

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50400/2015
(22) Anmeldetag: 13.05.2015
(45) Veröffentlicht am: 15.07.2024

(51) Int. Cl.: **H01L 21/78** (2006.01)
H01L 21/67 (2006.01)
H01L 21/683 (2006.01)
H01L 21/304 (2006.01)
B23K 26/08 (2006.01)
B23K 26/38 (2006.01)
B23K 26/16 (2006.01)
H01L 23/544 (2006.01)

(30) Priorität:
13.05.2014 JP 2014-099269 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:

DE 102011078726 A1
DE 102009004168 A1
US 2010129546 A1
DE 102004044946 A1
DE 102006032458 A1
DE 102013205644 A1
DE 102007059697 A1
DE 102005012144 A1
JP 2014033163 A

(73) Patentinhaber:
DISCO CORPORATION
143-8580 Tokyo (JP)

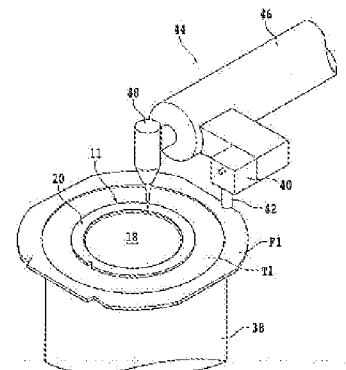
(74) Vertreter:
SONN Patentanwälte GmbH & Co KG
1010 Wien (AT)

(54) Verfahren zum Bearbeiten von Wafern

(57) Waferbearbeitungsverfahren mit einem Bandbefestigungsschritt bestehend aus dem Befestigen eines Bands (T1) an der Vorderseite (11a) des Wafers (11) und dem Befestigen des Wafers (11) durch dieses Band (T1) an einem ringförmigen Rahmen (F1), einem Trennschritt bestehend aus dem Halten des Wafers (11) durch das Band (T1) auf einem Spanntisch (16), in einem Zustand in welchem das Band (T1) eine obere Fläche des Spanntisches (38) berührt, und dem Anwenden eines Laserstrahls auf die Grenze zwischen einem ringförmigen Vorsprung (20), der entlang des äußeren Umfangs des Wafers (11) gebildet ist, und einem Bauelementbereich (17), der vom ringförmigen Vorsprung (20) umgeben ist, an der Rückseite (11b) des Wafers (11), um den Wafer (11) und das Band (T1) entlang dieser Grenze zu schneiden, wodurch der Bauelementbereich (17) vom ringförmigen Vorsprung (20) getrennt wird, wobei eine Laserstrahl-Absorptionseinheit (29) in der ringförmigen Kerbe (27) des Spanntisches (38), welche der Grenze zwischen dem ringförmigen Vorsprung (20) und der kreisförmigen Aussparung (18) entspricht, den

Laserstrahl davon abhält, ein Befestigungselement (38b) des Spanntischs (38) zu bearbeiten bzw. zu beschädigen, und einem Entfernungsschritt bestehend aus dem Entfernen des ringförmigen Vorsprungs (20) zusammen mit dem ringförmigen Rahmen (F1) vom Bauelementbereich (17) des Wafers (11) in dem Zustand, in dem der ringförmige Vorsprung (20) durch das Band (T1) an dem ringförmigen Rahmen (F1) befestigt ist.

FIG. 8



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bearbeiten eines Wafers, der eine kreisförmige Aussparung auf der Rückseite des Wafers sowie einen ringförmigen Vorsprung aufweist, der die kreisförmige Aussparung umgibt, wobei der ringförmige Vorsprung durch das Verfahren von dem Wafer entfernt wird.

[0002] Bei der Herstellung einer Halbleitervorrichtung werden mehrere einander kreuzende Teilungslinien, die Straßen genannt werden, auf der Vorderseite eines im Wesentlichen scheibenförmigen Halbleiterwafers (welcher nachfolgend auch einfach als Wafer bezeichnet wird) gebildet, um dadurch mehrere separate Bereiche zu definieren, wo mehrere Bauelemente, wie ICs und LSIs, gebildet werden. Der Halbleiterwafer wird entlang der Straßen mithilfe einer Schneidvorrichtung geschnitten, wodurch der Wafer in mehrere einzelne Halbleiterchips (Bauelemente) geteilt wird.

[0003] Vor dem Schneiden des Wafers entlang der Straßen wird die Rückseite des Wafers geschliffen, um die Dicke des Wafers auf eine vorbestimmte Dicke zu reduzieren. In den letzten Jahren ist es erforderlich gewesen, die Dicke der Wafer auf einen kleineren Wert zu verringern, z.B. auf etwa 50 μm , um die Miniaturisierung (Reduzierung von Größe und Gewicht) elektrischer Einheiten zu erreichen. Einem derartig dünnen Wafer fehlt es wie einem Blatt Papier an Steifigkeit, und er ist schwer zu bearbeiten, weshalb es möglich ist, dass der Wafer während Transfers beschädigt wird. Um dieses Problem zu bewältigen, wurde beispielsweise in der JP Nr. 2007-19461 A ein Schleifverfahren vorgeschlagen, wobei die Rückseite des Wafers, der einen Bauelementbereich und einen peripheren Randbereich, der den Bauelementbereich auf der Vorderseite umgibt, aufweist, geschliffen wird, um eine kreisförmige Aussparung ausschließlich in einer zentralen Position, die dem Bauelementbereich entspricht, zu bilden, sodass ein verstärkender ringförmiger Vorsprung um die kreisförmige Aussparung herum auf der Rückseite des Wafers gebildet wird, der dem peripheren Randbereich entspricht.

[0004] Zum Teilen eines derartigen Wafers entlang der Straßen (Teilungslinien), wobei der Wafer einen ringförmigen Vorsprung auf der Rückseite entlang des äußeren Umfangs des Wafers aufweist, wurde ein Verfahren vorgeschlagen, das die Schritte des Entferns des ringförmigen Vorsprungs und des anschließenden Schneidens des Wafers entlang der Straßen von dessen Vorderseite her mithilfe einer Schneidklinge umfasst (vgl. JP 2007-19379 A). Dabei wird zum Entfernen des ringförmigen Vorsprungs ein Schleifen oder ein Verfahren vorgeschlagen, das ein kreisförmiges Schneiden zwischen der kreisförmigen Aussparung, die dem Bauelementbereich entspricht, und dem ringförmigen Vorsprung und ein anschließendes Entfernen des ringförmigen Vorsprungs von dem Bauelementbereich umfasst.

[0005] Es gibt jedoch mehrere Probleme beim Entfernen des ringförmigen Vorsprungs vom Bauelementbereich. So ist der ringförmige Vorsprung anfällig für Beschädigungen, der Bauelementbereich kann durch Schäden an dem ringförmigen Vorsprung beschädigt werden, und es wird eine spezielle Vorrichtung zum Entfernen des ringförmigen Vorsprungs benötigt. Folglich ist es schwierig und aufwendig, den ringförmigen Vorsprung problemlos zu entfernen.

[0006] Aus der DE 10 2011 078 726 A1 ist ein Wafer-Bearbeitungsverfahren bekannt, bei dem ein ringförmiger Verstärkungsabschnitt an dem Wafer ausgebildet wird, der einen inneren Bauelementbereich umgibt, von dem er im Zuge der Bearbeitung entfernt wird. Unter einem den Wafer stützenden Träger befindet sich ein Fixiertisch-Vakuumbereich, der von einer ringförmigen Nut im Fixiertisch umgeben ist; oberhalb von dieser ringförmigen Nut befindet sich eine Schneidklinge mit deren Hilfe der ringförmige Verstärkungsabschnitt vom inneren Bauelementbereich getrennt wird. Eine ähnliche Technik ist in der DE 10 2004 044 946 A1 und in der DE 10 2006 032 458 A1 geoffenbart. Weiters ist in der DE 10 2009 004 168 A1 ein Verfahren zur Herstellung eines Schichtbauelements beschrieben, wobei ein verstärkter Wafer gebildet wird, der Teil eines Schichtwafers ist. Aus der US 2010/0129546 A1 ist die Anbringung eines Harz-Schutzfilms auf einer Wafer-Arbeitsfläche bekannt. In der DE 10 2007 059 697 A1 ist u.a. beschrieben, einen Laserstrahl durch einen Hochdruckwasserstrom auf einen Wafer zu richten, um Rillen für die

Unterteilung des Wafers auszubilden. Schließlich ist aus der DE 10 2013 205 644 A1 ein Verfahren zur Herstellung von Chips mit Haftfolien bekannt, wobei in den Haftfolien Trennlinien gebildet werden. Die DE 10 2005 012 144 A1 betrifft einen Futter- bzw. Einspanntisch zur Verwendung in einer Laserstrahlbearbeitungsmaschine, mit einem Werkstückhaltebereich zum Halten eines Werkstücks, bei dem der Werkstückhaltebereich in der Gestalt bzw. Form ähnlich zu dem Werkstück und in der Größe bzw. Anmessung kleiner als das Werkstück ist, wobei eine Puffernut den Werkstückhaltebereich umgibt. Die Puffernut verhindert eine Beschädigung des Werkstückhaltebereichs durch den Laserstrahl.

[0007] Ein Ziel der Erfindung ist es daher, ein Verfahren der eingangs angegebenen Art vorzuschlagen, mit dem der ringförmigen Vorsprung problemlos entfernt werden kann, ohne Schäden am Wafer zu verursachen.

[0008] Die zugrunde liegende Aufgabe wird mittels eines Verfahrens gemäß Anspruch 1 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen ergeben sich aus den Ansprüchen 2 und 3.

