



(10) **AT 515435 A2 2015-09-15**

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50033/2015
(22) Anmeldetag: 20.01.2015
(43) Veröffentlicht am: 15.09.2015

(51) Int. Cl.: **H01L 21/687** (2006.01)

(30) **Priorität:**
15.01.2015 US 14597298 beansprucht.
20.01.2014 US 61/929,192 beansprucht.

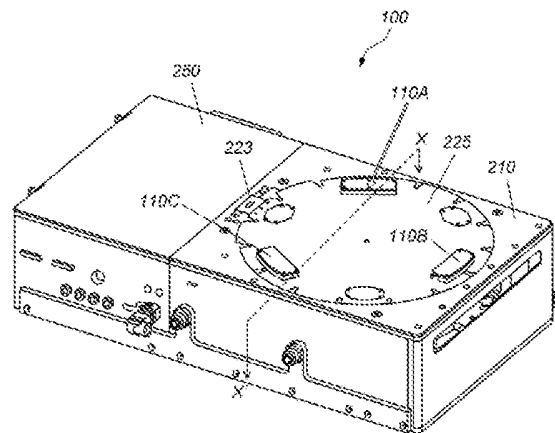
(71) **Patentanmelder:**
SUSS MICROTEC LITHOGRAPHY GMBH
85748 Garching (DE)

(72) **Erfinder:**
Johnson Hale
05465 Jericho (US)
Greg George
05446 Colchester (US)

(74) **Vertreter:**
SONN & PARTNER Patentanwälte
1010 Wien (AT)

(54) **Wafer-Haltesystem**

(57) Ein System zum mechanischen Halten eines Substrats während einer Verarbeitung enthält eine verschließbare Verarbeitungskammer und eine in der Verarbeitungskammer angeordnete obere Blockanordnung, die dafür konfiguriert ist, einen Wafer durch drei mechanische Halteanordnungen zu halten. Die drei mechanischen Halteanordnungen stehen über einer Abdeckung der Waferverarbeitungskammer hervor und sind dafür konfiguriert, den Wafer an einem Rand des Wafers zu halten und von außerhalb der Verarbeitungskammer eingestellt zu werden. Zwei der mechanischen Halteanordnungen sind bezüglich des Waferrandes in der Position verriegelbar, und eine der mechanischen Halteanordnungen ist dafür konfiguriert, über einen Vorspannmechanismus eine Haltevorspannung auf den Waferrand aufrechtzuerhalten.



Zusammenfassung

Ein System zum mechanischen Halten eines Substrats während einer Verarbeitung enthält eine verschließbare Verarbeitungskammer und eine in der Verarbeitungskammer angeordnete obere Blockanordnung, die dafür konfiguriert ist, einen Wafer durch drei mechanische Halteanordnungen zu halten. Die drei mechanischen Halteanordnungen stehen über einer Abdeckung der Waferverarbeitungskammer hervor und sind dafür konfiguriert, den Wafer an einem Rand des Wafers zu halten und von außerhalb der Verarbeitungskammer eingestellt zu werden. Zwei der mechanischen Halteanordnungen sind bezüglich des Waferrandes in der Position verriegelbar, und eine der mechanischen Halteanordnungen ist dafür konfiguriert, über einen Vorspannmechanismus eine Haltevorspannung auf den Waferrand aufrechtzuerhalten.

System und Verfahren zum Halten eines Substrats

Querverweis zu verwandten, mitanhängigen Anmeldungen

Die vorliegende Anmeldung beansprucht die Priorität der am 20. Januar 2014 eingereichten vorläufigen US-Patentanmeldung mit der Seriennummer 61/929192 mit dem Titel "SYSTEM AND METHOD FOR SUBSTRATE HOLDING", deren Inhalt hierin durch Bezugnahme ausdrücklich aufgenommen ist.

Die vorliegende Anmeldung ist eine Teilfortsetzung der am 15. April 2010 eingereichten US-Patentanmeldung mit der Seriennummer 12761044 mit dem Titel "DEVICE FOR CENTERING WAFERS", deren Inhalt hierin ausdrücklich durch Bezugnahme aufgenommen ist.

Erfindungsgebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft ein System und ein Verfahren zum Halten eines Substrats, und insbesondere ein System und ein Verfahren zum mechanischen Halten eines Substrats während der Verarbeitung, wobei die konzentrische und die Rotationsausrichtung des Substrats beibehalten werden.

Hintergrund der Erfindung

In einigen Waferbond-Prozessen werden zwei oder mehr ausgerichtete Wafer einander gegenüberliegend gehalten und dann miteinander in Kontakt gebracht. Ähnlich werden in einigen chemischen oder mechanischen Halbleiterprozessen Wafer in Position gehalten, während die Verarbeitung erfolgt. Einige dieser Halbleiterwaferprozesse beinhalten Waferverdünnungsschritte. Insbesondere werden die Wafer in einigen Anwendungen für die Herstellung von IC- (integrierter Schaltkreis) Bauelementen oder zum 3D-Integrations-Bonden und für eine Fertigung über Wafer-Durchkontaktierungen auf eine Dicke von weniger als 100 μm verdünnt.

Für Waferdicken von mehr als 200 μm wird der Wafer normalerweise durch eine Haltevorrichtung in Position gehalten, die eine Vakuum-Spannvorrichtung oder eine andere

mechanische Halteeinrichtung verwendet. Für Waferdicken von weniger als 200 μm und insbesondere für Waferdicken von weniger als 100 μm wird es jedoch zunehmend schwieriger, die Wafer mechanisch zu halten und die Kontrolle über die Ausrichtung, Ebenheit und Unversehrtheit der Wafer während der Verarbeitung aufrechtzuerhalten. In diesen Fällen ist es tatsächlich üblich, dass Wafer während der Verarbeitung Mikrorisse entwickeln und brechen. Eine Alternative zum mechanischen Halten eines Wafers während eines Verdünnungsprozesses, der zu Waferdicken von weniger als 200 μm führt, beinhaltet das Befestigen einer ersten Fläche eines Bauelement-Wafers (d.h. eines Wafers, der zu einem Bauelement verarbeitet wird) auf einem Träger-Wafer, und das anschließende Verdünnen der freiliegenden gegenüberliegenden Oberfläche des Bauelement-Wafers. Die Verbindung zwischen dem Träger-Wafer und dem Bauelement-Wafer ist temporär und wird nach Abschluss des Verdünnungsprozesses und jeglicher weiterer Verarbeitungsschritte freigegeben. Das temporär verbundene Paar aus dem Bauelement-Wafer und dem Träger-Wafer wird während des Verdünnungsprozesses mechanisch gehalten.

Eine Alternative zum mechanischen Halten von Wafern während der Verarbeitung beinhaltet die Verwendung einer elektrostatischen Spannvorrichtung (E-Chuck) zum Halten der Wafer durch elektrostatische Kräfte. Allerdings sind elektrostatische Spannvorrichtungen in der Regel teure und komplizierte Vorrichtungen und erfordern eine Hochspannungsversorgung und -verkabelung. Darüber hinaus sind sie in der Regel zum Halten von Glassubstraten nicht verwendbar.

Ein kritischer Aspekt der vorstehend erwähnten Wafer-Haltemechanismen betrifft die Positionierung und Ausrichtung der gehaltenen Wafer relativ zueinander. Es ist wünschenswert, eine im industriellen Maßstab verwendbare Vorrichtung zum Halten und Stützen von Wafern während der Verarbeitung bereitzustellen, während die konzentrische und die Rotationsausrichtung der Wafer aufrechterhalten und Bruchbildung, eine Beschädigung der Oberfläche oder ein Verziehen der Wafer verhindert werden.

Kurzbeschreibung der Erfindung

Durch die Erfindung werden ein System und ein Verfahren zum mechanischen Halten eines Substrats während einer Verarbeitung bereitgestellt, wobei die konzentrische und die Rotationsausrichtung des Substrats aufrechterhalten werden.

Allgemein wird gemäß einem Aspekt der Erfindung ein Waferverarbeitungssystem mit einer schließbaren Verarbeitungskammer und einer oberen Blockanordnung bereitgestellt, die in der Verarbeitungskammer angeordnet und dafür konfiguriert ist, einen Wafer durch drei mechanische Halteanordnungen zu halten. Die drei mechanischen Halteanordnungen stehen über einer Abdeckung der Waferverarbeitungskammer hervor und sind dafür konfiguriert, den Wafer an einem Rand des Wafers zu halten und von der Außenseite der Verarbeitungskammer eingestellt zu werden. Zwei der mechanischen Halteanordnungen sind relativ zum Waferrand in der Position verriegelbar, und eine der mechanischen Halteanordnungen ist dafür konfiguriert, über einen Vorspannmechanismus eine Haltevorspannung auf den Waferrand aufrechtzuerhalten.

Implementierungen dieses Aspekts der Erfindung beinhalten ein oder mehrere der folgenden Merkmale. Jede mechanische Halteanordnung weist eine Fahne und einen Schwenkantriebsarm auf, wobei die Fahne durch einen Antriebsmechanismus radial angetrieben wird, so dass sie mit dem Waferrand in Kontakt kommt. In jeder der beiden verriegelbaren mechanischen Halteanordnungen ist ein distaler Randabschnitt der Fahne dafür konfiguriert, mit dem Waferrand in Kontakt zu kommen, und der Schwenkantriebsarm ist dafür konfiguriert, sich seitwärts zu bewegen, um einen an einer Seite eines proximalen Endes der Fahne ausgebildeten Schlitz mit einem Stift in Eingriff zu bringen. In der mechanischen Halteanordnung, die eine Haltevorspannung aufrechterhält, weist der Vorspannmechanismus einen hochtemperaturbeständigen lagergeführten Linearschlitten auf. Der Antriebsmechanismus in jeder der mechanischen Halteanordnungen weist einen pneumatisch angetriebenen Kolben und einem Antriebsarm auf, und der pneumatisch angetriebene Kolben ist mit dem Antriebsarm verbunden und dafür konfiguriert, den Antriebsarm anzutreiben, und der Antriebsarm ist über eine Welle und den Schwenkantriebsarm mit der Fahne verbunden. In jeder der beiden verriegelbaren mechanischen Halteanordnungen weist der Antriebsmechanismus ferner einen Bremszylinder auf, der dafür konfiguriert ist, einen flexiblen Bremsarm anzutreiben, wobei der flexible Bremsarm dafür konfiguriert ist, eine Bremsbewegung über die Welle zum Schwenkantriebsarm zu übertragen. Der flexible Bremsarm weist ein biegefähiges Material auf, das in der Ebene starr und außerhalb der Ebene flexibel ist. Die Fahne ist plattenförmig und wird durch eine in der oberen Blockanordnung angeordnete Spannvorrichtung gehalten und hat eine Länge, die derart dimensioniert ist, dass sie eine Strecke von einem Außenrand der Spannvorrichtung zum Waferrand überspannt. Der distale Randabschnitt der Fahne hat

eine Stufe. Der distale Randabschnitt der Fahne ist gekrümmt. Der distale Randabschnitt der Fahne hat eine Krümmung, die der Krümmung des Waferrandes komplementär entspricht. Der distale Randabschnitt der Fahne weist eine Schutzschicht auf, die dafür konfiguriert ist, die Unversehrtheit des Waferrandes zu schützen, eine Dämpfung bereitzustellen, wenn der distale Randabschnitt der Fahne mit dem Waferrand in Kontakt kommt, und eine zwangsweise Haltereibung zwischen dem distalen Randabschnitt der Fahne und dem Waferrand bereitzustellen. Die Schutzschicht besteht aus hochtemperaturbeständigen Polyether-Ether-Keton- (PEEK) Beschichtungen, Polyimidbeschichtungen oder Teflonbeschichtungen. Das Seitenprofil des distalen Randabschnitts der Fahne ist gerade, schräg oder gekrümmt.

Allgemein wird durch die Erfindung gemäß einem weiteren Aspekt ein Waferhaltesystem mit drei mechanischen Halteanordnungen bereitgestellt, die dafür konfiguriert sind, einen Wafer an einem Rand des Wafers zu halten. Zwei der mechanischen Halteanordnungen sind in der Position relativ zum Waferrand verriegelbar, und eine der mechanischen Halteanordnungen ist dafür konfiguriert, über einen Vorspannmechanismus eine Haltevorspannung auf den Waferrand aufrechtzuerhalten.

Das System kann zum Halten von Substraten in Vakuum und zum Halten von Substraten verwendet werden, die Gravitationskräften ausgesetzt sind. Das System ist auch zum Halten eines Paares temporär verbundener Wafer während einer Verarbeitung eines Bauelement-Wafers verwendbar.

