



(10) **DE 10 2011 080 635 A1** 2013.02.14

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 080 635.0**

(22) Anmeldetag: **09.08.2011**

(43) Offenlegungstag: **14.02.2013**

(51) Int Cl.: **C03C 27/00 (2011.01)**

**H01L 21/683 (2011.01)**

**H01L 21/98 (2011.01)**

**B32B 7/04 (2012.01)**

**B32B 38/16 (2012.01)**

**B32B 37/02 (2012.01)**

**B32B 17/06 (2012.01)**

(71) Anmelder:  
**Carl Zeiss SMT GmbH, 73447, Oberkochen, DE**

(72) Erfinder:  
**Chung, Hin Yiu Anthony, 89075, Ulm, DE;**  
**Dochstuhl, Axel, 73494, Rosenberg, DE; Stampe,**  
**Tim, 14129, Berlin, DE; Petzold, Werner, 89547,**  
**Gerstetten, DE; Reimann, Bernd, 73430, Aalen, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

**EP 1 387 189 A2**

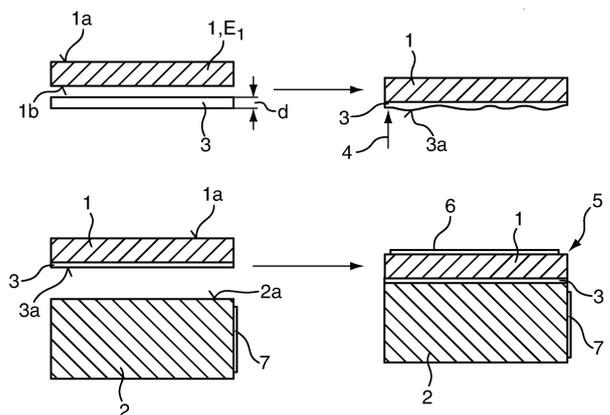
**WO 2008/ 017 449 A2**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Verbinden von Komponenten und Verbundstruktur**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verbinden von zwei Komponenten (1, 2) mit unterschiedlicher Steifigkeit (E1, E2), umfassend: Aufkleben eines plattenförmigen Körpers (3) auf die Komponente (1) mit größerer Steifigkeit (E1), Korrigieren von durch das Aufkleben erzeugten Deformationen an dem plattenförmigen Körper (3), sowie Verbinden der Komponente (2) mit der kleineren Steifigkeit (E2) mit dem plattenförmigen Körper (3), insbesondere durch Ansprenge, durch anodisches Bonden oder durch Fusion-Bonding. Die Erfindung betrifft auch eine Verbundstruktur (5), die nach dem Verfahren hergestellt wurde und die beispielsweise als Haltevorrichtung für einen Wafer (6) dienen kann. Auch kann die erste Komponente (1) als Träger für die zweite Komponente (2) dienen, z. B. wenn diese als EUV-Spiegel ausgebildet ist.



## Beschreibung

### Hintergrund der Erfindung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verbinden von zwei (oder mehr) Komponenten mit unterschiedlicher Steifigkeit sowie eine Verbundstruktur.

**[0002]** Zur Halterung von plattenartigen Objekten in Form von Wafern werden so genannte Wafer-Chucks (engl. „chuck“ = Spannfutter) eingesetzt, welche den Wafer geeignet positionieren bzw. fixieren sollen. Der Wafer selbst ist hierbei typischer Weise auf einer ebenfalls plattenförmigen Halterung angebracht, die als Wafer-Table bezeichnet wird. Zur Manipulation des Wafers wird dieser zusammen mit der Wafer-Table an der Oberseite des Wafer-Chucks fixiert bzw. mit dem Wafer-Chuck verbunden.

**[0003]** Eine Mehrzahl von Verfahren zum Verbinden von zwei Körpern ist beispielsweise durch die WO 2008/017449 A2 der Anmelderin bekannt geworden. Zum Verbinden von zwei oder mehr Körpern bzw. Komponenten ist es z. B. bekannt, die beiden Komponenten aneinander anzusprengen. Ansprengen ist eine Verbindung zweier Materialien, bei der die zusammengestellten Flächen nur durch molekulare Anziehungskräfte gehalten werden, so dass die Verbindung (beispielsweise unter dem Einfluss von Feuchtigkeit oder Keilwirkung) teilweise oder vollständig gelöst werden kann. Ansprengen ist jedoch nicht bei allen Materialien bzw. Material-Kombinationen möglich, wobei auch die Größe der Oberflächen, die aneinander angesprengt werden sollen, eine Rolle spielt. Um zwischen Komponenten, die sich nur schwer ansprengen lassen, eine Verbindung zu erhalten, ist es möglich, die beiden Komponenten direkt miteinander zu verkleben.

**[0004]** Beim Verkleben von Komponenten tritt aber das Problem auf, dass der verwendete Klebstoff aushärtet, wodurch der Klebstoff einer Schrumpfung unterliegt. Hierdurch können Spannungen an den Komponenten auftreten, die zu Deformationen führen. Dies ist ggf. problematisch, wenn die miteinander verklebten Komponenten eine (stark) unterschiedliche Steifigkeit aufweisen, da in diesem Fall die durch das Verkleben hervorgerufenen Deformationen zum großen Teil auf die weniger steife Komponente übertragen werden.

**[0005]** Ein solcher Übertrag auf die weniger steife Komponente ist insbesondere für den Fall ungünstig, dass diese Komponente eine möglichst große Formstabilität aufweisen soll. Dies ist z. B. beim Verkleben einer „Wafer-Table“, welche in der Regel aus einem Material mit größerer Steifigkeit besteht, mit dem „Wafer-Chuck“, der typischer Weise eine geringere Steifigkeit aufweist, der Fall. Der „Wafer Chuck“ weist typischer Weise an mindestens einer Seitenfläche ei-

nen Spiegel bzw. eine spiegelnde Beschichtung zur Positionsbestimmung des „Wafer Chucks“ mittels eines Lasers auf und sollte daher eine hohe Formstabilität besitzen.