[0009] Demgemäß sieht die Erfindung ein Verfahren wie eingangs angegeben vor, das gekennzeichnet ist durch

- das Befestigen eines ersten Bands an der Vorderseite des Wafers und das Befestigen des Wafers mit Hilfe des ersten Bandes an einem ersten ringförmigen Rahmen;
- das Halten des Wafers durch das erste Band auf einem Spanntisch, in einem Zustand in welchem das erste Band eine obere Fläche des Spanntisches berührt, und ein anschließendes Anwenden eines Laserstrahls auf die Grenze zwischen dem ringförmigen Vorsprung und dem Bauelementbereich an der Rückseite des Wafers, um den Wafer und das erste Band entlang der Grenze zu schneiden, wodurch der Bauelementbereich von dem ringförmigen Vorsprung getrennt wird, wobei eine Laserstrahl-Absorptionseinheit in einer ringförmigen Kerbe des Spanntisches, welche der Grenze zwischen dem ringförmigen Vorsprung und der kreisförmigen Aussparung entspricht, den Laserstrahl davon abhält, ein Befestigungselement des Spanntisches zu bearbeiten bzw. zu beschädigen; und
- das nachfolgende Entfernen des ringförmigen Vorsprungs zusammen mit dem ersten ringförmigen Rahmen von dem Bauelementbereich des Wafers in dem Zustand, in dem der ringförmige Vorsprung durch das erste Band an dem ersten ringförmigen Rahmen befestigt ist.

[0010] Vorzugsweise zeichnet sich das Bearbeitungsverfahren weiters aus durch

- das Befestigen eines zweiten Bands an der Rückseite des Wafers, der sich nach dem Entfernen des ringförmigen Vorsprungs nur aus dem Bauelementbereich zusammensetzt, und das Befestigen des Wafers durch das zweite Band an einem zweiten ringförmigen Rahmen;
- das Entfernen des ersten Bands von der Vorderseite des Wafers vor oder nach dem Befestigen des zweiten Bands an der Rückseite des Wafers; und
- das Teilen des Wafers in mehrere Chips, die den mehreren Bauelementen entsprechen, nach dem Befestigen des zweiten Bands und dem Entfernen des ersten Bands

Vorzugsweise ist das Verfahren ferner gekennzeichnet durch

- das Bilden eines wasserlöslichen Schutzfilms auf der Rückseite des Wafers vor dem Trennen des Bauelementbereichs vom ringförmigen Vorsprung; und
- das Zuführen von Wasser an die Rückseite des Wafers nach dem Bilden des Schutzfilms und dem Trennschritt des Bauelementbereichs vom ringförmigen Vorsprung, um den Schutzfilm zu entfernen.

[0011] Beim vorliegenden Verfahren wird der Trennschritt durch Anwendung eines Laserstrahls durchgeführt. Danach wird der ringförmige Vorsprung, der an dem ersten Band befestigt ist, zusammen mit dem ersten ringförmigen Rahmen vom Bauelementbereich des Wafers entfernt. Dementsprechend kann der ringförmige Vorsprung problemlos vom Bauelementbereich entfernt werden, ohne Schäden zu verursachen. Da der Trennschritt mit Hilfe eines Laserstrahls durchgeführt wird, besteht auch keine Gefahr einer Korrosion in dem Fall, dass ein Metallfilm auf der Rückseite des Wafers innerhalb der kreisförmigen Aussparung gebildet ist. Bei Anwenden eines Laserstrahls kann ferner die Breite der Kerbe, die durch den Laserstrahl gebildet wird, kleiner sein als die einer Kerbe, die durch eine Schneidklinge gebildet wird, sodass ein effektiver Bau-

elementbereich maximiert werden kann.

[0012] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen noch weiter erläutert. Es zeigen:

- [0013]** FIG. 1 eine perspektivische Ansicht eines Halbleiterwafers von vorne oben;
- [0014]** FIG. 2 eine perspektivische Ansicht der Rückseite dieses Wafers in dem Zustand, in dem ein Schutzband an der Vorderseite des Wafers befestigt ist;
- [0015]** FIG. 3 eine perspektivische Ansicht eines Rückseiten-Schleifschritts;
- [0016]** FIG. 4 eine Schnittansicht des im Rückseiten-Schleifschritt bearbeiteten Wafers;
- [0017]** FIG. 5 eine perspektivische Ansicht eines Wafers bei einem ersten Bandbefestigungsschritt;
- [0018]** FIG. 6 eine perspektivische Ansicht einer Laserbearbeitungsvorrichtung;
- [0019]** FIG. 7 eine Schnittansicht bei der Bildung eines Schutzfilms;
- [0020]** FIG. 8 eine perspektivische Ansicht eines Trennschritts;
- [0021]** FIG. 9 eine vergrößerte Schnittansicht des Trennschritts;
- [0022]** FIG. 10 eine perspektivische Ansicht eines Wafers beim Entfernen des ringförmigen Vorsprungs;
- [0023]** FIG. 11 eine Schnittansicht bei der Reinigung eines Wafers;
- [0024]** FIG. 12 eine perspektivische Ansicht eines zweiten Bandbefestigungsschritts;
- [0025]** FIG. 13 eine perspektivische Ansicht eines ersten Bandentfernungsschritts; und
- [0026]** FIG. 14 eine perspektivische Ansicht eines Wafers bei der Teilung.

[0027] In FIG. 1 ist eine perspektivische Ansicht eines Halbleiterwafers 11 (nachfolgend einfach als Wafer bezeichnet) mit einer Vorderseite 11a gezeigt. Der Wafer 11 ist aus einem Silizium gebildet, der beispielsweise eine Dicke von 700 µm aufweist. Mehrere kreuzende Straßen („streets“), d.h. Teilungslinien 13 sind an der Vorderseite 11a des Wafers 11 gebildet, um dadurch mehrere separate rechteckige Bereiche zu definieren, in denen Bauelemente 15, wie ICs und LSIs, gebildet sind. Die Vorderseite 11a des Wafers 11 besteht allgemein aus einem Bauelementbereich 17, wo die Bauelemente 15 gebildet sind, und einem peripheren Randbereich 19, der den Bauelementbereich 17 umgibt. Ferner ist der äußere Umfang des Wafers 11 mit einer Kerbe 21 als Markierung zum Anzeigen der Kristallrichtung des Siliziumwafers versehen.

[0028] Vor dem Schleifen der Rückseite 11b des Wafers 11 wird ein Schutzband 23 an der Vorderseite 11a des Wafers 11 befestigt, wie in FIG. 2 gezeigt. Dementsprechend ist - in Fig. 2 nach hinten weisende - die Vorderseite 11a des Wafers 11 durch das Schutzband 23 geschützt, und die Rückseite 11b des Wafers 11 ist freigelegt, wie in FIG. 2 gezeigt.

[0029] Der Wafer 11 weist gemäß Fig. 3 auf der Rückseite eine kreisförmige Aussparung 18 und einen ringförmigen Vorsprung 20 auf, der die kreisförmige Aussparung 18 auf der Rückseite des Wafers 11 umgibt. Die kreisförmige Aussparung 18 wird durch Schleifen der Rückseite 11b des Wafers 11 in einem Bereich, der dem Bauelementbereich 17 an der Vorderseite entspricht (s. Fig. 1), gebildet, um die Dicke des Wafers 11 in diesem Bereich auf eine vorbestimmte Dicke zu reduzieren, sodass der ringförmige Vorsprung 20, der dem peripheren Randbereich 19 entspricht, um die kreisförmige Aussparung 18 herum gebildet wird. Das Schleifverfahren (Rückseitenschleifschritt), d.h. das Schleifen der Rückseite 11b des Wafers 11, wird nachfolgend mit Bezug auf FIG. 3 und 4 beschrieben.

[0030] Der Rückseitenschleifschritt wird mithilfe einer Schleifvorrichtung durchgeführt, die eine Schleifeinheit 2 (s. FIG. 3), aufweist. Wie in Fig. 3 gezeigt, umfasst die Schleifeinheit 2 ein Spindelgehäuse 4, eine Spindel 6, die drehbar in dem Spindelgehäuse 4 gehalten ist, einen Scheibenträger 8, der am unteren Ende der Spindel 6 befestigt ist, und eine Schleifscheibe 10, die

abnehmbar an der unteren Fläche des Scheibenträgers 8 befestigt ist. Die Schleifscheibe 10 besteht aus einer ringförmigen Scheibenbasis 12 und mehreren Schleifelementen 14, die derart an der unteren Fläche der ringförmigen Scheibenbasis 12 befestigt sind, dass sie ringförmig entlang des äußeren Umfangs der Scheibenbasis 12 angeordnet sind.

[0031] Während des Rückseitenschleifschritts wird der Wafer 11, unter Saugwirkung auf einem Spanntisch 16 der Schleifvorrichtung, in dem Zustand, in dem das Schutzband 23, das an der Vorderseite 11a des Wafers 11 befestigt ist, in Berührung mit der oberen Fläche des Spanntischs 16 ist, derart gehalten, dass die Rückseite 11b des Wafers 11 frei zugänglich ist. In diesem Zustand wird der Spanntisch 16 mit 300 U/min, beispielsweise in der Richtung, die durch einen Pfeil A in FIG. 3 gezeigt ist, rotiert, und die Schleifscheibe 10 wird mit 6000 U/min, beispielsweise in der Richtung, die durch einen Pfeil B in FIG. 3 gezeigt ist, rotiert. Ferner wird ein Schleifeinheit-Zuführmechanismus (nicht gezeigt), der in der Schleifvorrichtung enthalten ist, betätigt, um die Schleifeinheit 2 zu senken, bis die Schleifelemente 14 der Schleifscheibe 10 in Kontakt mit der Rückseite 11b des Wafers 11 kommen. Danach wird der Schleifeinheit-Zuführmechanismus weiter ausgeführt, um die Schleifscheibe 10 um einen vorbestimmten Wert bei einer vorbestimmten Zuführgeschwindigkeit sinkend zuzuführen. Dadurch wird die Rückseite 11b des Wafers 11 in ihrem Zentralbereich, der dem Bauelementbereich 17 entspricht, geschliffen, wodurch eine kreisförmige Aussparung 18, wie in FIG. 2 und 4 gezeigt, gebildet wird. Gleichzeitig wird der periphere Bereich auf der Rückseite 11b um die kreisförmige Aussparung 18 herum als ein ringförmiger Vorsprung 20, der dem peripheren Randbereich 19 entspricht, übrig gelassen, wie in FIG. 3 und 4 gezeigt.

