

(12) **Patentschrift**

|      |                    |                |      |           |                    |           |
|------|--------------------|----------------|------|-----------|--------------------|-----------|
| (21) | Anmeldenummer:     | A 9001/2014    | (51) | Int. Cl.: | <b>H01L 21/683</b> | (2006.01) |
| (86) | PCT-Anmeldenummer: | PCT/EP14050121 |      |           | <b>H01L 21/687</b> | (2006.01) |
| (22) | Anmeldetag:        | 07.01.2014     |      |           | <b>H01L 21/304</b> | (2006.01) |
| (45) | Veröffentlicht am: | 15.09.2022     |      |           | <b>B25J 15/06</b>  | (2006.01) |

(30) Priorität:  
21.01.2013 DE 102013100563.2 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:  
US 2012146273 A1  
JP 2004259792 A  
US 2011198817 A1  
EP 2398040 A1

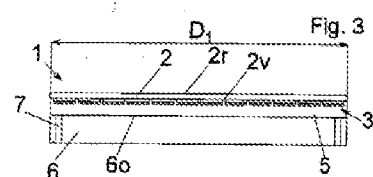
(73) Patentinhaber:  
EV Group E. Thallner GmbH  
4782 St. Florian am Inn (AT)

(72) Erfinder:  
Tiefenböck Herbert  
4770 Andorf (AT)

(54) **Aufnahmeeinrichtung zur Handhabung strukturierter Substrate**

(57) Die Erfindung betrifft eine Aufnahmeeinrichtung zur Handhabung eines Strukturen (3) aufweisenden strukturierten Substrats (1) mit einer weichen, ebenen Materialschicht (5) zur Aufnahme des strukturierten Substrats (5) an einer Aufnahmefläche (50), wobei die Strukturen (3) des strukturierten Substrats (1) zumindest teilweise in die Materialschicht (5) aufnehmbar sind, wobei Fixiermittel zur Fixierung des strukturierten Substrats (1) an der Aufnahmefläche vorgesehen sind.

Weiterhin betrifft die vorliegende Erfindung ein korrespondierendes Verfahren sowie eine Verwendung der Aufnahmeeinrichtung für dünne Substrate mit einer Dicke  $d$  kleiner 100  $\mu\text{m}$ .



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Aufnahmeeinrichtung zur Handhabung strukturierter Substrate, ein Verfahren zur Handhabung strukturierter Substrate sowie eine Verwendung gemäß den nebengeordneten Ansprüchen.

**[0002]** Die Druckschrift US 2012146273 A1 offenbart eine Vorrichtung zur Aufnahme eines Substrats, wobei die Strukturen in Erhebungen aufgenommen werden.

**[0003]** Aufnahmeeinrichtungen, auch Probenhalter, werden in der Halbleiterindustrie unter anderem für die Fixierung von Substraten verwendet, die auf der Aufnahmeeinrichtung gedünnt oder anderweitig prozessiert werden. Das Dünnen wird auch Backgrinden genannt und die Zieldicke der Substrate nach dem Backgrinden liegt teilweise unter 100  $\mu\text{m}$ , insbesondere unter 50  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise unter 20  $\mu\text{m}$ . Die immer weiter fortschreitende Miniaturisierung stellt für die Handhabung der Substrate ein erhebliches technisches Problem dar, zumal die hierzu verwendeten Probenhalter äußerst ebene Oberflächen aufweisen, so dass die Fixierung strukturierter Substrate auf solchen Oberflächen nicht oder nur sehr schlecht möglich ist. Des Weiteren muss die Rückseite eines Substrats, welche der Vorderseite mit den Strukturen gegenüber liegt, meistens eben bleiben und darf durch die Strukturierung auf der Vorderseite nicht gewellt und/oder gewölbt werden. Vor allem beim Rückdünnen der Rückseite des Substrats muss die Rückseite sehr eben bleiben. Sonst kommt es zum Bruch, zu einer inhomogenen Rückdünnung oder zu sonstiger Beschädigung der Substrate.

**[0004]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Aufnahmeeinrichtung und ein entsprechendes Verfahren anzugeben, mit welchem die Handhabung auch der obengenannten strukturierten Substrate beim Backgrinden oder anderen Prozessen und insbesondere beim Ablösen der Substrate ohne Beschädigung der Substrate ermöglicht wird.

**[0005]** Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

**[0006]** Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, insbesondere bei Handhabung strukturierter Substrate, deren Strukturen insbesondere überwiegend mit einer Höhe größer 1  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise überwiegend größer 10  $\mu\text{m}$ , noch bevorzugter überwiegend größer 50  $\mu\text{m}$ , am meisten bevorzugt überwiegend größer 100  $\mu\text{m}$  sind, diese so aufzunehmen, dass die Strukturen der Vorderseite des Substrats vollständig in eine weiche, mit Vorzug niedrig adhäsive, Materialschicht, eintauchen, sodass die Rückseite des Substrats eben bleibt und das Substrat nach der Prozessierung leicht und einfach wieder gelöst werden kann.