**[0006]** Der Wafer-Chuck ist typischer Weise aus einem verhältnismäßig leichten Material gebildet, um die Trägheit bei der Bewegung bzw. bei der Positionierung zu reduzieren und kann z. B. ganz oder teilweise aus Zerodur® oder aus Cordierit hergestellt werden, die ein niedriges spezifisches Gewicht und eine geringe Steifigkeit aufweisen. Die durch die Schrumpfung des Klebstoffs hervorgerufenen Deformationen können daher zu einer ungenauen Positionierung und damit zu ggf. drastischen Fehlern im Overlay (bei mehreren aufeinander folgenden Belichtungen) führen und können den „Wafer Chuck“ ggf. für die Verwendung in der Mikrolithographie unbrauchbar machen.

### Aufgabe der Erfindung

**[0007]** Eine Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum deformationsarmen Verbinden von Komponenten mit unterschiedlicher Steifigkeit bereitzustellen.

### Gegenstand der Erfindung

**[0008]** Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zum Verbinden von zwei Komponenten mit unterschiedlicher Steifigkeit, umfassend: Aufkleben eines plattenförmigen Körpers auf die Komponente mit größerer Steifigkeit, Korrigieren von durch das Aufkleben erzeugten Deformationen an dem plattenförmigen Körper, sowie Verbinden der Komponente mit der kleineren Steifigkeit mit dem plattenförmigen Körper.

**[0009]** Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, einen plattenförmigen Körper mit der Komponente mit größerer Steifigkeit zu verkleben. Der plattenförmige Körper kann hierbei eine geringere Steifigkeit aufweisen als die erste Komponente, so dass die durch die Kleberaushärtung bzw. den Kleberschlupf hervorgerufenen mechanischen Spannungen bzw. Deformationen auf den plattenförmigen Körper übertragen werden. Die hierbei entstandenen Deformationen an dem plattenförmigen Körper werden korrigiert, z. B. durch Glätten der Oberfläche, an welcher die zweite Komponente mit dem plattenförmigen Körper verbunden wird.

**[0010]** Bei einer Variante wird die Komponente mit der kleineren Steifigkeit durch Ansprengen, durch anodisches Bonden oder durch Fusion-Bonding mit dem plattenförmigen Körper verbunden. Da durch das Ansprengen bzw. das Bonden keine bzw. nur sehr geringe zusätzliche Deformationen in den Komponenten erzeugt werden, kann auf die oben be-

schriebene Weise ein deformationsarmes Fügeverfahren realisiert werden. Dies ist möglich, da die oben beschriebenen Fügeverfahren ohne die Verwendung eines Fügemittels auskommen („direct bond“). Beim „fusion bonding“ werden beim Erreichen oder Überschreiten der Übergangstemperatur der Glasphase die zu verbindenden Oberflächen angeschmolzen, beim so genannten anodischen Bonden wird durch einen Ladungstransport eine chemische Reaktion der zu verbindenden Materialien im Bereich der Oberflächen begünstigt, so dass das anodische Bonden bei niedrigeren Temperaturen erfolgen kann als das „fusion bonding“. Beim anodischen Bonden ist es ggf. günstig, wenn auf mindestens eine der zu verbindenden Oberflächen eine in der Regel metallische Beschichtung aufgebracht wird.

**[0011]** Eine Verbindung, die unter Verwendung eines Fügemittels zu Stande kommt, ist zum deformationsarmen Verbinden in der Regel hingegen nicht geeignet. So ist es für die Verbindung zweier Komponenten, welche Silizium enthalten, aus der US 6,284,085 B1 bekannt, die Verbindung durch eine hydroxid-katalysierte Hydrierung/Dehydrierung bei Raumtemperatur vorzunehmen, indem Hydroxid-Ionen auf zumindest eine der zu fügenden Oberflächen aufgebracht werden, bevor die Oberflächen so dicht zusammengeführt werden, dass sich eine chemische (kovalente) Bindung zwischen ihnen ausbildet. Aus der US 2004/0247826 A1 ist ferner ein Verfahren zum Herstellen von Verbundstrukturen bekannt geworden, bei dem die Verbindung zwischen zwei Komponenten durch Aushärten eines silikathaltigen Fügemittels bei Raumtemperatur oder durch Wärmebehandlung mit einer vorgegebenen, langsamen Temperaturerhöhung zum Dehydrieren der Verbindung erzeugt wird. Beide Verfahren können zwar auch prinzipiell zur Verbindung der Komponente mit der kleineren Steifigkeit und des plattenförmigen Körpers verwendet werden, typischer Weise ist aber die hierbei erzeugte Deformation bzw. die Drift der Deformation für die vorliegenden Anwendungen zu groß.

**[0012]** Unter der Steifigkeit der Körper wird vorliegend das (materialspezifische) E-Modul der Komponenten (z. B. in N/mm<sup>2</sup>) verstanden. Unter einem plattenförmigen Körper wird vorliegend ein Körper verstanden, dessen Dicke bei 10 mm oder weniger liegt, wobei typische Werte in der Regel bei ca. 5 mm oder darunter liegen. Um die Verbindung mit einer Silizium enthaltenden Komponente zu erleichtern, ist es günstig, wenn der plattenförmige Körper selbst Silizium enthält und z. B. aus Quarzglas gebildet ist.

**[0013]** Bei einer Weiterbildung geht dem Ansprengen ein Reinigungsschritt voraus und/oder das Ansprengen wird mittels einer Flüssigkeit unterstützt. Für das Ansprengen sollten die zu fügenden Komponenten möglichst frei von Partikeln sein, was durch eine Oberflächenreinigung erreicht werden kann, die

Reinigungsmethoden wie Putzen mit Aceton oder Reiben mit Hirschleder als umfassen kann. Das Ansprengen kann ggf. durch eine Flüssigkeit unterstützt werden, die unmittelbar vor dem Ansprengen auf eine oder auf beide Oberflächen aufgebracht wird. Als eine Flüssigkeit, welche das Ansprengen begünstigt, hat sich z. B. Poly-Dimethyl-Siloxan als geeignet erwiesen. Ansprengfähige Materialien sind z. B. Quarzglas, ULE® oder Zerodur®.