[0032] Nach dem Durchführen dieses Schleifschritts wird ein erster Bandbefestigungsschritt gemäß Fig. 5 auf folgende Weise durchgeführt: Zuerst wird das Schutzband 23, das an der Vorderseite 11a des Wafers 11 befestigt ist, vom Wafer 11 abgezogen. Danach wird ein erstes sog. Dicing-Band T1 als Haftband an der Vorderseite 11a des Wafers 11 befestigt und der Wafer 11 wird dann durch das erste Dicing-Band T1 an einem ersten ringförmigen Rahmen F1 befestigt (FIG. 5). Mit anderen Worten wird die Vorderseite 11a des Wafers 11 an dem ersten Dicing-Band T1 befestigt, dessen peripherer Teil an dem ersten ringförmigen Rahmen F1 befestigt ist.

[0033] Gemäß einer Modifikation wird das Schutzband 23, das an der Vorderseite 11a des Wafers 11 befestigt ist, nicht vom Wafer 11 abgezogen, jedoch kann das erste Dicing-Band T1 über das Schutzband 23 an der Vorderseite 11a des Wafers 11 befestigt werden.

[0034] In FIG. 6 ist eine Schrägansicht einer Laserbearbeitungsvorrichtung 22 zur Verwendung beim Teilen des Bauelementbereichs 17 und des ringförmigen Vorsprungs 20 voneinander gezeigt. Wie in FIG. 6 gezeigt, umfasst die Laserbearbeitungsvorrichtung 22 ein Bedienfeld 24, um einem Bediener zu ermöglichen, Anweisungen, wie Bearbeitungsbedingungen, in die Laserbearbeitungsvorrichtung 22 einzugeben. Das Bedienfeld 24 ist im vorderen Bereich der Laserbearbeitungsvorrichtung 22 vorgesehen. Die Laserbearbeitungsvorrichtung 22 enthält ferner eine Display-Einheit 26, wie beispielsweise eine Kathodenstrahlröhre (CRT), um dem Bediener eine Orientierungsansicht oder ein Bild, das durch eine Bilderfassungseinheit erhalten wird, anzuzeigen, wie nachfolgend beschrieben. Die Display-Einheit 26 ist im oberen Bereich der Laserbearbeitungsvorrichtung 22 vorgesehen. Wie in FIG. 5 gezeigt, ist der Wafer 11, der durch den Rückseitenschleifschritt bearbeitet wird, mit Hilfe des ersten Dicing-Bands T1 an dem ringförmigen Rahmen F1 gehalten. Mehrere (z.B. 25) derartige Wafer 11, die jeweils durch das erste Dicing-Band T1 an dem ersten ringförmigen Rahmen F1 gehalten sind, werden in einer in Fig. 6 gezeigten Waferkassette 28, aufbewahrt. Die Waferkassette 28 wird auf einem vertikal beweglichen Kassettenheber 29 platziert.

[0035] Hinter der Waferkassette 28 sind Waferhandhabungsmittel 30 vorgesehen, um einen gewünschten Wafer 11 der mehreren Wafer 11 vor der Laserbearbeitung aus der Waferkassette 28 zu entnehmen, und auch, um den Wafer 11 nach der Laserbearbeitung erneut in die Waferkassette 28 zurückzugeben. Ein temporärer Platzierungsbereich 32 zum temporären Platzieren des Wafers 11, der durch die Waferhandhabungsmittel manipuliert wird, ist zwischen der Waferkassette 28 und den Waferhandhabungsmitteln 30 vorgesehen. Positionierungsmittel, zB ein Paar

Zentrierungsführungen 34 zum Positionieren des Wafers 11 sind im temporären Platzierungsbereich 32 angeordnet.

[0036] Weiters ist eine Schutzfilmbildungseinheit 50 zum Bilden eines Schutzfilms auf der Rückseite 11b des Wafers 11 vor der Laserbearbeitung vorgesehen. Die Schutzfilmbildungseinheit 50 dient außerdem als Reinigungseinheit zum Reinigen des Wafers 11 nach der Laserbearbeitung. Erste Transfermittel 36, die einen schwenkbaren Arm zum Transferieren des Wafers 11 aufweisen, indem sie den ersten ringförmigen Rahmen F1, der den Wafer 11 hält, unter Saugwirkung halten, sind in der Nähe des temporären Platzierungsbereichs 32 vorgesehen. Der Wafer 11, der aus der Waferkassette 28 entnommen und in dem temporären Platzierungsbereich 32 positioniert wurde, wird durch die ersten Transfermittel 36 zur Schutzfilmbildungseinheit 50 transferiert. Wie später beschrieben, funktioniert die Schutzfilmbildungseinheit 50, indem sie ein wasserlösliches Harz auf die Rückseite 11b des Wafers 11 aufbringt, wodurch ein Schutzfilm auf der Rückseite 11b des Wafers 11 gebildet wird.

[0037] Nach dem Bilden des Schutzfilms auf der Rückseite 11b des Wafers 11 wird der Wafer 11 durch die ersten Transfermittel 36 zu einem Spanntisch 38 transferiert. Dort wird der Wafer 11, unter Saugwirkung auf dem Spanntisch 38 gehalten. Ferner wird der erste ringförmige Rahmen F1, der den Wafer 11 durch das erste Dicing-Band T1 hält, durch mehrere Klemmen 39 als Fixiermittel fixiert. Der Spanntisch 38 ist drehbar und in X-Richtung gemäß dem in FIG. 6 gezeigten Koordinatensystem beweglich. Eine Ausrichteinheit 40 zum Ermitteln eines mit dem Laser zu bearbeitenden Bereichs des Wafers 11 ist über dem Bewegungsweg des Spanntischs 38 in der X-Richtung vorgesehen.

[0038] Die Ausrichteinheit 40 weist eine Bilderfassungseinheit 42 zum Abbilden des Wafers 11 auf. Gemäß einem Bild, das von der Bilderfassungseinheit 42 erfasst wird, kann die Ausrichteinheit 40 den Gegenstandsbereich des Wafers 11 durch Ausführen einer Bildbearbeitung, wie beispielsweise eines Musterabgleichs, erkennen. Das Bild, das von der Bilderfassungseinheit 42 erfasst wurde, wird durch die Display-Einheit 26 angezeigt. Eine Laserstrahleinheit 44 zum Anwenden eines Laserstrahls auf den Wafer 11, der auf dem Spanntisch 38 gehalten wird, ist auf der linken Seite der Ausrichteinheit 40 vorgesehen, wie in FIG. 6 gezeigt. Die Laserstrahleinheit 44 ist in Y-Richtung, gemäß FIG. 6 beweglich.

[0039] Die Laserstrahleinheit 44 weist ein Gehäuse 46 und eine Laserstrahlerzeugungseinheit (nicht gezeigt) auf, die im Gehäuse 46 zum Erzeugen eines Laserstrahls vorgesehen ist. Die Laserstrahlerzeugungseinheit weist einen Laseroszillator wie beispielsweise einen YAG-Laseroszillator auf. Die Laserstrahleinheit 44 enthält ferner Fokussiermittel 48, die auf dem vorderen Ende des Gehäuses 46 befestigt sind, um den Laserstrahl, der von der Laserstrahlerzeugungseinheit erzeugt wird, zu fokussieren. Der durch die Fokussiermittel 48 fokussierte Laserstrahl wird, auf den Wafer 11, der auf dem Spanntisch 38 gehalten wird, angewendet, wodurch eine Laserbearbeitung des Wafers 11 durchgeführt wird. Nach dem Durchführen der Laserbearbeitung wird der Wafer 11 durch zweite Transfermittel 52 vom Spanntisch 38 zur Schutzfilmbildungseinheit 50 transferiert. In der Schutzfilmbildungseinheit 50, die außerdem als Reinigungseinheit dient, wird der Wafer 11 gereinigt.

[0040] Nachfolgend wird das Bilden eines Schutzfilms auf der Rückseite 11b des Wafers 11 mit Hilfe der Schutzfilmbildungseinheit 50 unter Bezugnahme auf FIG. 7 beschrieben. Dieser Schutzfilmbildungsschritt ist ein optionaler Schritt, und er ist normalerweise unnötig. Jedoch wird er dann durchgeführt, wenn ein Metallfilm auf der Rückseite 11b des Wafers 11, also auf der Bodenfläche der kreisförmigen Aussparung 18, gebildet ist. Wie in FIG. 7 gezeigt, enthält die Schutzfilmbildungseinheit 50 einen Schleudertisch 54 und einen Reinigungswasserbehälter 56, der so angeordnet ist, dass er den Schleudertisch 54 umgibt. Der Schleudertisch 54 besteht aus einem Saughaaltelement, das aus einem porösen Material wie beispielsweise poröser Keramik gebildet ist, und einem Befestigungselement, das um das Saughaaltelement herum vorgesehen ist, um dieses zu befestigen. Der Schleudertisch 54 ist mit mehreren pendelartigen Klemmen 58 zum Befestigen des ersten ringförmigen Rahmens F1, der den Wafer 11 durch das erste Dicing-Band T1 hält, ausgestattet. Der Schleudertisch 54 ist mit einer Abtriebswelle 60 eines Elektromotors 59

verbunden.

[0041] Die Schutzfilmbildungseinheit 50 enthält ferner eine Düse 62, um wasserlösliches Harz vor der Laserbearbeitung dem Halbleiterwafer 11, der auf dem Schleudertisch 54 gehalten wird, zuzuführen, und eine Reinigungswasserdüse 66, um dem Wafer 11 nach der Laserbearbeitung Reinigungswasser zuzuführen. Die Düse 62 für das wasserlösliche Harz ist eingerichtet, zwischen einer Standby-Position und einer Zufuhrposition durch Betätigen eines Motors 64 gedreht (horizontal geschwenkt) zu werden. In entsprechender Weise ist die Reinigungswasser-Düse 66 eingerichtet, zwischen einer Standby-Position und einer Zufuhrposition durch Betätigen eines Motors 68 gedreht (horizontal geschwenkt) zu werden.