**[0007]** Unter einer weichen Materialschicht wird erfindungsgemäß eine nachgiebige Materialschicht verstanden, die im Besonderen in der Lage ist, Strukturen aufzunehmen. Die Definition „weich“ bezieht sich nicht notwendigerweise auf den physikalischen Parameter des E-Moduls, der eine Nachgiebigkeit des Materials im Sinne des Hookeschen Gesetzes beschreibt, als vielmehr auf die Fähigkeit, Strukturen aufzunehmen. In einer bevorzugten Ausführungsform versinken die Strukturen in der porösen und/oder faserigen Materialschicht. In all jenen Ausführungsformen, in denen unter der Definition „weich“ ein nachgiebiges Material im Sinne des Hookeschen Gesetzes gemeint sein soll, ist der E-Modul kleiner als 100 GPa, mit Vorzug kleiner als 1 GPa, mit größerem Vorzug kleiner als 100 MPa, mit größtem Vorzug kleiner als 1 MPa, mit allergrößtem Vorzug kleiner als 1 kPa.

**[0008]** Unter einer niedrigadhäsiven Materialschicht wird erfindungsgemäß eine Materialschicht verstanden, deren Oberfläche eine geringe Adhäsion zu anderen Materialien besitzt, insbesondere erzeugt durch Nanotechnik. Erfindungsgemäße Niedrigadhäsionsoberflächen besitzen im Mikro- und/oder Nanobereich Unebenheiten, deren Morphologie zur Niedrigadhäsion beiträgt oder sie sogar hervorruft. Erfindungsgemäß denkbar wäre die Anwendung des sogenannten Lotusblüteneffekts.

**[0009]** Mit Adhäsionsfähigkeit ist erfindungsgemäß insbesondere eine bestimmte Haltekraft pro  $\text{m}^2$  bezeichnet, die erfindungsgemäß möglichst gering sein sollte, so dass der weit überwiegende

Teil der Fixierung des Substrats an der Aufnahme­fläche durch Fixiermittel im Fixierabschnitt bewirkt wird.

**[0010]** Möchte man die Adhäsion zwischen zwei miteinander verbundenen Festkörpern bestimmen, kann man die Energie messen, die benötigt wird, um einen Riss durch den Festkörper zu treiben. In der Halbleiterindustrie wird der sogenannte „Rasierklingentest“ oder „Maszara Rasierklingentest“ häufig verwendet. Bei diesem Test handelt es sich um eine Methode, mit der die Bindungsenergie zwischen zwei Festkörpern bestimmt wird. Meistens sind die Festkörper miteinander verschweißt.

**[0011]** Um nun die Adhäsionsfähigkeit einer Schicht zu bestimmen, welche gegenüber möglichst vielen anderen Materialien niedrigadhäsiv sein soll, muss man andere Messmethoden verwenden. Die am häufigsten eingesetzte Messmethode ist die Kontaktwinkelmethode.

**[0012]** Die Kontaktwinkelmethode wird zusammen mit der Youngschen Gleichung verwendet, um eine Aussage über die Oberflächenenergie eines Festkörpers durch die Verwendung einer Prüfflüssigkeit zu erhalten.

**[0013]** Diese qualifiziert die Oberflächenenergie einer Oberfläche durch eine gewisse Prüfflüssigkeit, meistens durch Wasser. Dem Fachmann sind entsprechende Messmethoden, sowie die Auswertungsmethoden bekannt. Der mit der Kontaktwinkelmethode ermittelte Kontaktwinkel kann auf eine Oberflächenenergie in N/m oder in J/m<sup>2</sup> umgerechnet werden. Für Relativvergleiche unterschiedlicher Oberflächen bei gleicher Prüfflüssigkeit reichen allerdings schon die Angaben der Kontaktwinkel aus, um eine (relative) Abschätzung der Adhäsionsfähigkeit der Oberfläche zu erhalten. So kann man durch die Verwendung von Wasser als Prüfflüssigkeit sagen, dass benetzte Oberflächen, die einen Kontaktwinkel am Wassertropfen von ca. 30° erzeugen, eine höhere Adhäsion (streng genommen nur zu Wasser) besitzen, als Oberflächen, deren Kontaktwinkel am Wassertropfen ca 120°C besitzt.

**[0014]** Die erfindungsgemäße Ausführungsform soll nun vorwiegend, aber nicht ausschließlich, zum temporären Fixieren von Si Dünnschichtsubstraten verwendet werden. Daher wäre eine Ermittlung der Oberflächenenergie einer beliebigen, erfindungsgemäß verwendeten Niedrigadhäsionsschicht zu Si wünschenswert. Da Si bei Raumtemperatur nicht flüssig ist, wird, wie oben erwähnt, eine Prüfflüssigkeit (Wasser) verwendet um die erfindungsgemäße Niedrigadhäsionsschicht bezüglich dieser Prüfflüssigkeit zu charakterisieren. Alle folgenden Kontaktwinkelwerte und/oder Oberflächenenergien sind damit Werte, welche die erfindungsgemäße Niedrigadhäsionsschicht bezüglich einer Prüfflüssigkeit quantifizieren und zumindest eine relative Aussage über die Adhäsionsfähigkeit zu anderen Substanzen, vorzugsweise Festkörpern, noch bevorzugter Si, erlauben.