**[0014]** In einer Variante besteht der plattenförmige Körper aus Glas, insbesondere aus Quarzglas, und nach dem Aufkleben wird der Körper bevorzugt getempert, um mechanische Spannungen abzubauen und um die mechanische Stabilität zu erhöhen. Die Verwendung einer dünnen Glasplatte, welche auf die erste Komponente aufgeklebt wird, hat sich zur Aufnahme der mechanischen Spannungen als besonders günstig erwiesen, da die auf diese übertragenen mechanischen Spannungen gut abgebaut bzw. ausgeglichen werden können, z. B. durch Tempern und/oder durch Nachbearbeitung.

**[0015]** In einer weiteren Variante wird mit dem Korrigieren der Deformationen an dem plattenartigen Körper so lange gewartet, bis sich die durch das Aufkleben an dem plattenförmigen Körper erzeugten mechanischen Spannungen (praktisch) nicht mehr verändern. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass in dem Körper noch vorhandene Spannungen nach dem Korrekturschritt erneut zu Deformationen führen und ggf. nach dem Ansprengen bzw. dem Bonden zu unerwünschten Deformationen führen können, die eine Destabilisierung der Verbindung an den jeweiligen Oberflächen zur Folge haben kann.

**[0016]** Bei einer Variante wird zwischen dem Aufkleben des plattenartigen Körpers und dem Korrigieren der Deformationen an dem plattenförmigen Körper mindestens eine Woche, bevorzugt mindestens drei Wochen gewartet. Der Verbund aus der Komponente mit der höheren Steifigkeit und dem plattenförmigen Körper wird mindestens eine Woche gelagert, wobei je nach Dicke und Material des plattenförmigen Körpers auch eine Lagerung über drei oder mehr Wochen sinnvoll sein kann. Durch die lange Lagerung kann sichergestellt werden, dass die mechanischen Spannungen in dem plattenförmigen Körper in einen Gleichgewichtszustand übergegangen sind und sich (praktisch) nicht mehr verändern, wenn die Korrekturen vorgenommen werden.

**[0017]** In einer Variante umfasst das Korrigieren ein Glätten einer Oberfläche des plattenförmigen Körpers, mit der die zweite Komponente verbunden wird. Die Spannungen in dem plattenförmigen Körper führen zu Deformationen, die insbesondere auch an der Oberfläche des plattenförmigen Körpers auftreten, an welcher die zweite Komponente mit dem plattenförmigen Körper verbunden werden soll. Die Deforma-

tionen an dieser Oberfläche können durch Glätten korrigiert werden, wobei das Glätten einen oder mehrere mechanische Polierschritte umfassen kann. Zusätzlich oder alternativ kann das Glätten der Oberfläche auch durch Ionenstrahlbearbeiten erfolgen. In beiden Fällen kann das Glätten so lange durchgeführt werden, bis eine nahezu perfekte Oberflächenebenheit erreicht ist, welche ein Ansprengen bzw. ein Bodnen der Komponente mit der geringeren Steifigkeit erleichtert.

**[0018]** Bei einer weiteren Variante enthält die Komponente mit der größeren Steifigkeit zumindest im Bereich der Verbindung mit dem plattenförmigen Körper Siliziumcarbid und ist insbesondere aus SiSiC gebildet. Bei SiSiC handelt es sich um reaktionsgebundenes siliziuminfiltriertes Siliziumcarbid. Dieses besteht aus einem hohen Anteil aus Siliziumcarbid (in der Regel > 85%) und einem entsprechend geringeren Anteil an metallischem Silizium (in der Regel < 15%) und besitzt aufgrund der Art seiner Herstellung praktisch keine Restporosität. Ein solches Material, welches darüber hinaus eine hohe Härte sowie Steifigkeit (von ca. 400000 N/mm<sup>2</sup>) besitzt, eignet sich besonders, um als Auflage für einen Wafer bzw. als Wafer-Table oder als Träger mit Kühlfunktion zu dienen.

**[0019]** In einer weiteren Variante ist die Komponente mit der geringeren Steifigkeit zumindest im Bereich der Verbindung mit dem plattenförmigen Körper aus Cordierit, einer Glaskeramik, Quarzglas oder einem dotierten Silikatglas gebildet. Auch Cordierit hat sich insbesondere aufgrund seines geringen spezifischen Gewichts als geeignetes Material für einen Wafer-Chuck erwiesen. Auch Glaskeramiken und dotiertes Silikatglas haben sich aufgrund des niedrigen thermischen Ausdehnungskoeffizienten insbesondere zur Verwendung als Wafer-Chuck oder als Substrate für EUV-Spiegel als günstig erwiesen, weisen aber im Vergleich zu Materialien wie Siliziumcarbid eine deutlich geringere Steifigkeit auf, wobei auch die Struktur und die typischer Weise geringere Dicke der zweiten Komponente für die Übertragung der durch die Kleberschrumpfung ausgelösten Deformationen eine Rolle spielen. Gegebenenfalls kann an der Oberfläche der weniger steifen Komponente, die mit dem plattenförmigen Körper verbunden wird, auch eine Beschichtung vorgesehen werden, um die Verbindung mit dem plattenförmigen Körper zu erleichtern. Beispielsweise kann beim anodischen Bonden eine metallische Beschichtung, z. B. aus Aluminium, an der weniger steifen Komponente vorgesehen werden.