[0042] Beim Durchführen des Schutzfilmbildungsschritts wird der Wafer 11, der im ersten Bandbefestigungsschritt, gezeigt in FIG. 5, hergerichtet wurde, durch Bedienen der ersten Transfermittel 36 zunächst von dem temporären Platzierungsbereich 32 auf die Schutzfilmbildungseinheit 50 transferiert. Dann wird der Wafer 11 auf dem Schleudertisch 54 der Schutzfilmbildungseinheit 50 platziert. Danach wird der Motor 64 betätigt, um die Harz-Düse 62 von der Standby-Position in die Zufuhrposition, gezeigt in FIG. 7, zu bringen. In dieser Zufuhrposition wird das wasserlösliche Harz von der Düse 62 dem Wafer 11 in seinem zentralen Bereich zugeführt. Danach wird der Elektromotor 59 betrieben, um den Schleudertisch 54 mit etwa 2000 U/min in der Richtung zu rotieren, die durch einen Pfeil R1 in FIG. 7 gezeigt ist. Dementsprechend erfolgt eine Schleuderbeschichtung der gesamten unteren Fläche der kreisförmigen Aussparung 18, die auf der Rückseite 11b des Wafers 11 gebildet ist, mit dem wasserlöslichen Harz, das dem Wafer 11 zugeführt wird.

[0043] Der Schleudertisch 54 wird mit etwa 2000 U/min rotiert, d.h. mit einer relativ hohen Drehzahl, sodass die pendelartigen Klemmen 58 aufgrund der Rotation des Schleudertischs 54 durch die Zentrifugalkraft vertikal geschwungen werden, um somit den ersten ringförmigen Rahmen F1, der den Wafer 11, der auf dem Schleudertisch 54 gehalten wird, stützt, festzuklemmen. Dementsprechend wird das wasserlösliche Harz, das der kreisförmigen Aussparung 18 des Wafers 11 zugeführt wurde, über der gesamten Bodenfläche der kreisförmigen Aussparung 18 durch Schleuderbeschichten, aufgebracht, wodurch ein wasserlöslicher Schutzfilm auf der unteren Seite der kreisförmigen Aussparung 18 gebildet wird. Beispiele für das wasserlösliche Harz, das den wasserlöslichen Schutzfilm bildet, sind PVAL (Polyvinylalkohol), PEG (Polyethylenglycol) und PEO (Polyethylenoxid).

[0044] Nach dem Durchführen des ersten Bandbefestigungsschritts, oder nach dem Durchführen des ersten Bandbefestigungsschritts und des nachfolgenden Schutzfilmbildungsschritts wird ein Trennschritt derart durchgeführt, dass der Bauelementbereich 17 und der ringförmige Vorsprung 20 des Wafers 11 durch Verwendung der Laserbearbeitungsvorrichtung 22, gezeigt in FIG. 6, voneinander getrennt werden. Dieser Trennschritt wird nachstehend unter Bezugnahme auf FIG. 8 beschrieben.

[0045] Wie in FIG. 8 gezeigt, wird der Wafer 11, der durch das erste Dicing-Band T1 an dem ersten ringförmigen Rahmen F1 befestigt ist, unter Saugwirkung auf dem Spanntisch 38 der Laserbearbeitungsvorrichtung 22 in dem Zustand, in dem das erste Dicing-Band T1, das an der Vorderseite 11a des Wafers 11 befestigt ist, in Berührung mit der oberen Fläche des Spanntischs 38 ist, gehalten, d.h. die Rückseite 11b des Wafers 11 ist freigelegt. Danach wird eine Ausrichtung in einer Art und Weise vorgenommen, dass der Wafer 11 durch die Bilderfassungseinheit 42 bildlich erfasst wird, um die Grenze zwischen dem ringförmigen Vorsprung 20 und dem Bauelementbereich 17 (der kreisförmigen Aussparung 18) zu erfassen, und so, dass die Koordinatenwerte für die Grenze, die wie vorstehend angeführt erfasst wurde, anschließend in einem Speicher, der in der Ausrichtungseinheit 40 enthalten ist, gespeichert werden.

[0046] Nach dem Durchführen der Ausrichtung, wie vorstehend erwähnt, wird ein Laserstrahl, der eine Absorptionswellenlänge (z.B. 355 nm) zu dem Wafer 11 aufweist, von den Fokussiermitteln 48 der Laserstrahlanwendungseinheit 44 auf die Grenze zwischen dem ringförmigen Vorsprung 20 und der kreisförmigen Aussparung 18 angewendet. Zur gleichen Zeit wird der Spanntisch 38 gedreht, um dadurch die Grenze zwischen dem ringförmigen Vorsprung 20 und der kreis-

förmigen Aussparung 18 durch Ablation mithilfe des Laserstrahls, der von den Fokussiermitteln 48 angewendet wird, kreisförmig zu entfernen. Vorzugsweise setzt sich, wie in FIG. 9 gezeigt, der Spanntisch 38 zusammen aus einem Saughalteelement 38a und einem Befestigungselement 38b, das eine ringförmige Kerbe 27 aufweist, die derart gebildet ist, dass sie der Grenze zwischen dem ringförmigen Vorsprung 20 und der kreisförmigen Aussparung 18 entspricht, wobei ein Laserstrahlabsorptionselement 29 in der ringförmigen Kerbe 27 vorgesehen ist. Dementsprechend ist es möglich, den Laserstrahl, der von den Fokussiermitteln 48 kommt, davon abzuhalten, das Befestigungselement 38b des Spanntischs 38 zu bearbeiten bzw. zu beschädigen. Demnach wird der Laserstrahl auf die Gesamtheit der kreisförmigen Grenze zwischen dem ringförmigen Vorsprung 20 und der kreisförmigen Aussparung 18 angewendet, wodurch eine Vollschnidrille (Kerbe) 25 gebildet wird, die den Bauelementbereich 17 vom ringförmigen Vorsprung 20 des Wafers 11 trennt und ebenfalls das erste Dicing-Band T1 in einen zentralen Abschnitt, der an dem Bauelementbereich 17 befestigt ist, und einen peripheren Abschnitt, der an dem ringförmigen Vorsprung 20 befestigt ist, trennt (Trennschritt).

[0047] Nach dem Durchführen des Trennschritts wird ein Entfernungsschritt derart durchgeführt, dass der ringförmige Vorsprung 20, der durch den peripheren Teil des ersten Dicing-Bands T1 an dem ersten ringförmigen Rahmen F1 befestigt ist, von dem Bauelementbereich 17 des Wafers 11, wie in FIG. 10 gezeigt, entfernt wird. In dem Fall, dass der vorstehend erwähnte Schutzfilmbildungsschritt durchgeführt wird, wird ein Schutzfilmentfernungsschritt bestehend aus dem Entfernen des Schutzfilms durch Zuführen von Reinigungswasser an die Rückseite 11b des Wafers 11 nach dem Durchführen des Trennschritts durchgeführt. Dieser Schutzfilmentfernungsschritt wird nachstehend unter Bezugnahme auf FIG. 11 beschrieben.

[0048] Wie in FIG. 11 gezeigt, wird der Wafer 11, der durch das erste Dicing-Band T1 an dem ersten ringförmigen Rahmen F1 befestigt ist, unter Saugwirkung auf dem Schleudertisch 54 der Schutzfilmbildungseinheit 50 in dem Zustand, in dem das erste Dicing-Band T1, das an der Vorderseite 11a des Wafers 11 befestigt ist, in Berührung mit der oberen Fläche des Spanntischs 54 ist, gehalten, d.h. die Rückseite 11b des Wafers 11 ist exponiert, wobei der Schutzfilm auf der unteren Fläche oder Bodenfläche der kreisförmigen Aussparung 18 auf der Rückseite 11b des Wafers 11 gebildet wird, d.h. der Schutzfilm wird auf der Rückseite 11b des Wafers in dem Bereich, der dem Bauelementbereich 17 entspricht, gebildet. In diesem Zustand wird der Motor 68 betrieben, um die Reinigungswasserdüse 66 von der Standby-Position in die Zufuhrposition, gezeigt in FIG. 11, zu verdrehen. Danach wird Reinigungswasser von der Reinigungswasserdüse 66 dem Wafer 11 in seinem zentralen Bereich zugeführt. Zur gleichen Zeit wird der Elektromotor 59 betrieben, um den Schleudertisch 54 mit etwa 1000 U/min in der Richtung zu rotieren, die durch einen Pfeil R1 in FIG. 11 gezeigt ist. Da der Schutzfilm ein wasserlöslicher Schutzfilm ist, kann der Schutzfilm von der Rückseite 11b des Wafers 11 durch diesen Reinigungsschritt (Schutzfilmentfernungsschritt) entfernt werden.

[0049] Nach dem Durchführen des Trennschritts und des anschließenden Schutzfilmentfernungsschritts wie vorstehend erwähnt wird der Entfernungsschritt durchgeführt, um den ringförmigen Vorsprung 20, der durch den peripheren Teil des ersten Dicing-Bands T1 an dem ersten ringförmigen Rahmen F1 befestigt ist, von dem Bauelementbereich 17 des Wafers 11 zu entfernen, wie in FIG. 10 gezeigt. Dementsprechend bleibt der Bauelementbereich 17, der an dem zentralen Abschnitt des ersten Bands T1 befestigt ist, auf dem Spanntisch 38 zurück.

[0050] Nach dem Durchführen des Entfernungsschritts wird ein zweiter Bandbefestigungsschritt auf folgende Weise durchgeführt, wie in FIG. 12 gezeigt. Ein zweites Dicing-Band T2 wird an der Rückseite 11b des Wafers 11, der zu diesem Zeitpunkt nur aus dem Bauelementbereich 17 gebildet ist, befestigt und der Wafer 11 wird anschließend durch das zweite Dicing-Band T2 an einem zweiten ringförmigen Rahmen F2 befestigt, wie in FIG. 12 gezeigt. Mit Durchführen des zweiten Bandbefestigungsschritts wird der Wafer 11, der sich nur aus dem Bauelementbereich 17 zusammensetzt, in dem Zustand, in dem das erste Dicing-Band T1 an der Vorderseite 11a des Wafers 11 befestigt bleibt, durch das zweite Dicing-Band T2 an dem zweiten ringförmigen Rahmen F2 befestigt.