**[0015]** Die Materialschicht wird durch nasschemische Prozesse mit entsprechenden Chemikalien, elektrolytisches Abscheiden, physikalisches Abscheiden aus der Gasphase (PVD), chemisches Abscheiden aus der Gasphase (CVD), Laminieren, Plattieren, Aufkleben, elektrolytisches Abscheiden oder Vergießen hergestellt. Die Materialschicht besteht mit Vorzug aus einem Polymer, mit größerem Vorzug aus einem Silikon, mit noch größerem Vorzug aus einem Fluorpolymer. mit allergrößtem Vorzug aus einem der beiden Materialien Swivel oder Viton.

**[0016]** Eine zusätzliche Fixierung des Substrats durch, insbesondere einen Volumenstrom in der Materialschicht erzeugende, Fixiermittel, insbesondere durch die Erzeugung eines Vakuums in der weichen Materialschicht, ist erfindungsgemäß vorgesehen. Die Materialschicht ist daher mit Vorzug porös und/oder faserig aufgebaut, sodass eine Evakuierung der Materialschicht selbst zu einem Ansaugen des Substrats führt. Allerdings ist auch eine Materialschicht denkbar, die Löcher und/oder Saugbohrungen und/oder Saugleitungen besitzt, über welche der erfindungsgemäße Ansaugdruck erzeugt bzw. verstärkt wird. Denkbar ist auch die Kombination einer porösen und/oder faserig aufgebauten Schicht mit den Löchern und/oder Saugbohrungen und/oder Saugleitungen. Der durch die Evakuierung der Materialschicht erzeugbare Ansaugdruck (Differenz aus Umgebungsdruck und dem Druck in der Materialschicht) ist größer als 0.0001 bar, mit Vorzug größer als 0.001 bar, mit größerem Vorzug größer als 0.1 bar, mit allergrößtem Vorzug größer, gleich 1

bar. Die Saugkraft ergibt sich durch entsprechende Multiplikation des Ansaugdrucks mit der Fläche.

**[0017]** Von besonderem Interesse für die vorliegende Erfindung ist der Volumenstrom, der zum Ansaugen des Substrats dient. Der Volumenstrom muss erfindungsgemäß groß genug sein, um die nötige Saugleistung für die Einbettung der Strukturen des Substrats in die Materialschicht zu erzeugen. Der Volumenstrom wirkt erfindungsgemäß dem elastischen Widerstand der Materialschicht entgegen. Der Volumenstrom ist definiert als die Menge an Gasvolumen, das pro Zeiteinheit abgesaugt wird. Bei einer konstant gehaltenen Druckdifferenz wird der Volumenstrom vor allem durch große Poren und/oder geringe Faserdichten und/oder große Löcher und/oder große Saugbohrungen und/oder dicke Saugleitungen maximiert. Der Volumenstrom ist größer als 1 ml/s, mit Vorzug größer als 100 ml/s, mit größerem Vorzug größer als 1000 ml/s, mit größtem Vorzug größer als 10 l/s, mit allergrößtem Vorzug mehr als 100 l/s. Da die Strukturen des Substrats durch die Druckdifferenz in die Materialschicht gesaugt werden, muss die entsprechende Saugleistung hoch genug sein. Ein zu kleiner Volumenstrom würde die Ausbildung eines Vakuums zwischen dem Substrat und der Materialschicht verhindern und damit die Strukturen nicht oder nicht ausreichend in die Materialschicht ziehen. Durch einen entsprechend hohen Volumenstrom, also eine entsprechend hohe Saugleistung, wird das Ansaugen des Substrats und damit die Einbettung der Strukturen in die Materialschicht erst gewährleistet. Um den Volumenstrom zu erhöhen werden erfindungsgemäß auch Löcher und/oder Saugbohrungen und/oder Saugleitungen in die Materialschicht eingearbeitet, um den Abtransport der Luft aus dem porösen und/oder faserigen Material effizient zu gewährleisten.

**[0018]** Ein besonders hoher Volumenstrom ist erfindungsgemäß anlegbar, wenn das Substrat die Oberfläche und/oder Seite der Materialschicht nicht vollkommen bedeckt, sodass durch den Evakuierungsprozess Luft auch über die nicht abgedeckten Bereiche evakuiert wird. Um eine sichere Handhabung und Fixierung des Substrats zu gewährleisten ist der Volumenstrom in diesem Fall hoch genug, um Lecks zu kompensieren, die durch eine nicht vollständige Bedeckung entstehen.

**[0019]** Der Erfindung liegt daher auch der Gedanke zugrunde, die Löcher und/oder Saugbohrungen und/oder Saugleitungen in der Materialschicht der Aufnahmeeinrichtung so einzubringen, dass eine gleichmäßige und über das gesamte Volumen der Materialschicht möglichst homogene Ansaugwirkung (Ansaugdruck) auf das Substrat ermöglicht wird. Mit anderen Worten ermöglicht die erfindungsgemäße Aufnahmeeinrichtung eine, insbesondere linear variierbare, homogene Flächenkraft auf das Substrat, so dass das Substrat vorzugsweise homogen mit Druck belastet wird. Vorzugsweise ist die an dem Substrat wirkende Flächenkraft durch Änderung des Ansaugdrucks in linearer Abhängigkeit steuerbar. Alternativ können die Fixiermittel gemäß einer Ausführungsform der Erfindung eine elektrostatische Fixierung umfassen, indem die Materialschicht entsprechend für eine elektrostatische Fixierung ausgelegt wird. Bevorzugt lässt sich die elektrostatische Fixierung, insbesondere durch eine softwaregestützte Steuerungseinrichtung, steuern.

