindestens ungefähr 0,5 psig, bevorzugt mindestens ungefähr 20 psig und bevorzugt mindestens ungefähr 50 psig größer als die Adhäsionskraft der Füllschicht 22. Außerdem muss das Material, aus dem der Randbond 46 gebildet ist, die thermischen und chemischen Stabilitätsanforderungen der Rückseitenbearbeitung zufriedenstellen. Der Randbond 46 sollte bei Temperaturen zwischen ungefähr 150° C und ungefähr 350°C und bevorzugt zwischen ungefähr 200°C und ungefähr 300°C stabil bleiben. Außerdem sollte das Material bei chemischen Einwirkungsbedingungen, die bei Rückseitenbearbei-

tungen angetroffen werden, den der gebondete Stapel ausgesetzt wird, stabil bleiben. Der Randbond sollte sich nicht zersetzen (das heißt nicht weniger als 1% Gewicht verlieren) oder auf andere Weise seine mechanische Integrität bei den Temperaturen der oben beschriebenen Rückseitenverarbeitungen verlieren. Diese Materialien sollten auch keine flüchtigen Verbindungen freigeben, die eine Blasenbildung bei den dünnen Bausteinwafern erzeugen könnten, besonders wenn sie Hochvakuumprozessen wie zum Beispiel bei der CVD dielektrischen Ablagerung ausgesetzt sind.

Bevorzugte Materialien zum Versiegeln von Rändern und zum Bonden von Rändern umfassen Zusammensetzungen zum vorübergehenden Bonden, die im Handel erhältlich sind wie zum Beispiel Waferbond - Materialien (vertrieben von Brewer Science Inc. Rolla, MO) zusammen mit Harzen und Polymeren, die eine Adhäsionskraft gegenüber Halbleitermaterien, Glas und Metallen aufweisen. Besonders bevorzugt sind: (1) UV-härtbare Harzsysteme mit einem hohen Feststoffgehalt wie reaktive Epoxyde und Acrylharze; (2) Verwandte in Wärme aushärtende Harzsysteme wie zweiteilige Epoxy- und Silicon-Klebstoffe; (3) thermoplastische Acryl-, Styren-, Vinylhalogenid- (kein Fluor enthaltende) und Vinylsterpolymere und Copolymeren zusammen mit Polyamiden, Polyimiden, Polysulfonen, Polyethersulfonen und Polyurethanen, welche aus einer Schmelze oder als Lösungsbeschichtungen aufgetragen werden, die dann nach dem Auftragen getempert werden, um die Umfangsbereiche 18 und 40 zu trocknen und dichter zu gestalten; und zyklische Olefine, Polyolefinkautschuke (zum Beispiel Polyisobutylen), und eine Haftung erzeugende auf Kohlenwasserstoff basierte Harze. Wie es der Fall bei Materialien war, die verwendet wurden, um die Füllschicht 22 zu bilden, so ist es erwünscht, dass die Bondstärke der Randbondmaterialien auch von der spezifischen chemischen Struktur und den Beschich-

tungs- und Temperaturbedingungen abhängen, die verwendet wurden, um die genannten Materialien aufzutragen.

In diesem Stadium kann das erste Substrat 12 sicher gehandhabt und weiteren Prozessen unterzogen werden, die sonst das erste Substrat 12 beschädigt hätten ohne an das zweite Substrat 32 gebondet zu sein. So kann die Struktur sicher der Rückseitenbearbeitung wie zum Beispiel Rückseitenschleifen, CMP, Ätzen, der metallischen und dielektrischen Beschichtung, Musterung (zum Beispiel Photolithographie, über das Ätzen), Passivierung, Annealing, und Kombinationen davon unterzogen werden, ohne dass eine Trennung der Substrate 12 und 32 vorgenommen wird, und ohne dass eine Filterung von beliebigen Chemikalien vorgenommen wurde, die während der folgenden Bearbeitungsschritte in den zentralen Bereichen 20 und 42 zwischen den Substraten 12 und 32 anzutreffen waren.

Auf vorteilhafte Weise besitzen die getrockneten und gehärteten Schichten der gestapelten Struktur in dieser Ausführungsform und allen anderen Ausführungsformen eine Anzahl von sehr erwünschten Eigenschaften. Das bedeutet, dass ein Tempern bei Temperaturen zwischen ungefähr 150°C und ungefähr 300°C während bis zu ungefähr 60 Minuten eine Foliendichtenänderung der Füllschicht 22 und des Randbands 46 von weniger als 5%, bevorzugt von weniger als 2% und sogar noch bevorzugter von weniger als 1% zur Folge hat. So können die getrockneten Schichten auch auf Temperaturen bis zu ungefähr 350°C, bevorzugt bis zu ungefähr 320°C und bevorzugter bis zu 300°C erhitzt werden, ohne dass chemische Reaktionen in der Schicht auftreten. In einigen Ausführungsformen können die Schichten in dem gebundenen Stapel auch polaren Lösemitteln (zum Beispiel N-Methyl-2-pyrrolidon) bei einer Temperatur von ungefähr 80°C während ungefähr 15 Minuten ohne eine Reaktion oder Auflösung ausgesetzt werden.

Die Bondintegrität des Randbordes 46 kann sogar nach einer Einwirkung einer Säure oder Base aufrechterhalten bleiben. Das heißt, dass ein getrockneter Randbond 46, der eine Dicke von ungefähr 15µm aufweist, bei Raumtemperatur während ungefähr 10 Minuten in ein saures Medium (zum Beispiel eine konzentrierte Schwefelsäure) oder bei 85°C während ungefähr 45 Minuten in ein basisches Medium (zum Beispiel 30 Gew.-% KOH) eingetaucht werden kann, wobei die Bondintegrität beibehalten wird. Die Bondintegrität kann ausgewertet werden, indem ein Glasträgersubstrat verwendet wird und dann visuell der Randbond 46 durch das Glasträgersubstrat beobachtet wird, um zu testen, ob Blasen, Leeräume usw. vorliegen.

Wenn die erwünschte Bearbeitung einmal beendet ist, dann können das erste Substrat 12 und das zweite Substrat 32 leicht getrennt werden. In einem Trennungsverfahren wird der Randbond 46 zuerst mit Hilfe eines Lösungsmittels oder einem anderen chemischen Mittel aufgelöst. Das kann durch das Eintauchen in das Lösungsmittel oder indem ein Strahl von Lösungsmittel auf den Randbond 46 gesprüht wird, um ihn aufzulösen, erreicht werden. Die Verwendung von thermoplastischen Materialien ist besonders erwünscht, wenn ein Lösungsmittel verwendet werden muss, um den Randbond 46 zu zerbrechen. Lösungsmittel, die während dieses Entfernungsprozesses auf typische Weise verwendet werden, können die umfassen, die aus der Gruppe ausgewählt werden, die aus Ethyllaktat, Cyclohexanon, N-Methylpyrrolidon, aliphatischen Lösemitteln (zum Beispiel Hexan, Decan, Dodecan und Dodecen) und Mischungen davon besteht.

Die Substrate 12 und 32 können auch durch ein erstes mechanisches Zerbrechen oder eine Zerstörung der Kontinuität des Randbonds 46 unter der Verwendung einer Laserablation, Plasma-

ätzen, mit Hilfe eines Wasserstrahls, oder durch andere Hochenergietechniken, die auf wirksame Weise ätzen oder den Randbond 46 zersetzen, getrennt werden. Es ist auch angebracht, zuerst den Randbond 46 zu durchsägen oder zu durchschneiden oder den Randbond 46 mit äquivalenten Mitteln zu spalten.

