



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 055 155 A1** 2010.07.01

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 055 155.4**

(22) Anmeldetag: **23.12.2008**

(43) Offenlegungstag: **01.07.2010**

(51) Int Cl.⁸: **H01L 21/673** (2006.01)

(71) Anmelder:
Thin Materials AG, 82223 Eichenau, DE

(74) Vertreter:
Eisenführ, Speiser & Partner, 28195 Bremen

(72) Erfinder:
Richter, Franz, Dr., 82223 Eichenau, DE

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

WO 2007/0 99 146 A1
DE 44 07 735 C2

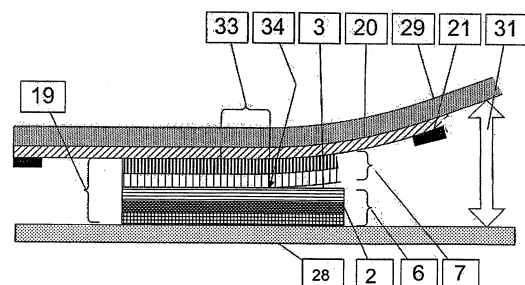
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Trennverfahren für ein Schichtsystem umfassend einen Wafer**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum mechanischen Trennen eines Schichtverbundes (7, 20) von einem ersten Träger (1), wobei der Schichtverbund (7, 20) einen Wafer (7) und einen zweiten, drehbaren Träger (20) umfasst, umfassend folgende Schritte:

- Bereitstellen eines Schichtsystems (1, 7, 20), umfassend den ersten Träger (1), den Wafer (7) und den zweiten Träger (20),
- Bereitstellen einer Trennhilfe (29),
- Fixieren der Trennhilfe (29) an dem zweiten Träger (20) so, dass während des Trennvorganges der zweite Träger (20) unmittelbar hinter einer beim Trennen stehenden Trennfront (33) an der Trennhilfe (29) fixiert bleibt, und
- mechanisches Trennen des Schichtverbundes (7, 20) von dem ersten Träger (1) unter Ausnutzen einer Trennfront (33).



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum mechanischen Trennen eines Schichtverbundes von einem ersten Träger, wobei der Schichtverbund einen Wafer und einen zweiten, dehnbaren Träger umfasst. Sie betrifft ferner die Verwendung einer bestimmten Trennhilfe zum Trennen eines Schichtverbundes sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Stand der Technik

[0002] In der Halbleiterindustrie besteht ein stetiger Bedarf nach immer dünneren Bauteilen bzw. Wafern, aus denen diese Bauteile vereinzelt werden. Bei der Herstellung und insbesondere beim Dünnen von Wafern kommen Schichtverbundlösungen zum Einsatz, um den zu dünnenden Wafer während des Dünnprozesses zu schützen und mechanisch zu stabilisieren. Diese Schichtsysteme führen die genannten Funktionen auch bei weiteren Verarbeitungsschritten aus. Insbesondere aber dienen sie dazu, gedünnte Wafer, die aufgrund ihrer geringen Dicke mechanisch besonders empfindlich sind, zu stabilisieren. Zum Einsatz kommen dabei Schichtsysteme aus für den jeweiligen Zweck möglichst geeigneten Materialien wie z. B. Folien, weitere Wafer oder Glasplatten. Diese Teile der Schichtsysteme können wiederum kombiniert werden mit Wachs, Elastomeren oder anderen Kunststoffen.

[0003] Wenn in solchen Schichtsystemen eine Glasplatte oder eine Scheibe mit dem zu dünnenden Wafer vergleichbaren mechanischen Eigenschaften – wie sie natürlich insbesondere ein weiterer Wafer besitzt – als Träger eingesetzt wird, der insbesondere dazu dienen soll, das gesamte Schichtsystem zu stabilisieren, ist es notwendig, dass zwischen der zu schützenden Oberfläche und diesem Träger eine Schicht vorhanden ist, die den zu bearbeitenden Wafer und den Träger miteinander verbindet. Diese Schicht muss einerseits eine ausreichende Haftung zwischen dem Träger und dem zu bearbeitenden Wafer gewährleisten, andererseits muss sie in der Lage sein, die regelmäßig auf der Oberfläche des zu bearbeitenden Wafers vorhandenen topografischen Unebenheiten auszugleichen. Diese topografischen Unebenheiten sind beispielsweise durch elektronische Bauelemente auf der aktiven und beim Dünnen selbstverständlich zu schützenden Seite des Wafers bedingt wie auch z. B. durch Kontakte wie Bumps. Die verbindende Schicht kann selbstverständlich auch ein Schichtsystem sein, das mehrere verschiedene Schichten umfasst, die sich hinsichtlich ihrer Eigenschaften, wie z. B. Haftvermittlung, Elastizität, Härte, Wärmeleitfähigkeit, chemische Beständigkeit usw. im Sinne des Anwendungszweckes vorteilhaft ergänzen.

[0004] Bei der Herstellung von sehr dünnen Wafern wird durch das Dünnen eine hohe mechanische Belastung auf den zu dünnenden Wafer ausgeübt. Da der zu dünnende Wafer oft schon eine Vielzahl von Fertigungsschritten durchlaufen hat und insbesondere schon häufig die elektronischen Bauelemente auf seiner aktiven Seite (Vorderseite) umfasst, ist es auch aus wirtschaftlicher Sicht von hoher Bedeutung, dass während des Dünnens ein Bruch des Wafers und somit Ausschuss so weit wie möglich vermieden wird. Dazu wird der Wafer vor Auftreten hoher mechanischer Belastung noch im ungedünnten Zustand mit dem Träger verbunden. Dabei muss selbstverständlich die zu dünnende Rückseite (also die Seite, die die elektronischen Bauelemente nicht umfasst) frei bleiben. Das Verbinden des Wafers mit seinem Träger wird auch als Bonden bezeichnet.

[0005] Nach dem Bonden wird der Wafer von seiner Rückseite her gedünnt, wodurch er – wie oben bereits angedeutet – an mechanischer Stabilität verliert. Dieses wird während des Dünnens und nachfolgend durch den Träger ausgeglichen. Dementsprechend muss der Träger desto mehr stabilisierend wirken, je dünner der Wafer am Ende des Dünnprozesses vorliegt. Dementsprechend können bei verhältnismäßig dicken Wafern als Endprodukt auch Folien als Träger dienen. Grundsätzlich ist es möglich, dass der Wafer beim Dünnen bereits in seine einzelnen Bauelemente vereinzelt wird. Dies ist in vielen Fällen erwünscht, da so ein nachfolgender Vereinzelungsschritt erspart bleibt. Das Vereinzeln kann z. B. dadurch erfolgen, dass auf der aktiven Seite des Wafers zwischen den einzelnen Bauelementen (Dices) Vertiefungen vorgesehen werden, die tief genug sind, dass während des Abdünnens der Rückseiten diese Vertiefungen bereits berührt werden und somit durchgehend sind.

[0006] Das Unternehmen DISCO HI-TEC bietet ein Verfahren an, das „Dicing by Grinding“ genannt wird und bei dem der Wafer mittels Abdünnens auch vereinzelt werden kann. Hierbei werden vor dem Aufbringen des Trägers auf der Wafer-Vorderseite Strukturen eingeschliffen, geritzt oder geätzt. Diese Strukturen haben dabei eine Tiefe, die größer ist als die Enddicke des Wafers, auf die abgedünnt wird. Durch das Abdünnen werden dementsprechend, wie oben beschrieben, die Strukturen geöffnet und der Wafer somit vereinzelt.

[0007] Das Vereinzeln führt dazu, dass sich zwar insgesamt die Bruchgefahr verringert, aber die vereinzelt Bauelemente ihrerseits wiederum vor mechanischen Belastungen geschützt werden müssen.

[0008] Problematisch beim Dünnen ist stets, dass nach dem Dünnen der Träger von dem Wafer getrennt werden muss. Insbesondere muss der Träger deshalb getrennt werden, weil er den Zugang zu den elektronischen Bauelementen auf der aktiven Seite

des Wafers blockiert. Das Entfernen des Trägers ist bei verhältnismäßig dicken Wafern aus zwei Gründen im Regelfall unproblematisch:

- Der verhältnismäßig dicke (nur wenig gedünnte) Wafer ist noch zu einem gewissen Maß mechanisch belastbar und
- je mechanisch belastbarer der Wafer in seiner Enddicke ist, desto flexiblere Träger können eingesetzt werden. Dementsprechend können flexible Träger z. B. in Folienform einfach mechanisch abgezogen werden.