Die Details einer oder mehrerer Ausführungsformen der Erfindung sind in den beigefügten Zeichnungen und in der nachstehenden Beschreibung dargestellt. Andere Merkmale, Aufgaben und Vorteile der Erfindung werden anhand der folgenden Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen, der Zeichnungen und der Ansprüche deutlich.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Nachstehend wird auf die Figuren Bezug genommen, in denen ähnliche Bezugszeichen ähnliche Teile zeigen; es zeigen:

Fig. 1A eine perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Wafer-Bonder-Moduls;

Fig. 1B eine Querschnittsansicht des Wafer-Bonder-Moduls von Fig. 1A entlang der X-X'-Ebene;

Fig. 1C eine Querschnittansicht des Wafer-Bonder-Moduls von Fig. 1A entlang der Y-Y'-Ebene;

Fig. 1D eine detaillierte Querschnittansicht der oberen Blockanordnung (oder des Kammerdeckels) im Bereich A des Wafer-Bonder-Moduls von Fig. 1B;

Fig. 1E ein schematisches Diagramm des Wafer-Bonder-Moduls von Fig. 1A;

Fig. 2 eine perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Wafer-Bonder-Systems in der geschlossenen Konfiguration;

Fig. 3 eine perspektivische Ansicht des Wafer-Bonder-Systems von Fig. 2 in der offenen Konfiguration;

Fig. 4A die obere Blockanordnung (oder den Kammerdeckel) des Wafer-Bonder-Moduls von Fig. 2, das einen Wafer mit einem Durchmesser von 200 mm hält;

Fig. 4B die obere Blockanordnung (oder den Kammerdeckel) des Wafer-Bonder-Moduls von Fig. 2, das einen Wafer mit einem Durchmesser von 300 mm hält;

Fig. 5A eine perspektivische Ansicht der oberen Blockanordnung (oder des Kammerdeckels) des Wafer-Bonder-Moduls von Fig. 2, das einen Wafer mit einem Durchmesser von 200 mm hält;

Fig. 5B eine vergrößerte detaillierte Querschnittansicht eines Bereichs B der oberen Blockanordnung (oder des Kammerdeckels) von Fig. 5A;

Fig. 5C eine vergrößerte Querschnittansicht des Wafer-Bonder-Moduls von Fig. 2 entlang der X-X'-Ebene;

Fig. 6A eine vergrößerte Detailansicht eines Bereichs C des Wafer-Bonder-Moduls von Fig. 5C;

Figuren 6B bis 6D alternative Endflächenprofile der Fahne 112 in Fig. 6A;

Fig. 7A eine vergrößerte Unteransicht der Waferhalteanordnung 110A von Fig. 4A;

Fig. 7B eine vergrößerte Unteransicht der Waferhalteanordnung 110A von Fig. 4B;

Fig. 8A eine vergrößerte Draufsicht des Fahnenantriebsmechanismus für die Waferhalteanordnung 110A von Fig. 4A;

Fig. 8B eine Querschnittansicht des Fahnenantriebsmechanismus von Fig. 8A;

Fig. 8C eine Unteransicht des Fahnenantriebsmechanismus von Fig. 8A im Querschnitt; und

Fig. 8D eine vergrößerte Querschnittansicht des Fahnenantriebsmechanismus von Fig. 8B.

Ausführliche Beschreibung der Erfindung

Durch die Erfindung werden ein System und ein Verfahren zum mechanischen Halten eines Substrats während einer Verarbeitung bereitgestellt, wobei die konzentrische und die Rotationsausrichtung des Substrats aufrechterhalten werden.

Gemäß den Figuren 1A - 1E weist ein typisches Wafer-Bonder-Modul 210 ein Gehäuse 212 mit einer Ladetür 211, eine obere Blockanordnung 220 und eine gegenüberliegende untere Blockanordnung 230 auf. Die obere und die untere Blockanordnung 220, 230 sind mit vier Z-Führungsbolzen 242 beweglich verbunden. In anderen Ausführungsformen werden weniger als vier oder mehr als vier Z-Führungsbolzen verwendet. Eine Teleskop-Vorhangdichtung 235 ist zwischen der oberen und der unteren Blockanordnung 220, 230 angeordnet. Eine Bondkammer 202 ist zwischen der oberen und der unteren Blockanordnung 220, 230 und der Teleskop-Vorhangdichtung 235 ausgebildet. Die Vorhangdichtung 235 hält viele der Prozesskomponenten, die sich außerhalb der Bondkammer 202 befinden, isoliert von der Temperatur, dem Druck, dem Vakuum und der Atmosphäre in der Prozesskammer. Prozesskomponenten außerhalb der Kammer 202 sind unter anderem Führungsbolzen 242, ein Z-Achsen-Antrieb 243, Lichtquellen, mechanische Vorausrichtungsarme und Waferzentrierbacken. Die Vorhangdichtung 235 ermöglicht auch einen Zugang zur Bondkammer 202 von einer beliebigen radialen Richtung. Eine ausführlichere Beschreibung eines typischen Wafer-Bonder-Moduls 210 ist in der US 2010/0266373 A1 (US-Patent 8764026) mit dem Titel "DEVICE FOR CENTERING WAFERS" dargestellt, deren Inhalt hierin ausdrücklich durch Bezugnahme aufgenommen ist.

Gemäß Fig. 1B weist die untere Blockanordnung 230 eine Heizplatte 232, die einen Wafer 20 trägt, eine Isolierschicht 236, einen wassergekühlten Stützflansch 237, einen Transferstifttisch 238 und einen Z-Achsen-Block 239 auf. Die Heizplatte 232 ist eine Keramikplatte und weist Widerstandsheizelemente und eine integrierte Luftkühlung auf. Die Heizelemente sind so angeordnet, dass zwei unterschiedliche Heizzonen gebildet werden, eine Haupt- oder Mittelzone und eine Randzone. Die beiden Heizzonen werden derart gesteuert, dass die Temperatur der Heizplatte 232 gleichmäßig ist. Die Heizplatte 232 weist auch zwei verschiedene Vakuumzonen zum Halten von Wafern mit 200 mm bzw. 300 mm Durchmesser auf. Der wassergekühlte wärmeisolierte Stützflansch 237 ist durch die Isolierschicht 236 von der Heizplatte getrennt. Der Transferstifttisch 238 ist unterhalb der unteren Blockanordnung 230 angeordnet und wird durch die vier Bolzen 242 beweglich

gehalten. Der Transferstifttisch 238 trägt Transferstifte 240, die derart angeordnet sind, dass sie Wafer unterschiedlicher Größe anheben oder absenken können. In einem Beispiel sind die Transferstifte 240 derart angeordnet, dass sie Wafer mit einem Durchmesser von 200 mm und 300 mm anheben oder absenken können. Die Transferstifte 240 sind gerade Schäfte und haben in einigen Ausführungsformen eine sich durch ihre Mitte erstreckende Öffnung zum Erzeugen eines Vakuums. Über die Transferstiftöffnungen erzeugtes Vakuum hält die gestützten Wafer während einer Bewegung auf den Transferstiften in Position und verhindert eine Fehlausrichtung der Wafer. Der Z-Achsen-Block 239 weist einen Präzisions-Z-Achsen-Antrieb 243 mit einer Kugelumlaufspindel, einer linearen Kurvenscheibenstruktur, einer Lineargeberrückkopplung 244 für eine Submikron-Positionsregelung und einem Servomotor 246 mit einem Getriebe auf, wie in Fig. 1C dargestellt ist.

Gemäß Fig. 1D weist die obere Blockanordnung 220 eine obere Keramikspannvorrichtung 222, eine obere statische Kammerwand 221, gegen die die Vorhangdichtung 235 mit einem Dichtelement 235a dichtet, eine 200mm-Membranschicht 224a und eine 300mm-Membranschicht 224b auf. Die Membranschichten 224a, 224b sind zwischen der oberen Spannvorrichtung 222 und der oberen Gehäusewand 213 durch Klemmen 215a bzw. 215b festgeklemmt und bilden zwei separate Vakuumzonen, die dafür konfiguriert sind, einen 200mm- bzw. einen 300mm-Wafer zu halten. Die Membranschichten 224a, 224b sind aus einem Elastomermaterial oder aus Metallbälgen hergestellt. Die obere Keramikspannvorrichtung 222 ist hochgradig flach und dünn. Sie hat eine geringe Masse und ist halb-nachgiebig, um einen gleichmäßigen Druck auf die Wafer 20, 30 auszuüben. Die obere Spannvorrichtung 222 ist durch einen Membrandruck leicht vorgespannt gegen drei einstellbare Nivellierklemmen-/Antriebseinheiten 216. Die Klemmen-/Antriebseinheiten 216 sind in Intervallen von 120 Grad kreisförmig angeordnet. Die obere Spannvorrichtung 222 ist anfänglich nivelliert, während sie mit der unteren Keramikheizplatte 232 in Kontakt steht, so dass sie parallel zur Heizplatte 232 angeordnet ist. Die Klemmen-/Antriebseinheiten 216 stellen auch einen sphärischen WEC- (Wedge Error Compensating - Keilfehlerkompensier-) Mechanismus bereit, der die Keramikspannvorrichtung 222 um einen Mittelpunkt dreht oder neigt, der der Mitte des gehaltenen Wafers ohne Versatz entspricht. In anderen Ausführungsformen wird die Positionierung der oberen Keramikspannvorrichtung 222 durch feste Nivellier-/Positionierungsstifte ausgeführt, an denen die Spannvorrichtung 222 anliegt.

Gemäß Fig. 2 und Fig. 3 weist ein verbessertes Waferbondsystem 100 eine verbesserte Waferkammer 210 und eine Elektronikeinheit 250 auf. Die Waferkammer 210

weist eine klappbare Abdeckung 225 auf, die die obere Blockanordnung 220 aufweist. In dieser Ausführungsform wird der Wafer 30 auf der oberen Spannvorrichtung 222 über drei mechanische Halteanordnungen 110A, 110B und 110C gehalten. Die mechanischen Halteanordnungen 110A, 110B und 110C stehen über der Abdeckung 225 hervor.

Gemäß den Figuren 4A - 8D weist jede mechanische Halteanordnung eine Fahne 112 und einen Schwenkantriebsarm 114 auf. Die Fahne 112 wird radial angetrieben, um den Rand 30a des oberen Wafers 30 mit dem Antriebsmechanismus 150 in Kontakt zu bringen. In zwei der Halteanordnungen 110A, 110C bewegt sich, sobald der distale Randabschnitt 113 der Fahne 112 mit dem Rand des Wafers 30a in Kontakt gekommen ist, der Schwenkantriebsarm 114 seitwärts, um einen auf der Seite 118a des proximalen Endes 118 der Fahne 112 ausgebildeten Schlitz 117 mit einem Stift 119 in Eingriff zu bringen, wie in Fig. 5B und Fig. 7A dargestellt ist. Dieser Eingriff des Schwenkarmstifts 119 mit dem Fahnschlitz 117 verriegelt die Position der Fahne 112 bezüglich des Waferrandes 30a in den Halteanordnungen 110A und 110C. In der Halteanordnung 110B hält die Fahne 112 eine Haltevorspannung durch einen pneumatisch oder durch eine Feder angetriebenen Vorspannmechanismus 160 aufrecht, wie in Fig. 8D dargestellt ist. In einem Beispiel weist der Vorspannmechanismus einen hochtemperaturbeständigen lagergeführten Linearschlitten 116 auf, wie in Fig. 7A dargestellt ist.

Gemäß den Figuren 8A bis 8D weist der Antriebsmechanismus 150 für jede der Halteanordnungen 110A, 110B, 110C einen pneumatisch angetriebenen Kolben 152 und einen Antriebsarm 154 auf. Der pneumatisch angetriebene Kolben 152 weist einen Zylinder 152a mit einem Ende auf, das mit einem ersten Ende des Antriebsarm 154 verbunden ist, wobei der Zylinder dafür konfiguriert ist, die Bewegung des Antriebsarms 154 zu führen. Der Antriebsarm 154 hat ein zweites Ende, das dafür konfiguriert ist, über die Welle 155 und den Schwenkantriebsarm 114 mit der Fahne 112 verbunden zu werden, wie in Fig. 8B und Fig. 8D dargestellt ist. Der Kolben 152, der Antriebsarm 154 und die Welle 155 treiben die Fahne 112 an und führen die radiale Bewegung der Fahne 112. Die Bewegung der Welle 155 wird durch im Gehäuse 162 angeordnete Kugellager 159a, 159b geführt, wie in Fig. 8D dargestellt ist. Das Gehäuse 162 ist innerhalb der oberen Blockanordnung 220 durch O-Ring-Dichtungen 161a, 161b abgedichtet, wie ebenfalls in Fig. 8D dargestellt ist.

Der Antriebsmechanismus 150 in jeder der beiden Halteanordnungen 110A, 110C weist auch einen Bremszylinder 156 auf, der einen flexiblen Bremsarm 157 antreibt. Der flexible Bremsarm 157 überträgt eine Bremsbewegung ebenfalls über die Welle 155 zum

Schwenkantriebsarm 114. Der flexible Bremsarm 157 ist aus einem biegefähigen Material hergestellt, das eine Steifigkeit in der Ebene hat und eine zwangsweise Verriegelung des Schwenkantriebsarms 114 bereitstellt. Der flexible Bremsarm 157 ist in den Richtungen innerhalb der Ebene (x-y-Ebene des Bremsarms 157) starr und in der Richtung aus der Ebene heraus (z-Achse 165) flexibel.