Ungeachtet welche der obigen Mittel verwendet werden, so kann eine niedrige mechanische Kraft (zum Beispiel ein Fingerdruck, und ein sanftes Wegkeilen) angelegt werden, um die Substrate 12 und 32 vollständig zu trennen. Auf vorteilhafte Weise und im Gegensatz zu den Bond-Verfahren aus dem Stand der Technik erfordert es die Trennung nicht, dass stark haftende Bonds zwischen der Füllschicht 22 und den Substraten 12 oder 32 zu überwinden sind. Stattdessen ist es nur erforderlich, die hafenden Bonds am Randbond 46 in den Umfangsbereichen 18 und 40 für die zu erreichende Trennung abzulösen. Die Oberflächen der Substrate 12 und/oder 32 können dann mit einem geeigneten Lösungsmittel sauber gespült werden, wie es erforderlich ist, um jedes noch verbleibende Material zu entfernen.

Während weiter oben das Hauptverfahren beschrieben worden ist, um die vorliegende Erfindung auszuführen, so gibt es noch zahlreiche alternative Ausführungsformen der Erfindung. Die obige Ausführungsform beschreibt zum Beispiel das erste Substrat 12 als einen Bausteinwafer und das zweite Substrat 32 als ein Trägersubstrat. Es kann auch akzeptiert werden, dass das erste Substrat 12 das Trägersubstrat ist und das zweite Substrat 32 der Bausteinwafer ist. In diesem Fall ist die Vorderseite 14 des ersten Substrats 12 keine Bausteinfläche, sondern eine Trägerfläche. Auch die Fläche 34 des zweiten Substrats 32 ist keine Trägerfläche sondern stattdessen eine Bausteinfläche. In anderen Worten kann die Füllschicht auf den Träger statt auf den Bausteinwafer aufgetragen werden, wobei

dieselbe Qualität der gestapelten Struktur während des folgenden Bondschrittes erreicht wird.

Außerdem beschreibt die obige Ausführungsform das sequentielle Auftragen der Füllschicht 22 und des Randbonds 46 auf dasselbe Substrat 12. Es ist also angebracht, eines der folgenden Elemente Füllschicht 22 und Randbond 46 auf das erste Substrat 12 und dann das andere der folgenden Elemente Füllschicht 22 und Randbond 46 auf das zweite Substrat 32 aufzutragen. Das erste und das zweite Substrat können dann in einer Seite-zu-Seite-Beziehung unter dem Einfluss von Hitze und/oder Druck mit dem Ziel zusammengepresst werden, wie es oben beschrieben worden ist, damit die beiden Substrate zusammengebondet werden.

Schließlich kann es, während es in einigen Ausführungsformen bevorzugt wird, dass die Füllschicht 22 keine starken Klebstoffbonds entweder mit der Bausteinfläche 14 oder der Trägerfläche 34 bildet, in anderen Ausführungsformen wünschenswert sein, eine Füllschicht 22 so zusammenzusetzen, dass sie nicht nur mit der Bausteinfläche 14 oder der Trägerfläche 34 starke haftende Bonds bildet.

Unter Bezugnahme auf die Figur 2 wird eine andere alternative Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt, wobei gleiche Teile wie in der Figur 1 beziffert sind. Wie es in dieser Figur dargestellt ist, werden die Substrate 12 und 32, die Füllschicht 22 und der Randbond 46 aus denselben Materialien gebildet, wie es oben in Bezug auf die Figur 1 dargestellt worden ist, außer dass die Prozessreihenfolge geändert worden ist. Das bedeutet, dass unter Bezugnahme auf den Schritt ( c ) der Figur 2 das verwendete Bondmaterial oder Siegelmaterial, um den Randbond 46 zu bilden, in den Leerraum 44 nach dem Auftragen der Füllschicht 22 aber vor der Inkon-

taktbringung des zweiten Substrats 32 mit der Füllschicht 22 aufgetragen wird (im Schritt (d') gezeigt).

wie es auch der Fall bei der Ausführungsform der Figur 1 war, kann das erste Substrat 12 das Trägersubstrat und das zweite Substrat 32 kann der Bausteinwafer sein. In diesem Fall wieder ist die Vorderseitenfläche 14 des ersten Substrats 12 keine Bausteinfläche, sondern eher eine Trägerfläche. Auch die Fläche 34 des zweiten Substrats 32 ist keine Trägerfläche, sondern stattdessen eine Bausteinfläche. Diese alternative Anordnung ist besonders vorteilhaft, da die im Schritt (c') der Figur 2 gezeigte Struktur 10 hergestellt werden kann, indem das erste Substrat 12 ein Trägerwafer ist. Diese Struktur wird dann einem Endbenutzer zur Verfügung gestellt, der einen Bausteinwafer an die Struktur bondet und den Stapel einer weiteren Bearbeitung unterzieht. So steht dem Endbenutzer für einen weiteren Komfort ein Träger zur Verfügung, der für einen Klebstoff bereit ist, wodurch dann Bearbeitungsschritte eliminiert werden.

Die Figur 3 stellt noch eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar, wobei wieder gleiche Teile gleich beziffert sind. In dieser Ausführungsform wird die Füllschicht 22 als ein Laminat zur Verfügung gestellt, das unter Hitze, Druck und/oder Vakuum am ersten Substrat 12 so haftet, wie es für das besondere Material erforderlich ist, damit garantiert wird, dass keine Hohlräume zwischen der Füllschicht 22 und der Vorderseitenfläche 14 (siehe Schritt (A) der Figur 3) vorliegen. Das Laminat wird in die geeignete Form (zum Beispiel eine Kreisform) vorgeschnitten oder mechanisch nach dem Auftragen beschnitten, so dass der geeignet bemessene Hohlraum 44 erzeugt wird, wie es weiter oben beschrieben worden ist. Das verwendete Bond- oder Siegelmaterial, um den Randbond 46 zu bilden, wird auf den Hohlraum 44 nach dem Aufbringen des Lami-

nats, das verwendet wurde, um die Füllschicht 22 zu bilden, und vor dem Inkontaktbringen des zweiten Substrats 32 mit der Füllschicht (im Schritt (C) gezeigt), aufgetragen.

Wie es auch der Fall mit den Ausführungsformen der Figuren 1 und 2 war, kann das erste Substrat 12 der Trägerwafer und das zweite Substrat 32 der Bausteinwafer sein. In diesem Fall wieder ist die Vorderseitenfläche 14 des ersten Substrats 12 keine Bausteinfläche sondern eher eine Trägerfläche. Auch die Fläche 34 des zweiten Substrats 32 ist keine Trägerfläche sondern stattdessen eine Bausteinfläche. Wie es der Fall bei der Ausführungsform der Figur 2 war, ist diese alternative Anordnung besonders vorteilhaft, da die im Schritt (B) der Figur 3 gezeigte Struktur 10 hergestellt werden kann, wobei das erste Substrat 12 als ein Trägersubstrat zur Verfügung gestellt wird. Diese Struktur könnte dann dem Endverbraucher, der ein Bausteinwafer an die Struktur bonden und den Stapel einer weiteren Bearbeitung aussetzen würde, zur Verfügung gestellt werden.

Eine weitere alternative Ausführungsform wird in der Fig. 4 gezeigt, wobei gleiche Zahlen verwendet werden um gleiche Teile darzustellen. Eine Struktur 48 wird dargestellt. Die Struktur 48 ähnelt der Struktur 10, die im Schritt (d) der Fig. 1 gezeigt ist (und ist ähnlich ausgeformt) außer, dass die Struktur 48 außerdem eine zweite Schicht 50 umfasst. Die Schicht 50 kann eine Schicht sein mit einer niedrigen Haftkraft wie, zum Beispiel, eine Antihhaftbeschichtung (zum Beispiel ein Entformungsmittel), die aufgetragen wird, um die Trennung nach der Rückseitenbearbeitung oder einer anderen Bearbeitung zu erleichtern. Die Verwendung der Antihhaftbeschichtung vermindert die Anforderung an die Füllschicht 22, eine nicht haftende Schnittstelle oder eine Schnittstelle mit

einer geringen Haftkraft mit dem ersten oder dem zweiten Substrat 12 oder 32 zu bilden.