**[0020]** Bei den Substraten handelt es sich meistens vor und/oder nach der Prozessierung um extrem dünne Substrate, vorzugsweise unter 100 µm Dicke, noch bevorzugter unter 50 µm Dicke.

**[0021]** Dabei sind die Fixiermittel insbesondere steuerbar ausgebildet, so dass beim Einschalten eine Fixierung erfolgt und beim Ausschalten oder Deaktivieren nur noch Kontakt des Substrats mit der Materialschichtoberfläche besteht, während die Strukturen des Substrats mit Vorzug noch in der Materialschicht eingebettet bleiben.

**[0022]** Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass im deaktivierten Zustand der Fixiermittel eine, insbesondere durch oben beschriebene Elastizität der Materialschicht bewirkte, Kraft auf die Strukturen des Substrats wirkt, die in Summe weitgehend normal zur Materialschichtoberfläche wirkt und durch die die Strukturen zumindest teilweise aus der Materialschicht herausgedrückt werden.

**[0023]** Mit anderen Worten erfolgt die Fixierung des Substrats auf der Aufnahmeeinrichtung praktisch ausschließlich durch das Anlegen eines Vakuums und/oder dadurch, dass die Strukturen in der Materialschicht versinken beziehungsweise in diese eintauchen, insbesondere zu mehr als

20 %, vorzugsweise mehr als 40 %, noch bevorzugter mehr als 60 %, noch bevorzugter mehr als 80 %, am bevorzugtesten zu 100%, und dadurch vom sie umgebenden Material fixiert werden.

**[0024]** Mit Vorzug kann die Fixierung durch die Verwendung eines Vakuums erhöht werden, welches durch entsprechende Vakuumzuführungen unter und/oder in der Materialschicht ein Vakuum in der Materialschicht erzeugt und/oder aufrecht erhält, sodass der außen anliegende Luftdruck das Substrat normal zur Oberfläche der Materialschicht belastet (Fixiermittel).

**[0025]** Erfindungsgemäß wird als Aufnahme­fläche die gesamte, zum Substrat hin weisende Fläche der Materialschicht auf der Aufnahmeeinrichtung angesehen. Als wirksame Kontaktfläche ist erfindungsgemäß die Fläche bezeichnet, an der ein Kontakt mit dem Substrat besteht. Die Fixierung erfolgt bei vorhandenem Vakuum mit Vorzug zumindest über die wirksame Kontaktfläche, vorzugsweise entlang der Aufnahme­fläche, also der gesamten Oberfläche der Materialschicht.

**[0026]** Die erfindungsgemäße Ausführungsform wird insbesondere vorwiegend, aber nicht ausschließlich, zum temporären Fixieren von Substraten, mit Vorzug Dünnschichtsubstraten verwendet.

**[0027]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, dass die Adhäsionsfähigkeit der Materialschicht durch eine Oberflächenenergie von kleiner  $0,1 \text{ J/m}^2$ , insbesondere kleiner  $0,01 \text{ J/m}^2$ , vorzugsweise kleiner  $0,001 \text{ J/m}^2$ , noch bevorzugter kleiner  $0,0001 \text{ J/m}^2$ , idealerweise kleiner  $0,00001 \text{ J/m}^2$  definiert ist, um das Loslösen des Substrats, und vor allem der sehr filigranen kleinen Strukturen an der Vorderseite des Substrats, nach der Wegnahme der Fixierung, mit Vorzug dem Ausschalten des Vakuums, zu erleichtern.

**[0028]** Alternativ oder zusätzlich ist es gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, dass die Adhäsionsfähigkeit der Kontaktfläche mit einem Kontaktwinkel größer  $20^\circ$ , insbesondere größer  $50^\circ$ , vorzugsweise größer  $90^\circ$ , noch bevorzugter größer  $150^\circ$ , definiert ist. Die Adhäsionsfähigkeit einer Oberfläche zu einem anderen Material kann mit Hilfe der oben genannten Kontaktwinkel­methode bestimmt werden. Dabei wird ein Tropfen einer bekannten Flüssigkeit, vorzugsweise Wasser (erfindungsgemäße Werte bezogen auf Wasser, auf der zu messenden Oberfläche abgeschieden. Mit Hilfe eines Mikroskops wird der Winkel von der Seite exakt vermessen, nämlich der Winkel zwischen der Tangente an den Tropfen und der Oberfläche.

**[0029]** Untersuchungen haben gezeigt, dass Materialien wie Viton® oder Swivel diese Eigenschaften besitzen. Im Allgemeinen sind vor allem auf Silikon basierende Materialien dafür geeignet. Allerdings können auch Materialien die auf Polymeren, Kohlefasern oder anderen weichen, verformbaren, elastischen, mit Vorzug Fasern bildenden Materialien basieren, verwendet werden. Alternativ oder zusätzlich ist es gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, dass die Adhäsionsfähigkeit der Kontaktfläche mit einem Kontaktwinkel größer  $20^\circ$ , insbesondere größer  $50^\circ$ , vorzugsweise größer  $90^\circ$ , noch bevorzugter größer  $150^\circ$ , definiert ist. Die Adhäsionsfähigkeit einer Oberfläche zu einem anderen Material kann mit Hilfe der oben genannten Kontaktwinkel­methode bestimmt werden. Dabei wird ein Tropfen einer bekannten Flüssigkeit, vorzugsweise Wasser (erfindungsgemäße Werte bezogen auf Wasser), (alternativ Glyzerin oder Hexadekan), auf der zu messenden Oberfläche abgeschieden. Mit Hilfe eines Mikroskops wird der Winkel von der Seite exakt vermessen, nämlich der Winkel zwischen der Tangente an den Tropfen und der Oberfläche.