[0009] Bei wenig flexiblen Trägern, wie z. B. Glasplatten oder weiteren Wafern, ist ein derartiges Abziehen natürlich nicht möglich. Hier ist das Trennen besonders schwierig, da harte Träger insbesondere bei stark gedünnten Wafern eingesetzt werden, so dass hohe mechanische Belastungen unbedingt vermieden werden müssen.

[0010] Hierzu werden oft Schichten zwischen dem Wafer und dem Träger eingesetzt, die durch chemische oder physikalische Veränderung die Haftkraft zwischen dem Wafer und dem Träger verringern bzw. verlieren. Ein Beispiel für eine solche Schicht ist Wachs, welches durch Hitzeeinfluss weich wird und damit die Trennung erleichtert. Hierzu wird das Wachs thermisch erwärmt, bis es ausreichend flüssig ist, dass der Träger gegenüber dem Wafer verschoben werden kann. Nachteilig an diesem Verfahren ist, dass insbesondere die empfindliche Waferoberfläche, die die elektronischen Bauteile umfasst bzw. die Kontakte zu diesen, nachfolgend gereinigt werden muss.

[0011] Grundsätzlich ist auch der Einsatz von speziellen Adhäsiven möglich, die wiederum durch thermische oder Strahleneinwirkung ihre Haftvermittlung verringern. Ein solches Verfahren bietet z. B. der Hersteller 3M an, bei dem das Ablösen einer Haftvermittlungsschicht unter dem Einsatz von Laserenergie bewirkt wird.

[0012] Auch hier ist wiederum problematisch, dass Teile der haftvermittelnden Schicht auf der Waferoberfläche verbleiben, die aufwändig gereinigt werden muss.

[0013] Da das Reinigen zusätzlichen Aufwand bedeutet, den gedünnten Wafer mechanisch und oft auch chemisch zusätzlich belastet und/oder es nur sehr schwer gewährleistet werden kann, dass alle Adhäsivreste ausreichend beseitigt werden, sind für viele Anwendungen rein mechanische Lösungen bevorzugt, bei denen eine Trennschicht mechanisch von der aktiven Seite des Wafers abgezogen wird, so dass keine Rückstände verbleiben.

[0014] Eine solche Trennschicht ist in der WO 2004/051708 offenbart. Diese Trennschicht wird ih-

rerseits in dem in der WO 2007/099146 offenbarten, weiterentwickelten Abdünnverfahren eingesetzt. In der letztgenannten Patentanmeldung wird nach dem Abdünnen des Wafers auf der (abgedünnten) Rückseite ein zweiter Träger vorgesehen, der den Trennprozess vom ersten Träger unterstützen soll. Die Trennung erfolgt zwischen der Trennschicht und der aktiven Seite des Wafers. In der WO 2007/099146 ist dabei ein mechanisches Trennverfahren offenbart, bei dem der Verbund aus Wafer und zweitem Träger über eine Walze geführt wird, so dass der Trennvorgang mechanisch bewirkt wird. Dieser zweite Träger ist dabei häufig eine Sägefolie. Bei diesem Verfahren muss der zweite Träger flexibel sein, da er einer Krümmung folgen können muss. Problematisch bei diesem Verfahren ist, dass der dehnbare Träger beim Trennen seinerseits eine Verformung zusätzlich zu der durch die Walze verursachten Krümmung durchlaufen kann, so dass der Trennvorgang nicht ausreichend kontrolliert abläuft. Insbesondere bei sehr dünnen Wafern, die ja mechanisch besonders empfindlich sind, führt das in der WO 2007/099146 offenbarte Verfahren beim Einsatz der Umlenkrolle zu häufig zu starken Kräften senkrecht zur Waferenebene, so dass es zum Bruch des Wafers kommen kann, weil der dehnbare Träger die Krümmung der Walzenoberfläche nicht vollständig nachvollzieht. Dies hat zur Folge, dass die Trennfront nicht direkt unter der Auflage der Walze liegt, sondern leicht lateral verschoben ist. Dadurch erhöht sich der senkrechte Anteil der auf den Wafer ausgeübten Kraft.

[0015] Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es daher, ein Verfahren anzugeben, mittels dessen eine möglichst sichere und sanfte Trennung des Wafers von dem während des Abdünnens stabilisierenden Trägers ermöglicht wird.

[0016] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zum mechanischen Trennen eines Schichtverbundes von einem ersten Träger, wobei der Schichtverbund einen Wafer und einen zweiten, dehnbaren Träger umfasst, umfassend folgende Schritte:

- a) Bereitstellen eines Schichtsystems umfassend den ersten Träger, den Wafer und den zweiten Träger,
- b) Bereitstellen einer Trennhilfe,
- c) Fixieren der Trennhilfe an dem zweiten Träger, so dass während des Trennvorganges der zweite Träger unmittelbar hinter einer beim Trennen entstehenden Trennfront an der Trennhilfe fixiert bleibt, und
- d) mechanisches Trennen des Schichtverbundes von dem ersten Träger unter Ausnutzen einer Trennfront.

[0017] Bei dem Wafer kann es sich bevorzugt um Siliciumwafer handeln, die gegebenenfalls dotiert sind. Auch Wafer aus AISb, AIAs, AIN, AIP, BN, BP, BAs, GaSb, GaAs, GaN, GaP, InSb, InAs, InN oder

InP können für viele Anwendungen bevorzugt sein.

[0018] Sofern im Rahmen des nachfolgenden Textes nicht gesondert darauf hingewiesen wird, können regelmäßig anstelle des Wafers, der abgetrennt werden soll, auch die aus einem Wafer bereits vereinzelt Bauelemente verstanden werden.

[0019] Ein dehnbarer Träger ist in diesem Zusammenhang ein Träger; der unter den mechanischen Trennbedingungen des durchgeführten Trennverfahrens verformt und insbesondere gedehnt werden kann. Dieses Dehnen ist insbesondere deshalb problematisch, da dadurch das Kontrollieren einer Trennfront (siehe unten) nicht ausreichend möglich ist, wenn die Dehnbewegung nicht als solche kontrolliert wird. Bevorzugte dehbare Träger sind die in der Industrie üblicherweise verwendeten Sägefolien aber auch andere, einseitig klebende oder sonstwie haftende Folien.

[0020] "Fixieren" bedeutet im Zusammenhang mit dieser Anmeldung, dass ein Verbund durch eine Kraft hergestellt wird, die senkrecht zwischen den zwei zu fixierenden Bereichen wirkt. Bevorzugte Methoden des Fixierens sind Kleben, Ansaugen durch Unterdruck, elektrostatisches Haltern. Nicht zum Fixieren im Sinne dieser Anmeldung gehört ausdrücklich das in der WO 2007/099146 gezeigte Führen über eine Walze aufgrund von Zugkraft.

[0021] Die Trennfront ist im Zusammenhang dieses Textes der Bereich, in dem die Trennung stattfindet. Dies bedeutet, es handelt sich im idealen Fall um eine Linie, in der die Haftkraft zwischen den zu trennenden Bereichen sprunghaft von 100% auf 0% fällt. Praktisch wird die Trennfront stets eine Fläche sein, wobei im Rahmen dieser Fläche die Haftkraft von < 100% bis > 0 reicht. Das Ende der Trennfront ist dabei selbstverständlich der Bereich, wo die Haftkraft 0 erreicht hat, der Anfang, wo sie gerade < 100% ist. Die Trennfront verschiebt sich bei einem üblichen Trennvorgang über die Trennebene, bis die voneinander zu trennenden Flächen getrennt sind, mithin keine Haftkraft mehr gegeneinander ausüben.

[0022] Die Haftkraft (Haftfestigkeit) zwischen den Bereichen kann der Fachmann nach der DIN 9711/1:1996/09 bestimmen und sie wird definiert als die "Gesamtheit der Bindekräfte zwischen einer Beschichtung und ihrem Untergrund".