Anstatt die Form einer Schicht mit einer niedrigen Haftkraft anzunehmen, kann die Schicht 50 (nicht maßstäblich) auch einen Bereich auf der vorderen Fläche 14 des ersten Substrats 12 darstellen, die chemisch mit dem Ziel modifiziert worden ist, eine Schicht oder eine Oberflächenschicht, die permanent nicht haftend ist, oder eine Oberflächenschicht zu erhalten, an die ein Füllmaterial nicht stark gebondet werden kann. Solche Modifikationen können zum Beispiel folgendes umfassen: (a) eine chemische Behandlung einer Siliziumfläche mit einem hydrophoben organischen Silan wie zum Beispiel einem Fluoralkylsilan (zum Beispiel Perfluoralkyltrichlorsilan) oder ein Fluoralkylphosphonat um die freie Oberflächenenergie zu reduzieren; oder (b) eine chemische Dampfbeschichtung mit einer Beschichtung, die eine niedrige freie Oberflächenenergie aufweist (Zum Beispiel Fluorierte Parylene oder AF4-Parylene) auf dem Träger um eine permanente nicht haftende Fläche zu erzeugen. Der Vorteil dieses Ansatzes besteht darin, dass die Füllschicht, bzw. die Füllschichten für jede beliebige Kombination von Eigenschaften (Dicke, Löslichkeit, thermische Stabilität) ausgewählt werden kann bzw. können, was sich von dem Bereitstellen einer haftabweisenden Eigenschaft oder einer niedrigen Haftkraft in Bezug auf das Substrat unterscheidet. Wenn eine Flächenänderung ausgeführt wird, dann liegt die Dicke der Schicht 50 im Allgemeinen in der Größenordnung von ungefähr 1 nm bis ungefähr 5 nm.

Schließlich kann die Schicht 50 eine zweite Polymerschicht darstellen, anstatt eine Schicht mit einer geringen Haftkraft oder eine Flächenmodifikation zu sein. Die Schicht 50 kann auch eine Polymerbeschichtung sein, die aus der Gruppe ausgewählt wird, die aus zyklischen Olefinpolymeren und Copolymeren

besteht, die eine niedrige Haftkraft gegenüber dem Substrat 12 oder 32 aufweisen, auf dem die genannte Polymerbeschichtung aufgetragen worden ist oder gegenüber der Füllschicht 22 mit dem die genannte Polymerschicht in Kontakt ist, oder die Schicht 50 kann auch eine permanent haftfreie Schicht, wie zum Beispiel eine Fluorpolymerbeschichtung (zum Beispiel, die Beschichtung unter dem Namen Teflon® von DuPont) sein. Wenn die Schicht 50 eine Polymerschicht mit einer niedrigen Haftkraft ist, wird sie auf bevorzugte Weise mit einer Dicke von mindestens ungefähr 1 µm und ungefähr 10 µm aufgetragen (Zum Beispiel mit einer Rotationsbeschichtung).

Die Verwendung einer Polymerbeschichtung als Schicht 50 ermöglicht Anpassungs-Vorteile für den Endbenutzer. Die Schicht 50 kann zum Beispiel eine Schnittstelle ohne Haftung oder mit einer niedrigen Haftkraft mit dem ersten Substrat 12 bilden, um eine leichte Trennung von diesem Substrat zu erleichtern, wenn der Randbond 46 einmal zerbrochen oder entfernt worden ist, während die Füllschicht 22 fest mit dem zweiten Substrat 32 gebondet worden ist. Der Vorteil dieser Konfiguration liegt darin, dass die Füllschicht 22 sehr dick (bis zu zahlreichen hundert Mikron) sein kann, und mit einer schnellen Auflösung in einem Reinigungslösungsmittel ausgewählt werden kann, aber keine nicht haftende Schnittstelle oder eine Schnittstelle mit einer niedrigen Haftkraft mit dem ersten Substrat zu bilden braucht oder die Rollen der Schichten können umgekehrt werden. Das Auftragen der Schicht 50 und der Füllschicht 22 kann aufeinanderfolgend auf dem ersten Substrat vorgenommen werden, oder die beiden Schichten können auf alternative Weise getrennt beschichtet werden, wobei eine der Schichten 50 oder 22 zuerst auf jedes Substrat gebracht und dann mit einander in Kontakt gebracht wird.

Ungeachtet welche Schicht 50 verwendet wird, sollte sie nicht mit der Füllschicht 22 gemischt werden, nicht in ihr aufgelöst werden, oder mit ihr reagieren.

Außerdem sollte die Schicht 50 so ausgewählt werden, dass sie einheitlich und ohne Hohlräume oder andere Defekte beschichtet wird.

Wie es auch der Fall für die vorher diskutierten Ausführungsformen war, so können die Substrate 12 und 32 ungekehrt werden, so dass das erste Substrat 12, das Trägersubstrat und das zweite Substrat 32 der Bausteinwafer ist. Wieder in diesem Fall, ist die vordere Fläche 14 des ersten Substrat 12 keine Bausteinfläche, sondern eher eine Trägerfläche. Die Fläche 34 des zweiten Substrats 32 ist auch keine Trägerfläche sondern stattdessen eine Bausteinfläche. Diese alternative Anordnung ist wieder von Vorteil, da die in der Fig. 5 gezeigte Struktur 48' so hergestellt werden kann, dass das erste Substrat 12 als eine Trägerwafer bereitgestellt wird. Diese Struktur kann dem Endverbraucher dann zur Verfügung gestellt werden, der ein Bausteinwafer an die Struktur bondet und den Stapel einer weiteren Bearbeitung aussetzt. So steht wie bei den vorstehenden Ausführungsformen ein haftbereiter Träger dem Endverbraucher für zusätzlichen Komfort zur Verfügung, wobei Bearbeitungsschritte für den Endverbraucher eliminiert werden.

Eine weitere Ausführungsform der Erfindung wird in der Fig. 6 dargestellt. In dieser Ausführungsform ähnelt die Struktur 32 der in der Fig. 5 gezeigten Struktur 48' außer dass die Struktur 32 nur das Substrat 12 und die Schicht 50 umfasst. In dieser Ausführungsform ist das Substrat 12 bevorzugt ein Trägersubstrat, wie die die weiter oben beschrieben worden sind. Diese Struktur kann einem Endverbraucher zur Verfügung gestellt werden, der sie dann als ein Trägersubstrat verwendet, um ein Bausteinwafer während der Bearbeitung zu halten.

Schließlich sind die Materialien, die verwendet werden, um die Füllschicht 22, den Randbond 46, und die Schicht 50 zu bilden, weiter oben beschrieben worden. Es ist erwünscht, dass die Mechanismen für die Härtung oder das Aushärten dieser Materialien schnell ausgewählt werden können und vom Fachmann auf dem Gebiet der vorliegenden Erfindung angepasst werden können. In einigen Ausführungsformen, kann es, zum Beispiel, wünschenswert sein, eine nicht aushärtende Zusammensetzung für eine leichtere Auflösung in den späteren Entfernungs- und Reinigungsprozessen zu verwenden. Für jedes dieser Materialien, sind thermoplastische oder dem Kautschuk ähnliche Zusammensetzungen, die (auf typische Weise ein mittleres Molekulargewicht von mindestens ungefähr 5,000 Dalton aufweisen), Zusammensetzungen von Harztyp oder Rosintyp (auf typische Weise ein mittleres Molekulargewicht von weniger als ungefähr 5,000 Dalton aufweisen), und Mischungen der vorgehenden Zusammensetzungen geeignet.

In anderen Ausführungsformen, ist ein Duroplast geeigneter und so wird eine Zusammensetzung ausgewählt, die nach dem Erhitzen härtet oder vernetzt. Das würde die Verwendung eines Vernetzungsmittels oder möglicherweise einen Katalysator in dem System ebenso wie einen Schritt erfordern, der die Vernetzung induziert.

In noch einer anderen Ausführungsform, wir ein photohärtbares System bevorzugt. Dieses System erfordert die Verwendung eines radikalfreien Photoinitiators oder eines photogenerierten Katalysators in dem System ebenso wie einen Schritt (zum Beispiel, Belichtung mit UV Licht) um die Härtung zu induzieren. Dieses System stellt einen Vorteil bereit, für die Fälle bei denen das System als eine Zusammensetzung mit 100% Feststoffen, falls erforderlich, verwendet werden kann.