**[0030]** Die zur Aufnahmeeinrichtung beschriebenen Merkmale sollen auch als Merkmale des nachfolgend beschriebenen Verfahrens als offenbart gelten und umgekehrt.

**[0031]** Erfindungsgemäß vorgesehen ist ein Verfahren zur Handhabung eines Strukturen aufweisenden strukturierten Substrats angesehen mit folgenden Schritten, insbesondere folgendem Ablauf:

- Aufnahme des strukturierten Substrats auf eine Aufnahme­fläche einer weichen Materialschicht, wobei die Strukturen in die weiche Materialschicht aufgenommen werden und
- Fixierung des strukturierten Substrats an der Materialschicht, insbesondere verstärkt durch zusätzliche, vorzugsweise steuerbare, Fixiermittel

- insbesondere Bearbeitung einer von den Strukturen abgewandten Rückseite des strukturierten Substrats.

**[0032]** Bevorzugt ist eine Ausführungsform des Verfahrens, bei der das anschließende Ablösen, insbesondere überwiegend, vorzugsweise ausschließlich, durch Deaktivierung der Fixiermittel, insbesondere Druckausgleich an Öffnungen der Aufnahme­fläche, erfolgt.

**[0033]** Noch bevorzugter wird gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung zur Ablösung des strukturierten Substrats von der Materialschicht durch die, insbesondere als Vakuum­einrichtung ausgebildeten, Fixiermittel ein Überdruck in der Materialschicht erzeugt, der die Strukturen des strukturierten Substrats aus der Materialschicht drückt.

**[0034]** Mit Vorzug wird die Entformung/Ablösung der Strukturen des Substrats von der Materialschicht durch eine durch die Elastizität der Materialschicht bewirkte, von der Materialschicht weg gerichtete Kraft bewirkt/unterstützt.

**[0035]** Die Materialschicht besteht aus einem weichen und/oder porösen und/oder gasdurchlässigen und/oder verformbaren und/oder flexiblen und/oder nachgiebigem Material. Mit Vorzug handelt es sich um ein Polymer, mit größerem Vorzug um ein Silikon, mit größtem Vorzug um eines der Materialien wie Viton®, Swivel oder ähnliche. Dem Fachmann auf dem Gebiet ist klar, dass jedes Material, welches die Fähigkeit besitzt, Strukturen der offenbaren Höhe, insbesondere vollständig, aufzunehmen und mit Vorzug noch über eine möglichst geringe, vorzugsweise verschwindend geringe Adhäsionsfähigkeit verfügt, erfindungsgemäß verwendet werden kann. Unter der Aufnahme der Strukturen im Material kann man entweder die vollständige elastische Verformung des Materials um die Strukturen herum verstehen, oder das Versinken der Strukturen im Material. Ein Versinken der Strukturen im Material wird vorzugsweise durch faserige und/oder poröse Materialien ermöglicht, bei denen das Material „ausweicht“, wenn die Strukturen eindringen. Dieses Versinken der Strukturen des aufzunehmenden, strukturierten Substrats wird vor allem durch die explizit offenbaren Materialien Viton®, Swivel gewährleistet.

**[0036]** Denkbar ist auch die Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einem Debon­der, mit Vorzug einem SlideOff Debon­der. Bei einem Debon­der handelt es sich um eine Vorrich­tung, mit deren Hilfe man in der Lage ist, zwei temporär miteinander verbundene Substrate voneinander zu trennen. Die Fixierung strukturierter Substrate bereitet dabei regelmäßig Schwierigkeiten, besonders in SlideOff-Debondern. Da man vor allem beim SlideOff Debonden zwei Substrate durch einen Scherprozess voneinander trennt, muss die Scherebene möglichst eben sein und während des gesamten Debondprozesses eben bleiben. Dazu ist es erfindungsgemäß vorgesehen, die Strukturen während des Debondingprozesses einzubetten, was mit der erfindungsgemäßen Ausführungsform leicht durchführbar ist. Die erfindungsgemäße Ausführungsform erleichtert ebenfalls die Fixierung strukturierter Substrate für andere Debondprozesse wie den ZoneBond™ Prozess, sowie für alle anderen Prozesse bei denen eine Einbettung von Strukturen unabdingbar oder zumindest hilfreich ist. Dem Fachmann auf dem Gebiet sind solche Debondprozesse bekannt.

**[0037]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann auch als Teil einer Transporteinrichtung dienen um strukturierte und/oder dünne Substrate zwischen unterschiedlichen Positionen, mit Vorzug zwischen unterschiedlichen Modulen, zu transportieren. Denkbar wäre beispielsweise die Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung als Teil eines Roboterarms.