Im Betrieb wird der Wafer 30 unter Verwendung einer Zentrierstation zentriert, wie in der am 15. April 2010 eingereichten US-Patentanmeldung mit der Seriennummer 12761044 mit dem Titel "DEVICE FOR CENTERING WAFERS" dargestellt ist, deren Inhalt hierin ausdrücklich durch Bezugnahme aufgenommen ist. Alternativ wird der Wafer 30 durch eine präzise Roboterwaferplatzierung zentriert. Der zentrierte Wafer 30 wird zur oberen Spannvorrichtung 222 überführt und anfangs durch Vakuum gehalten. Alternativ kann der zentrierte Wafer durch eine elektrostatische Spannvorrichtung oder eine Kombination von Vakuum und elektrostatischen Kräften gehalten werden.

Als nächstes werden die Fahnen 112 in den drei Halteanordnungen 110A, 110B und 110C radial angetrieben, so dass sie mit dem Rand 30a des Wafers in Kontakt kommen. Während dieses Schritts ist der Vakuum- (oder elektrostatische) Haltemechanismus dominant und die radiale Bewegung der Fahnen 112 zweitrangig. Daher ist die Ausgangsposition der Fahnen 112 durch die Übergabeposition und die Haltekraft bestimmt. Daher kann die Vorrichtung kreisförmige Wafer mit von den nominellen Größen verschiedenen Durchmesser-toleranzen halten. In einem Beispiel könnte eine Vorrichtung mit Fahnen 112, die dafür konfiguriert sind, einen 300mm-Wafer zu halten, zum Halten eines Wafers mit einem Durchmesser von 301 mm oder 299 mm verwendet werden.

Als nächstes werden die Bremsen 156, 157 in den Fahnen 112 der Anordnungen 110A und 110C betätigt, während die Fahne 112 in der Anordnung 110B durch die Feder 160 eine Haltevorspannung aufrechterhält. Die beiden verriegelten Anordnungen 110A, 110C definieren zwei feste Punkte, und die Vorspannkraft der Anordnung 110B hält den Wafer zwangsweise. Die Vorspannkraft der Anordnung 110B korrigiert Abweichungen, die während der Verarbeitung durch Wärmeausdehnung oder andere Verformungen im System auftreten und hält so eine zwangsweise Haltekraft aufrecht. Der Vakuum- (oder elektrostatische) Haltemechanismus kann an dieser Stelle entfernt werden.

Als nächstes findet die Verarbeitung des Wafers statt, während der Wafer 30 durch die drei Anordnungen 110A, 110B und 110C mechanisch in Position gehalten wird. Der

Wafer 30 wird am Ende der Verarbeitung oder zu einem beliebigen anderen Zeitpunkt durch Lösen des Vorspannmechanismus in der Anordnung 110B freigegeben.

Die Fahne 112 ist plattenförmig und hat eine Länge, die derart dimensioniert ist, dass sie den Abstand vom Außenrand der oberen Spannvorrichtung 222 zum Außenrand 30a des Wafers 30 überspannt. Es werden Fahnen mit unterschiedlichen Längen zum Halten von Wafers mit einem Durchmesser von 200 mm oder von Wafers mit einem Durchmesser von 300 mm verwendet, wie in den Figuren 4A, 4B, 7A bzw. 7B dargestellt ist. Der distale Randabschnitt 113 der Fahne 112 weist eine Stufe 111 auf, die genügend Freiraum für den unteren Wafer 20 bereitstellt, wenn die beiden Wafer 20, 30 in Kontakt gebracht werden, wie in Fig. 6A dargestellt ist. Die Endfläche 113a des distalen Randabschnitts 113 ist gekrümmt. Die Krümmung der Endfläche 113a entspricht komplementär der Krümmung des Außenrandes 30a des Wafers 30. Die Endfläche 113a des distalen Randabschnitts 113 ist mit einer Schutzschicht überzogen, die die Unversehrtheit des Waferrandes 30a schützt und eine Dämpfungsfunktion bereitstellt, wenn die beiden Randflächen 113a und 30a sich berühren. Die Beschichtung stellt auch eine erhöhte zwangsweise Haltereibung zwischen den beiden Randflächen 113a und 30a bereit. Beispiele für Schutzschichten der Randfläche 113a sind unter anderem hochtemperaturbeständige Polyether-Ether-Keton- (PEEK) Beschichtungen, Polyimidbeschichtungen oder Teflonbeschichtungen. Das Seitenprofil der Endfläche 113a kann gerade, schräg oder gekrümmt sein, wie in den Figuren 6B, 6C und 6D dargestellt ist.

Vorstehend sind mehrere Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beschrieben worden. Es ist jedoch ersichtlich, dass innerhalb des Schutzzumfangs der Erfindung verschiedene Modifikationen vorgenommen und andere Ausführungsformen realisiert werden können.

Patentansprüche

1. Wafer-Haltesystem, mit:
 - drei mechanischen Halteanordnungen, die dafür konfiguriert sind, einen Wafer an einem Rand des Wafers zu halten,
 - wobei zwei der mechanischen Halteanordnungen relativ zum Waferrand in der Position verriegelbar sind und eine der mechanischen Halteanordnungen dafür konfiguriert ist, eine auf den Waferrand ausgeübte Haltevorspannung über einen Vorspannmechanismus aufrechtzuerhalten.

2. System nach Anspruch 1, wobei jede mechanische Halteanordnung eine Fahne und einen Schwenkantriebsarm aufweist, und wobei die Fahne über einen Antriebsmechanismus radial angetrieben wird, um sie mit dem Waferrand in Kontakt zu bringen.

3. System nach Anspruch 2, wobei in jeder der beiden verriegelbaren mechanischen Halteanordnungen ein distaler Randabschnitt der Fahne derart konfiguriert ist, dass er mit dem Waferrand in Kontakt kommt, und wobei der Schwenkantriebsarm dafür konfiguriert ist, sich seitwärts zu bewegen, um einen auf einer Seite eines proximalen Endes der Fahne ausgebildeten Schlitz mit einem Stift in Eingriff zu bringen.

4. System nach Anspruch 2 oder 3, wobei in der einen mechanischen Halteanordnung, die ein Haltevorspannung aufrechterhält, der Vorspannmechanismus einen hochtemperaturbeständigen lagergeführten Linearschlitten aufweist.

5. System nach Anspruch 2, 3 oder 4, wobei der Antriebsmechanismus in jeder mechanischen Halteanordnung einen pneumatisch angetriebenen Kolben und einen Antriebsarm aufweist, und wobei der pneumatisch angetriebene Kolben mit dem Antriebsarm verbunden und dafür konfiguriert ist, den Antriebsarm anzutreiben, und wobei der Antriebsarm über eine Welle und den Schwenkantriebsarm mit der Fahne verbunden ist.

6. System nach Anspruch 5, wobei in jeder der beiden verriegelbaren mechanischen Halteanordnungen der Antriebsmechanismus ferner einen Bremszylinder aufweist, der dafür konfiguriert ist, einen flexiblen Bremsarm anzutreiben, und wobei der flexible Bremsarm dafür konfiguriert ist, eine Bremsbewegung über die Welle auf den Schwenkantriebsarm zu übertragen.
7. System nach Anspruch 6, wobei der flexible Bremsarm ein biegefähiges Material aufweist, das in der Ebene starr und aus der Ebene heraus flexibel ist.
8. System nach einem der Ansprüche 2 bis 7, wobei die Fahne plattenförmig ist und durch eine Spannvorrichtung gehalten ist und eine Länge hat, die dimensioniert ist, um eine Strecke von einem Außenrand der Spannvorrichtung zum Waferrand zu überspannen.
9. Wafer-Verarbeitungssystem, mit:
 - einer verschließbaren Verarbeitungskammer;
 - einer im Inneren der Verarbeitungskammer angeordneten oberen Blockanordnung, die dafür konfiguriert ist, einen Wafer durch das Waferhaltesystem mit drei mechanischen Halteanordnungen nach einem der Ansprüche 1 bis 7 zu halten;
 - wobei die drei mechanischen Halteanordnungen über einer Abdeckung der Waferverarbeitungskammer vorstehen und dafür konfiguriert sind, den Wafer an einem Rand des Wafers zu halten und von der Außenseite der Verarbeitungskammer eingestellt zu werden.
10. System nach Anspruch 9, wobei die Fahne plattenförmig ausgebildet ist und durch eine in der oberen Blockanordnung angeordnete Spannvorrichtung gehalten wird und eine Länge hat, die dimensioniert ist, um eine Strecke von einem Außenrand der Spannvorrichtung zum Waferrand zu überspannen.
11. System nach Anspruch 9 oder 10, wobei der distale Randabschnitt der Fahne eine Stufe aufweist.

12. System nach einem der Ansprüche 9 bis 11, wobei der distale Randabschnitt der Fahne gekrümmt ist.
13. System nach Anspruch 12, wobei der distale Randabschnitt der Fahne eine Krümmung aufweist, die der Krümmung des Waferrandes komplementär entspricht.
14. System nach einem der Ansprüche 9 bis 13, wobei der distale Randabschnitt der Fahne eine Schutzschicht aufweist, die dafür konfiguriert ist, die Unversehrtheit des Waferrandes zu schützen, eine Dämpfung bereitzustellen, wenn der distale Randabschnitt der Fahne den Waferrand berührt, und eine zwangsweise Haltereibung zwischen dem distalen Randabschnitt der Fahne und dem Waferrand bereitzustellen.
15. System nach Anspruch 14, wobei die Schutzschicht eine hochtemperaturbeständige Polyether-Ether-Keton- (PEEK) Beschichtung, eine Polyimidbeschichtung oder eine Teflonbeschichtung aufweist.
16. System nach einem der Ansprüche 9 bis 15, wobei der distale Randabschnitt der Fahne gerade, schräg oder gekrümmt ist.