Es ist wünschenswert, dass die obige Beschreibung dazu verwendet werden kann eine Anzahl von integrierten Mikrobausteinen herzustellen, einschließlich die, die aus der Gruppe ausgewählt werden, die aus Silizium basierten Halbleiterbausteinen, auf Verbundhalbleitern basierten Bausteinen, Bereichen von eingebetteten passiven Bausteinen, (zum Beispiel Widerständen, Kondensatoren, Drosseln), MEMS-Bausteinen, Mikrosensoren, phototonischen Schaltungsbausteinen, Leuchtdioden, Wärmeverwaltungsbausteinen, und planaren Packagingsubstraten (zum Beispiel Interposern) bestehen, an denen einer oder mehrere der vorgehenden Bausteine befestigt worden sind oder befestigt werden.

#### BEISPIELE

Die folgenden Beispiele beschreiben bevorzugte Verfahren nach der Erfindung. Man muss jedoch verstehen, dass diese Beispiele zu Darstellungszwecken bereitgestellt werden und, dass nichts in diesen Beispielen als eine Begrenzung für den Gesamtrahmen der Erfindung zu verstehen ist.

##### Beispiel 1

An der Randfläche haftgebondet und an der Zentralfläche chemisch modifiziert

Ein epoxy-basiertes Photoresist (SU-8 2002, Microchem, Newton, MA) wurde auf der Fläche eines 100-mm Siliziumwafers (Wafer 1) am äußeren Rand verteilt, um einen Teil der Waferfläche, die ungefähr 3-5 mm breit war, zu beschichten. Ein fluoriertes Silan ((Heptadecafluor-1,1,2,2-Tetrahydrononadecyl)-Trichlorsilan) wurde in einer 1% Lösung aufgelöst unter Verwendung eines FC-40 Lösungsmittels (eine Perfluorverbindung mit hauptsächlich C<sub>12</sub>, verkauft unter den Namen Fluorinert, erworben von 3M). Die

Lösung wurde auf der Fläche des Wafers 1 rotationsbeschichtet. Der Wafer 1 wurde auf eine heiße Platte bei 100 °C während einer 1 Minute gesintert. Der Wafer wurde dann mit dem FC-40-Lösemittel in einem Rotationsbeschichter gespült und bei 100°C zusätzlich während 1 Minute gesintert. Der epoxy-basierte Photoresist wurde unter Verwendung von Aceton in einem Rotationsbeschichter entfernt, wobei der Rand nicht von der fluorierten Silanlösung behandelt wurde.

Die Oberfläche eines anderen 100-mm Siliziumwafers (Wafer 2) wurde mit einer Bondingzusammensetzung (WaferBOND® HTLO.10. von Brewer Science Inc. Rolla, MO) mit Hilfe einer Rotationsbeschichtung beschichtet. Dieser Wafer wurde bei 110°C während 2 Minuten gefolgt von 160°C während 2 Minuten gesintert. Die beschichteten Wafer wurden in Vakuum bei 220°C während 3 Minuten in einem erhitzten Vakuum und in einer Druckkammer in einer Seite-an-Seite-Konfiguration gebondet. Die genannten Wafer wurden durch die Einführung einer Rasierklinge am Rand zwischen den beiden Wafern entbondet. Nach der Trennung, wurde ein zwischen 3-5 mm breiter Ring der Bondingzusammensetzung beschichtung auf den Rand des Wafers 1 transferiert, während der Rest der Beschichtung auf dem Wafer 2 verblieb. Beide Wafer können in diesem Beispiel als Bausteinwafer oder Trägerwafer betrachtet werden.

#### Beispiel 2

An der Randfläche haftgebondet, an der Zentralfläche chemisch modifiziert und Entbonden unter Benutzung eines Lösmittelstrahls am Rande mit einer Keilform

Ein epoxy-basiertes Photoresist wurde auf der Fläche eines 200-mm Siliziumwafer (Wafer 1) am äußeren Rand verteilt, um einen Teil der Waferfläche, die ungefähr 3-5 mm breit war, zu beschichten. Ein fluoriertes Silan ((Heptadecafluor-1,1,2,2-

# 008061

32

Tetrahydroadecyl) Trichlorsilan) wurde in einer 1% Lösung aufgelöst unter Verwendung eines FC-40-Lösungsmittels. Die Lösung wurde auf der Fläche des Wafers 1 rotationsbeschichtet. Der Wafer 1 wurde auf einer heißen Platte bei 100 ° C während einer 1 Minute gesintert. Der Wafer wurde dann mit dem FC-40-Lösemittel in einem Rotationsbeschichter gespült und bei 100°C zusätzlich während 1 Minute gesintert. Der epoxy-basierte Photoresist wurde unter Verwendung von Aceton in einem Rotationsbeschichter entfernt, wobei der Rand nicht von der fluorierten Silanlösung behandelt wurde.

Die Fläche eines anderen 200-mm Siliziumwafers (Wafer 2) wurde mit einer WaferBOND® HTI 0.10-Bondingzusammensetzung mit Hilfe einer Rotationsbeschichtung beschichtet. Dieser Wafer wurde bei 110°C während 2 Minuten und 160°C während 2 Minuten gesintert. Die beschichteten Wafer wurden in einer Seite-an-Seite-Konfiguration miteinander im Vakuum bei 220°C während 2 Minuten in einem erhitzten Vakuum und einer Druckkammer gebondet. Die Wafer wurden von Dodecen, das Lösungsmittel im WaferBOND® HTI 0.10, direkt am Rand der gebondeten Wafer entbondet, um die Bondingzusammensetzung aufzulösen, während die Wafer gedreht wurden, um den Rand der gebondeten Wafer dem Lösungsmittel auszusetzen. Nachdem das Lösungsmittel das Material bis auf ungefähr 0.5- 1 mm vom Rand ausgelöst hatte, wurde eine geschärfte runde Scheibe am Rand zwischen den Wafers eingeführt, während sie sich noch drehten. Das führte dazu, dass die Bondingzusammensetzung am Rande fehlte und die Wafer getrennt wurden. Nach der Trennung wurde nur ein 3-5mm breiter Rand der HT10.10-Beschichtung zum Rand des Wafers 1 transferiert, während der Rest der Beschichtung auf dem Wafer 2 blieb. Beide Wafer in diesem Beispiel können als Bausteinwafer oder Trägerwafer betrachtet werden.

Beispiel 3

# 000061

33

An der Randfläche haftgebondet und Beschichten der Zentralfläche mit einem Ablösematerial.

Ein epoxy-basiertes Negativ-Photoresist (verkauft unter dem Namen SU-8 2010. von der Firma MicroChem) wurde auf der Fläche eines 100-mm Glaswafers rotationsbeschichtet. Der Wafer wurde bei 110°C während 2 Minuten gesintert. Eine Teflon® AF Lösung (Teflon® F2400 in FC-40, von der Firma DuPont) wurde auf SU-8 2010 rotationsbeschichtet. Dann wurde das FC-40 Lösemittel auf der Fläche des Wafers am äußeren Rand verteilt, um einen 3-5 mm breiten Abschnitt der Teflon® AF Beschichtung von der Waferfläche zu entfernen. Der Wafer wurde bei 110°C während 2 Minuten gesintert. Der Wafer wurde in einer Seite-an-Seite-Konfiguration mit einem 100-mm Siliziumwafer-Rohling im Vakuum bei 120 ° C während 3 Minuten in einem erhitzten Vakuum und eine Druckkammer gebondet. Die gebondeten Wafer wurden einer Breitband-UV-Licht von der äußeren Seite des Glaswafers ausgesetzt. Die belichteten Wafer wurden bei 120°C während 2 Minuten gesintert, um die SU-8 2010-Beschichtung zu vernetzen. Die genannten Wafer wurden durch die Einführung einer Rasierklinge am Rand zwischen den beiden Wafern entbondet. Nach der Trennung, wurde ein zwischen 3-5 mm breiter Ring der Bondingzusammensetzungsbeschichtung auf den Rand des Wafers 1 transferriert, während der Rest der Beschichtung auf dem Wafer 2 verblieb. Beide Wafer können in diesem Beispiel als Bausteinwafer oder Trägerwafer betrachtet werden.