**[0020]** Glaskeramiken bestehen typischer Weise aus Siliziumdioxid, dem Oxide verschiedener anderer Materialien wie z. B. Lithium (Li), Magnesium (Mg) oder Aluminium (Al) beigemischt sind. Das Verhältnis der Kristallphase zur Glasphase wird bei ei-

ner solchen Keramik in der Regel so eingestellt, dass sich die thermischen Ausdehnungskoeffizienten der unterschiedlichen Phasen nahe der so genannten Nulldurchgangstemperatur nahezu aufheben, so dass sich diese Materialien im Betriebstemperaturbereich ebenfalls eine extrem geringe thermische Ausdehnung auszeichnen. Solche Glaskeramiken werden z. B. unter den Handelsnamen Zerodur® von der Fa. Schott AG bzw. unter dem Handelsnamen Clearceram® von der Fa. Ohara Inc. angeboten.

**[0021]** Eine weitere Materialgruppe, welche die Anforderungen an einen geringen thermischen Ausdehnungskoeffizienten erfüllt, sind dotierte Silikatgläser, z. B. mit Titandioxid dotiertes Silikat- bzw. Quarzglas, das typischer Weise einen Silikatglasanteil von mehr als 90% aufweist. Ein solches auf dem Markt erhältliches Silikatglas wird von der Fa. Corning Inc. unter dem Handelsnamen ULE® (Ultra Low Expansion Glass) vertrieben. Bei diesem Material wird das Verhältnis des Titandioxid-Anteils zum Silikatglasanteil bei der Herstellung so gewählt, dass sich die thermischen Ausdehnungskoeffizienten der beiden Anteile näherungsweise kompensieren.

**[0022]** Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft einen Verbundkörper, umfassend: eine erste und zweite Komponente mit unterschiedlichen Steifigkeiten sowie einen auf die Komponente mit der größeren Steifigkeit aufgeklebten plattenförmigen Körper, wobei die Komponente mit der geringeren Steifigkeit an einer der Komponente mit der größeren Steifigkeit abgewandten Oberfläche des plattenförmigen Körpers ohne Verwendung eines Fügmittels verbunden ist. Bei der Bildung eines solchen Verbundkörpers werden nur wenige Deformationen in der Komponente mit der niedrigeren Steifigkeit erzeugt, da die beim Kleben erzeugten Deformationen von dem plattenförmigen Körper aufgenommen wurden, bevor die Komponente mit der geringeren Steifigkeit mit der bearbeiteten, glatte Oberfläche des plattenförmigen Körpers verbunden wird.

**[0023]** In einer Ausführungsform ist der plattenförmige Körper eine Glasplatte, welche typischer Weise eine Dicke von weniger als ca. 10 mm aufweist. Dies ist günstig, damit in der Glasplatte erzeugte mechanische Spannungen verhältnismäßig schnell abgebaut werden können. Zudem wird durch das Vorsehen einer verhältnismäßig dünnen Platte das Volumen sowie das Gewicht des Verbundkörpers nicht unnötig erhöht.

**[0024]** In einer Ausführungsform ist die Steifigkeit der Komponente mit der größeren Steifigkeit mindestens doppelt so groß, ggf. mindestens vier Mal so groß wie die Steifigkeit der Komponente mit der kleineren Steifigkeit. Dies ist beispielsweise für zwei Komponenten der Fall, bei denen das Material mit der größeren Steifigkeit (zumindest im Bereich der Ver-

bindung mit dem plattenförmigen Körper) aus Siliziumcarbid oder SiSiC besteht und das Material mit der kleineren Steifigkeit aus Cordierit, einer Glaskeramik, einem dotierten Silikatglas oder aus Quarzglas.

**[0025]** Wie oben dargestellt wurde, kann die Verbundstruktur insbesondere bei der Verwendung der oben angegebenen Materialien als Haltevorrichtung für einen Wafer dienen. Die Komponente mit der höheren Steifigkeit dient hierbei der (direkten) Unterstützung des Wafers (Wafer-Table). Die Komponente mit der niedrigeren Steifigkeit dient der Positionierung der Komponente mit der höheren Steifigkeit und weist zu diesem Zweck vorzugsweise eine oder mehrere Spiegel auf. Die Spiegel können z. B. seitlich an der Komponente mit der kleineren Steifigkeit gebildet sein und der Reflexion von Laserstrahlung oder dergleichen dienen. Als Spiegel können insbesondere auch reflektierende Mehrlagen-Beschichtungen verwendet werden, es ist ggf. aber auch möglich, einen Spiegel aus einem einzigen Material, z. B. einer Aluminium-Platte, zu verwenden.

**[0026]** In einer alternativen Ausführungsform weist die Komponente mit der geringeren Steifigkeit eine für EUV-Strahlung reflektierende Beschichtung auf. In diesem Fall ist der Körper mit der geringeren Steifigkeit als EUV-Spiegel ausgebildet, der ein Substrat z. B. aus Zerodur® oder aus ULE® aufweist, auf welches die für EUV-Strahlung reflektierende Beschichtung aufgebracht ist. Der EUV-Spiegel ist mit seiner der Beschichtung abgewandten Oberfläche mit dem plattenförmigen Körper bzw. mit der Komponente mit der größeren Steifigkeit verbunden, welche einen Träger für den EUV-Spiegel bildet, um dessen mechanische Stabilität zu erhöhen bzw. um den Spiegel zu kühlen. Soll der Träger eine Kühlfunktion erfüllen, sind in diesem in der Regel einer oder mehrere Kühlkanäle vorgesehen.

**[0027]** Es versteht sich, dass die obige Beschreibung eines Verbundkörpers für zwei Komponenten gegeben wurde, dass aber auch drei oder mehr Komponenten mit jeweils unterschiedlicher Steifigkeit auf die oben beschriebene Weise miteinander verbunden werden können.

**[0028]** Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, anhand der Figuren der Zeichnung, die erfindungswesentliche Einzelheiten zeigen, und aus den Ansprüchen. Die einzelnen Merkmale können je einzeln für sich oder zu mehreren in beliebiger Kombination bei einer Variante der Erfindung verwirklicht sein.