[0023] Der Schritt c) des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt dabei so, dass der zweite Träger gezwungen ist, in dem Bereich, der unmittelbar hinter der Trennfront liegt, also an diese angrenzt, in dem aber bereits die Trennung zwischen dem Wafer und dem ersten Träger erfolgt ist, den Bewegungen der Trennhilfe exakt zu folgen. Anders ausgedrückt führt die (flächige) Fixierung dazu, dass sich die Dehnbar-

keit des zweiten Trägers nicht auf die Lage der Trennfront auswirkt. In dem in der WO 2007/099146 offenbarten Verfahren würde sich entgegen dem erfindungsgemäßen Verfahren ein dehnbarer zweiter Träger sich (wenn auch nur leicht) von der Umlenkrolle ablösen können, da die Haftkraft zwischen Wafer und erstem Träger einem idealen Folgen der Umlenkrollenbewegung (bzw. entlang des Umfangs der Umlenkrolle) entgegenwirkt.

[0024] Kern der Erfindung ist diesen negativen Effekt aufzuheben. Dabei muss dafür Sorge getragen werden, dass der zweite, dehbare Träger so an der Trennhilfe fixiert ist, dass die Lage der Trennfront von der Dehnbarkeit des Trägers nicht verändert wird. Wie bereits angedeutet ist dafür entscheidend, dass der Träger unmittelbar hinter der Trennfront so fixiert ist, dass er den Bewegungen der Trennhilfe folgen muss. Dabei kann diese Fixierung temporär während des Trennvorganges erfolgen, wie z. B. durch eine Walze, die unmittelbar hinter ihrer Auflagefläche durch elektrostatische Kraft den zweiten Träger flächig fixiert. Alternativ und bevorzugt wird der zweite Träger allerdings schon vor Beginn des Trennvorganges flächig an der Trennhilfe fixiert, wobei diese Fixierung während des Trennvorganges nicht aufgehoben wird. Für das Umsetzen der Erfindung ist dies aber nicht unbedingt notwendig, es hat nur Vorteile hinsichtlich der Praktikabilität.

[0025] Als Trennhilfe bieten sich dabei alle Gegenstände an, die eine (teilweise) konvexe Oberfläche besitzen, oder zu solch einer konvexen Oberfläche verformt werden können. Gleichzeitig muss die Trennhilfe so ausgestaltet sein, dass die Fixierung des zweiten Trägers wenigstens unmittelbar hinter der Trennfront gewährleistet ist. Geeignete Trennhilfen können z. B. Walzen, insbesondere solche mit einem großen Umfang sein oder aber auch flexible, biegbare Platten, wie z. B. Plexiglasscheiben, sonstige Kunststoffplatten oder dünne Metallplatten.

[0026] Selbstverständlich ist es möglich, dass bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zwischen dem ersten Träger und dem Schichtverbund eine oder mehrere weitere Schichten vorhanden sind. Ebenfalls kann der abzutrennende Schichtverbund weitere Schichten neben dem Wafer und dem zweiten (dehbaren) Träger umfassen. Entscheidend für die Anwendung der vorliegenden Erfindung ist jedoch, dass die evtl. vorhandenen weiteren Schichten im abzutrennenden Schichtverbund vom Material her so ausgestaltet sind, dass sie

- a) der für das Entstehen der Trennfront entscheidenden Krümmung der Trennhilfe (die gegebenenfalls erst während des Trennvorganges erzeugt werden kann) folgen und
- b) dass sie die Lage der Trennfront nicht dadurch beeinflussen, dass sie sich verformen.

[0027] Es muss noch angemerkt werden, dass das Fixieren des zweiten Trägers an die Trennhilfe "unmittelbar hinter der beim Trennen entstehenden Trennfront" sich von der Lage her auf die Ebene senkrecht zur Trennfront bezieht: Die Haftung zwischen Trennhilfe und zweitem Träger findet ja selbstverständlich nicht in der Trennebene statt.

[0028] Wie bereits oben angedeutet ist für das erfindungsgemäße Verfahren entscheidend, dass das Fixieren des zweiten Trägers an der Trennhilfe so erfolgt, dass die Trennfront nicht von den Materialeigenschaften des zweiten Trägers in ihrer Lage beeinflusst wird. Die Fixierung kann dauerhaft oder temporär sein und sie muss nicht den gesamten bereits abgetrennten Teil des zweiten Trägers umfassen. Entscheidend ist lediglich der Bereich hinter der Trennfront. Dabei bedeutet flächig im Sinne der Fixierung, dass senkrecht zur Trennrichtung in der Trennebene (bzw. in der aus der Trennebene herausragenden Krümmung der Trennhilfe) die Fixierungsfläche eine Tiefe größer als 0 umfasst, wobei die Breite der flächigen Fixierung bevorzugt durch die Trennfront vorgegeben ist.

[0029] Das mechanische Trennen im Schritt d) des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt durch Ausnutzen einer Krümmung, die entweder in der Trennhilfe bereits vorhanden ist oder in ihr erzeugt werden kann. Sofern die Trennhilfe z. B. eine Rolle ist, erfolgt das mechanische Trennen durch Abrollen der Rolle über die vom Wafer weg gerichtete Oberfläche des zweiten Trägers. Dabei muss der zweite Träger zunächst an der Rolle fixiert werden. Bevorzugt erfolgt die Fixierung in diesem Fall in einem Bereich, in dem der zweite Träger gegenüber dem Wafer übersteht (loses Ende). Nach der Fixierung wird die Rolle in einer rollenden Bewegung über die Oberfläche des Schichtsystems geführt, so dass auf das Schichtsystem eine Scherkraft wirkt (auch aufgrund der Fixierung des zweiten Trägers an der Rolle) und so – bei entsprechender Ausgestaltung des Schichtsystems – der Schichtverbund aus Wafer und zweiten, dehnbaren Träger von dem Rest des Schichtsystems, hier insbesondere dem ersten Träger getrennt wird. Wie bereits mehrfach beschrieben ist in diesem Zusammenhang entscheidend, dass die Fixierung des zweiten Trägers an der Trennhilfe (Rolle) stets unmittelbar hinter der Trennfront vorhanden ist. Diese Fixierung muss also im Falle einer Rolle während des Trennvorganges unmittelbar nach Abtrennen jedes Teilabschnittes des zweiten Trägers (und damit des abzutrennenden Schichtverbundes) erfolgen. Dabei werden selbstverständlich der zweite Träger und auch der mit ihm verbundene Wafer der Krümmung der Trennhilfe unterworfen.

[0030] In einem alternativen und bevorzugten Trennverfahren ist die Trennhilfe eben. Hier kann vor dem Trennen im Schritt d) eine großflächige Fixie-

rung von großen Teilen oder der gesamten Oberfläche des zweiten Trägers an der Trennhilfe erfolgen. Das Trennen erfolgt durch Biegen der Trennhilfe, so dass diese im Bereich der Trennfront (oder zunächst dort, wo die Trennfront entsteht) gegenüber dem Schichtsystem eine konvexe Krümmung (analog zu einer Walzenoberfläche mit großem Umfang) annimmt. Auch hier wird der zweite Träger aufgrund seiner Fixierung dazu gezwungen, der konvexen Krümmung der Trennhilfe zu folgen und mit ihm – wiederum bei entsprechender Ausgestaltung des Schichtsystems – der Wafer. Selbstverständlich muss für alle Trennvorgänge dafür Sorge getragen werden, dass der erste Träger nicht der erzwungenen konvexen Verformung des Schichtverbundes folgt, so dass eine Scherkraft zwischen Schichtverbund und erstem Träger entsteht.

[0031] Es sei noch einmal darauf hingewiesen, dass durch das erfindungsgemäße Verfahren eine besonders gute Kontrolle der Trennfront möglich ist. Faktisch wird – insbesondere bei einem hohen Radius der konvexen Krümmung im Bereich der Trennfront – die Trennfront in Trennrichtung verbreitert, das bedeutet, dass die Fläche, in der die Haftkraft gerade kleiner als 100% (also gerade kleiner als die Haftkraft ohne Einwirkung der Trennhilfe) ist, bis zur vollständigen Trennung (Haftkraft = 0) vergrößert wird. Dies führt dazu, dass der Kraftvektor, der auf das Schichtsystem einwirkt, einen verhältnismäßig geringen Teil senkrecht zur Trennebene besitzt. Dies bewirkt insbesondere, dass das unerwünschte Abknicken, wie es z. B. beim Abrollen von Tesafilm bekannt ist, vermieden wird. Mit anderen Worten, es ist aufgrund des erfindungsgemäßen Verfahrens möglich, den besonders kritischen mechanischen Stress, also die Kraftwirkung, die senkrecht zur Trennebene erfolgt, zu begrenzen und zu kontrollieren. Dies kann z. B. durch den Einsatz geeigneter Materialien für die (biegbare) Trennhilfe, durch entsprechende Oberflächengeometrien (wie z. B. Walzendurchmesser) und natürlich durch geeignete Materialauswahl für den Träger (wie auch natürlich für das gesamte Schichtsystem) bewirkt werden.