## Beispiel 4

An der Randfläche haftgebondet und Beschichten der Zentralfläche mit einem Adhäsionspromoter

Ein Siliconacrylatcopolymer wurde hergestellt, indem zuerst die folgenden Zusammensetzungen gemischt wurden, um eine Monomerlösung herzustellen: 624 g Methacryloxypropyltris(tris-

Methylsiloxy)silan; 336 g Glycidylmethacrylat; und 9.6 g Di-cumylperoxid. Als Nächstes wurden 1430, 4 g 1 -Butanol in einen Reaktor hinzugefügt und während einer Stunde auf 116°C erhitzt. Die Monomerlösung wurde während 4 Stunden tropfenweise hinzugefügt, und die Polymerisierung wurde während 20 Stunden bei 116°C ausgeführt um eine Siliconacrylatcopolymerlösung zu erhalten, die einen Prozentsatz von 40,4% aufweist.

Die Copolymerlösung wurde auf die Fläche eines 100-mm Siliziumwafers (Wafer 1) rotationsbeschichtet. Dann wurde 1 -Butanol auf die Fläche des Wafers am äußeren Rand aufgetragen um ungefähr einen 3-5 mm breiten Abschnitt der Siliconacrylatcopolymersbeschichtung von der Waferfläche zu entfernen. Der Wafer wurde auf einer heißen Platte bei 110°C während 2 Minuten gesintert. Die Fläche eines anderen 100-mm Siliziumwafer (Wafer 2) wurde mit Brewer Science's WaferBOND® HT 10.10 Waferbonding-zusammensetzung über eine Rotationsbeschichtung beschichtet. Dieser Wafer wurde dann bei 110°C während 2 Minuten und 160°C während 2 Minuten gesintert.

Die beschichteten Wafer wurden in einer Seite-an-Seite-Konfiguration mit einander im Vakuum bei 220 ° C während 3 Minuten in einem erhitzen Vakuum und eine Druckkammer gebondet. Die genannten Wafer wurden durch die Einführung einer Rasierklinge am Rand zwischen den beiden Wafers entbondet. Nach der Trennung, blieb ein zwischen 3-5 mm breiter Ring der HT10.10-Beschichtung auf dem Rand des Wafers 2, während der Rest der Beschichtung auf dem Wafer 2 verblieb. Beide Wafer können in diesem Beispiel als Bausteinwafer oder Trägerwafer betrachtet werden.

#### Beispiel 5

An der Randfläche haftgebondet und Füllen der Zentralfläche mit einem Material, das eine geringe Haftung gegenüber beiden Substraten aufweist

Die Teflon® AF Lösung, die im Beispiel 3 verwendet wurde, wurde auf die Fläche eines 100-mm Siliziumwafers (Wafer 1) rotationsbeschichtet. Anschließend, wurde das FC-40 Lösemittel auf die Fläche des Wafers am äußeren Rand aufgetragen, um ungefähr einen 3-5 mm breiten Abschnitt der Teflon® AF Beschichtung von der Waferfläche zu entfernen. Der Wafer wurde bei 110°C während 2 Minuten gesintert. Der Rand des Wafers wurde mit einer WaferBOND® HT1 0.10-Bondingzusammensetzung mit Hilfe einer Rotationsbeschichtung beschichtet, wobei das Material nur am Rand aufgetragen wurde. Der Wafer wurde in eine Seite-an-Seite-Konfiguration mit einem 100-mm Siliziumwafer-Rohling (Wafer 2) im Vakuum bei 220°C während 2 Minuten in einem erhitzten Vakuum und eine Druckkammer gebondet. Die Wafer wurden durch Einführung einer Rasierklinge am Rand zwischen den beiden Wafern entbondet. Nach der Trennung, hatte der Wafer 2 nur einen Rand des Bondmaterials an den äußeren 3-5 mm, während es keinen Materialtransfer in das Zentrum gab. Beide Wafer können in diesem Beispiel als Bausteinwafer oder Trägerwafer betrachtet werden.

Patentansprüche

1. Ein Verfahren zum vorübergehenden Bonden, das Folgendes umfasst:

- die Bereitstellung eines Stapels, umfassend:
  - ein erstes Substrat mit einer Rückseite und einer Bausteinseite, wobei die genannte Bausteinseite einen Umfangsbereich und einen Zentralbereich aufweist,
  - ein zweites Substrat, das eine Trägerfläche aufweist; und
  - einen Randbond, der an den genannten Umfangsbereich und die genannte Trägerfläche gebondet ist, wobei der genannte Randbond an mindestens einem Teil des genannten Zentralbereichs mit dem Ziel nicht vorhanden ist, eine Füllzone bilden zu können; und
  - ein Füllmaterial in der genannten Füllzone ;
- Trennen der genannten ersten und zweiten Substrate.

2. Das Verfahren nach Anspruch 1, wobei die genannte Bausteinfläche einen Array von Bausteinen umfasst, die aus der folgenden Gruppe ausgewählt worden sind, die aus integrierten Schaltungen, mikroelektromechanischen Systemen (MEMS), Mikrosensoren, Leistungshalbleitern, Leuchtdioden, photonischen Schaltungen, Interposern, eingebetteten passiven Vorrichtungen und Mikrobausteinen, die auf oder aus Silizium, Silizium-Germanium, Galiumarsenid und Galliumnitrid hergestellt sind, besteht.

3. Das Verfahren nach Anspruch 1, wobei das genannte zweite Substrat ein Material umfasst, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Silizium, Saphir, Quarz, Metall, Glass und Keramik besteht.

4. Das Verfahren nach Anspruch 1, wobei die genannte Bausteinfläche mindestens eine Struktur, die aus der Gruppe

ausgewählt ist, die aus Löthöcker, Metallstützen, Metallpfeilern besteht und Strukturen umfasst, die aus einem Material gebildet sind, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Silizium, Polysilizium, Siliziumdioxid, Siliziumoxynitrid, Metall, Dielektrika mit niedrigem k-Wert, Polymerdielektrika, Metallnitride und Metallsilizid besteht.

5. Das Verfahren nach Anspruch 1, wobei das genannte Füllmaterial eine erste Fläche, die in Kontakt mit der genannten Trägerfläche ist, eine zweite Fläche, die in Kontakt mit der genannten Bausteinfläche ist, aufweist, wobei das genannte Füllmaterial von der ersten bis zur zweiten Fläche ein einheitliches Material ist.

6. Das Verfahren nach Anspruch 1, wobei das genannte Füllmaterial eine erste und eine zweite Fläche aufweist, wobei der genannte Gegenstand außerdem eine zweite Schicht umfasst, die mit einer der genannten ersten und zweiten Schicht in Kontakt ist, wobei die andere der genannten ersten und zweiten Schicht mit einer der genannten Trägerfläche und der genannten Bausteinfläche in Kontakt ist.

7. Das Verfahren nach Anspruch 6, wobei die genannte zweite Schicht aus der Gruppe ausgewählt wird, die aus einer Schicht mit einer schwachen Haftkraft, einer Polymerschicht und einer Flächenänderung der genannten Trägerfläche oder der genannten Bausteinfläche besteht.

8. Das Verfahren nach Anspruch 7, wobei die genannte zweite Schicht mit der genannten Trägerfläche in Kontakt steht.

9. Das Verfahren nach Anspruch 1, wobei der genannte Randbond eine Breite zwischen ungefähr 2mm und ungefähr 15 mm aufweist.