## Zeichnung

**[0029]** Ausführungsbeispiele sind in der schematischen Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung erläutert. Es zeigt

**[0030]** **Fig. 1** eine schematische Darstellung eines Verfahrens zum Verbinden von zwei Komponenten durch Verkleben, und

**[0031]** **Fig. 2a, b** schematische Darstellungen eines Verfahrens zum Verbinden von zwei Komponenten unter Verwendung einer Glasplatte zur Aufnahme von Deformationen, und

**[0032]** **Fig. 3a, b** schematische Darstellungen eines Verfahrens analog **Fig. 2a, b**, bei dem ein EUV-Spiegel mit einem Träger verbunden wird.

**[0033]** In **Fig. 1** ist schematisch ein Verfahren zum Verbinden von zwei Komponenten **1, 2** durch Verkleben gezeigt. Die erste Komponente **1** ist im vorliegenden Beispiel aus SiSiC gebildet und weist eine Steifigkeit E1 (E-Modul) von ca. 400000 N/mm<sup>2</sup> auf. Die zweite Komponente **2** besteht im vorliegenden Beispiel aus Zerodur® mit einer Steifigkeit E2 von 90000 N/mm<sup>2</sup>. Die erste Komponente **1** bildet eine so genannte „Wafer Table“, die zweite Komponente **2** einen „Wafer Chuck“ für einen (in **Fig. 1** nicht gezeigten) Wafer, welcher auf die Oberseite **1a** der ersten Komponente **1** aufgelegt wird. Es versteht sich, dass für die erste und zweite Komponente **1, 2** auch andere Materialien verwendet werden können, z. B. kann die erste Komponente **1** aus Siliziumcarbid und die zweite Komponente **2** aus einer Glaskeramik oder einem dotierten Quarzglas oder aus Cordierit bestehen, welches einen niedrigen thermischen Ausdehnungskoeffizienten (CTE) aufweist.

**[0034]** Die erste beziehungsweise die zweite Komponente **1, 2** können gegebenenfalls selbst eine Verbundstruktur bilden, die aus mehreren unterschiedlichen Materialien zusammengesetzt ist. Beispielsweise kann die zweite Komponente **2** in einem der ersten Komponente **1** zugewandten Volumen-Bereich aus Zerodur® bestehen und in einem der ersten Komponente **1** abgewandten Volumen-Bereich aus einem anderen Material mit einem niedrigen Wärmeausdehnungskoeffizienten, beispielsweise aus Cordierit.

**[0035]** Bei dem in **Fig. 1** gezeigten Verfahren wird die erste Komponente **1** mit der zweiten Komponente **2** durch Verkleben verbunden. Die Wahl des (nicht gezeigten) Klebstoffs hängt insbesondere von der Art des Materials der ersten Komponente **1** ab. Geeignete Klebstoffe sind typischer Weise 2-Komponenten-Klebstoffe, insbesondere Epoxi-Klebstoffe, und 1-Komponenten-Klebstoffe, ggf. in Form von UV-aushärtbaren Klebstoffe. Da ein solcher Klebstoff in der Regel nach dem Verkleben schrumpft, kommt es zu

lokalen Deformationen bzw. Spannungen zwischen den beiden Komponenten **1**, **2**, welche sich aufgrund der geringeren Steifigkeit  $E_2 < E_1$  im Wesentlichen auf die zweite Komponente **2** übertragen. Die Deformationen an der zweiten Komponente **2** sind in [Fig. 1](#) auf der rechten Seite (stark übertrieben) dargestellt.

**[0036]** Um die beiden Komponenten **1**, **2** miteinander zu verbinden ohne dass es zu nennenswerten Deformationen der zweiten Komponente **2** kommt, wird ein Verfahren verwendet, welches nachfolgend anhand von [Fig. 2a](#), b näher beschrieben wird. Bei dem Verfahren wird zunächst in einem ersten Schritt ein plattenförmiger Körper in Form einer dünnen Glasplatte **3** mit einer Dicke  $d$  von typischer Weise wenigen Millimetern (z. B. 10 mm oder weniger) auf eine Oberfläche **1b** der ersten Komponente **1** aufgeklebt. Da die Glasplatte **3** im vorliegenden Beispiel eine Steifigkeit aufweist, die geringer ist als die Steifigkeit  $E_1$  der ersten Komponente **1**, werden die beim Verkleben hervorgerufenen Deformationen im Wesentlichen in die Glasplatte **3** übertragen, wie dies in [Fig. 2a](#) auf der rechten Seite dargestellt ist.

**[0037]** Um die mechanischen Deformationen in der Glasplatte **3** zu reduzieren, wird die Glasplatte **3** zunächst getempert, d. h. auf eine Temperatur von ca. 60°C aufgeheizt und über einen Zeitraum von mehreren Stunden bei dieser Temperatur gehalten, um die Deformationen auszugleichen. Nachfolgend wird die Komponente **1** mit der angeklebten Glasplatte **3** über einen längeren Zeitraum (typischer Weise mindestens eine Woche, ggf. drei Wochen oder mehr) gelagert, bis die durch die Kleberschrumpfung in der Glasplatte **3** hervorgerufenen Spannungen und damit die Deformationen an der Oberfläche **3a** der Glasplatte **3** zeitlich stabil sind.

**[0038]** In einem folgenden Schritt werden die Deformationen der Glasplatte **3** korrigiert, indem die der ersten Komponente **1** abgewandte Oberfläche **3a** der Glasplatte **3** geglättet wird, und zwar im vorliegenden Beispiel durch Bearbeiten mit einem Ionenstrahl **4** („Ion beam figuring“), welcher scannend über die Oberfläche **3a** bewegt wird. Es versteht sich, dass alternativ oder zusätzlich auch andere Verfahren zur Glättung der Oberfläche **3a** verwendet werden können, beispielsweise kann die Oberfläche **3a** mechanisch poliert werden. Nach dem Abschluss des Glättungsschritts ist die Oberfläche **3a** der Glasplatte **3** im Wesentlichen plan, d. h. sie weist nur eine geringe Oberflächenrauigkeit bzw. Welligkeit auf.