**[0038]** Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnungen; diese zeigen jeweils in schematischer Ansicht:

- [0039]** Figur 1 eine Querschnittsansicht eines strukturierten Substrats,
- [0040]** Figur 2 eine Querschnittsansicht einer erfindungsgemäßen Aufnahmeeinrichtung,
- [0041]** Figur 3 eine Querschnittsansicht einer erfindungsgemäßen Aufnahmeeinrichtung mit fixiertem strukturiertem Substrat vor einem Bearbeitungsschritt,

- [0042]** Figur 4 eine Querschnittsansicht einer erfindungsgemäßen Aufnahmeeinrichtung mit fixiertem strukturiertem Substrat nach einem Bearbeitungsschritt und
- [0043]** Figur 5 eine Querschnittsansicht einer erfindungsgemäßen Aufnahmeeinrichtung mit fixiertem strukturiertem Substrat während eines Debondprozesses.

**[0044]** In den Figuren sind Vorteile und Merkmale der Erfindung mit diese jeweils identifizierenden Bezugszeichen gemäß Ausführungsformen der Erfindung gekennzeichnet, wobei Bauteile beziehungsweise Merkmale mit gleicher oder gleichwirkender Funktion mit identischen Bezugszeichen gekennzeichnet sind.

**[0045]** In den Figuren sind die erfindungsgemäßen Merkmale nicht maßstabsgetreu dargestellt, um die Funktion der einzelnen Merkmale überhaupt darstellen zu können. Auch die Verhältnisse der einzelnen Bauteile sind teilweise unverhältnismäßig.

**[0046]** Figur 1 zeigt ein strukturiertes Substrat 1, bestehend aus einem Substrat 2 der Dicke  $d$  und entsprechenden Strukturen 3 der Höhe  $h$ . Bei den Strukturen 3 kann es sich um Chips, Leiterbahnen, Bumps, MEMS devices oder jede andere Art von Struktur handeln, die sich von der Oberfläche einer Vorderseite  $2v$  des Substrats 2 abhebt.

**[0047]** Figur 2 zeigt eine Aufnahmeeinrichtung 4 bestehend aus einer Materialschicht 5 mit einer Aufnahme­fläche  $5o$  zur Aufnahme des strukturierten Substrats 1 (siehe Figur 1) und einem Grundkörper 6 mit einer Grundkörperoberfläche  $6o$ , bestehend aus mehreren Öffnungen 7.

**[0048]** Die Aufnahmeeinrichtung 4 hat vorzugsweise eine Kreiszylinderform mit Öffnungen 7, die gemäß Figur 2 insbesondere auf einem Kreisring mit einem Durchmesser  $D2$  konzentrisch zu der Aufnahmeeinrichtung 4 angeordnet sind oder beliebig, insbesondere gleichmäßig, über die Fläche verteilt sein. Die Aufnahmeeinrichtung 4 weist bei der in der Ausführungsform gezeigten bevorzugten Kreiszylinderform einen Durchmesser  $D1$  auf. Insbesondere ist das Verhältnis der Durchmesser  $D2$  zu  $D1$  größer 0,9 und kleiner 1, vorzugsweise größer 0,95 und kleiner 1.

**[0049]** Erfindungsgemäß sind mindestens drei Öffnungen 7, vorzugsweise mindestens zehn Öffnungen 7, noch bevorzugter mindestens 20 Öffnungen 7 vorgesehen. Des Weiteren sind Querkana­le an der Grundkörperoberfläche  $6o$  des Grundkörpers 6 denkbar, welche über die Öffnungen 7 evakuierbar sind und so zur gleichmäßigen Verteilung des Vakuums in der Materialschicht 5 sorgen. In der Materialschicht 5 kann mit Vorzug ein Unterdruck von weniger als 1 bar, mit größerem Vorzug von weniger als 800 mbar, mit noch größerem Vorzug von weniger als 500 mbar, mit größtem Vorzug von weniger als 200 mbar, mit allergrößtem Vorzug von weniger als 100 mbar absolut erzeugt werden.

**[0050]** Die Öffnungen 7 sind auf der der Materialschicht 5 abgewandten Seite des Grundkörpers 6 an eine nicht dargestellte Druckbeaufschlagungseinrichtung angeschlossen beziehungsweise anschließbar, wobei die Druckbeaufschlagungseinrichtung bei Aufnahme eines strukturierten Substrats 1 gemäß Figur 1 auf die Aufnahmeeinrichtung 4 einen, möglichst gleichmäßig über die Öffnungen 7 verteilten, Unterdruck an den Öffnungen 7 anlegt, so dass das Substrat 1 an der Aufnahme­fläche  $5o$  fixiert wird. Mit Vorzug wird über die Öffnungen 7 auch das gesamte Volumen der porösen oder zumindest gasdurchlässigen Materialschicht 5 evakuiert, sodass ein gleichmäßiger Unterdruck zwischen dem zu fixierenden strukturierten Substrat 1 und der Materialschicht 5 entsteht. Durch die Mikrostruktur der Materialschicht 5 werden die Strukturen 3 in die Materialschicht 5 gedrückt. Dabei versinken die Strukturen 3 mit Vorzug vollständig in der Materialschicht 5, sodass die Substratvorderseite  $2v$  die Aufnahme­fläche  $5o$  berührt. Erfindungsgemäß denkbar ist auch, dass die Strukturen 3 des strukturierten Substrats 1, insbesondere zusätzlich oder alternativ zu einer Druckbeaufschlagung, durch eine von außen, auf die Substratrückseite  $2r$  wirkende Kraft, in die Materialschicht 5 gedrückt werden.