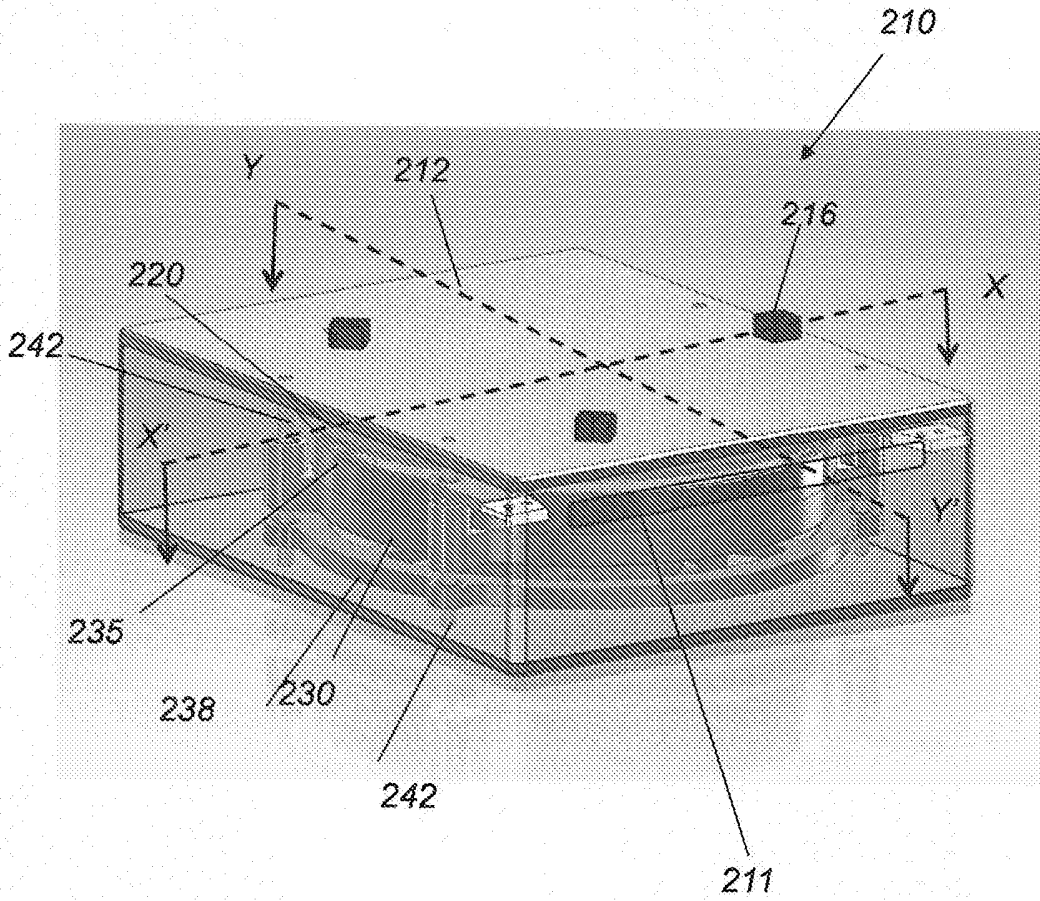


FIG. 1A

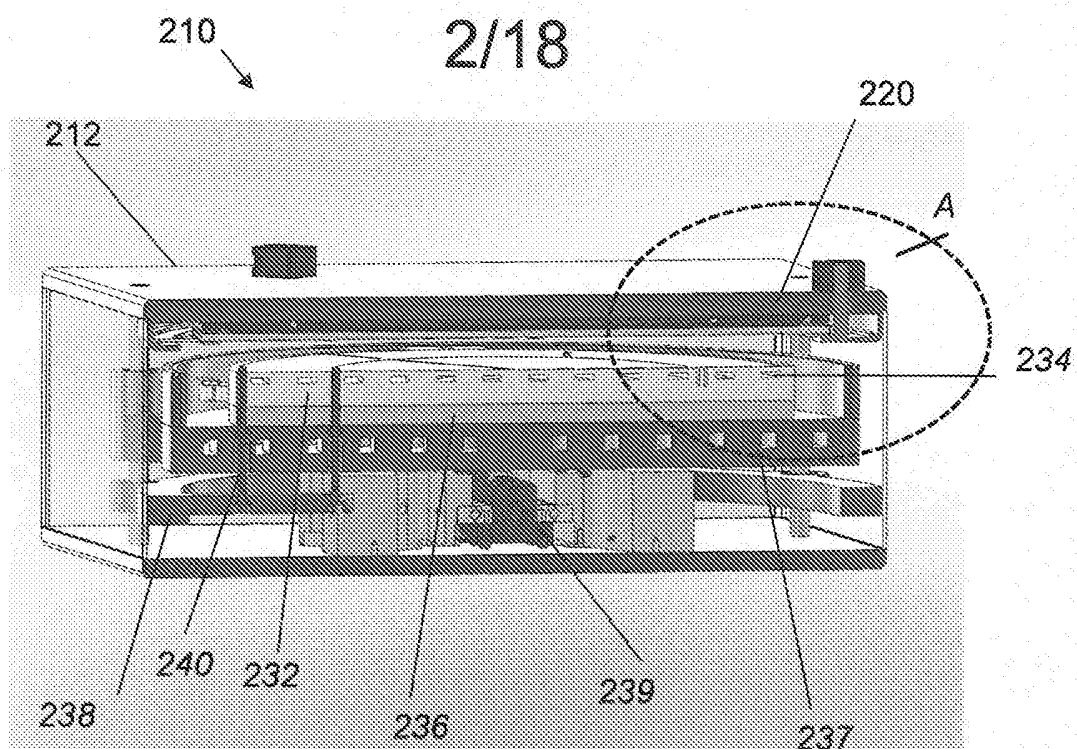


FIG. 1B

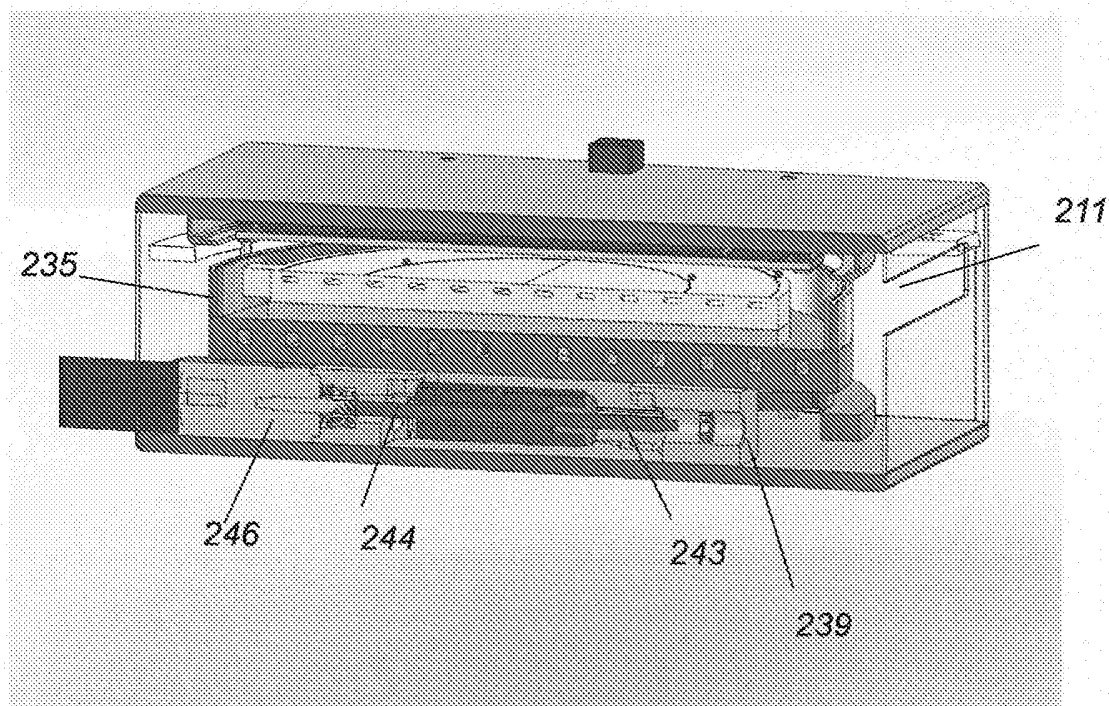


FIG. 1C





3/18

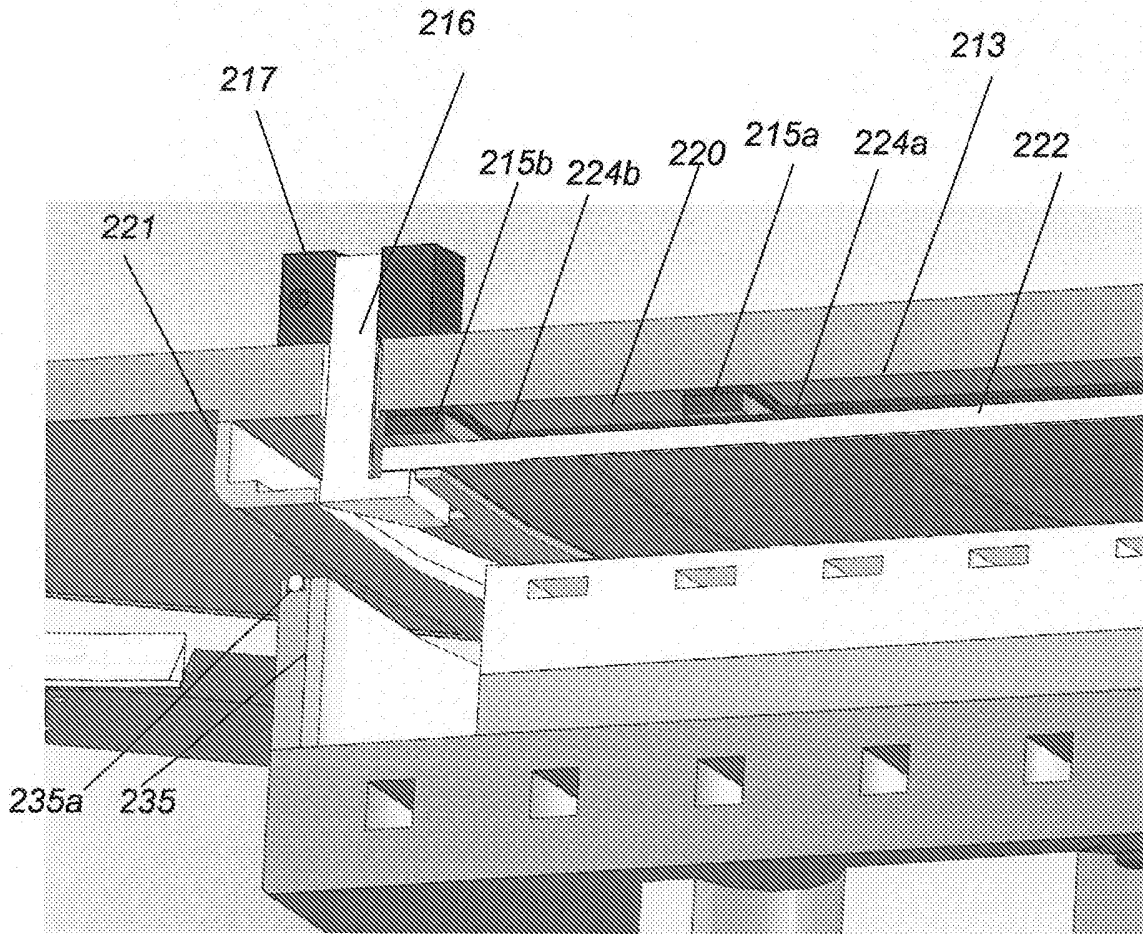


FIG. 1D



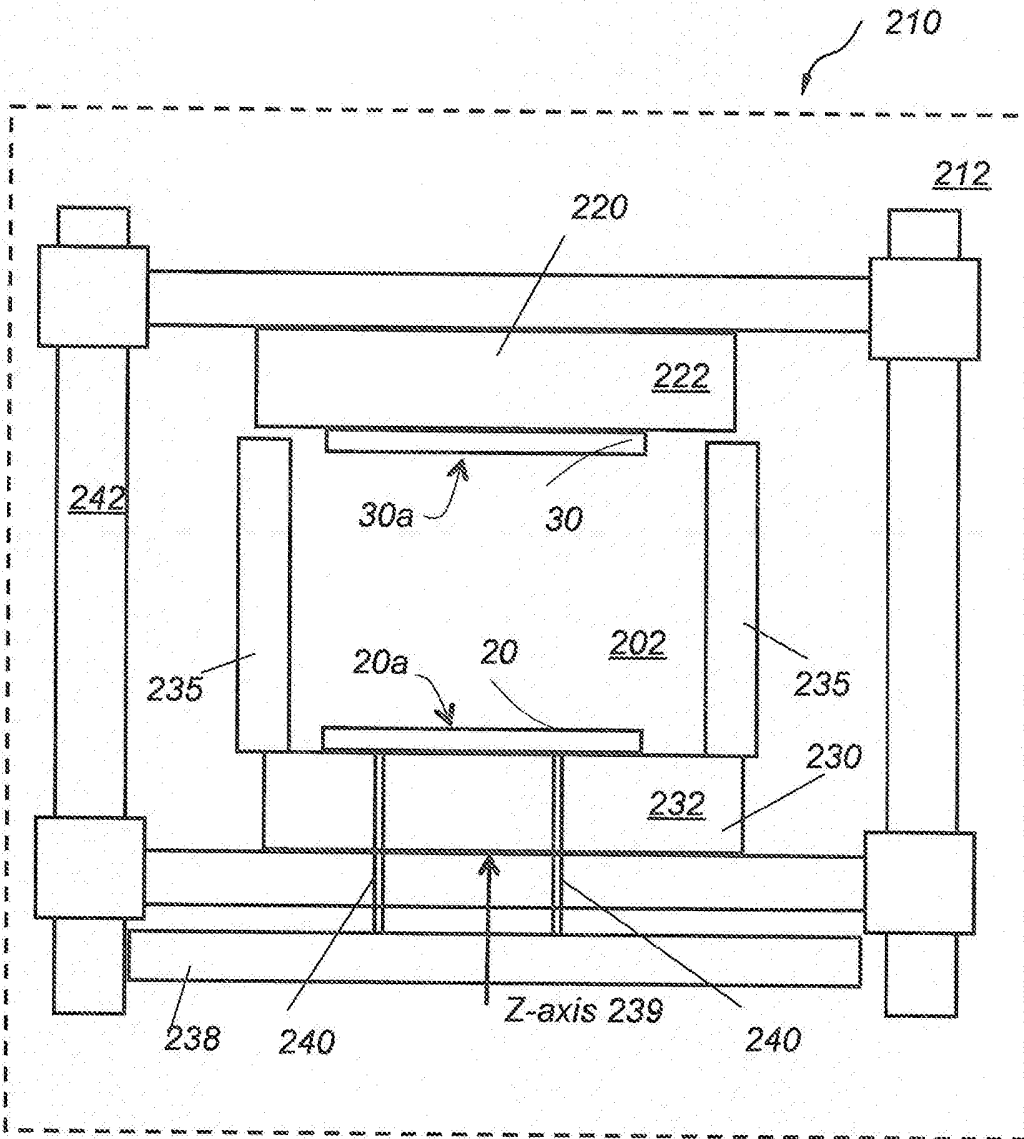


FIG. 1E



5/18

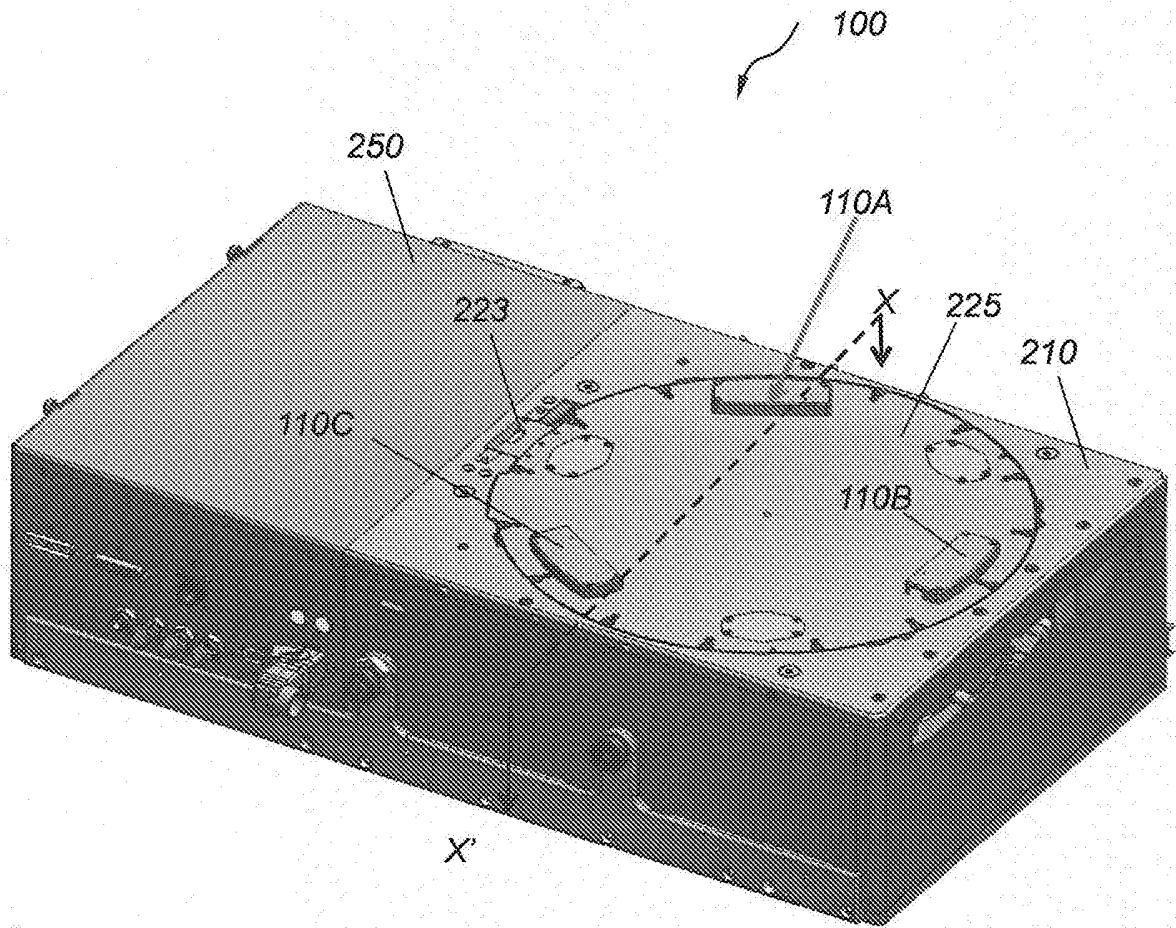


FIG. 2



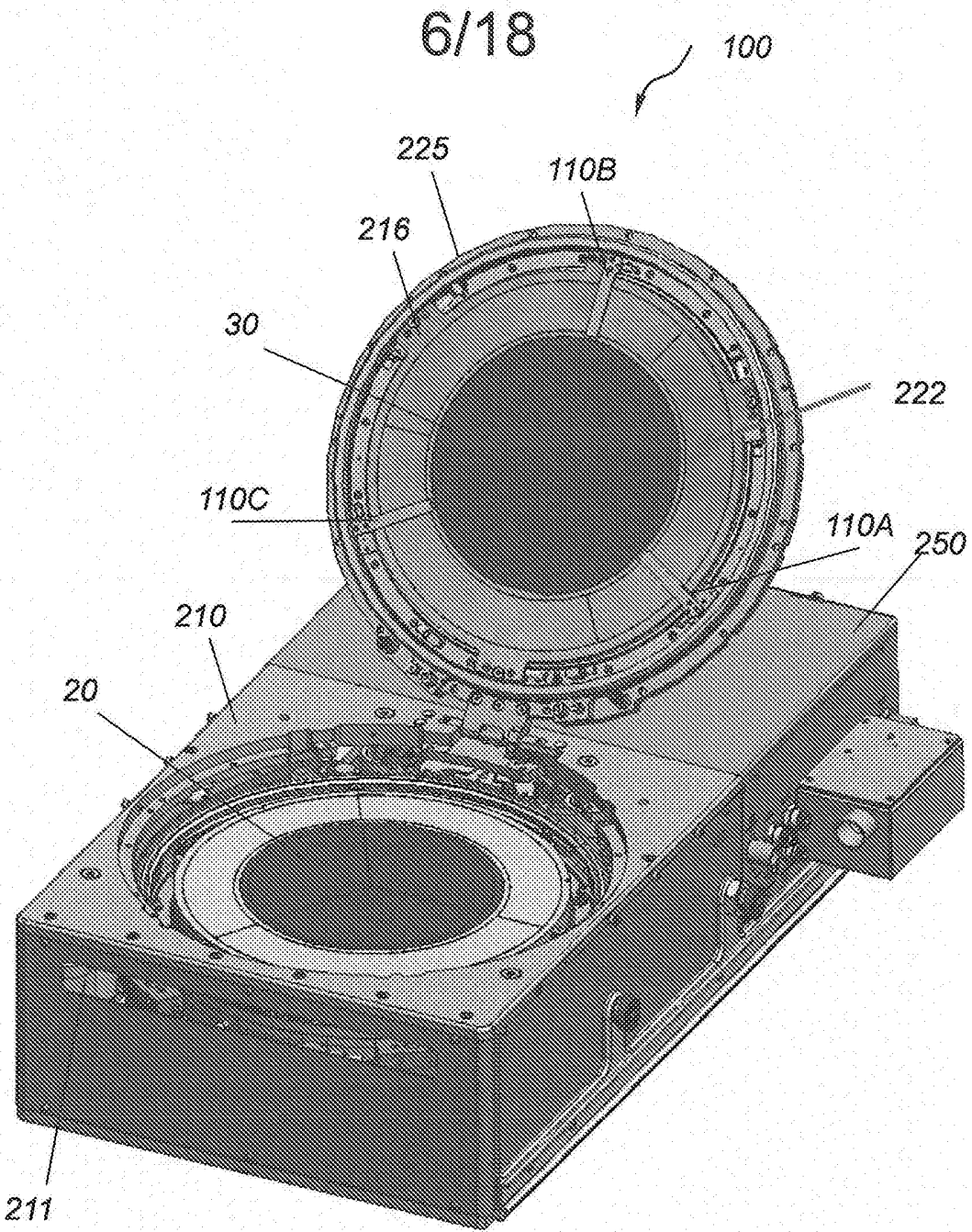


FIG. 3



+

7/18

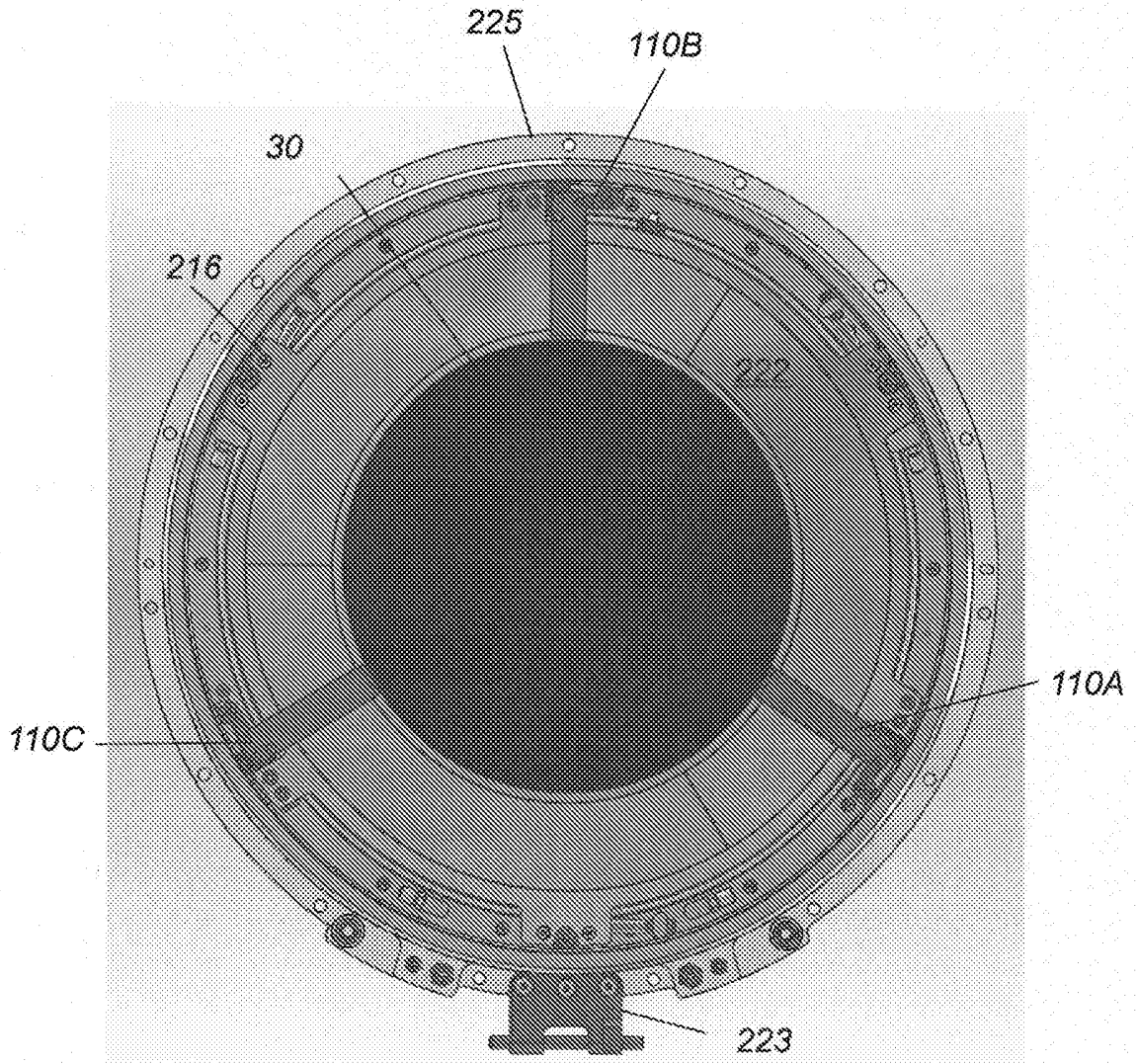


FIG. 4A

+

8/18

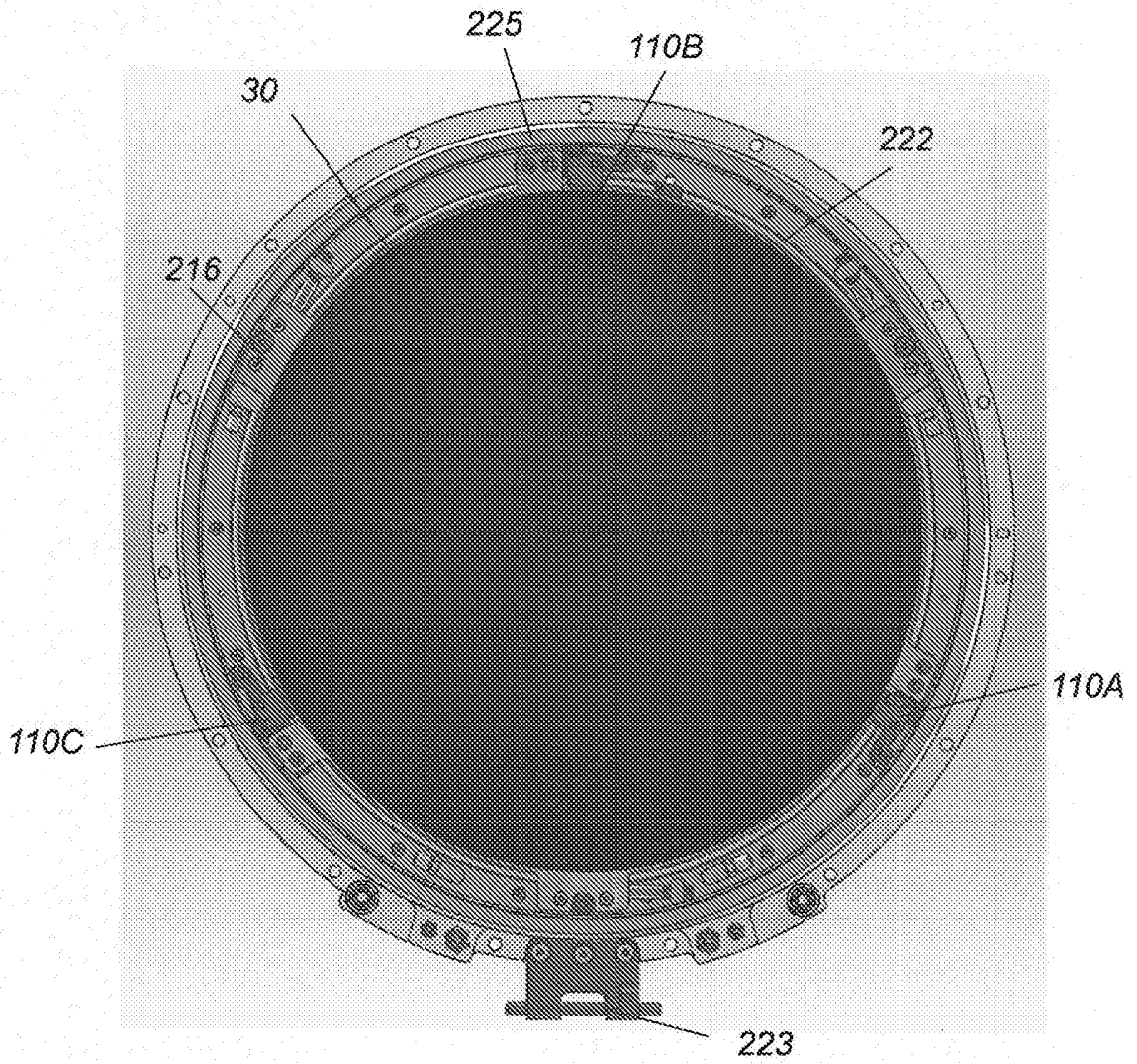


FIG. 4B



9/18

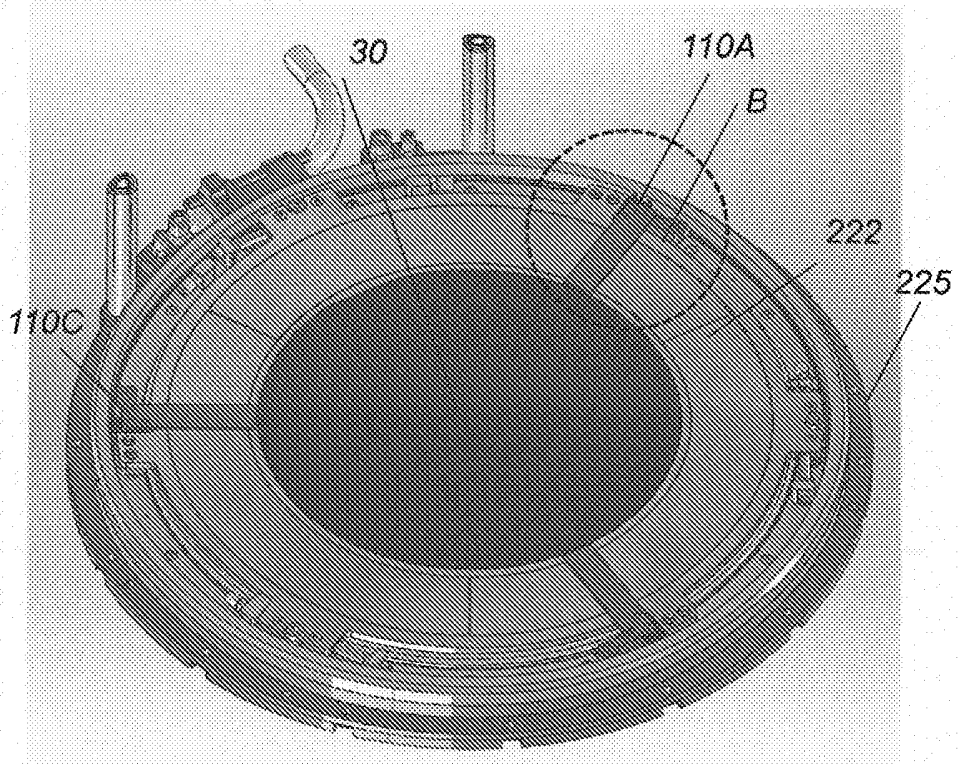


FIG. 5A

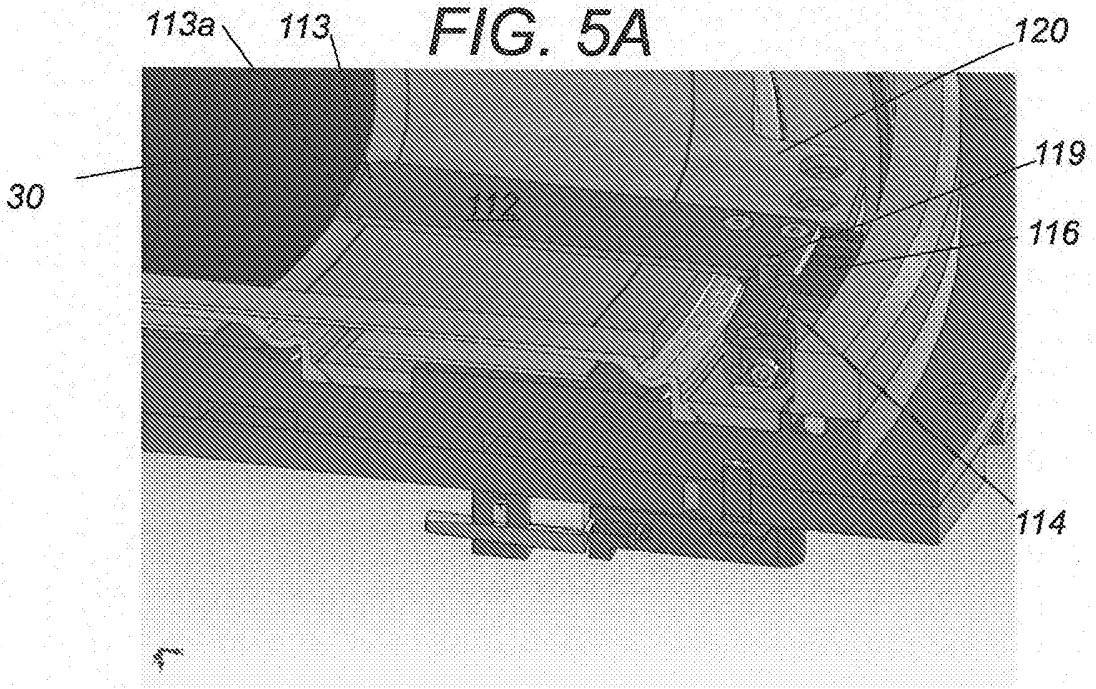


FIG. 5B



10/18

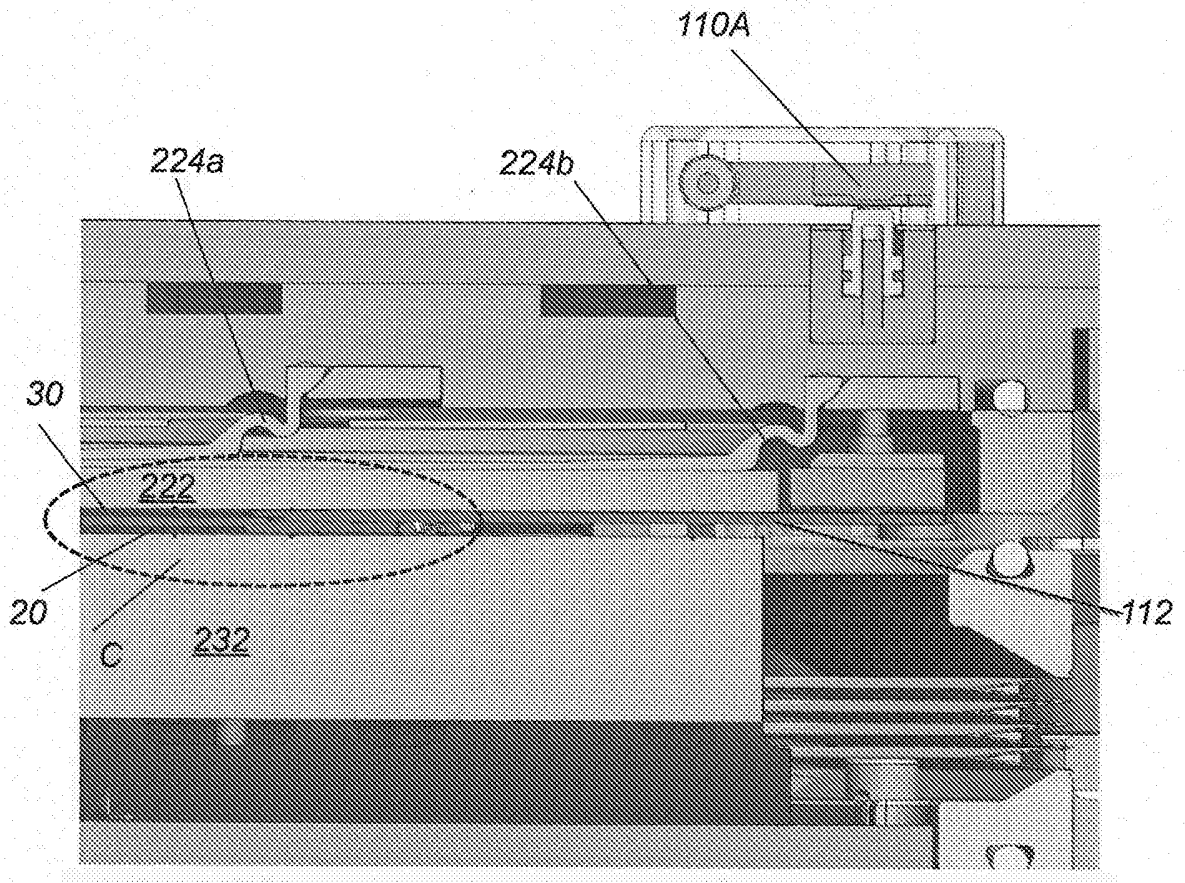


FIG. 5C

11/18

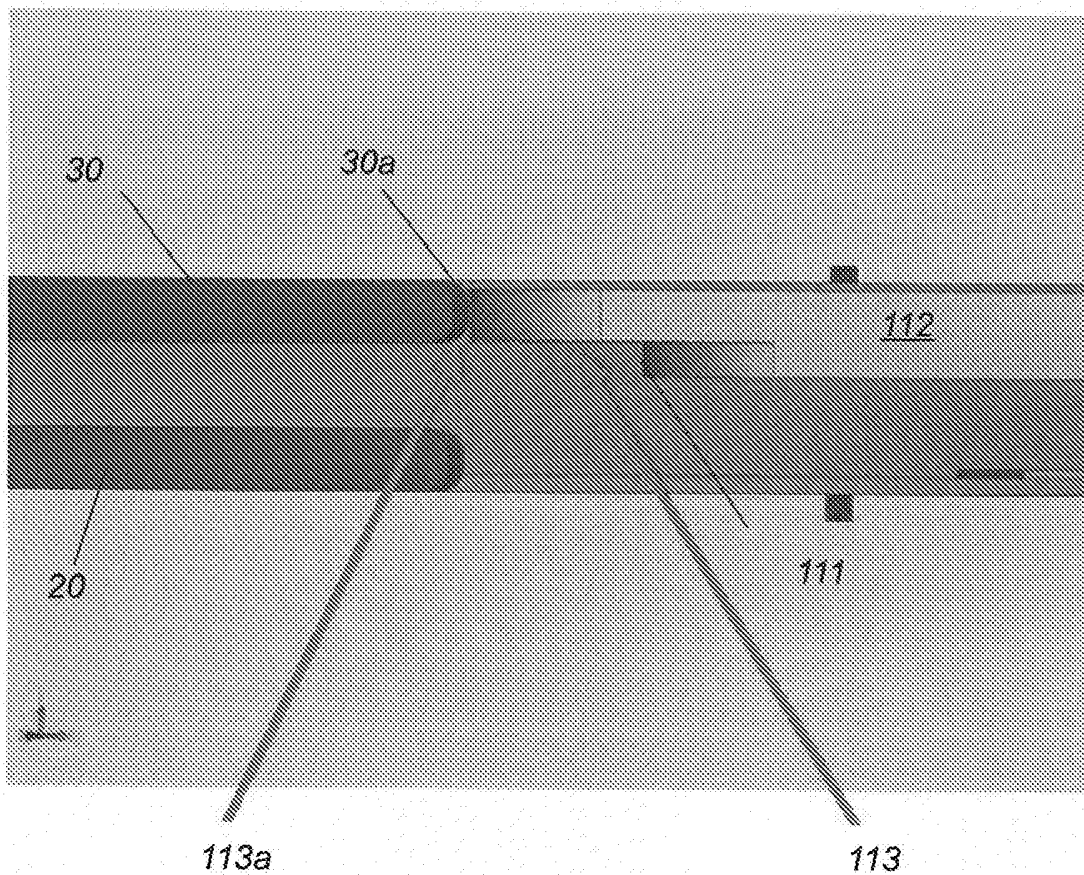


FIG. 6A

+

12/18

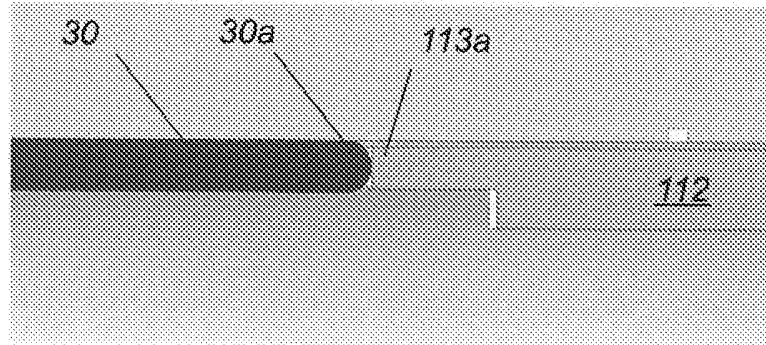


FIG. 6B

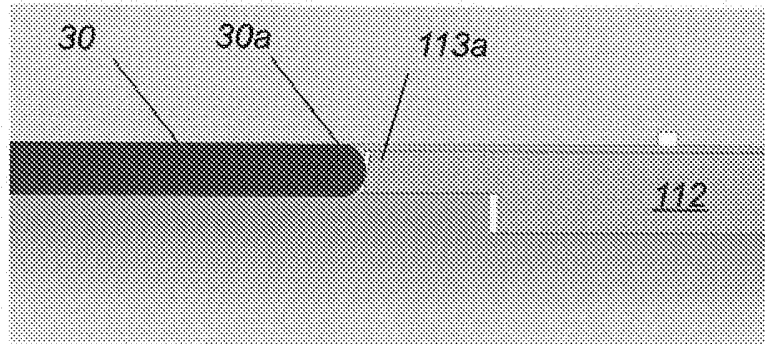


FIG. 6C

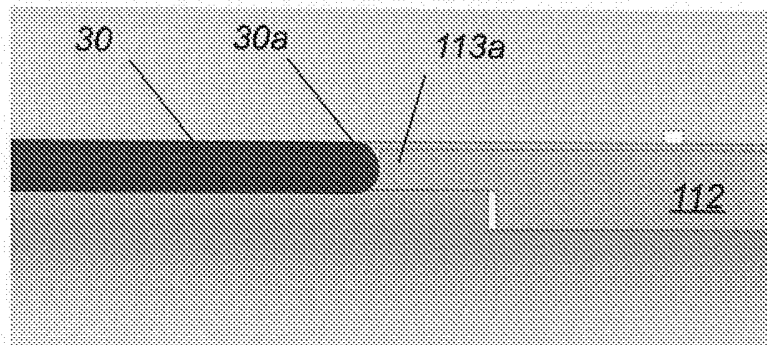


FIG. 6D

+



13/18

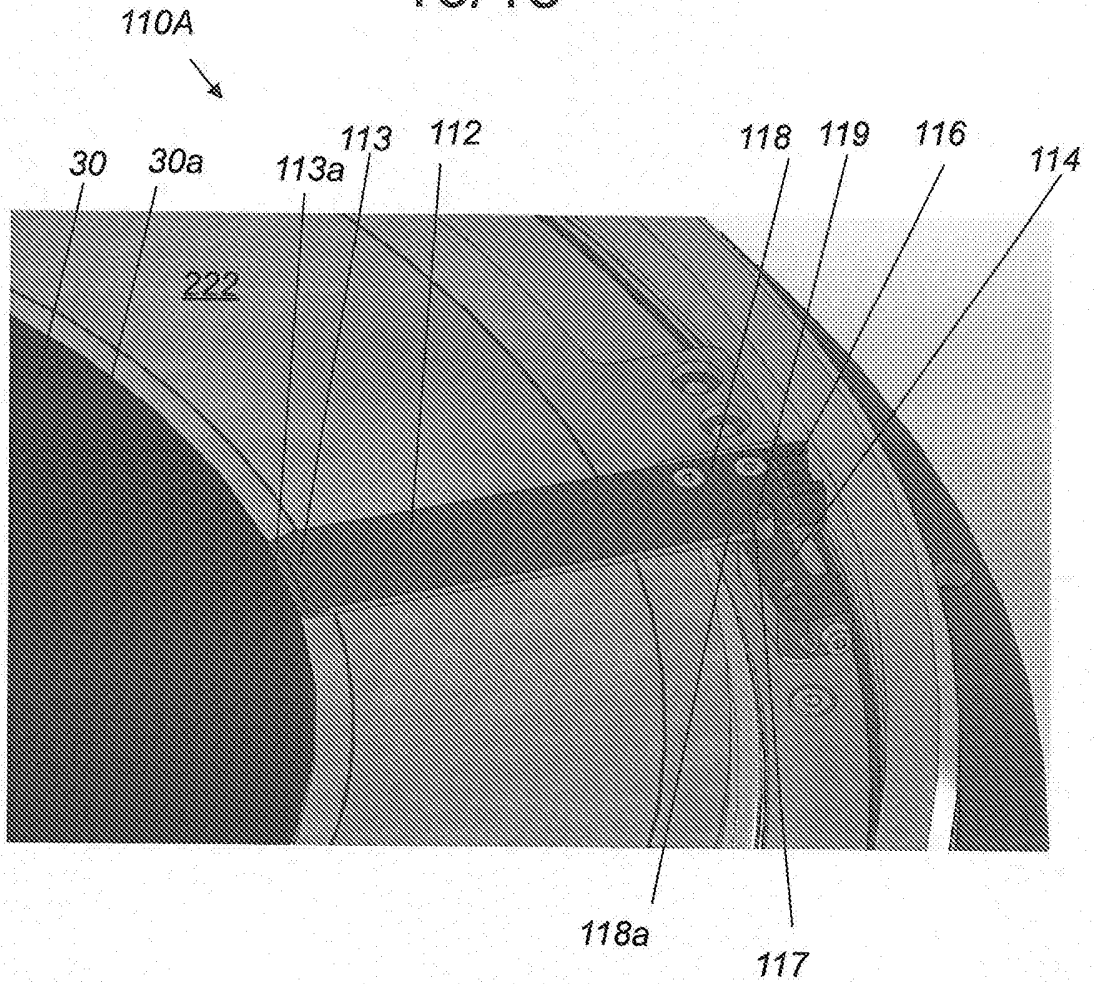


FIG. 7A



+

14/18