[0032] Bevorzugt ist ein erfindungsgemäßes Verfahren, wobei das Fixieren der Trennhilfe an dem zweiten Träger mittels Unterdruck oder mittels elektrostatischer Aufladung erfolgt. Diese Formen der Fixierung haben den Vorteil, dass sie (wenn gewünscht) lokal, also nur auf einem Teil der Trennhilfe genau steuerbar eingesetzt werden können, insbesondere haben sie aber den Vorteil, dass die Fixierung durch Abschalten des Unterdrucks bzw. durch Aufheben der elektrostatischen Ladung leicht wieder rückgängig gemacht werden kann.

[0033] Wie bereits angedeutet, ist es mit dem erfindungsgemäßen Verfahren möglich, sehr dünne Wafer bzw. Schichtverbunde, die einen sehr dünnen Wa-

fer umfassen, von einem ersten Träger zu trennen. Dementsprechend ist ein bevorzugtes erfindungsgemäßes Verfahren ein solches, wobei der Wafer eine Dicke von $\leq 400 \mu\text{m}$, bevorzugt $\leq 150 \mu\text{m}$, weiter bevorzugt $\leq 80 \mu\text{m}$, besonders bevorzugt von $\leq 20 \mu\text{m}$ und ganz besonders bevorzugt $\leq 10 \mu\text{m}$ besitzt.

[0034] Bevorzugt ist ein erfindungsgemäßes Verfahren, wobei das im Schritt a) bereitgestellte Schichtsystem zwischen dem Wafer und dem ersten Träger ein, zwei, drei, vier oder mehr Schichten aufweist und dass das Trennen in einer dieser Schichten, zwischen zwei angrenzenden Oberflächen dieser Schichten oder zwischen der Oberfläche des Wafers und der daran angrenzenden Schicht oder zwischen der Oberfläche des ersten Trägers und der daran angrenzenden Schicht erfolgt.

[0035] Bevorzugt ist in diesem Zusammenhang selbstverständlich, dass die Trennung zwischen der Oberfläche des Wafers (aktive Seite des Wafers) und der daran angrenzenden Schicht erfolgt. So ist es möglich, die aktive Seite zugänglich zu machen ohne dass noch zu reinigende Rückstände auf dem Wafer verbleiben.

[0036] Wie bereits oben angedeutet ist es insbesondere beim Erzeugen sehr dünner Wafer wichtig, dass der erste Träger über eine hohe mechanische Festigkeit verfügt. Dementsprechend ist es für das erfindungsgemäße Verfahren bevorzugt, dass der erste Träger eine Glasplatte oder ein Siliciumwafer (mit einer größeren Dicke als der gedünnte Wafer) ist. Als Glasplatte bevorzugtes Material ist Borosilicatglas oder Quarzglas. Sofern der erste Träger aus unflexiblen Materialien ausgestaltet ist, ist eine Fixierung des ersten Trägers während des Trennvorganges nicht unbedingt erforderlich, da er nicht der konvexen Krümmung des Schichtverbundes (bestehend zumindest aus dem (gedünnten) Wafer und zweitem Träger) während des Trennens folgen kann. Dennoch ist es aus Gründen der Verfahrenssicherheit bevorzugt, auch einen unflexiblen ersten Träger während des Trennens zu fixieren.

[0037] Es kann sich beim ersten Träger aber auch um Material handeln, das auf die Waferoberfläche (unmittelbar oder mittelbar) durch Aufschleudern (Spin Coating), Aufsprühen (Spray Coating), Laminieren und/oder Verpressen aufgetragen wird. Dabei kann dieses Material vernetzt oder anderweitig in seiner Konsistenz modifiziert werden, um die gewünschten mechanischen Eigenschaften zu beeinflussen.

[0038] Bevorzugt ist ein erfindungsgemäßes Verfahren, wobei sich zwischen dem ersten Träger und dem Wafer mindestens eine Trennschicht befindet. Eine Trennschicht hat die Aufgabe, gezielt eine Sollbruchlinie für die Trennung, also eine Ebene, in der

die Trennfront verläuft während der Trennung zu ermöglichen und/oder zu gewährleisten.

[0039] Angemerkt sei noch, dass die Trennebene abhängig von den Oberflächen, die voneinander getrennt werden, natürlich nicht durchgehend eben sein muss. Dies trifft insbesondere dann, wenn die Trennung zwischen einem strukturierten Bereich der Vorderseite (aktive Seite) des Wafers und einer darüberliegenden Schicht erfolgt.

[0040] Bevorzugt ist für das erfindungsgemäße Verfahren, dass wenigstens eine der Trennschichten eine plasmapolymere Schicht ist.

[0041] Der Vorteil an plasmapolymere Schichten ist, dass sie konturnachbildend aufgetragen werden können, somit optimal die Oberfläche der aktiven Seite eines Wafers schützen können und in ihren Hafteigenschaften optimal auf die Trennanforderungen eingestellt werden können.

[0042] Weiter bevorzugt ist ein erfindungsgemäßes Verfahren, bei dem das Schichtsystem, das im Schritt a) bereitgestellt wird, zwischen dem ersten Träger und dem Wafer eine Schicht aus einem ausgehärteten, teilausgehärteten oder aushärtbaren Elastomer material umfasst.

[0043] Dieses Elastomer material besitzt Vorteile insbesondere beim Verbinden der (möglicherweise strukturierten) Waferoberfläche, auf die gegebenenfalls eine (plasmapolymere) Trennschicht aufgetragen sein kann, mit einem starren, gegebenenfalls ebenen ersten Träger.

[0044] Dementsprechend ist besonders bevorzugt ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Abtrennen eines Wafers, wobei das Schichtsystem die folgenden Schichten in der angegebenen Reihenfolge umfasst: Einen ersten Träger, eine Schicht aus Elastomer material wie oben beschrieben, eine plasmapolymere Trennschicht, einen Wafer und einen zweiten Träger.

[0045] Ein solches Schichtsystem ist in der bereits oben genannten WO 2007/099146 beschrieben, die vollumfänglich auf dem Wege der Verweisung Bestandteil dieser Anmeldung wird. Insbesondere Bestandteil dieser Anmeldung werden die Teile, die die Ausgestaltung der Trennschicht und der Elastomerschicht beschreiben. Ebenfalls auf dem Wege der Verweisung wird Bestandteil dieser Anmeldung die WO 2004/051708, die ebenfalls Angaben über geeignete Trennschichten enthält. Insbesondere diese Angaben werden auf dem Wege der Verweisung Bestandteil dieser Anmeldung.

[0046] Erfindungsgemäß bevorzugt kann auch ein Verfahren sein, wobei das Schichtsystem zwischen dem ersten Träger und in der Schicht aus einem aus-

gehärteten, teilausgehärteten oder aushärtbaren Elastomermaterial eine zweite Trennschicht enthält. Mittels dieser zweiten Trennschicht ist es möglich, den ersten Träger von dem nach dem Trennen verbleibenden (Rest-)Schichtsystem zu befreien, so dass der erste Träger leicht wieder verwendet werden kann.

[0047] Bevorzugt ist ein erfindungsgemäßes Verfahren, wobei das Schichtsystem eine wie oben beschriebene Trennschicht umfasst und in der Trennschicht oder zwischen einer der beiden Oberflächen der Trennschicht und der an diese Oberfläche angrenzenden Oberfläche (einer weiteren Schicht oder des Wafers) eine geringere Haftkraft als in allen anderen Schichten und zwischen allen anderen aneinander angrenzenden Schichten des Schichtsystems vorliegt.

[0048] Auf diese Weise ist die Trennebene, die während des Trennvorganges ausgenutzt wird, vorgegeben.

[0049] Erfindungsgemäß bevorzugt ist es auch, den ersten Träger wiederum bevorzugt mittels Unterdruck oder elektrostatischer Aufladung während des Trennvorganges auf einem Haltemittel zu fixieren.