**[0051]** Nach einer Bearbeitung der Substratrückseite  $2r$  des Substrats 2, insbesondere Backgründen auf eine Dicke  $d'$  des Substrats kleiner  $100\text{ }\mu\text{m}$ , vorzugsweise kleiner  $50\text{ }\mu\text{m}$ , vorzugsweise kleiner  $20\text{ }\mu\text{m}$ , kann das strukturierte Substrat wieder von der Aufnahmeeinrichtung 4 entfernt werden, indem es an der Substratrückseite  $2r$ ,  $2r'$  auf eine dem Fachmann bekannte Art fixiert

wird und durch eine entsprechend aufgebrachte Kraft, normal auf die Substratrückseite 2r, 2r' die Strukturen 3, des strukturierten Substrats 1, 1' aus der Materialschicht 5 gezogen und somit abgelöst wird.

**[0052]** In einer gemäß Figur 5 zweiten Ausführungsform wird die erfindungsgemäße Ausführungsform der Aufnahmeeinrichtung 4 zum Debonden verwendet. Ein Substrat 1 ist über eine Klebeschicht 9 mit einem Trägersubstrat 8 verbunden. Um das Trägersubstrat 8 vom Substrat 1 zu lösen, wird das Substrat 1 erfindungsgemäß mit der Aufnahmeeinrichtung 4 fixiert. Das Trägersubstrat 8 wird mit einer zweiten Fixiereinrichtung 10 durch eine Scherkraft  $t$  vom Substrat gedebondet (abgelöst).

**[0053]** Bei einem angelegten Vakuum in der Materialschicht 5 über die Öffnungen 7 wird vor dem Entfernen des strukturierten Substrats 1 die Materialschicht 5 zuerst ventiliert. Mit Vorzug wird ein Überdruck in der Materialschicht 5 über die Öffnungen 7 erzeugt, sodass die Entformung und/oder Entfernung der Strukturen 3 des strukturierten Substrats 1, 1' aus der Materialschicht 5 durch den Überdruck unterstützt wird.

## BEZUGSZEICHENLISTE

|        |                         |
|--------|-------------------------|
| 1,1'   | Strukturiertes Substrat |
| 2,2'   | Substrat                |
| 2v     | Substratvorderseite     |
| 2r,2r' | Substratrückseite       |
| 3      | Strukturen              |
| 4      | Aufnahmeeinrichtung     |
| 5      | Materialschicht         |
| 5o     | Aufnahmefläche          |
| 6      | Grundkörper             |
| 6o     | Grundkörperoberfläche   |
| 7      | Öffnungen               |
| 8      | Trägersubstrat          |
| 9      | Kleber                  |
| 10     | Fixiereinrichtung       |
| D, d'  | Dicke                   |
| h      | Höhe                    |
| D1     | Durchmesser             |
| D2     | Durchmesser             |
| t      | Scherkraft              |