[0051] Nach dem Durchführen dieses zweiten Bandbefestigungsschritts wird ein erster Bandentfernungsschritt derart durchgeführt, dass das erste Dicing-Band T1 von der Vorderseite 11a des Wafers 11, wie in FIG. 13 gezeigt, entfernt wird. Alternativ kann der erste Bandentfernungsschritt vor dem Durchführen des zweiten Bandbefestigungsschritts durchgeführt werden. Nach dem Durchführen des zweiten Bandbefestigungsschritts und des ersten Bandentfernungsschritts wird ein Teilungsschritt bestehend aus dem Teilen des Wafers 11 in individuelle Bauelemente 15 durchgeführt.

[0052] Beispielsweise wird der Teilungsschritt mithilfe einer Schneidevorrichtung 70 gemäß FIG. 14 durchgeführt. In FIG. 14 ist ein wesentlicher Teil der Schneidevorrichtung 70 gezeigt. Die Schneidevorrichtung 70 enthält eine Schneideinheit 74, die ein Spindelgehäuse 76, eine Spindel (nicht gezeigt), die in dem Spindelgehäuse 76 derart vorgesehen ist, dass sie durch einen Motor (nicht gezeigt) drehbar angetrieben werden kann, und eine Schneidklinge 78 aufweist, die abnehmbar an dem vorderen Ende der Spindel befestigt ist.

[0053] Die Schneidklinge 78 ist mit einer Scheibenabdeckung 80 umfasst. Die Scheibenabdeckung 80 ist mit einem Paar Röhren 82 versehen, die mit einer Schneidwasserquelle (nicht gezeigt) verbunden sind. Die Scheibenabdeckung 80 ist ferner mit einem Paar Schneidwasserdüsen 84 (von denen eine gezeigt ist) versehen, die mit dem Paar Röhren 82 verbunden sind. Das Paar Schneidwasserdüsen 84 ist so angeordnet, dass die Schneidklinge 78 zwischen ihnen liegt. Dementsprechend wird beim Schneiden des Wafers 11 (des Bauelementbereichs 17) Schneidwasser, das den Röhren 82 von der Schneidwasserquelle zugeführt wird, von den Schneidwasserdüsen 84 auf die Schneidklinge 78 abgegeben. Mit anderen Worten der Bauelementbereich 17 wird von der Schneidklinge 78 geschnitten, während das Schneidwasser von den Schneidwasserdüsen 84 auf die Schneidklinge 78 abgegeben wird. Zur gleichen Zeit wird die Schneidklinge 78 mit einer hohen Geschwindigkeit (z.B. 30000 U/min) in der durch einen Pfeil A in FIG. 14 gezeigten Richtung gedreht und ein Spanntisch 72, der in der Schneidevorrichtung 70 enthalten ist, wird in X-Richtung, wie in FIG. 14 gezeigt, vorgeschoben, wobei der Bauelementbereich 17, der durch das zweite Dicing-Band T2 an dem zweiten ringförmigen Rahmen F2 befestigt ist, in dem Zustand, in dem die Vorderseite des Bauelementbereichs 17 (die Vorderseite 11a des Wafers 11) nach oben zeigt, auf dem Spanntisch 72 gehalten wird. Dementsprechend wird der Bauelementbereich 17 entlang jeder Straße 13 geschnitten, um somit eine Schneidrinne (Kerbe) 31 entlang jeder Straße 13, wie in FIG. 14 gezeigt, zu bilden.

[0054] Insbesondere wird der Bauelementbereich 17 zuerst entlang aller Straßen 13, die sich in einer ersten Richtung erstrecken, unter sequenzielles Vorschieben der Schneideinheit 74 in der Y-Richtung gemäß FIG. 14 um den Abstand der Straßen 13 geschnitten. Danach wird der Spanntisch 72 um 90° gedreht, um in ähnlicher Weise einen derartigen Schneidvorgang entlang aller verbleibenden Straßen 13, die sich in einer zweiten Richtung senkrecht zu der ersten Richtung erstrecken, durchzuführen. Auf diese Weise wird der Bauelementbereich 17 des Wafers 11 in die individuellen Bauelemente 15 aufgeteilt.

[0055] Dieser Teilungsschritt ist nicht auf einen derartigen Schneidschritt (Dicing-Schritt) mithilfe einer Schneidevorrichtung 70 beschränkt, sondern kann ein Laserbearbeitungsschritt sein. Zum Beispiel kann Ablation mithilfe eines Laserstrahls angewendet werden, um eine laserbearbeitete Rinne (Kerbe) auf dem Wafer 11 entlang jeder Straße 13 zu bilden. Als Modifikation hiervon kann der Laserstrahl auf den Wafer 11 angewendet werden, um eine modifizierte Schicht innerhalb des Wafers 11 entlang jeder Straße 13 zu bilden. Danach kann eine externe Kraft auf den Wafer 11 angewendet werden, um den Wafer 11 somit entlang jeder Straße 13, wo die modifizierte Schicht gebildet ist, zu brechen. Auf diese Weise kann der Bauelementbereich 17 des Wafers 11 in einzelne Bauelemente 15 mithilfe eines Laserstrahls geteilt werden. In diesem Fall kann der Laserstrahl von der Vorderseite des Wafers 11 oder von der Rückseite des Wafers 11 aus angewendet werden.

[0056] Ferner kann, obwohl das Schutzband 23 an der Vorderseite 11a des Wafers 11 vor dem Schleifen der Rückseite 11b des Wafers 11 befestigt wird, um die kreisförmige Aussparung 18 und den ringförmigen Vorsprung 20 in der vorstehenden bevorzugten Ausführungsform zu bilden,

das Schutzband 23 auch weggelassen werden. Das heißt, der erste Bandbefestigungsschritt kann vor dem Schleifen der Rückseite 11b des Wafers 11 durchgeführt werden, wobei das erste Dicing-Band T1 als Haftband an der Vorderseite 11a des Wafers 11 befestigt und der Wafer 11 durch das erste Dicing-Band T1 an dem ersten ringförmigen Rahmen F1 befestigt wird.

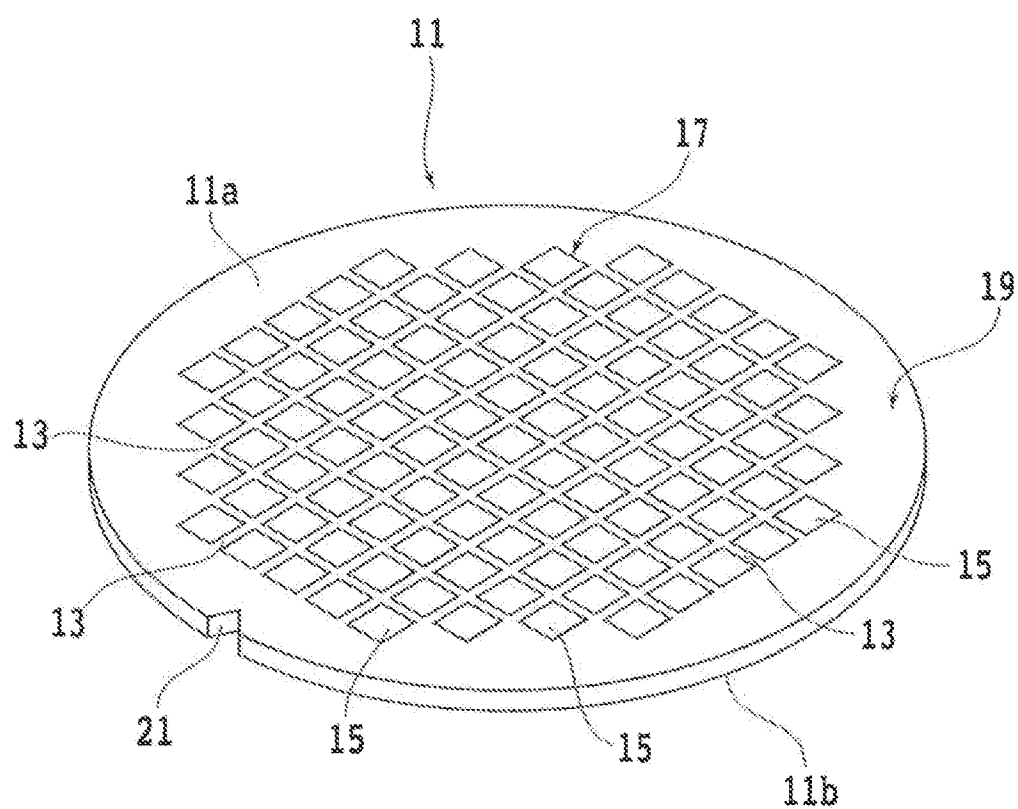
Patentansprüche

1. Verfahren zum Bearbeiten eines Wafers (11), der einen Bauelementbereich (17), wo mehrere Bauelemente (15) gebildet sind, und einen peripheren Randbereich (19), der den Bauelementbereich (17) auf einer Vorderseite (11a) des Wafers (11) umgibt, aufweist, wobei eine kreisförmige Aussparung (18), die dem Bauelementbereich (17) entspricht, auf einer Rückseite (11b) des Wafers (11) durch Schleifen des Wafers (11) auf eine vorbestimmte Dicke gebildet wird und ein ringförmiger Vorsprung (20), der dem peripheren Randbereich (19) entspricht, resultierend um die kreisförmige Aussparung (18) herum gebildet wird, **gekennzeichnet durch**
 - das Befestigen eines ersten Bands (T1) an der Vorderseite (11a) des Wafers (11) und das Befestigen des Wafers (11) mit Hilfe des ersten Bandes (T1) an einem ersten ringförmigen Rahmen (F1);
 - das Halten des Wafers (11) durch das erste Band (T1) auf einem Spanntisch (38), in einem Zustand in welchem das erste Band (T1) eine obere Fläche des Spanntisches (38) berührt, und ein anschließendes Anwenden eines Laserstrahls auf die Grenze zwischen dem ringförmigen Vorsprung (20) und dem Bauelementbereich (17) an der Rückseite (11b) des Wafers (11), um den Wafer (11) und das erste Band (T1) entlang der Grenze zu schneiden, wodurch der Bauelementbereich (17) von dem ringförmigen Vorsprung (20) getrennt wird, wobei eine Laserstrahl-Absorptionseinheit (29) in einer ringförmigen Kerbe (27) des Spanntisches (38), welche der Grenze zwischen dem ringförmigen Vorsprung (20) und der kreisförmigen Aussparung (18) entspricht, den Laserstrahl davon abhält, ein Befestigungselement (38b) des Spanntisches (38) zu bearbeiten bzw. zu beschädigen; und
 - das nachfolgende Entfernen des ringförmigen Vorsprungs (20) zusammen mit dem ersten ringförmigen Rahmen (F1) von dem Bauelementbereich (17) des Wafers (11) in dem Zustand, in dem der ringförmige Vorsprung (20) durch das erste Band (T1) an dem ersten ringförmigen Rahmen (F1) befestigt ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch**
 - das Befestigen eines zweiten Bands (T2) an der Rückseite (11b) des Wafers (11), der sich nach dem Entfernen des ringförmigen Vorsprungs (20) nur aus dem Bauelementbereich (17) zusammensetzt, und das Befestigen des Wafers (11) durch das zweite Band (T2) an einem zweiten ringförmigen Rahmen (F2);
 - das Entfernen des ersten Bands (T1) von der Vorderseite (11a) des Wafers (11) vor oder nach dem Befestigen des zweiten Bands (T2) an der Rückseite (11b) des Wafers (11); und
 - das Teilen des Wafers (11) in mehrere Chips, die den mehreren Bauelementen (15) entsprechen, nach dem Befestigen des zweiten Bands (T2) und dem Entfernen des ersten Bands (T1).
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **gekennzeichnet durch**
 - das Bilden eines wasserlöslichen Schutzfilms auf der Rückseite (11b) des Wafers (11) vor dem Trennen des Bauelementbereichs (17) vom ringförmigen Vorsprung (20); und
 - das Zuführen von Wasser an die Rückseite (11b) des Wafers (11) nach dem Bilden des Schutzfilms und dem Trennschritt des Bauelementbereichs (17) vom ringförmigen Vorsprung (20), um den Schutzfilm zu entfernen.