[0050] Erfindungsgemäß ebenfalls bevorzugt ist ein Verfahren, bei dem die Trennhilfe eine zumindest teilweise konvexe Oberfläche umfasst oder die Oberfläche der Trennhilfe zumindest teilweise zu einer konvexen Oberfläche verformt werden kann. Bevorzugt ist dabei die (vorhandene) oder beim Verformen eingestellte Krümmung der Oberfläche so angepasst, dass der Wafer beim Ablösen vom ersten Träger nicht bricht. Eine solche Einstellung kann der Fachmann bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens leicht ermitteln.

[0051] Bevorzugt ist für das erfindungsgemäße Verfahren die Oberfläche der Trennhilfe, an die der zweite Träger zumindest während des Trennens fixiert wird, die Oberfläche eines Zylindermantels oder eines Zylinderabschnittes. Dies ist auch dann der Fall, wenn die Trennung mithilfe einer Trennhilfe erfolgt, die im Bereich der Trennfront konvex verformt wird.

[0052] Bevorzugt ist ein erfindungsgemäßes Verfahren, wobei die Trennhilfe eine Walze ist und die Walze zum Abtrennen des Wafers vom ersten Träger über die dem Wafer abgewandte Seite des zweiten Trägers gerollt wird und der zweite Träger unmittelbar hinter der Trennfront auf der Walze fixiert wird.

[0053] Besonders bevorzugt ist ein erfindungsgemäßes Verfahren, wobei die Trennhilfe eine flexible Platte ist.

[0054] In einem besonders bevorzugten erfindungs-

gemäßen Verfahren wird zum Ablösen des Wafers die flexible Platte durch Anlegen einer Kraft, die mindestens teilweise senkrecht zur Oberfläche der flexiblen Platte wirkt und vom ersten Träger weg gerichtet ist, zumindest teilweise (ab einsetzender Trennung im Bereich der Trennfront) konvex verformt. Dabei wird zunächst nur der Abstand eines Teils der flexiblen Platte vom ersten Träger vergrößert.

[0055] Bevorzugt ist ein erfindungsgemäßes Verfahren, wobei der erste Träger auf einem Haltemittel fixiert ist, als Trennhilfe eine flexible Platte eingesetzt wird und das Haltemittel und die flexible Platte je mindestens eine Ausformung haben und die das Trennen (und das Verformen der flexiblen Platte) bewirkende Kraft zwischen mindestens einer Ausformung der flexiblen Platte und mindestens einer Ausformung des Haltemittels wirkt (beziehungsweise dort angreift).

[0056] Dabei sind die Ausformungen im Sinne des zuletzt beschriebenen bevorzugten erfindungsgemäßen Verfahrens bevorzugt Überstände (Vorsprünge), an die die Trennung bewirkende Kraft angelegt werden kann. Bevorzugt ist je eine oder mehrere Ausformungen der flexiblen Platte und/oder der Halterung ein Steg. Besonders bevorzugt ist dabei, dass die Stege so gegenüberliegen, dass zwischen sie eine auseinanderdrückende Kraft angelegt werden kann, die letztlich die Trennung bewirkt.

[0057] Bevorzugt ist ein erfindungsgemäßes Verfahren, wobei die Trennhilfe eine optisch transparente Platte ist, da in diesem Falle der Trennvorgang besonders gut optisch überwacht beobachtet werden kann. Besonders geeignet sind hier folgende Materialien: Polymethylmethacrylat (Kurzzeichen PMMA, Handelsnamen Friacryl[®], Vitroflex[®], AcrylglasPlexiglas[®], Limacryl[®] oder Piacryl) oder auch Polycarbonat (Kurzzeichen PC, Handelsnamen Makrolon, Calibre oder Lexan). Die Auswahl der Materialien für die Trennhilfe nimmt der Fachmann dabei unter Berücksichtigung der Erfordernisse beim Trennen wie Belastung des Wafers oder Anforderungen der Trennvorrichtung vor.

[0058] Bevorzugt besitzt die Trennhilfe als Plexiglasplatte eine Dicke von 0,5–5 mm, bevorzugt 1–4 mm, weiter bevorzugt 2–4 mm oder 3–4 mm, je nach eingestellter Haftkraft der Trennschicht.

[0059] Alternativ oder zusätzlich können in einem erfindungsgemäßen Verfahren die Krümmung der Oberfläche der Trennhilfe auch durch das Anschwellenlassen eines Schwellkörpers bewirkt werden. Ein solcher Schwellkörper muss entsprechend an die Trennhilfe fixiert sein, so dass er die Krümmung bewirken kann. Selbstverständlich kann die Trennhilfe selbst auch ein Schwellkörper sein.

[0060] Bevorzugt ist ein erfindungsgemäßes Verfahren, bei dem der zweite, dehnbare Träger eine Sägefolie (auch als blue tage bezeichnet) ist. Bevorzugte Sägefolien sind in der Industrie standardmäßig verwendete UV-release Tapes, z. B.: Lintec Adwill D.

[0061] Eine solche Sägefolie (oder ein vergleichbares Material) wird nach dem Dünnen des Wafers auf dessen Rückseite auflaminiert. Dazu stehen dem Fachmann eine Vielzahl von Möglichkeiten zur Verfügung. Üblicherweise besitzt eine solche Sägefolie eine Seite, die mittels aufgetragenen Klebers auf der Rückseite des Wafers haftet. Die Haftkraft des zweiten Trägers zum Wafer kann bevorzugt mittels thermischer Energie und/oder UV-Strahlung verändert werden, um gegebenenfalls auch den zweiten Träger vom Wafer wieder zu entfernen. Sägefolien (als zweite Träger) mit solchen Klebern werden auch als "Thermorelease-Folien" bzw. "UV-Release-Folien" bezeichnet.

[0062] Sägefolien sind dehnbar im Sinne der hier vorliegenden Anmeldung.

[0063] Üblicherweise und bevorzugt auch für erfindungsgemäß bevorzugte Verfahren reicht die Sägefolie beim Auflaminieren über den Rand des Wafers bzw. des zu trennenden Schichtsystems hinaus und wird an ihrem Rand mittels eines Ringes gehalten. Dieser Ring, der aus Metall oder einem Kunststoff bestehen kann, wird gewöhnlich Sägerahmen oder "Dicing Frame" genannt. Der Rahmen bildet zusammen mit der Folie eine Art Trommel, deren Membran der zweite Träger ist und wobei der Rest des Schichtsystems beginnend mit der Rückseite des Wafers auf dieser Membran (Sägefolie) aufliegt.

[0064] In einem besonders bevorzugten erfindungsgemäßen Verfahren wird nun das die Sägefolie umfassende Schichtsystem in eine Vorrichtung gebracht, in der der erste Träger auf einem Chuck (bevorzugt mittels Unterdruck) fixiert wird.

[0065] Nun wird auf der freiliegenden Rückseite der Sägefolie (zweiter Träger) ein weiterer Chuck, wiederum vorzugsweise mittels unter Unterdruck fixiert. Beide Chucks sind dabei bevorzugt so positioniert, dass sie zueinander lateral in der Draufsicht von oben in Deckung sind. Dabei ist der Chuck, an dem jetzt die Sägefolie fixiert ist, aus einem biegbaren (flexiblen) Material hergestellt und in einer Dicke, dass er die Funktion der erfindungsgemäß einzusetzenden Trennhilfe erfüllen kann.

[0066] Bevorzugt besitzen die beiden Chucks (Haltemittel und Trennhilfe) zumindest an einer Fläche der Vorrichtung einen Bereich, der über die Fläche des Wafers bzw. des Schichtsystems hinausreicht. Zwischen diesen Bereichen kann nun bei entsprechender Fixierung eine Kraft ausgeübt werden, die

dazu führt, dass der die Sägefolie (den zweiten Träger) haltende Chuck (Trennhilfe) an einer Seite von dem anderen Chuck (Haltemittel) entfernt wird. Dadurch biegt sich die Trennhilfe und die gewünschte Trennfront entsteht.

[0067] Hierbei ist es sehr gut möglich, die einwirkende Kraft genau zu steuern, so dass der Wafer während des Trennvorganges nicht zu stark beansprucht wird.