10. Das Verfahren nach Anspruch 1, wobei der genannte Randbond aus einem Material gebildet ist, das Monomere, Oligomere oder Polymere umfasst, die aus der Gruppe ausgewählt sind, die aus Epoxyden, Acrylen, Silikonen, Styrenen, Vinylhalogeniden, Vinylesterharzen, Polyamiden, Polyimiden, Polysulfonen, Polyethersulfonen, zyklischen Olefinen, Polyolefinkautschuken und Polyurethanen besteht.
11. Das Verfahren nach Anspruch 1, wobei das genannte Füllmaterial Monomere, Oligomere und/oder Polymere umfasst, die aus der Gruppe ausgewählt sind, die aus zyklischen Olefinen und amorphen Fluorpolymeren besteht.
12. Das Verfahren nach Anspruch 1, umfassend außerdem die Bearbeitung des genannten Stapsels mit Hilfe von Verfahren, die aus der Gruppe ausgewählt sind, die aus Rückseitenschleifen, chemisch-mechanischem Polieren, Ätzen, metallischer und dielektrischer Beschichtung, Musterung, Passivierung, Temfern und Kombinationen davon besteht, bevor das genannte erste und zweite Substrat getrennt wird.
13. Das Verfahren nach Anspruch 1, umfassend außerdem das Aussetzen des genannten Randbonds einem Lösungsmittel, mit dem Ziel, den genannten Randbond vor der genannten Trennung aufzulösen.
14. Das Verfahren nach Anspruch 1, umfassend außerdem das mechanische Zerbrechen des genannten Randbonds vor der genannten Trennung.
15. Das Verfahren nach Anspruch 1, wobei die genannte Trennung die Beaufschlagung von mindestens eines des genannten ersten

und zweiten Substrats mit einer schwachen Kraft, um diese auseinanderzuziehen, umfasst.

16. Ein Gegenstand, umfassend:

- ein erstes Substrat mit einer Vorderseite und einer Rückseite, wobei die genannte Vorderseite einen Umfangsbereich und einen Zentralbereich aufweist,
- einen Randbond, der an den genannten Umfangsbereich gebondet ist, wobei der genannte Randbond von mindestens einem Teil des genannten Zentralbereichs mit dem Ziel abwesend ist, eine Füllzone bilden zu können; und
- ein Füllmaterial in der genannten Füllzone.

17. Der Gegenstand nach Anspruch 16, wobei das genannte erste Substrat ein Bausteinwafer mit einer Bausteinfläche umfasst, umfassend ein Array von Bausteinen, die aus der folgenden Gruppe ausgewählt worden sind, die aus integrierten Schaltungen, mikroelektromechanischen Systemen (MEMS), Mikrosensoren, Leistungshalbleitern, Leuchtdioden, photonischen Schaltungen, Interposern, eingebetteten passiven Vorrichtungen und Mikrobausteinen, die auf oder aus Silizium, Silizium-Germanium, Galliumarsenid und Galliumnitrid hergestellt sind, besteht.

18. Der Gegenstand nach Anspruch 16, wobei das genannte erste Substrat ein Material umfasst, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Silizium, Saphir, Quarz, Metall, Glass und Keramik besteht.

19. Der Gegenstand nach Anspruch 16, umfassend außerdem ein zweites Substrat mit einer Trägerfläche, wobei der genannte Randbond außerdem an die genannte Trägerfläche gebondet ist.

20. Der Gegenstand nach Anspruch 19, wobei das genannte zweite Substrat ein Material umfasst, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Silizium, Saphir, Quarz, Metall, Glas und Keramik besteht.

21. Der Gegenstand nach Anspruch 17, wobei die genannte Bausteinfläche mindestens eine Struktur umfasst, die aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Löthöckern, Metallstützen, Metallpfeilern besteht und Strukturen umfasst, die aus einem Material gebildet sind, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Silizium, Polysilizium, Siliziumdioxid, Siliziumoxynitrid, Metall, Dielektrika mit niedrigem k-Wert, Polymerdielektrika, Metallnitriden und Metallsiliziden besteht.

22. Der Gegenstand nach Anspruch 16, wobei das genannte Füllmaterial eine erste und eine zweite Fläche aufweist, wobei der genannte Gegenstand außerdem eine zweite Schicht umfasst, die mit einer der genannten ersten und zweiten Schicht in Kontakt steht.

23. Der Gegenstand nach Anspruch 22, wobei die genannte zweite Schicht aus der Gruppe ausgewählt wird, die aus einer Schicht mit einer schwachen Haftkraft, einer Polymerschicht und einer Flächenänderung der genannten Trägerfläche oder der genannten Bausteinfläche besteht.

24. Der Gegenstand nach Anspruch 23, wobei die genannte zweite Schicht mit der genannten Trägerfläche in Kontakt steht.

25. Der Gegenstand nach Anspruch 16, wobei der genannte Randbond eine Breite zwischen ungefähr 2mm und ungefähr 15 mm aufweist.

26. Der Gegenstand nach Anspruch 16, wobei der genannte Randbond aus einem Material gebildet ist, das Monomere, Oligomere oder Polymere umfasst, die aus der Gruppe ausgewählt sind, die aus Epoxyden, Acrylen, Silikonen, Styrenen, Vinylhalogeniden, Vinylesterharzen, Polyamiden, Polyimiden, Polysulfonen, Polyethersulfonen, zyklischen Olefinen, Polyolefinkautschuken und Polyurethanen besteht.

27. Der Gegenstand nach Anspruch 16, wobei das genannte Füllmaterial Monomere, Oligomere und/oder Polymere umfasst, die aus der Gruppe ausgewählt sind, die aus zyklischen Olefinen und amorphen Fluorpolymeren besteht.

28. Ein Verfahren zum Bilden einer Struktur zum vorübergehenden Bonden von Wafern, wobei das genannte Verfahren folgendes umfasst:

- Bereitstellung eines ersten Substrats mit einer Vorder- und einer Rückseite, wobei die genannte Vorderseite einen Umfangsbereich und einen Zentralbereich aufweist;
- Bildung eines Randbonds auf dem genannten Umfangsbereich, wobei der genannte Randbond an dem genannten Zentralbereich nicht vorhanden ist; und
- Ablage eines Füllmaterials in dem genannten Zentralbereich.

29. Das Verfahren nach Anspruch 28, wobei die genannte Ablage eines Füllmaterials vor der genannten Bildung eines Randbonds ausgeführt wird.

30. Das Verfahren nach Anspruch 28, wobei das genannte erste Substrat einen Bausteinwafer mit einer Bausteinfläche umfasst, umfassend ein Array von Bausteinen, die aus der folgenden Gruppe ausgewählt sind, die aus integrierten Schaltungen, mikroelektromechanischen Systemen (MEMS), Mikrosensoren,

# 008051

42

Leistungshalbleitern, Leuchtdioden, photonischen Schaltungen, Interposern, eingebetteten passiven Vorrichtungen und Mikrobausteinen, die auf oder aus Silizium, Silizium-Germanium, Galliumarsenid und Galliumnitrid hergestellt sind, besteht.

31. Das Verfahren nach Anspruch 28, wobei das genannte erste Substrat ein Material umfasst, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Silizium, Saphir, Quarz, Metall, Glass und Keramik besteht.

32. Das Verfahren nach Anspruch 28, umfassend außerdem das Bonden eines zweiten Substrats, das eine Trägerfläche zu dem genannten Randbond aufweist.

33. Das Verfahren nach Anspruch 32, wobei das genannte zweite Substrat ein Material umfasst, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Silizium, Saphir, Quarz, Metall, Glass und Keramik besteht.

34. Das Verfahren nach Anspruch 28, wobei die genannte Bausteinfläche mindestens eine Struktur umfasst, die aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Löthöckern, Metallstützen, Metallpfeilern besteht und Strukturen umfasst, die aus einem Material gebildet sind, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Silizium, Polysilizium, Siliziumdioxid, Siliziumoxynitrid, Metall, Dielektrika mit niedrigem k-Wert, Polymerdielektrika, Metallnitriden und Metallsiliziden besteht.

35. Das Verfahren nach Anspruch 28, wobei das genannte Füllmaterial eine erste und eine zweite Fläche aufweist, wobei der genannte Gegenstand außerdem eine zweite Schicht umfasst,

die mit einer der genannten ersten und zweiten Schicht in Kontakt ist.