Hierzu 14 Blatt Zeichnungen

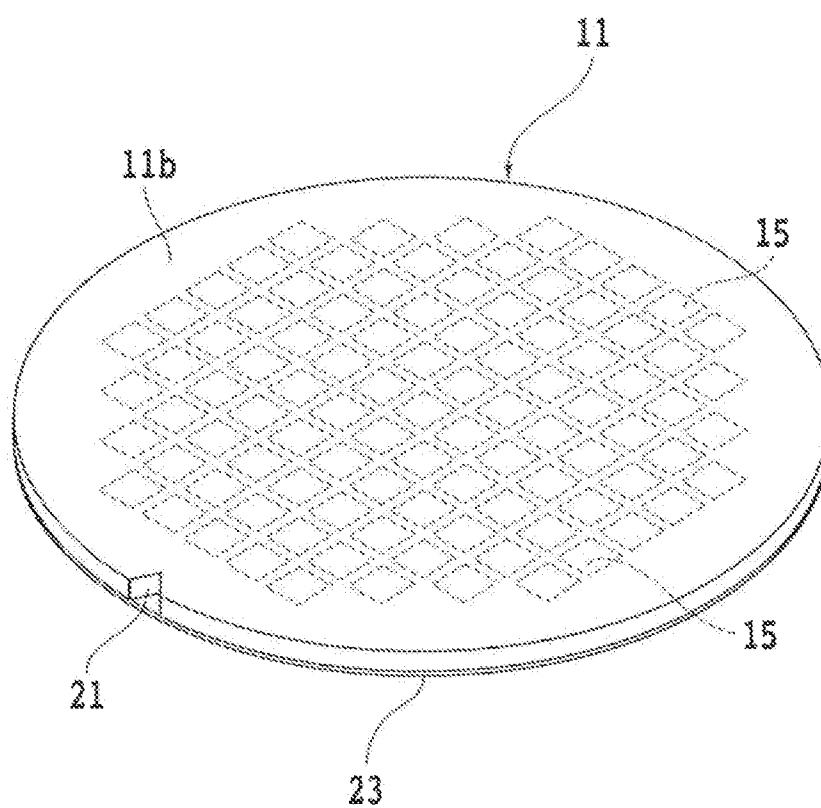
1/14

FIG. 1



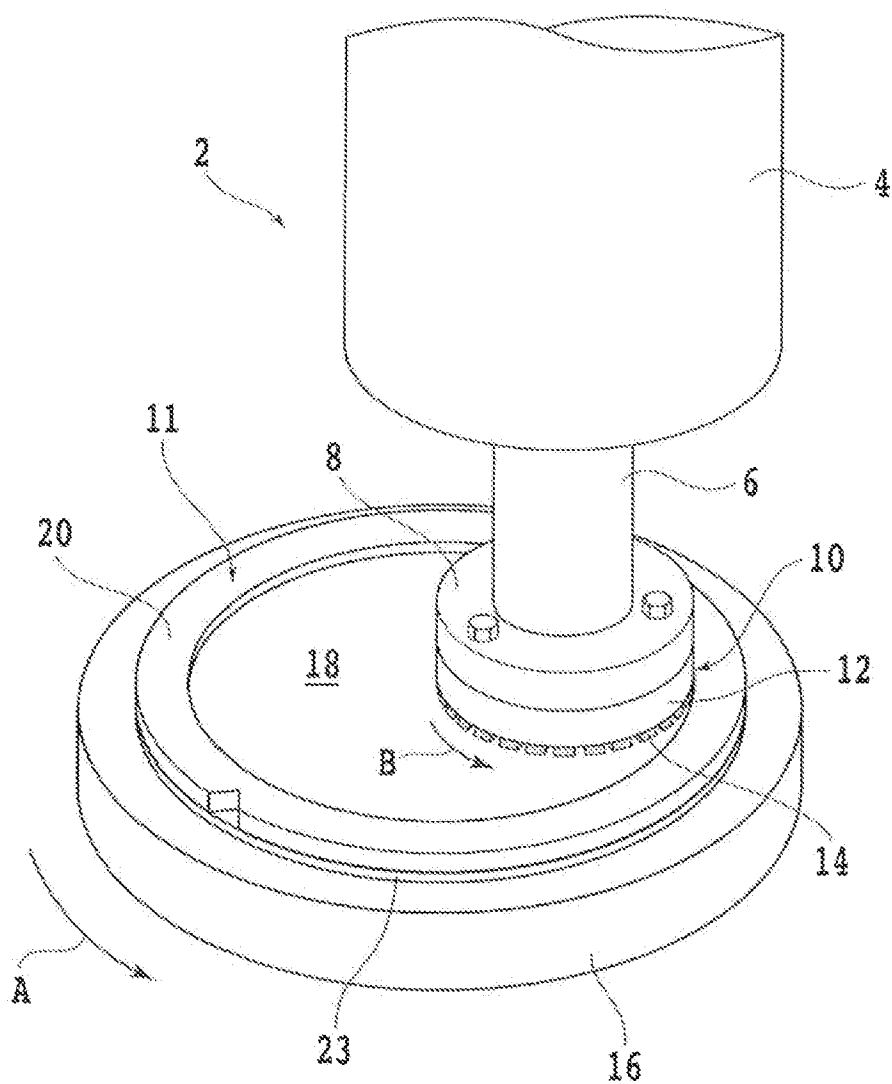
2/14

FIG. 2



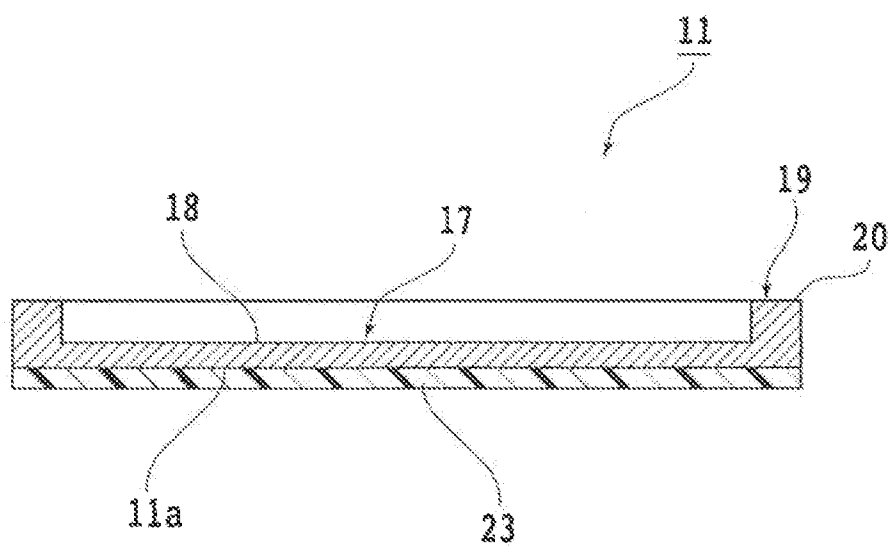
3/14

FIG. 3