[0068] Sofern dieses bevorzugte Verfahren mit einer Trennschicht und/oder dem weiteren oben beschriebenen bevorzugten Schichtsystem durchgeführt wird, ist es möglich, eine saubere Abtrennung auch sehr stark gedünnter Wafer ohne zu große mechanische Belastung (Bruch) zu gewährleisten. Es ist auch möglich, die eingebrachte Kraft zu messen und/oder dabei nachzusteuern, so dass eine Maximalkraft nicht überschritten wird. Ebenfalls ist es möglich, mittels der Kraft einen fixen Abstand der beiden Punkte/Linien/Flächen, an denen die Kraft angreift, einzustellen. Dadurch erzeugt eine ursprünglich ebene, aber biegbare Trennhilfe aufgrund ihrer Verformung eine fortlaufende Trennfront, da die Verformung der Trennhilfe sich flächig fortpflanzt, solange bis eine vollständige Trennung erfolgt ist und die Trennhilfe wiederum ihre Ursprungsform einnehmen kann.

[0069] Wie bereits oben beschrieben, ist es bevorzugt, dass die beiden Träger mittels Unterdrucks fixiert werden, es gibt aber grundsätzlich auch weitere Möglichkeiten, wie z. B. eine Fixierung mittels Klebstoffen.

[0070] Sofern ein Sägerahmen bei einem erfindungsgemäßen Trennverfahren eingesetzt wird, ist der Sägerahmen bevorzugt so ausgestaltet, dass sich die Oberflächenkrümmung der Trennhilfe auch auf den Sägerahmen übertragen kann. Damit folgen Sägerahmen und eingespannte Sägefolie der Krümmung im Bereich der Trennfront, wobei sie erfindungsgemäß unmittelbar hinter der Trennfront an der Trennhilfe fixiert sind. Der Wafer wiederum folgt der Biegung (Krümmung) der Sägefolie (zweiter Träger), so dass eine Scherkraft zwischen dem Wafer und dem ersten Träger entsteht.

[0071] Wie bereits oben angedeutet ist ein Vorteil an dem erfindungsgemäßen Verfahren insbesondere in seinen bevorzugten Ausgestaltungsformen, dass die Trennfront eine verhältnismäßig große Fläche darstellt, so dass die Scherkräfte senkrecht zur Waferoberfläche gering gehalten werden können.

[0072] Ohne auf eine Theorie festgelegt zu sein, entsteht aufgrund des erfindungsgemäßen Verfahrens ein Kraftverteilungsgradient innerhalb der Trennfront (d. h. ein Kraftverteilungsgradient senk-

recht zur Linie der eigentlichen Trennung (dem Ende der Trennfront), also der Linie, wo die Haftkraft zwischen den zu trennenden Flächen 0 ist), wobei die Tiefe der Trennfront (und damit das Gradientengefälle) im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens optimal gesteuert werden kann, so dass die mechanische Belastung gegebenenfalls sehr dünnen Wafers so gering wie möglich gehalten werden kann.

[0073] Dementsprechend ist ein besonders bevorzugtes erfindungsgemäßes Verfahren ein solches, wobei das Schichtsystem die folgenden Schichten in der angegebenen Reihenfolge umfasst:

- einen ersten Träger bestehend aus einer Glasplatte oder einem Wafer,
- eine Schicht aus Elastomermaterial wie weiter oben beschrieben,
- eine plasmapolymere Trennschicht, wie weiter oben beschrieben
- einen Wafer und
- eine Sägefolie als zweiten Träger.

[0074] Bestandteil der Erfindung ist auch die Verwendung einer Plexiglasplatte, die so eingerichtet ist, dass mittels Unterdrucks ein wie oben beschriebener zweiter Träger an ihr fixiert werden kann, als Trennhilfe beim mechanischen Trennen eines Schichtverbundes (umfassend den zweiten Träger und einen Wafer) von einem ersten Träger. Dabei ist selbstverständlich für die erfindungsgemäße Verwendung des Schichtsystem umfassend den Schichtverbund und den ersten Träger bevorzugt wie für eines der oben beschriebenen bevorzugten Verfahren ausgestaltet.

[0075] Teil der Erfindung ist auch eine Vorrichtung, die eingerichtet ist zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Insbesondere umfasst eine solche Vorrichtung ein Mittel zum Fixieren des ersten Trägers sowie eine Trennhilfe, wie sie oben beschrieben ist. Diese Trennhilfe dient gleichzeitig als Mittel zum Fixieren des zweiten Trägers. Weiter bevorzugt umfasst eine erfindungsgemäße Vorrichtung Mittel, zum Bewirken der Fixierung mittels elektrostatischer oder Unterdruckkraft, ein Haltemittel zum Fixieren des ersten Trägers und bevorzugt ein Mittel, mittels dessen eine Kraft nur auf einen Teil der Trennhilfe ausgeübt werden kann, so dass die Kraft bewirkt, dass die Trennhilfe eine konvexe Krümmung weg vom ersten Träger erfährt.

[0076] Bevorzugt ist die Trennhilfe ein Chuck, der aus einer Plexiglasplatte besteht und der weiter bevorzugt mit Unterdruck beaufschlagt werden kann.

[0077] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Zeichnungen und anhand eines Beispiels näher erläutert. Zeichnungen und Beispiele dienen aber nicht dazu, die Erfindung einzuschränken.

[0078] **Fig. 1** stellt ein zu trennendes Schichtsystem

dar, umfassend einen Wafer nach dem Abdünnen.

[0079] **Fig. 2** stellt ein zu trennendes Schichtsystem dar, das bereits für den Trennvorgang fixiert ist und

[0080] **Fig. 3** stellt das zu trennende Schichtsystem während des Trennvorgangs dar.

Bezugszeichenliste

1	erster Träger
2	elastomere Schicht
3	Trennschicht
4	strukturierte Vorderseite des Wafers
5	Rückseite des Wafers
6	abzutrennender Teil des Schichtsystems, umfassend den ersten Träger
7	Wafer (Vorderseite und Rückseite)
18	haftvermittelnde Seite des zweiten Trägers
19	zu trennendes Schichtsystem (ohne zweiten Träger)
20	zweiter Träger
21	Sägerahmen
28	Haltemittel zum Fixieren des ersten Trägers
29	Trennhilfe
30, 31	Alternativen für Wirkrichtung und Ansatzpunkt für die die Trennung bewirkende Kraft
33	Trennfront
34	Ende der Trennfront

Genauere Beschreibung der Figuren

[0081] Die **Fig. 1** stellt das zu trennende Schichtsystem **19, 20** dar. Dabei ist ein erster Träger **1**, der bevorzugt als Glasplatte ausgestaltet ist, mit einer Elastomerschicht **2** verbunden, die ihrerseits wiederum mit einer Trennschicht **3** verbunden ist. Die Trennschicht **3** ist mit der aktiven Vorderseite des Wafers **4, 5** verbunden. Die Haftkraft zwischen der Trennschicht **3** und dem Wafer **4, 5** ist die geringste innerhalb des gesamten Schichtsystems. Auf der Rückseite des Wafers **5** ist der zweite Träger **20** befestigt. Dieser kann als Sägefolie ausgestaltet sein, die in einen Sägerahmen **21** eingespannt ist.

[0082] **Fig. 2** stellt das zu trennende Schichtsystem **19, 20** im für die Trennung vorbereiteten Zustand dar. Dabei ist der erste Träger auf einem Mittel zum Fixieren des ersten Trägers **28** fixiert. Das abzutrennende Schichtsystem, das den ersten Träger umfasst **6**, ist noch vollflächig mit dem Wafer (Vorder- und Rückseite) **7** verbunden. Die Trennhilfe **29** ist flächig mit dem zweiten Träger **20** verbunden und parallel zum zweiten Träger und auch zum ersten Träger ausgerichtet. Die Pfeile **30** und **31** zeigen mögliche Wirkrichtungen und Ansatzpunkte für die die Trennung bewirkende Kraft auf.

[0083] [Fig. 3](#) zeigt den Trennvorgang, bei dem gerade das zu trennende Schichtsystem **19, 20** in den abzutrennenden Teil des Schichtsystems, umfassend den ersten Träger **6** und den Schichtverbund **7, 20** getrennt wird. Dieses wird bewirkt durch die im Bereich des Pfeiles **31** angesetzte Kraft, die dazu führt, dass die Trennhilfe **29** einseitig vom Haltemittel zum Fixieren des ersten Trägers **28** und damit auch vom ersten Träger **1** weg bewegt wird. Dabei erfährt die Trennhilfe eine Krümmung. Dieser Krümmung folgt der zweite Träger **20** vollständig und mit ihm auch der Wafer **7**. Dadurch entsteht eine Scherwirkung im zu trennenden Schichtsystem **19**, die sich im Bereich der Trennfront **33** auswirkt. Am Ende der Trennfront **34** ist die Haftkraft zwischen dem abzutrennenden Teil des Schichtsystems **6** und dem Wafer **0**. Dabei wird im vorliegenden Beispiel durch die Trennschicht **3** gewährleistet, dass die Trennebene zwischen dem Wafer **7** und der Trennschicht **3** verläuft.