## Patentansprüche

1. Aufnahmeeinrichtung zur Handhabung eines Strukturen (3) aufweisenden strukturierten Substrats (1), aufweisend eine Aufnahme­fläche (5o) mit einer weichen, ebenen Materialschicht (5) zur Aufnahme des strukturierten Substrats (5), wobei die Strukturen (3) des strukturierten Substrats (1) zumindest teilweise in die Materialschicht (5) aufnehmbar sind, wobei Fixiermittel zur Fixierung des strukturierten Substrats (1) an der Aufnahme­fläche vorgesehen sind, wobei die Materialschicht (5) ein E-Modul kleiner als 100 GPa aufweist, wobei die Materialschicht (5) aus einem Polymer besteht, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufnahme­fläche (5o) derart elastisch ausgebildet ist, dass durch die Fixiermittel in einem aktivierten Zustand die Strukturen (3) in die Aufnahme­fläche (5o) einsaugbar sind und die Strukturen (3) in die Materialschicht (5) einbettbar sind, und dass in einem deaktivierten Zustand der Fixiermittel die Strukturen (3) wieder aus der Materialschicht herausdrückbar sind.
2. Aufnahmeeinrichtung gemäß Patentanspruch 1, bei der die Materialschicht (5) an der Aufnahme­fläche (5o) eine Adhäsionsfähigkeit mit einer Oberflächenenergie kleiner  $0,1 \text{ J/m}^2$ , insbesondere kleiner  $0,01 \text{ J/m}^2$ , vorzugsweise kleiner  $0,001 \text{ J/m}^2$ , noch bevorzugter kleiner  $0,0001 \text{ J/m}^2$ , idealerweise kleiner  $0,00001 \text{ J/m}^2$  aufweist.
3. Aufnahmeeinrichtung nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, bei der die Aufnahme­fläche (5o) zumindest an einer wirksamen Kontaktfläche, an der ein Kontakt mit dem strukturierten Substrat (3) besteht, mit einem durch die Materialschicht (5) hindurchtretenden Volumenstrom beaufschlagbar ist.
4. Aufnahmeeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die als Fixiermittel eine, insbesondere mit einer softwaregestützten Steuerungseinrichtung steuerbare, Druckbeaufschlagungseinrichtung zur Druckbeaufschlagung der Materialschicht mit Unterdruck und/oder Überdruck aufweist.
5. Verfahren zur Handhabung eines Strukturen (3) aufweisenden strukturierten Substrats (1) mit folgenden Schritten, insbesondere folgendem Ablauf:
  - Aufnahme des strukturierten Substrats (1) auf eine Aufnahme­fläche (5o) einer weichen, ebenen Materialschicht (5), wobei die Strukturen (3) in die weiche Materialschicht (5) aufgenommen werden, wobei die Materialschicht (5) ein E-Modul kleiner als 100 GPa aufweist, wobei die Materialschicht (5) aus einem Polymer besteht,
  - Fixierung des strukturierten Substrats (1) an der Materialschicht (5) durch Fixiermittel, wobei nach einem Schritt des Bearbeitens ein Ablösen des Substrats (1), insbesondere überwiegend, vorzugsweise ausschließlich, durch Deaktivierung der Fixierung, insbesondere Druckausgleich oder Druckbeaufschlagung an der Aufnahme­fläche, erfolgt, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufnahme­fläche (5o) derart elastisch ausgebildet ist, dass die Fixiermittel in einem aktivierten Zustand die Strukturen (3) in die Aufnahme­fläche (5o) saugen und die Strukturen (3) in die Materialschicht (5) einbetten, und dass in einem deaktivierten Zustand der Fixiermittel die Strukturen (3) wieder aus der Materialschicht herausgedrückt werden.
6. Verwendung einer Aufnahmeeinrichtung gemäß einem der Patentansprüche 1 bis 4 zur Handhabung von strukturierten Substraten (1), insbesondere Halbleitersubstraten, mit einer Dicke  $d$  kleiner  $100 \text{ }\mu\text{m}$ , vorzugsweise kleiner  $50 \text{ }\mu\text{m}$ , noch bevorzugter kleiner  $20 \text{ }\mu\text{m}$ , wobei die Vorrichtung in einem Debonder verwendet wird.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

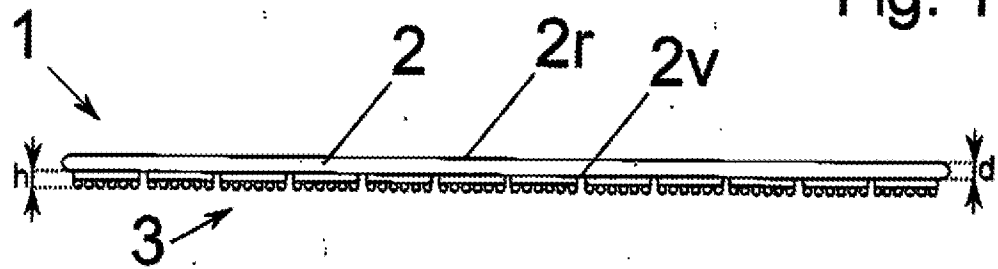


Fig. 2

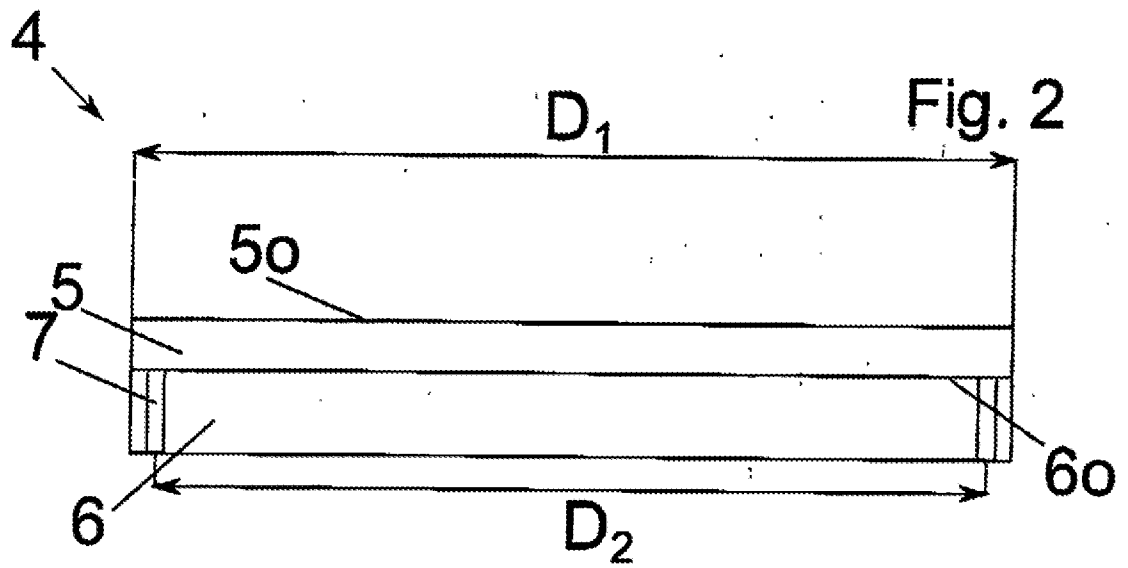


Fig. 3