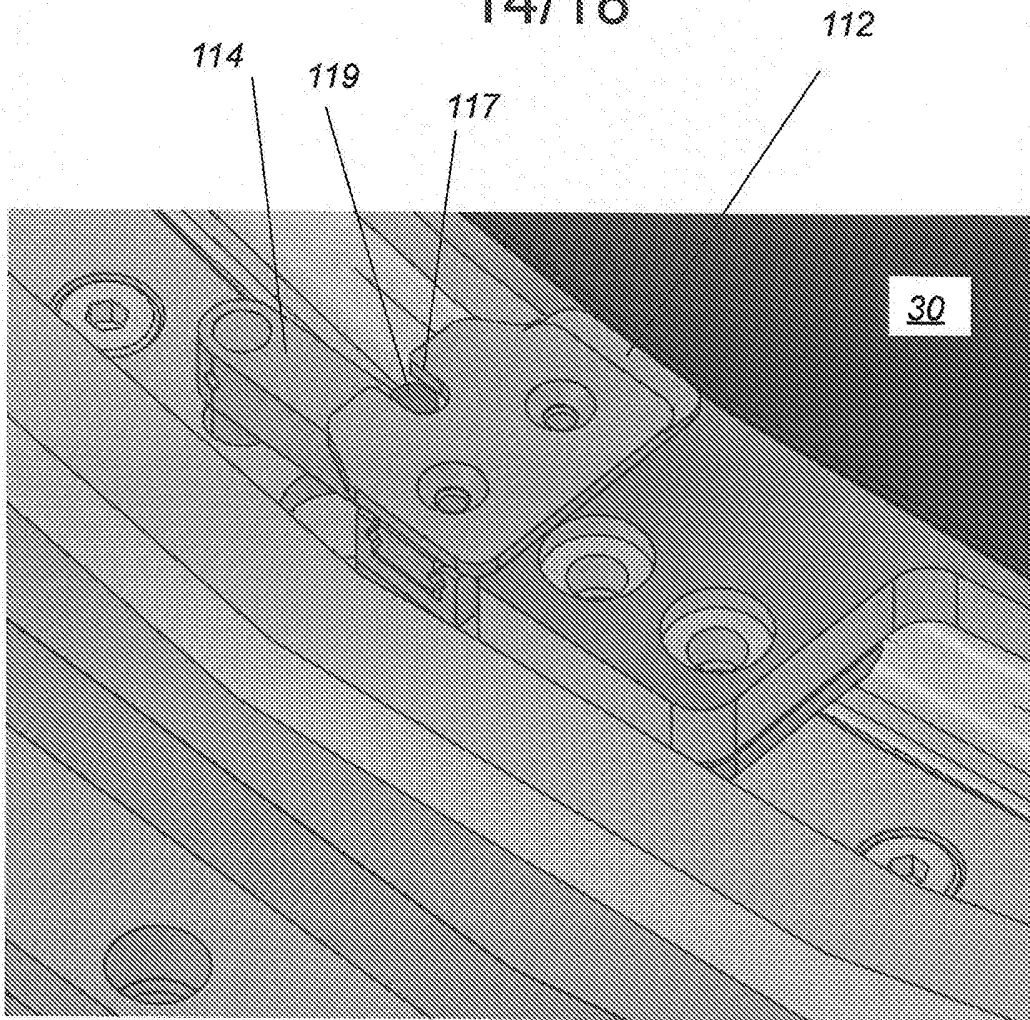


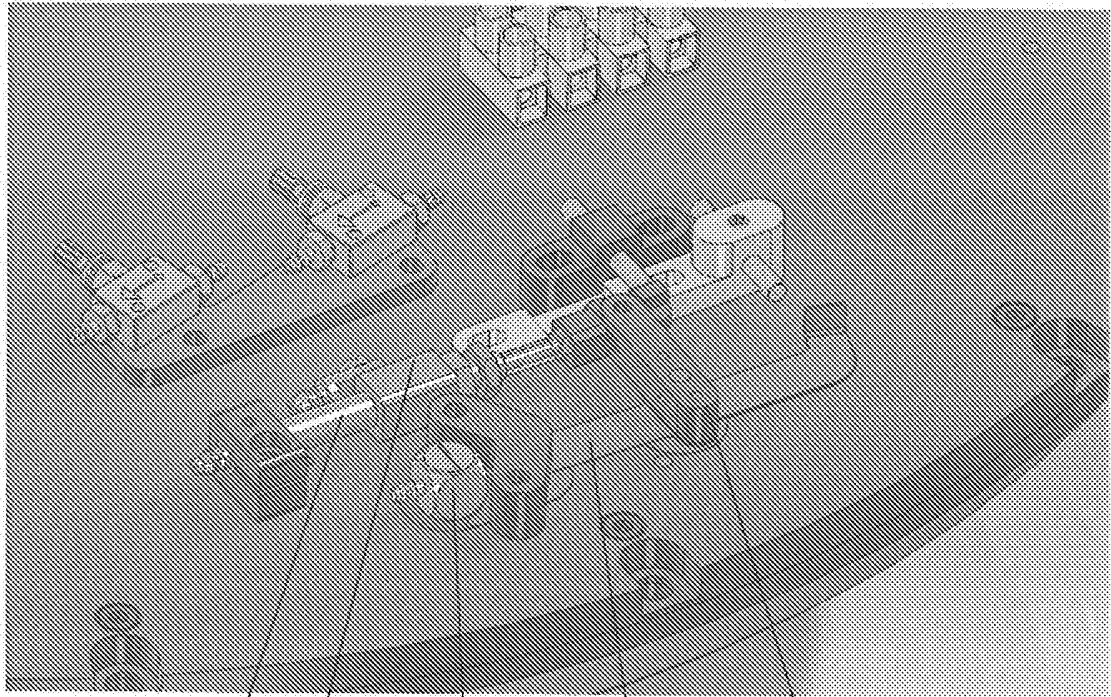
FIG. 7B

+



15/18

150



152

156

157

154

152a

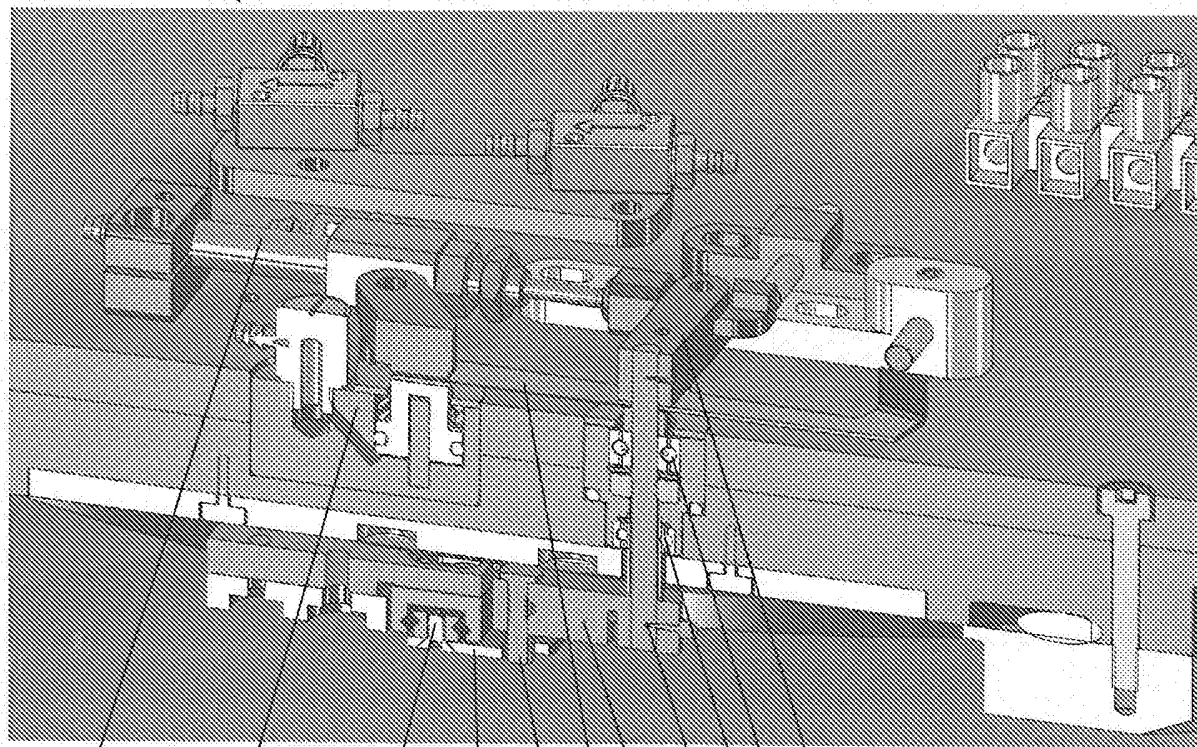
FIG. 8A





16/18

150



152a

156

116

112

119

114

155

154

157

159a

159b

FIG. 8B





17/18

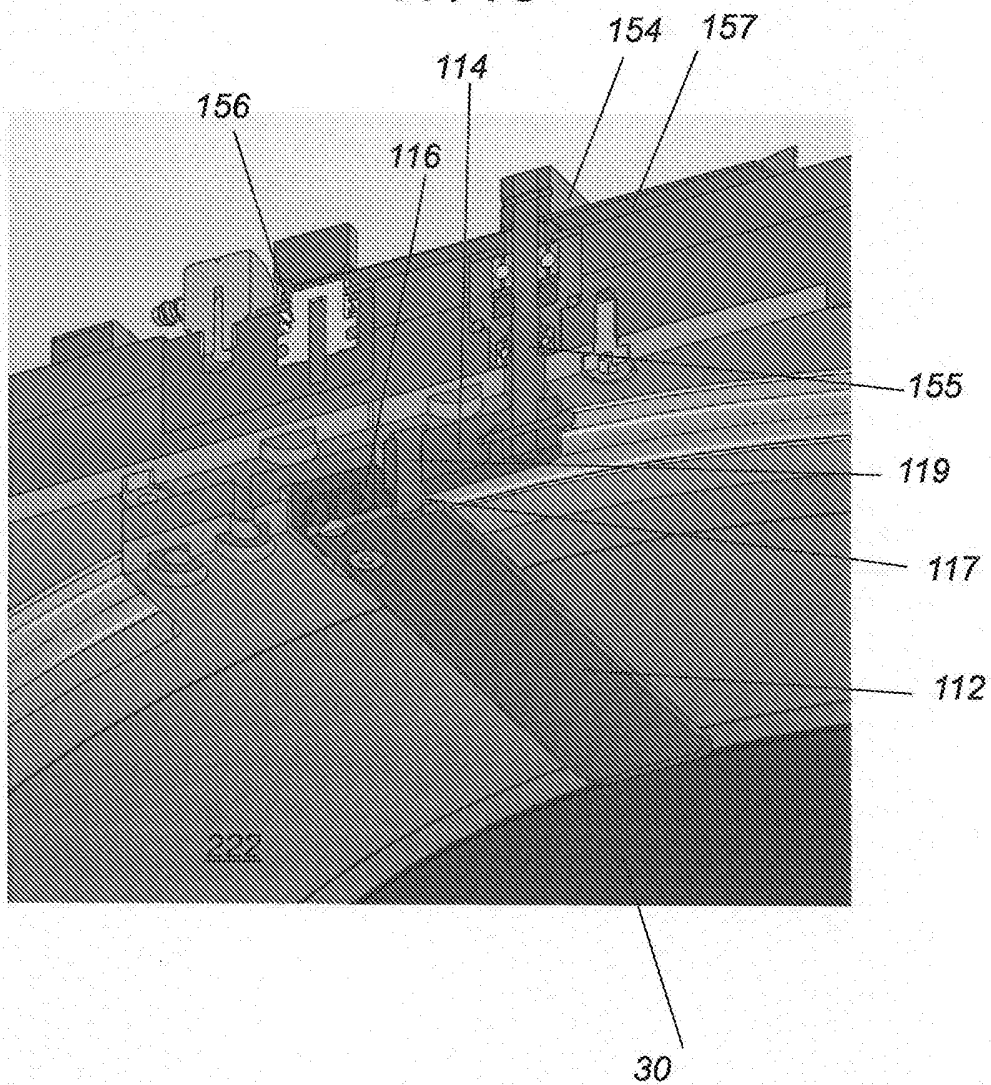


FIG. 8C



18/18

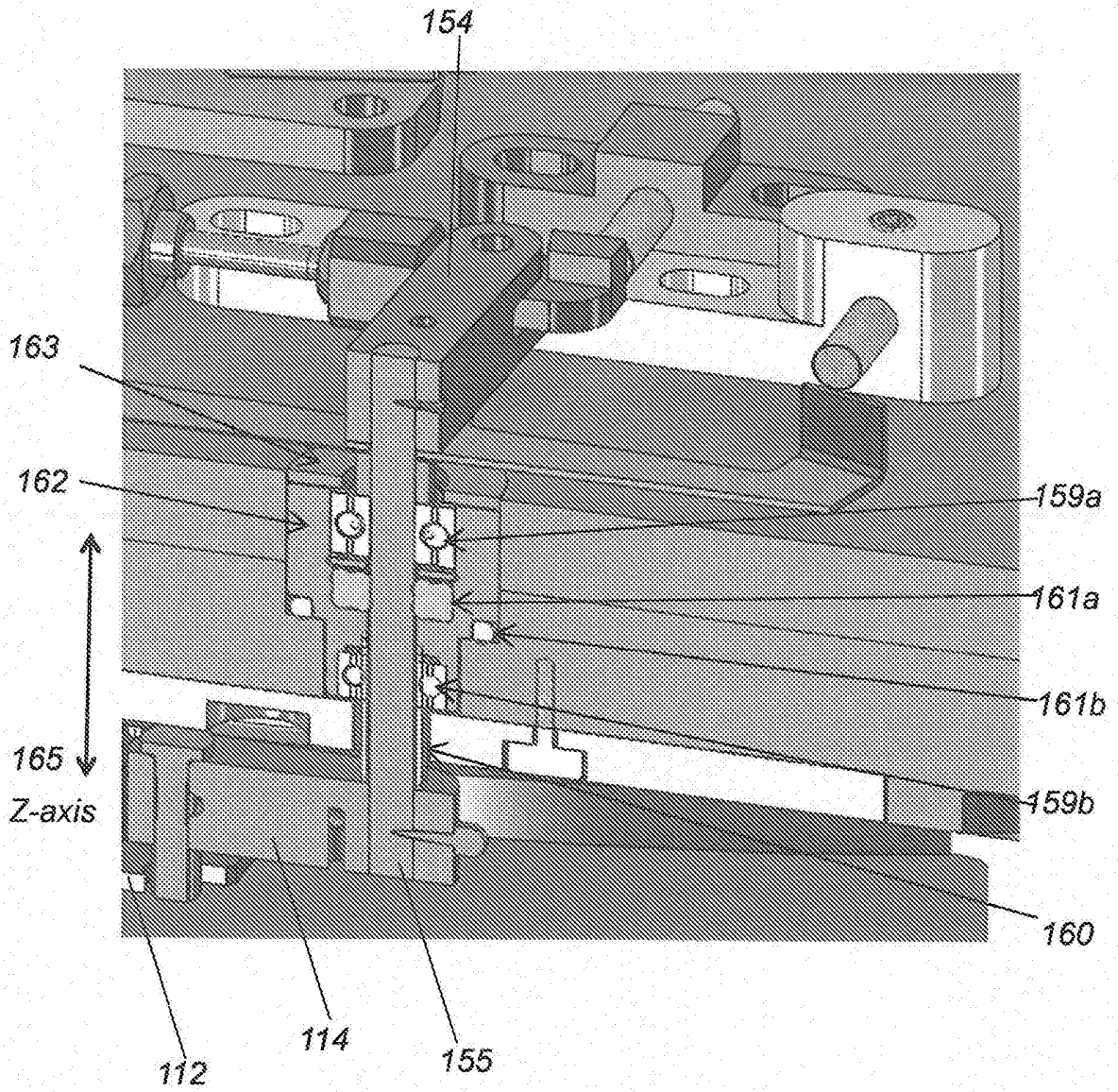


FIG. 8D

Patentansprüche

1. Wafer-Haltesystem, mit:
drei mechanischen Halteanordnungen (110A, 110B, 110C), die dafür konfiguriert sind, einen Wafer (30) an einem Rand (30a) des Wafers (30) zu halten, wobei zwei der mechanischen Halteanordnungen (110A, 110C) relativ zum Waferrand (30a) in der Position verriegelbar sind und eine der mechanischen Halteanordnungen (110B) dafür konfiguriert ist, eine auf den Waferrand ausgeübte Haltevorspannung über einen Vorspannmechanismus (160) aufrechtzuerhalten.