[0084] Durch die flächige Fixierung des zweiten Trägers **20** an der Trennhilfe **29** (auch) unmittelbar angrenzend an die Trennfront **33** ist eine optimale Kraftübertragung gewährleistet: Die auf den Wafer einwirkenden senkrechten Kräfte sind verhältnismäßig gering und im Rahmen eines Gradienten über die Trennfront **33** zunehmend bis zum Ende der Trennfront **34**. Dadurch wird insbesondere im Bereich der Trennfront **33** ein virtueller Krümmungswinkel erzeugt, der gegen unendlich geht und somit den Wafer **7** so wenig wie möglich belastet.

Beispiel

[0085] Die Vorderseite eines Wafers, also die Seite, auf der sich die elektronischen Bauteile befinden, wird mittels PECVD mit einer plasmapolymerten Trennschicht überzogen. Diese Trennschicht wird hinsichtlich ihrer Haftungseigenschaften so eingestellt, dass sie auf der zum Wafer gerichteten Seite verhältnismäßig geringe Haftung besitzt, während die Adhäsion hoch ist zu der auf der vom Wafer abgewandten Seite nachfolgend aufgetragenen Schicht. Die letztgenannte Schicht ist im vorliegenden Beispiel eine Siliconelastomerschicht, die zunächst auf eine Glasplatte als ersten Träger aufgetragen wird. Nachfolgend wird der Wafer mit der bereits aufgetragenen Trennschicht trennschichtseitig mit der auf die Glasplatte aufgetragenen Elastomerschicht verpresst (gebondet). Es besteht nun ein Schichtsystem umfassend den Wafer, die Trennschicht, die Elastomerschicht und die Glasplatte als Träger.

[0086] Das Bonden kann mit typischen aus dem Stand der Technik bekannten Sondern erfolgen. Zu Einzelheiten zur Erstellung des beschriebenen Schichtsystems wird beispielhaft auf die WO 2007/099146 verwiesen.

[0087] Nachfolgend wird der Wafer auf seiner freiliegenden Rückseite gedünnt. Das Dünnen erfolgt mittels nach dem Stand der Technik bekannten Verfahren. Dabei wird der Wafer auf eine Dicke von 50 µm gedünnt. Nach dem Dünnen wird das Schichtsystem, das den Wafer umfasst, in eine Anlage verbracht, in der die Waferrückseite durch Ätzen weiter behandelt wird. Insbesondere dient das Ätzen dazu, Oberflächenbeschädigungen der Waferrückseite, die während des Dünnens entstehen, auszugleichen. Der Ätzvorgang erfolgt nach dem Stand der Technik, z. B. nasschemisch mittels Ätzbades oder trockenchemisch mittels Plasmas. Das Ätzen bewirkt insbesondere, dass Beschädigungen in Form von Ausbrechungen und Rissen vollständig beseitigt werden und der Wafer eine höhere mechanische und thermische Widerstandskraft erhält.

[0088] Nachfolgend wird auf das Schichtsystem eine Sägefolie, z. B.: Lintec Adwill D mit ihrer adhäsiven Seite auflaminiert. Nun wurde das Schichtsystem in eine Trennvorrichtung gebracht, in der mittels eines Vakuum-Chucks die Rückseite der Glasplatte so fixiert wird, dass sie sich nicht mehr verschieben lässt.

[0089] Auf der Rückseite der Sägefolie wird nun als Trennhilfe ein spezieller Vakuum-Chuck fixiert, der aus einer 3 mm starken Plexiglasplatte besteht.

[0090] Nachdem an beiden Vakuum-Chucks das Vakuum aufgebaut ist, wird an einer Seite der Plexiglasplatte eine Kraft senkrecht zur Ebene des Wafers angelegt. Diese Kraft führt dazu, dass die flexible Plexiglasplatte gebogen wird, wobei die Biegung eine Trennfront im Schichtsystem entstehen lässt. Diese Trennfront läuft in der Ebene zwischen der Vorderseite des Wafers und der Trennschicht. Die Biegung der Plexiglasplatte ist dabei gegenüber dem ersten Träger konvex. Während der Wafer und der zweite Träger der fortlaufenden Biegung der Plexiglasplatte (Vakuum-Chuck) folgen, ist dies bei dem Rest des Schichtsystems, der an dem ersten Träger fixiert ist, nicht der Fall. Die dadurch entstehende Scherkraft bewirkt die Trennung des Wafers von der Trennschicht.

[0091] Dabei lässt sich die Kraft so einstellen, dass auch sehr dünne Wafer wie im vorliegenden Beispiel von 50 µm Dicke unbeschadet von dem ersten Träger getrennt werden können. Dies geschieht dadurch, dass die Trennfront mit kontrollierbarer Geschwindigkeit über die gesamte Trennfläche läuft.

[0092] Schließlich liegt die Vorderseite des Wafers von dem übrigen Schichtsystem befreit vor. Nach der Trennung kann das Vakuum der beiden Vakuum-Chucks abgeschaltet werden. Nun kann der Wafer laminiert auf einer Sägefolie entnommen werden und weiteren Bearbeitungsschritten, wie z. B. dem

Vereinzeln durch Sägen, zugeführt werden.

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 2004/051708 [[0014](#), [0045](#)]
- WO 2007/099146 [[0014](#), [0014](#), [0014](#), [0020](#), [0023](#), [0045](#), [0086](#)]

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- DIN 971/1:1996/09 [[0022](#)]

Patentansprüche

1. Verfahren zum mechanischen Trennen eines Schichtverbundes (7, 20) von einem ersten Träger (1), wobei der Schichtverbund (7, 20) einen Wafer (7) und einen zweiten, dehnbaren Träger (20) umfasst, umfassend folgende Schritte:

- a) Bereitstellen eines Schichtsystems (1, 7, 20) umfassend den ersten Träger (1), den Wafer (7) und den zweiten Träger (20),
- b) Bereitstellen einer Trennhilfe (29),
- c) Fixieren der Trennhilfe (29) an dem zweiten Träger (20) so, dass während des Trennvorganges der zweite Träger (20) unmittelbar hinter einer beim Trennen entstehenden Trennfront (33) an der Trennhilfe (29) fixiert bleibt, und
- d) mechanisches Trennen des Schichtverbundes (7, 20) von dem ersten Träger (1) unter Ausnutzen einer Trennfront (33).

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Fixieren der Trennhilfe (29) an dem zweiten Träger (20) mittels Unterdruck oder mittels elektrostatischer Aufladung erfolgt.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei der Wafer (7) eine Dicke von $\leq 150 \mu\text{m}$, bevorzugt $\leq 80 \mu\text{m}$, besonders bevorzugt von $\leq 20 \mu\text{m}$ und ganz besonders bevorzugt eine Dicke von $\leq 10 \mu\text{m}$ hat.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Schichtsystem zwischen dem Wafer (7) und dem ersten Träger (1) ein, zwei, drei, vier oder mehr Schichten umfasst und das Trennen in einer dieser Schichten, zwischen zwei aneinander angrenzenden Oberflächen dieser Schichten oder zwischen der Oberfläche des Wafers (7) und der daran angrenzenden Schicht oder zwischen der Oberfläche des ersten Trägers (1) und der daran angrenzenden Schicht erfolgt.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei sich zwischen dem ersten Träger (1) und dem Wafer (7) mindestens eine Trennschicht (3) befindet.

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei mindestens eine der Trennschichten eine plasmapolymere Schicht ist.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Schichtsystem zwischen dem ersten Träger (1) und dem Wafer (7) eine Schicht (2) aus einem ausgehärteten, teilausgehärteten oder aushärtbaren Elastomermaterial umfasst.

8. Verfahren nach Anspruch 1 zum Abtrennen eines Wafers, wobei das Schichtsystem die folgenden

Schichten in der angegebenen Reihenfolge umfasst: einen ersten Träger (1), eine Schicht (2) aus Elastomermaterial wie in Anspruch 7 beschrieben, eine plasmapolymere Trennschicht (3), einen Wafer (7) und einen zweiten Träger (20).