**[0039]** Dies ist günstig, um sicherzustellen, dass in einem nachfolgenden Schritt die zweite Komponente **2** an die geglättete Oberfläche **3a** der Glasplatte **3** angesprengt werden kann (vgl. [Fig. 2b](#)). Da die Glasplatte **3** im Wesentlichen frei von Deformationen bzw. von mechanischen Spannungen ist, können nach dem Ansprengen die Spannungen nicht zu ei-

ner unerwünschten Deformation der Oberfläche **3a** der Glasplatte führen, welche die Verbindung destabilisiert. Auf diese Weise entsteht eine Verbundstruktur **5**, bei welcher die zweite, weniger steife Komponente **2** im Wesentlichen frei von Deformationen ist, wie in [Fig. 2b](#) auf der rechten Seite zu erkennen ist.

**[0040]** Dem Ansprengen kann ein Reinigungsschritt vorausgehen, bei dem die Oberfläche **3a** der Glasplatte **3** und die Oberfläche **2a** der zweiten Komponente **2** beispielsweise mit Hirschleder abgerieben oder mit Aceton gesäubert werden, um die Anzahl an Partikeln auf diesen Oberflächen möglichst gering zu halten. Das Ansprengen selbst kann ggf. mit einer Flüssigkeit unterstützt werden, beispielsweise mit Poly-Dimethyl-Siloxan.

**[0041]** Bei der ersten Komponente **1** handelt es sich im vorliegenden Ausführungsbeispiel um eine so genannte Wafer-Table, an deren Oberseite **1a** ein Wafer **6** gelagert wird. Bei der zweiten Komponente **2** handelt es sich um einen so genannten Wafer-Chuck, an dem seitlich ein Spiegel **7** angebracht ist, z. B. in Form einer reflektierenden Beschichtung. Der Spiegel **7** kann mit einem (nicht gezeigten) Laser bestrahlt werden, um die genaue Position des Wafer-Chucks beziehungsweise der Verbundstruktur **5** zu bestimmen. Die auf diese Weise positionierte Verbundstruktur **5** kann in einer (nicht gezeigten) Projektionsbelichtungsanlage für die Mikrolithographie verwendet werden, die bei einer Betriebswellenlänge im UV-Wellenlängenbereich oder im EUV-Wellenlängenbereich (zwischen ca. 5 nm bis ca. 20 nm) betrieben werden kann. Durch den deformationsarmen Wafer-Chuck **2** kann hierbei das Overlay der Belichtungsanlage verbessert werden, d. h. die Verbundstruktur **5** und damit der Wafer **6** können bei zwei aufeinander folgenden Belichtungsschritten exakt an derselben Stelle positioniert werden.

**[0042]** Es versteht sich, dass das oben beschriebene Verfahren zum Herstellen einer deformationsarmen Verbundstruktur nicht auf Vorrichtungen zur Halterung von Wafern beschränkt ist, sondern auch in anderen Fällen, in denen Komponenten mit unterschiedlicher Steifigkeit (typischer Weise mit  $E_1 > 2 E_2$  oder  $> 4 E_2$ ) vorteilhaft angewendet werden kann.

**[0043]** Beispielsweise kann die zweite Komponente **2** als EUV-Spiegel ausgebildet sein und die erste Komponente **1** kann als Träger für den EUV-Spiegel dienen. Eine solche als EUV-Spiegel ausgebildete Komponente **2** weist in der Regel ein Substrat **8** aus einem Nullausdehnungsmaterial, z. B. aus Zerodur® oder aus ULE® auf, auf das eine reflektierende Mehrlagen-Beschichtung **9** aufgebracht ist, vgl. [Fig. 3a](#), b. Liegt die zu reflektierende Wellenlänge im EUV-Bereich zwischen 5 nm und 30 nm, umfasst die reflektive Beschichtung **9** typischer Weise Einzelschichten **9a**, **9b**, die abwechselnd aus Materialien mit unterschied-

lichen Brechungsindizes bestehen. Liegt die Wellenlänge bei ca. 13,5 nm, so bestehen die Einzelschichten üblicherweise aus Molybdän und Silizium. Andere Materialkombinationen wie z. B. Molybdän und Beryllium, Ruthenium und Beryllium oder Lanthan und  $B_4C$  sind ebenfalls möglich. Zusätzlich zu den beschriebenen Einzelschichten kann die reflektive Beschichtung **9** auch Zwischenschichten zur Verhinderung von Diffusion beinhalten. Auf die Darstellung solcher Hilfsschichten wurde verzichtet.

**[0044]** Die erste Komponente **1**, welche als Träger für die zweite Komponente **2** dient, kann wie in [Fig. 2a](#), b aus SiSiC gebildet sein. In die erste Komponente **1** können insbesondere (nicht gezeigte) Kühlkanäle eingebracht sein, so dass die erste Komponente **1** zusätzlich zur Funktion als Träger auch eine Kühlfunktion übernehmen kann. Im vorliegenden Beispiel ist es günstig, an Stelle einer lösbaren Verbindung durch Ansprengegen wie im Zusammenhang mit [Fig. 2a](#), b gezeigt eine dauerhafte Verbindung zwischen der Glasplatte **3** und dem EUV-Spiegel **2** zu erzeugen.

**[0045]** Eine dauerhafte Verbindung kann z. B. durch anodisches Bonden erfolgen, welches in [Fig. 3a](#), b nicht im Einzelnen dargestellt ist. Beim anodischen Bonden wird zwischen den Komponenten **1**, **2** eine Spannung angelegt, welche einen Ladungstransport (typischer Weise von z. B. in der Glasplatte **3** vorhandenen Alkali-Ionen) bewirkt, der eine chemische Reaktion der Silizium-Atome an der Oberfläche **3a** der Glasplatte **3** mit den Aluminium-Atomen an der der Beschichtung **9** abgewandte, mit Aluminium beschichtete Oberfläche **2a** des Substrats **8** der zweiten Komponente **2** begünstigt, so dass sich an den zu verbindenden Oberflächen **2a**, **3a** dauerhafte Si-O-Al-Bindungen ausbilden, ohne dass die beiden Komponenten **1**, **2** auf zu hohe Temperaturen (z. B. Temperaturen über 450°C) aufgeheizt werden müssen. Es versteht sich, dass eine dauerhafte, deformationsarme Verbindung zwischen den Komponenten **1**, **2** ggf. auch auf andere Weise, beispielsweise durch Fusion-Bonding hergestellt werden kann, falls die hierbei verwendeten Temperaturen nicht zu groß sind.