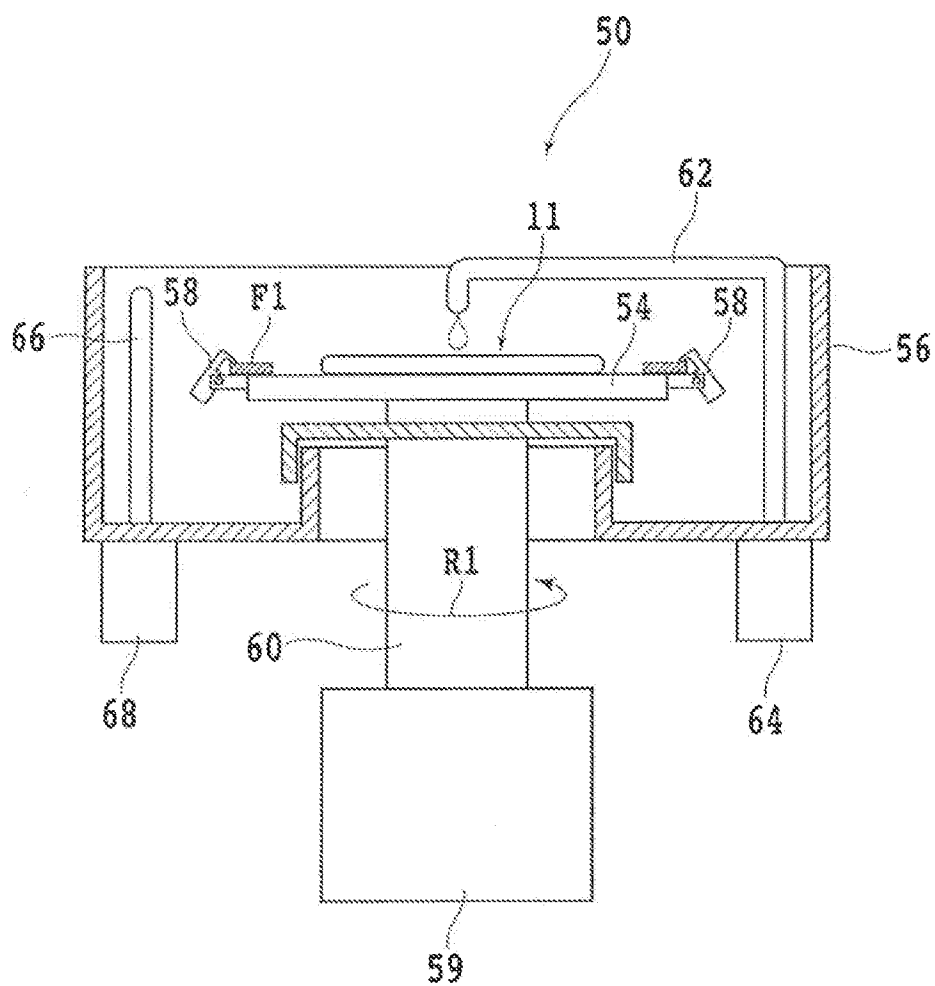
4/14

FIG. 4



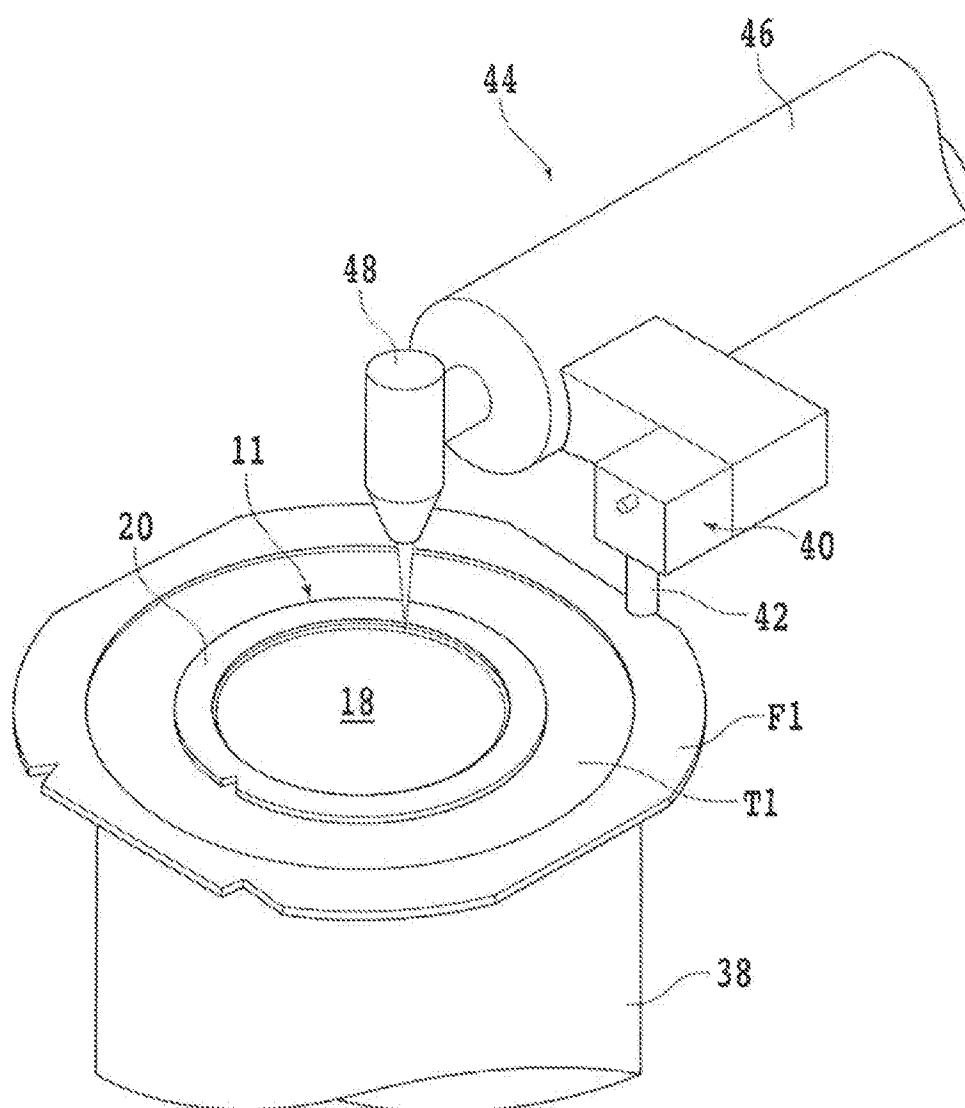
7/14

FIG. 7



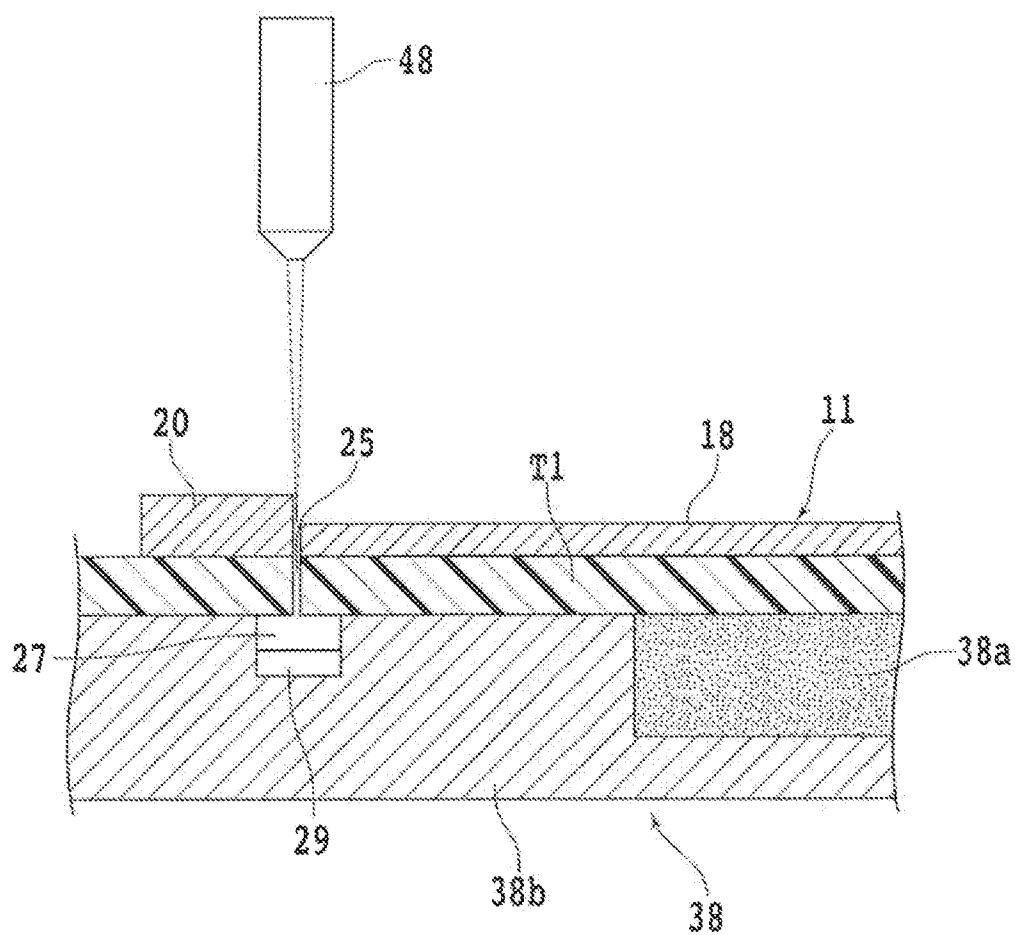
8/14

FIG. 8



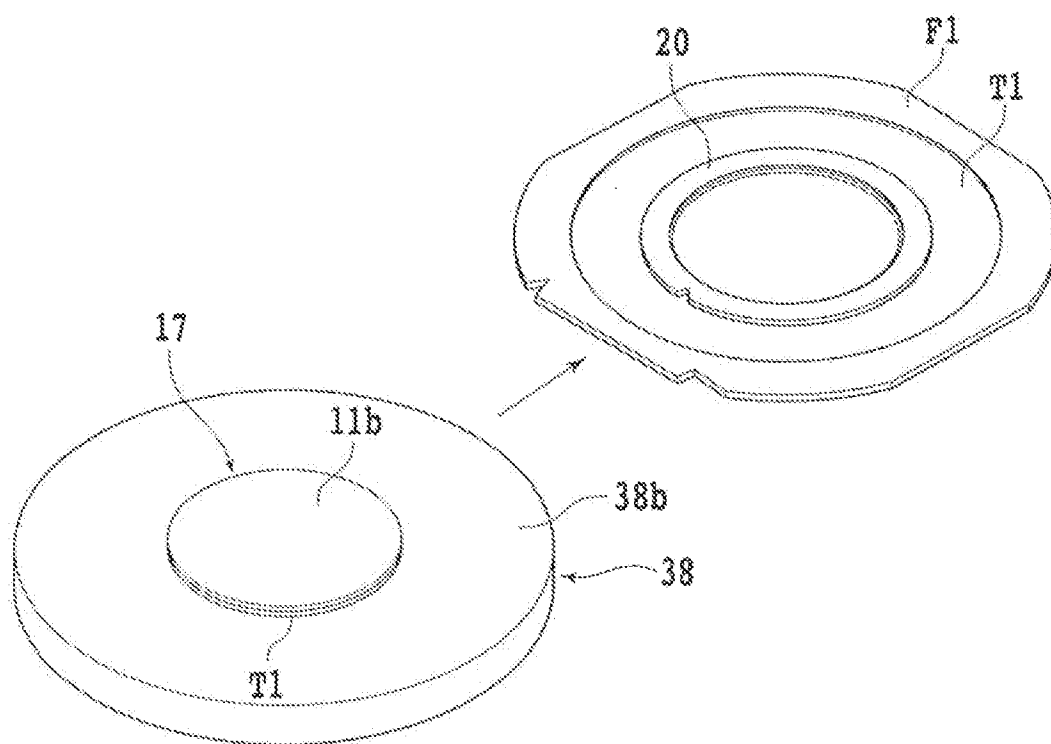
9/14

FIG. 9