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 oder 8, wobei das Schichtsystem zwischen dem ersten Träger (1) und der Schicht (2) aus einem ausgehärteten, teilausgehärteten oder aushärtbaren Elastomermaterial eine zweite Trennschicht umfasst.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Schichtsystem eine Trennschicht (3) wie in einem der Ansprüche 5, 6 oder 8 definiert umfasst und in der Trennschicht (3) oder zwischen einer der beiden Oberflächen der Trennschicht und der dieser Oberfläche angrenzenden Oberfläche eine geringere Haftkraft als in allen anderen Schichten und zwischen allen anderen aneinander angrenzenden Schichten des Schichtsystems vorliegt.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der erste Träger (1) auf einem Haltemittel (28) fixiert ist.

12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei das Fixieren mittels Vakuum oder mittels elektrostatischer Aufladung erfolgt.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Trennhilfe eine zumindest teilweise konvexe Oberfläche umfasst oder die Oberfläche der Trennhilfe (29) zumindest teilweise zu einer konvexen Oberfläche verformt werden kann.

14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei die Krümmung der konvexen Oberfläche der Trennhilfe (29) so ist, dass der Wafer beim Ablösen vom ersten Träger nicht bricht.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Oberfläche der Trennhilfe (29) an die der zweite Träger fixiert wird, die Oberfläche eines Zylindermantels oder eines Zylinderabschnitts ist.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Trennhilfe eine Walze ist.

17. Verfahren nach Anspruch 16, wobei die Walze zum Abtrennen des Wafers vom ersten Träger über die dem Wafer abgewandten Seite des zweiten Trägers gerollt wird und der zweite Träger unmittelbar hinter der Trennfront auf der Walze fixiert wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei die Trennhilfe (29) eine flexible Platte ist.

19. Verfahren nach Anspruch 18, wobei zum Ablösen des Wafers (7) die flexible Platte (29) durch Anlegen einer Kraft die mindestens teilweise senkrecht zur Oberfläche der flexiblen Platte (29) wirkt und vom ersten Träger (1) weggerichtet ist, zumindest teilweise konvex verformt und der Abstand zumindest eines Teils der flexiblen Platte (29) zum ersten Träger (1) vergrößert wird.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 oder 19, wobei der erste Träger (1) auf einem Haltemittel (28) fixiert ist, die flexible Platte (29) und das Haltemittel (28) je mindestens je eine Ausformung haben und wobei die Kraft zwischen mindestens einer Ausformung der flexiblen Platte (29) und mindestens einer Ausformung des Haltemittels (28) wirkt.

21. Verfahren nach Anspruch 20, wobei je eine oder mehrere der Ausformungen der flexiblen Platte (29) und des Haltemittels (28) ein Vorsprung oder eine Ausnehmung ist.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 oder 21, wobei je eine oder mehrere der Ausformungen der flexiblen Platte (29) und des Haltemittels (28) ein Steg ist.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 22, wobei die Trennhilfe (29) eine Plexiglasscheibe ist.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei die Trennhilfe einen Schwellkörper beinhaltet und die Trennung durch Anschwellenlassen des Schwellkörpers durchgeführt wird.

25. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der zweite Träger (20) eine Sägefolie ist.

26. Verfahren nach Anspruch 1 zum Abtrennen eines Wafers (7), wobei das Schichtsystem (1, 7, 20) die folgenden Schichten in der angegebenen Reihenfolge umfasst:

- einen ersten Träger (1) bestehend aus einer Glasplatte oder einem Wafer,
- eine Schicht (2) aus Elastomermaterial wie in Anspruch 7 definiert,
- eine plasmapolymere Trennschicht (3),
- einen Wafer (7) und
- eine Sägefolie (20).

27. Verwendung einer Plexiglasplatte (29), die dazu eingerichtet ist, dass ein zweiter Träger (20) wie in einem der vorangehenden Ansprüche beschrieben mittels Unterdruck an ihr fixiert werden kann, als Trennhilfe (29) beim mechanischen Trennen eines Schichtverbundes umfassend den zweiten Träger (20) und einen Wafer (7) von einem ersten Träger (1).

28. Vorrichtung zum Durchführen eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 26, umfassend ein Haltemittel (28) zum Fixieren des ersten Trägers (1) und ein Haltemittel zum Fixieren des zweiten Trägers (20), wobei das Haltemittel (28) zum Fixieren des zweiten Trägers (20) als Trennhilfe (29) ausgestaltet ist, wie in einem der vorangehenden Ansprüche definiert.

29. Vorrichtung nach Anspruch 28, wobei die Trennhilfe (29) als flexible Platte ausgestaltet ist und wobei die Vorrichtung ein Mittel umfasst, mittels dessen eine Kraft nur auf einen Teil der Trennhilfe (29) ausgeübt werden kann, die bewirkt, dass die Trennhilfe (29) eine konvexe Krümmung weg vom ersten Träger (1) erfährt.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

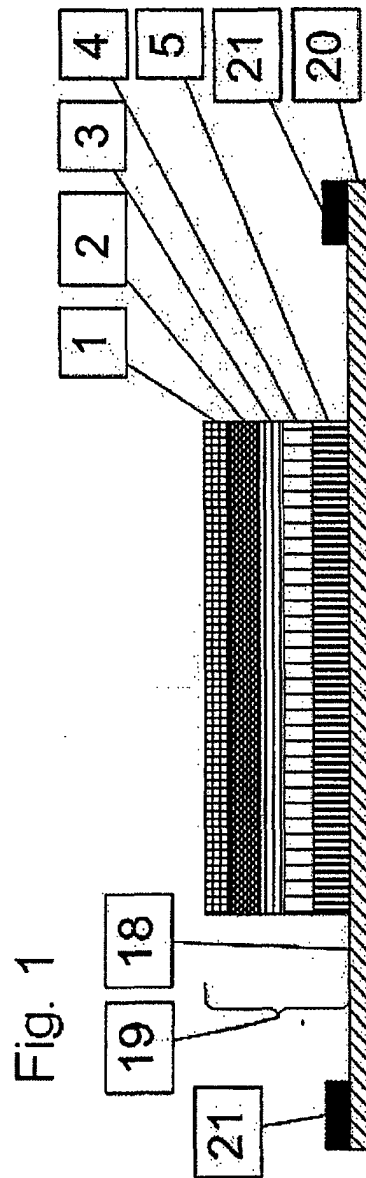


Fig. 2

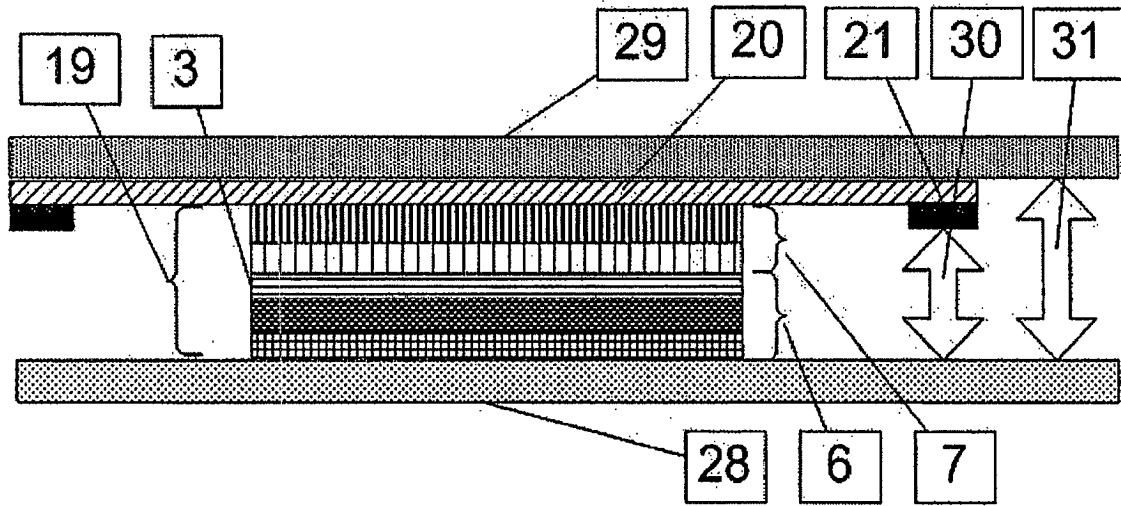


Fig. 3