**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**

- WO 2008/017449 A2 [[0003](#)]
- US 6284085 B1 [[0011](#)]
- US 2004/0247826 A1 [[0011](#)]

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Verbinden von zwei Komponenten (**1**, **2**) mit unterschiedlicher Steifigkeit (E1, E2), umfassend:

Aufkleben eines plattenförmigen Körpers (**3**) auf die Komponente (**1**) mit größerer Steifigkeit (E1),  
Korrigieren von durch das Aufkleben erzeugten Deformationen an dem plattenförmigen Körper (**3**), sowie

Verbinden der Komponente (**2**) mit der kleineren Steifigkeit (E2) mit dem plattenförmigen Körper (**3**).

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Komponente (**2**) mit der kleineren Steifigkeit (E2) durch Ansprennen, durch anodisches Bonden oder durch Fusion-Bonding mit dem plattenförmigen Körper (**3**) verbunden wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, bei welchem dem Ansprennen ein Reinigungsschritt vorausgeht und/oder das Ansprennen mit einer Flüssigkeit unterstützt wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der plattenförmige Körper (**3**) aus Glas gebildet ist und nach dem Aufkleben bevorzugt getempert wird, um mechanische Spannungen abzubauen.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem mit dem Korrigieren der Deformationen an dem plattenartigen Körper (**3**) so lange gewartet wird, bis sich die durch das Aufkleben an dem plattenförmigen Körper (**3**) erzeugten mechanischen Spannungen nicht mehr verändern.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem zwischen dem Aufkleben des plattenartigen Körpers (**3**) und dem Korrigieren der Deformationen an dem plattenförmigen Körper (**3**) mindestens eine Woche gewartet wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Korrigieren ein Glätten einer Oberfläche (**3a**) des plattenförmigen Körpers (**3**) umfasst, welche mit der zweiten Komponente (**2**) verbunden wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Komponente (**1**) mit der größeren Steifigkeit (E1) zumindest im Bereich der Verbindung mit dem plattenförmigen Körper (**3**) Siliziumcarbid enthält und insbesondere aus SiSiC gebildet ist.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Komponente (**2**) mit der geringeren Steifigkeit (E2) zumindest im Bereich der Verbindung mit dem plattenförmigen Körper (**3**) aus Cor-

dierit, einer Glaskeramik, Quarzglas oder einem dotierten Silikatglas gebildet ist.

10. Verbundstruktur (**5**), umfassend:  
zwei Komponenten (**1**, **2**) mit unterschiedlicher Steifigkeit (E1, E2), sowie einen auf die Komponente (**1**) mit der größeren Steifigkeit (E1) aufgeklebten plattenförmigen Körper (**3**), wobei die Komponente (**2**) mit der kleineren Steifigkeit (E2) mit einer Oberfläche (**3a**) des plattenförmigen Körpers (**3**) ohne Verwendung eines Fügmittels verbunden ist.

11. Verbundstruktur nach Anspruch 10, bei welcher der plattenförmige Körper (**3**) eine Glasplatte ist.

12. Verbundstruktur nach Anspruch 10 oder 11, bei der die Steifigkeit (E1) der Komponente (**1**) mit der größeren Steifigkeit (E1) mindestens doppelt so groß ist wie die Steifigkeit (E2) der Komponente (**2**) mit der kleineren Steifigkeit (E2).

13. Verbundstruktur nach einem der Ansprüche 10 bis 12, bei der die erste Komponente (**1**) zumindest im Bereich der Verbindung mit dem plattenförmigen Körper (**3**) aus einem Material besteht, welches Siliziumcarbid enthält, insbesondere aus SiSiC.

14. Verbundstruktur nach einem der Ansprüche 10 bis 13, bei der die zweite Komponente (**2**) zumindest im Bereich der Verbindung mit dem plattenförmigen Körper (**3**) aus einem Material besteht, welches ausgewählt ist aus der Gruppe umfassend: Cordierit, Quarzglas, Glaskeramik oder dotiertes Silikatglas.

15. Verbundstruktur nach einem der Ansprüche 10 bis 14, welche als Haltevorrichtung für einen Wafer (**5**) ausgebildet ist.

16. Verbundstruktur nach einem der Ansprüche 10 bis 14, bei welcher die Komponente (**2**) mit der geringeren Steifigkeit (E2) eine für EUV-Strahlung reflektierende Beschichtung (**9**) aufweist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