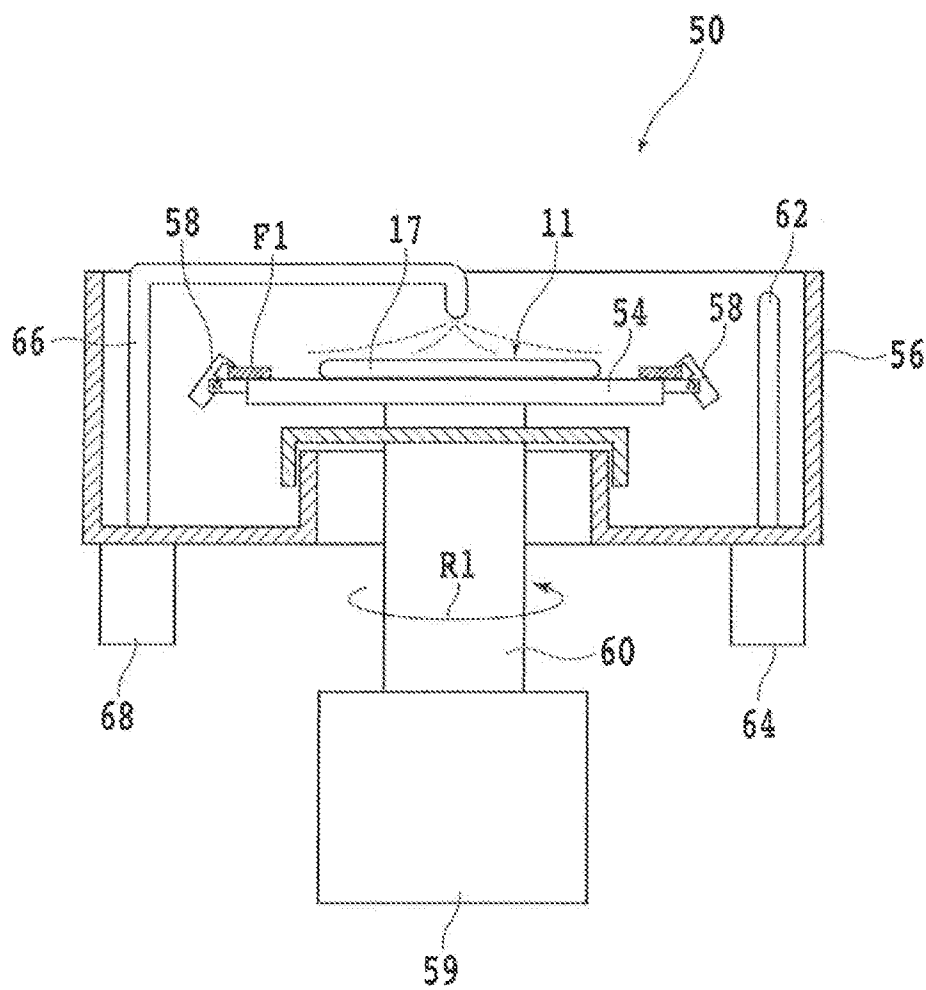
10/14

FIG. 10



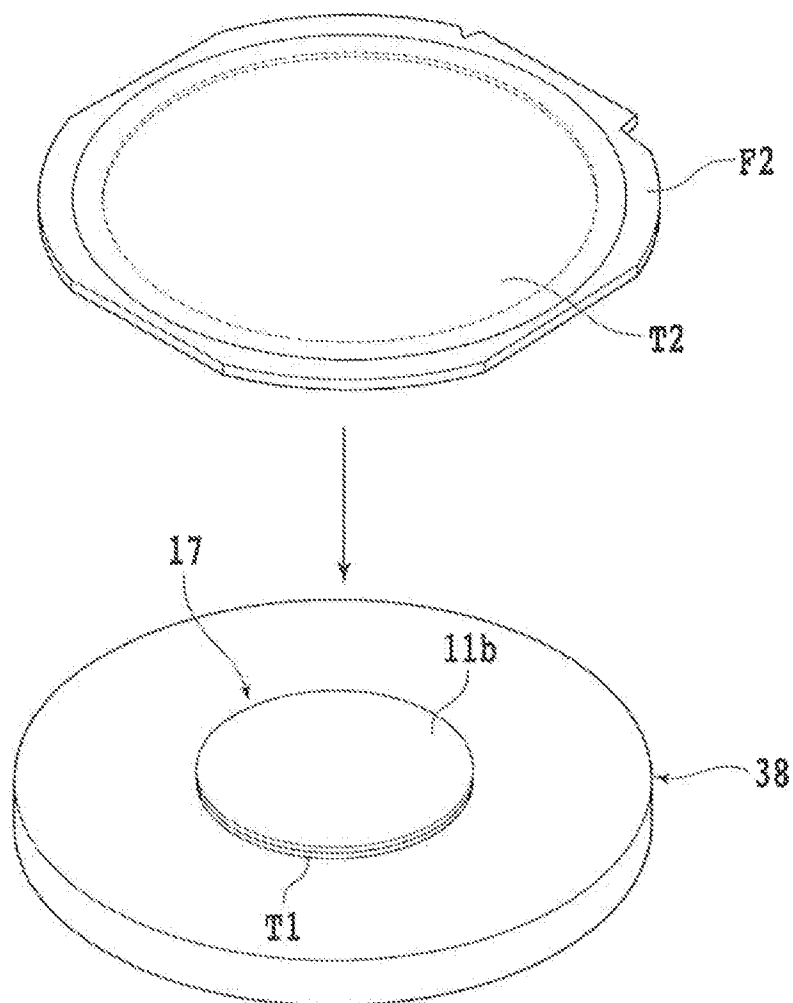
11/14

FIG. 11



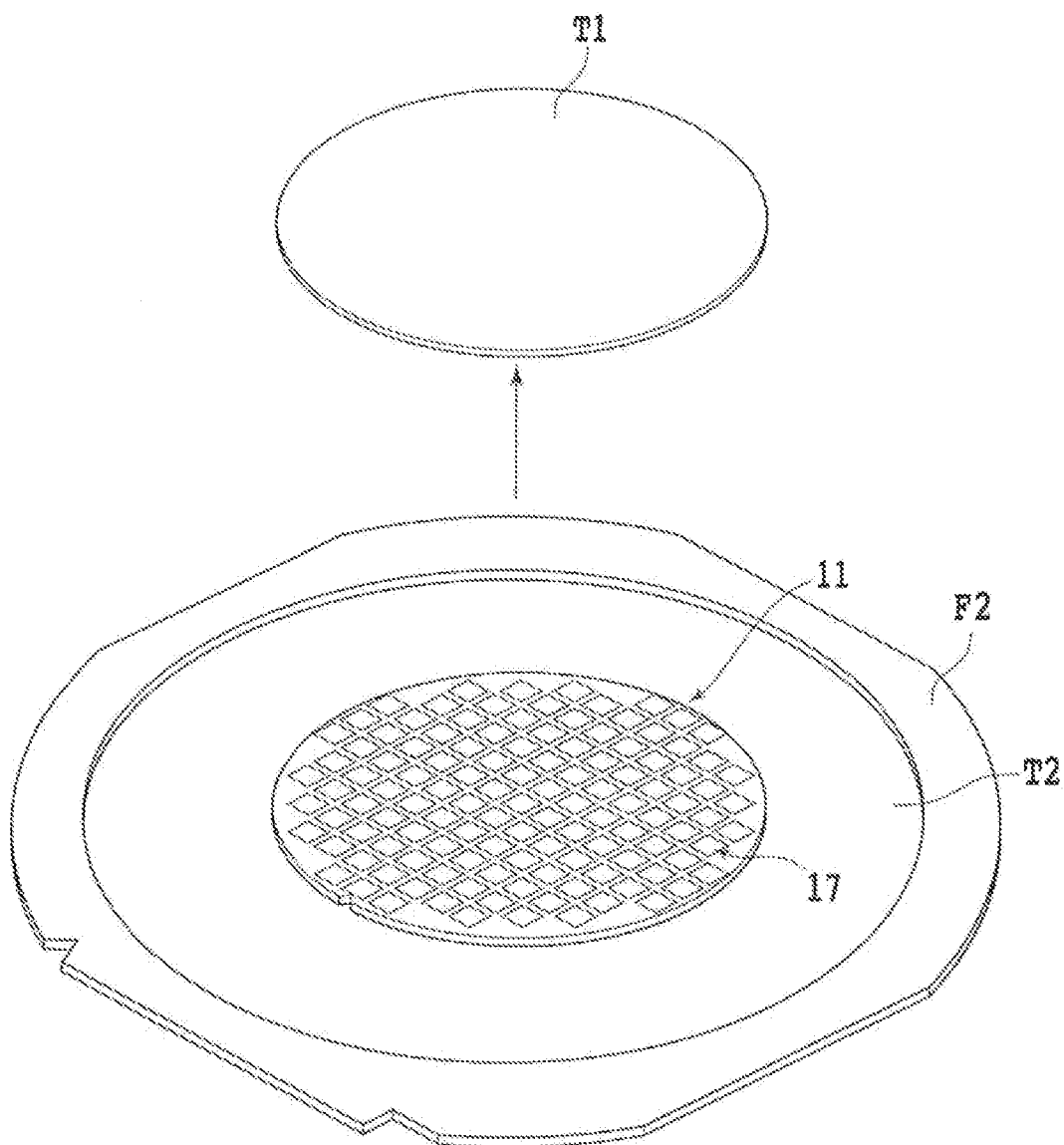
12/14

FIG. 12



13/14

FIG. 13



14/14

FIG. 14