36. Das Verfahren nach Anspruch 35, wobei die genannte zweite Schicht aus der Gruppe ausgewählt wird, die aus einer Schicht mit einer schwachen Haftkraft, einer Polymerschicht und einer Flächenänderung der genannten Trägerfläche oder der genannten Bausteinfläche besteht.

37. Das Verfahren nach Anspruch 36, wobei die genannte zweite Schicht mit der genannten Trägerfläche in Kontakt ist.

38. Das Verfahren nach Anspruch 28, wobei der genannte Randbond eine Breite zwischen ungefähr 2mm und ungefähr 15 mm aufweist.

39. Das Verfahren nach Anspruch 28, wobei der genannte Randbond aus einem Material gebildet ist, das Monomere, Oligomere oder Polymere umfasst, die aus der Gruppe ausgewählt sind, die aus Epoxyden, Acrylen, Silikonen, Styrenen, Vinylhalogeniden, Vinylesterharzen, Polyamiden, Polyimiden, Polysulfonen, Polyethersulfonen, zyklischen Olefinen, Polyolefinkautschuken und Polyurethanen besteht.

40. Das Verfahren nach Anspruch 28, wobei das genannte Füllmaterial Monomere, Oligomere und/oder Polymere umfasst, die aus der Gruppe ausgewählt sind, die aus zyklischen Olefinen und amorphen Fluorpolymeren besteht.

41. Ein Gegenstand umfassend:

- ein Substrat mit einer Vorderfläche und einer Hinterfläche, wobei die genannte Vorderfläche einen Umfangsbereich und einen Zentralbereich aufweist, und

- eine Materialschicht auf der genannten Vorderfläche am genannten Zentralbereich, wobei die genannte Schicht am genannten Umfangsbereich nicht vorhanden ist und aus der Gruppe ausgewählt wird, die aus einer Schicht mit einer niedrigen Haftkraft und einer Oberflächenänderung der genannten Vorderfläche besteht.

42. Der Gegenstand nach Anspruch 41, wobei das genannte Substrat ein Material umfasst, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Silizium, Saphir, Quarz, Metall, Glas und Keramik besteht.

43. Der Gegenstand nach Anspruch 42, wobei das genannte Substrat Silizium umfasst.

44. Der Gegenstand nach Anspruch 41, wobei der genannte Umfangsbereich eine Breite zwischen ungefähr 2mm und ungefähr 15 mm aufweist.

45. Der Gegenstand nach Anspruch 41, wobei die genannte Schicht eine Dicke zwischen ungefähr 1 nm und ungefähr 5 nm aufweist.

Wien, am 26. Juli 2010

Brewer Science Inc.  
durch:

Haffner und Keschmann  
Patentanwälte OG



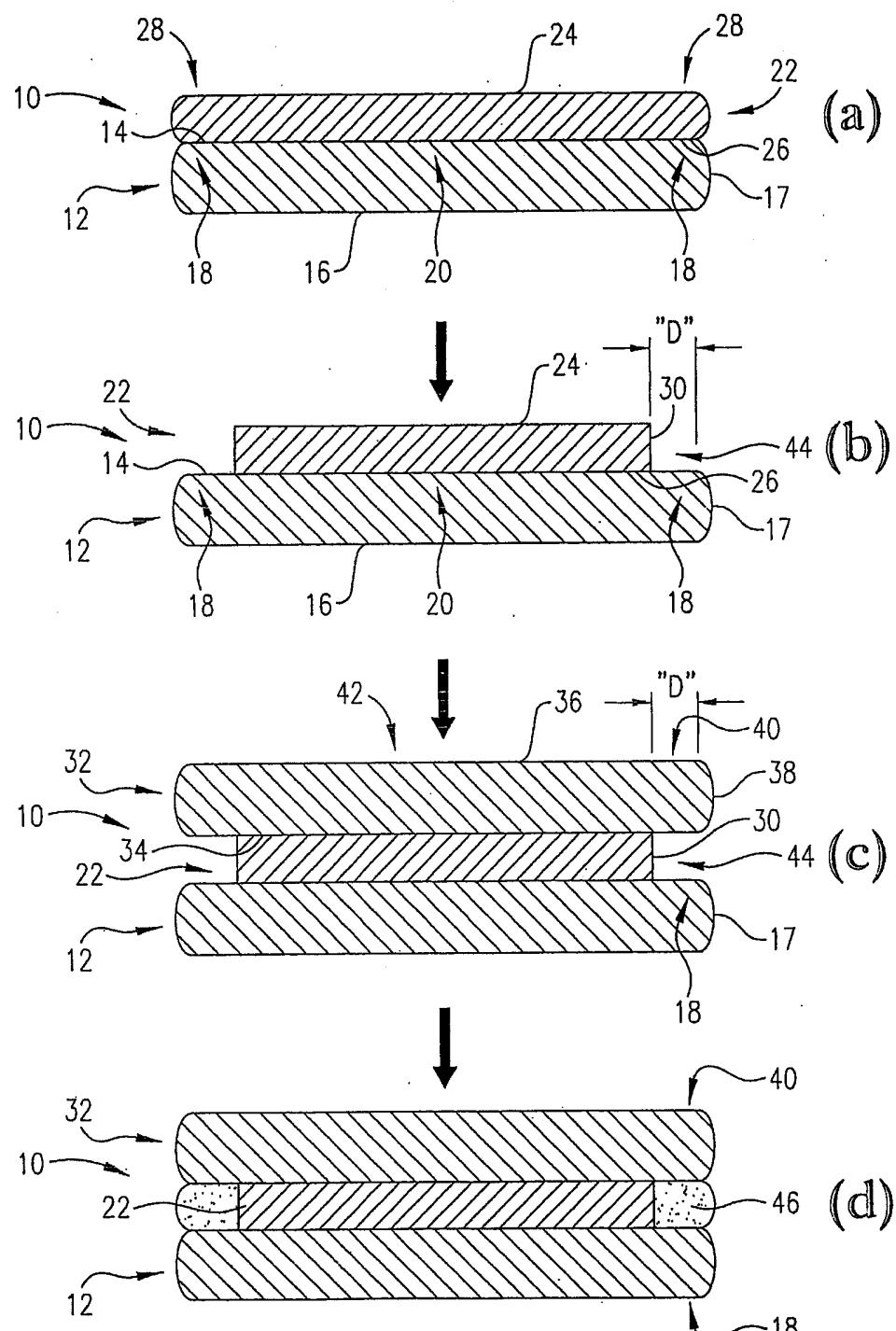


FIG. 1

008051

44 813

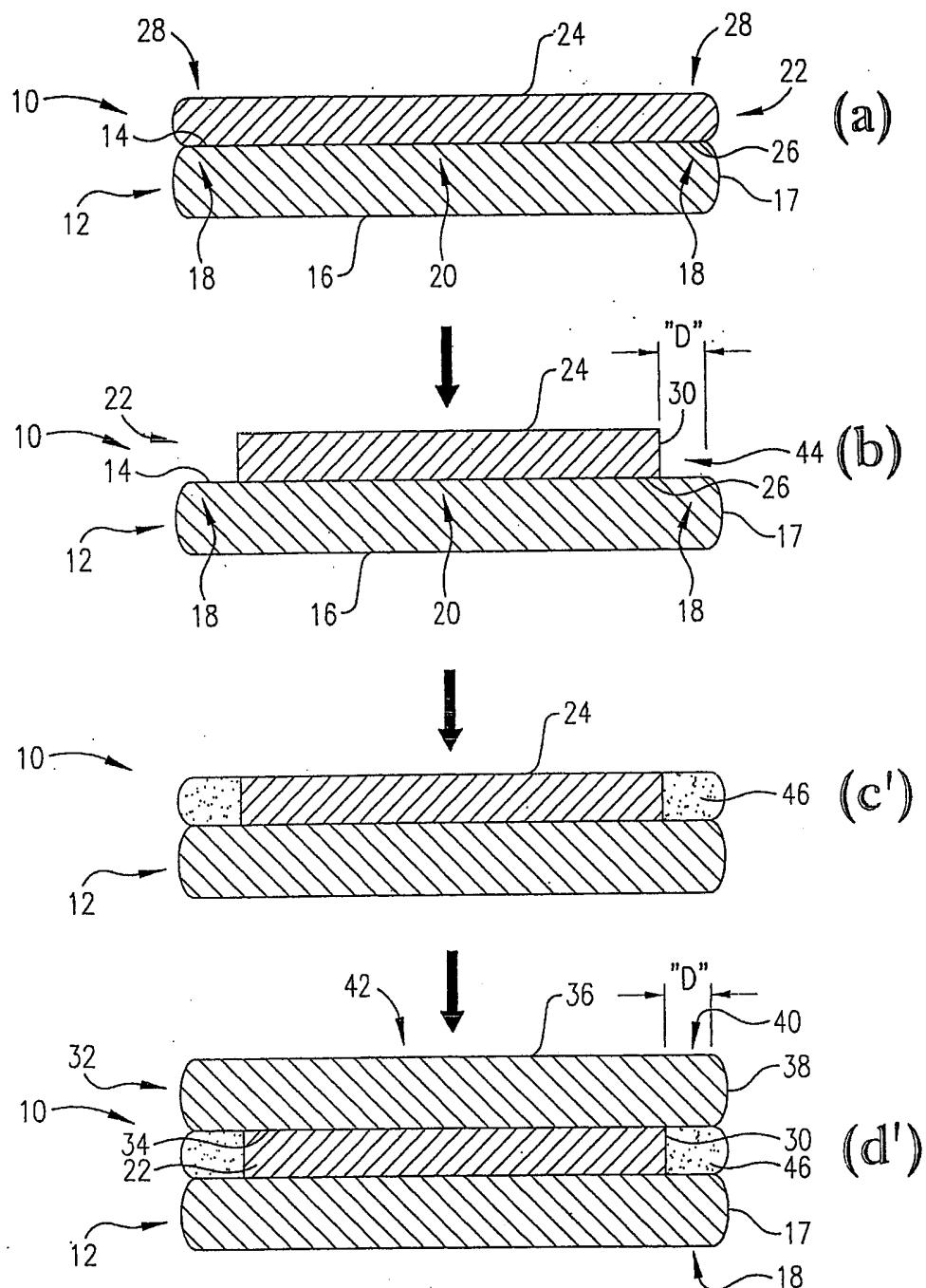


FIG. 2

006051

44 813

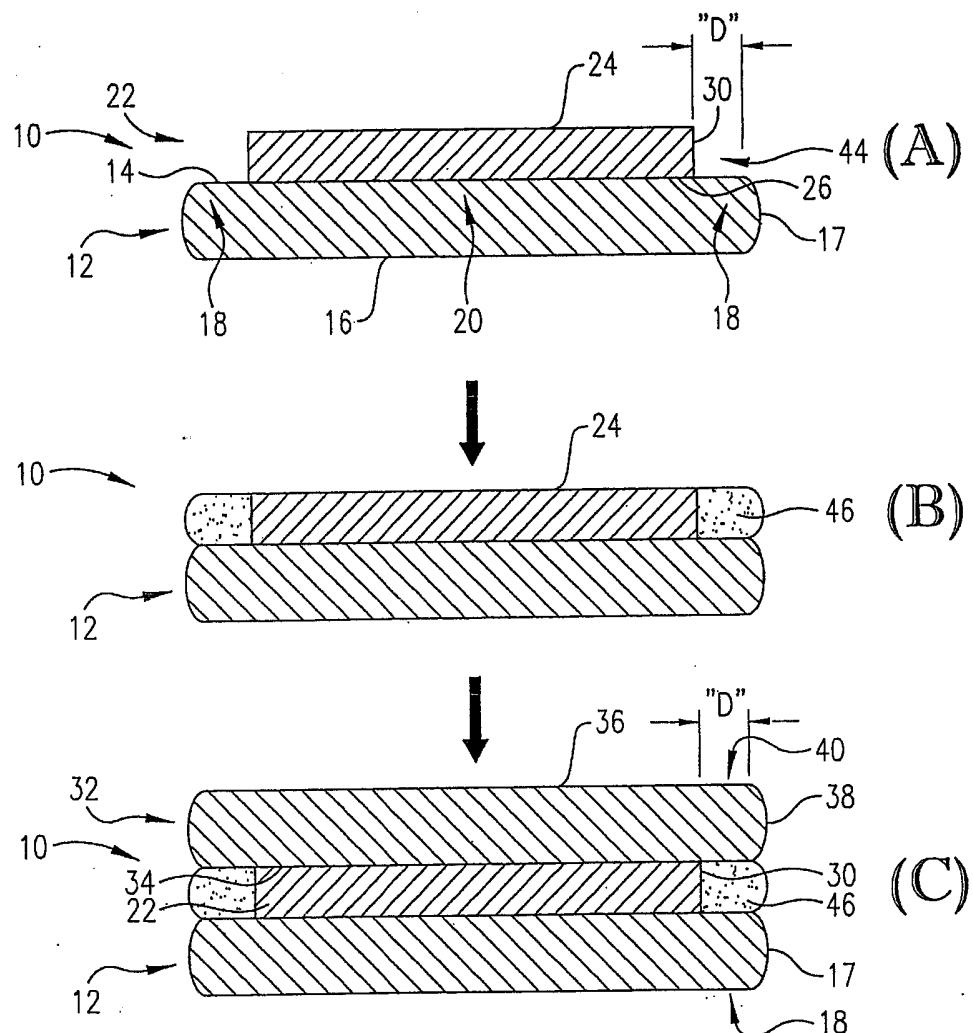


FIG. 3

006051

44 813

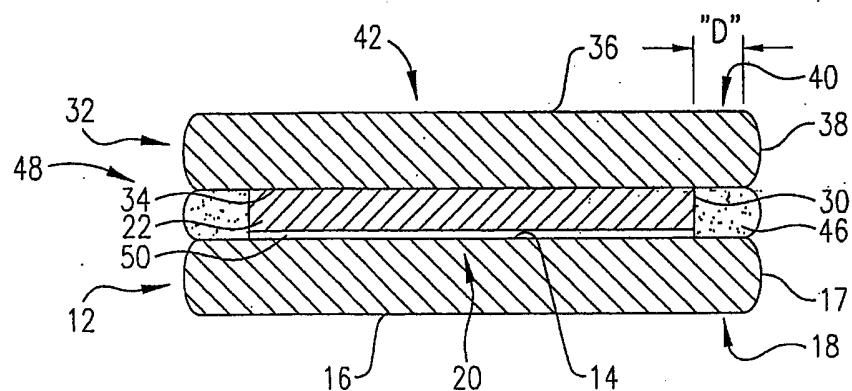


FIG. 4

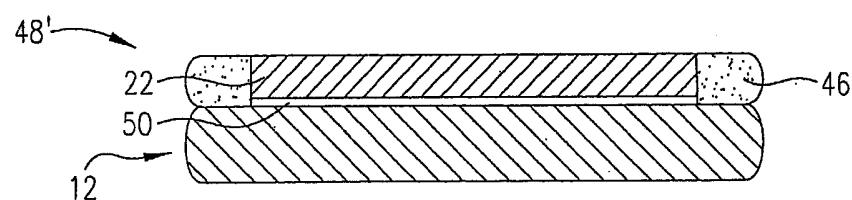


FIG. 5

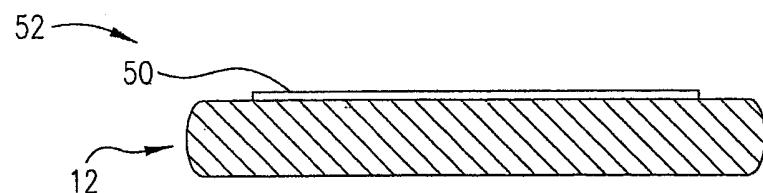


FIG. 6