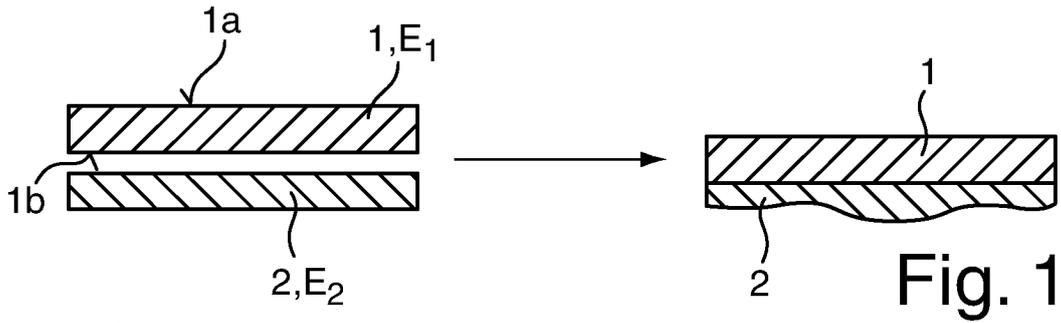


Fig. 1

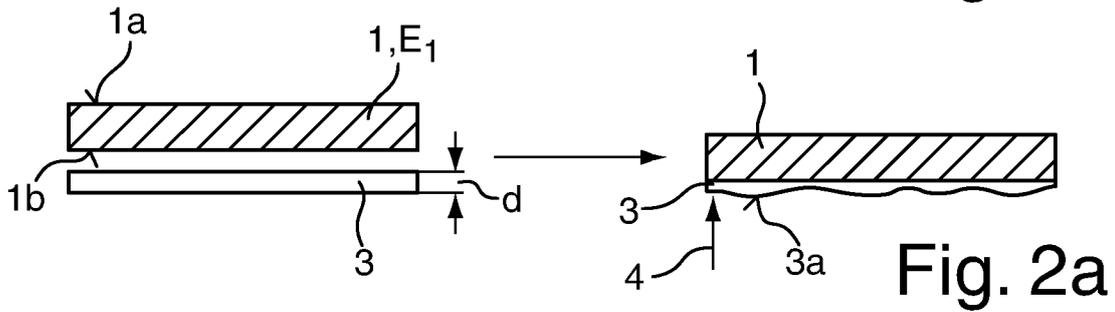


Fig. 2a

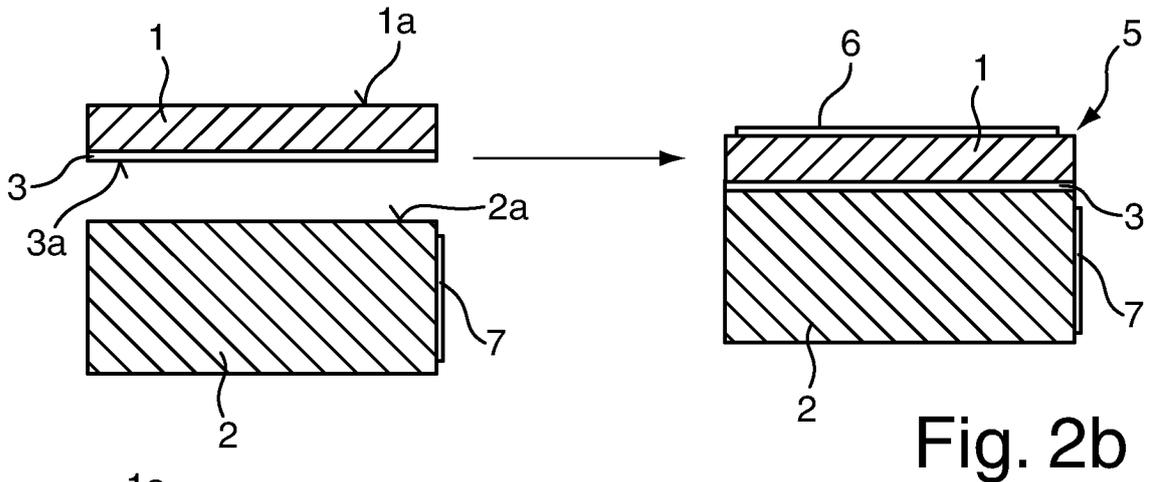


Fig. 2b

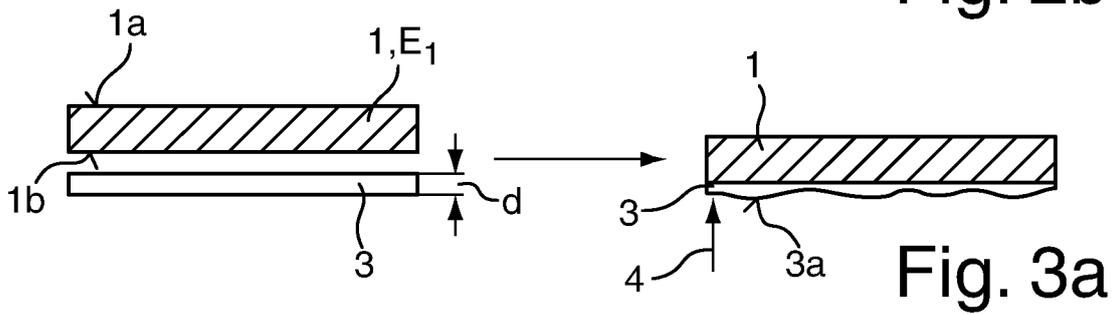


Fig. 3a

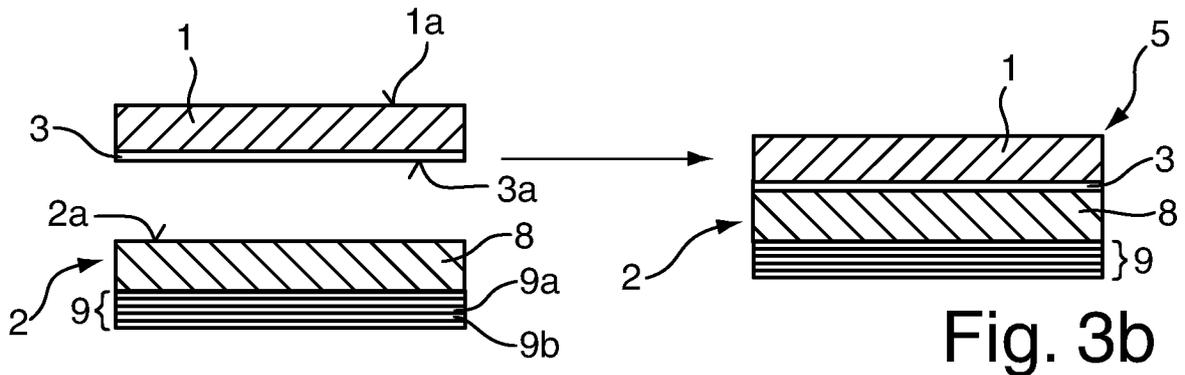


Fig. 3b