2. System nach Anspruch 1, wobei jede mechanische Halteanordnung eine Fahne (112) und einen Schwenkantriebsarm (114) aufweist, und wobei die Fahne (112) über einen Antriebsmechanismus (150) radial angetrieben wird, um sie mit dem Waferrand (30a) in Kontakt zu bringen.
3. System nach Anspruch 2, wobei in jeder der beiden verriegelbaren mechanischen Halteanordnungen (110A, 110C) ein distaler Randabschnitt (113) der Fahne (112) derart konfiguriert ist, dass er mit dem Waferrand (30a) in Kontakt kommt, und wobei der Schwenkantriebsarm (114) dafür konfiguriert ist, sich seitwärts zu bewegen, um einen auf einer Seite (118a) eines proximalen Endes (118) der Fahne (112) ausgebildeten Schlitz (117) mit einem Stift (119) in Eingriff zu bringen.
4. System nach Anspruch 2 oder 3, wobei in der einen mechanischen Halteanordnung (110B), die eine Haltevorspannung aufrechterhält, der Vorspannmechanismus (160) einen hochtemperaturbeständigen lagergeführten Linearschlitten (116) aufweist.
5. System nach Anspruch 2, 3 oder 4, wobei der Antriebsmechanismus (150) in jeder mechanischen Halteanordnung (110A, 110B, 110C) einen pneumatisch angetriebenen Kolben (152) und einen Antriebsarm (154) aufweist, und wobei der pneumatisch angetriebene Kolben (152) mit dem Antriebsarm (154) verbunden und dafür konfiguriert ist, den Antriebsarm (154) anzutreiben, und wobei der Antriebsarm (154) über eine Welle (155) und den Schwenkantriebsarm (114) mit der Fahne (112) verbunden ist.

6. System nach Anspruch 5, wobei in jeder der beiden verriegelbaren mechanischen Halteanordnungen (110A, 110C) der Antriebsmechanismus (150) ferner einen Bremszylinder aufweist, der dafür konfiguriert ist, einen flexiblen Bremsarm (157) anzutreiben, und wobei der flexible Bremsarm (157) dafür konfiguriert ist, eine Bremsbewegung über die Welle (155) auf den Schwenkantriebsarm (114) zu übertragen.
7. System nach Anspruch 6, wobei der flexible Bremsarm (157) ein biegefähiges Material aufweist, das in der Ebene starr und aus der Ebene heraus flexibel ist.
8. System nach einem der Ansprüche 2 bis 7, wobei die Fahne (112) plattenförmig ist und durch eine Spannvorrichtung (222) gehalten wird und eine Länge hat, die dimensioniert ist, um eine Strecke von einem Außenrand der Spannvorrichtung (222) zum Waferrand (30a) zu überspannen.
9. Wafer-Verarbeitungssystem, mit:
 - einer verschließbaren Verarbeitungskammer (202);
 - einer im Inneren der Verarbeitungskammer (202) angeordneten oberen Blockanordnung (220), die dafür konfiguriert ist, einen Wafer (30) durch das Waferhaltesystem mit drei mechanischen Halteanordnungen (110A, 110B, 110C) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 zu halten;
 - wobei die drei mechanischen Halteanordnungen (110A, 110B, 110C) über einer Abdeckung der Waferverarbeitungskammer (202) vorstehen und dafür konfiguriert sind, den Wafer (30) an einem Rand (30a) des Wafers (30) zu halten und von der Außenseite der Verarbeitungskammer (202) eingestellt zu werden.
10. System nach Anspruch 9, wobei die Fahne (112) plattenförmig ausgebildet ist und durch eine in der oberen Blockanordnung (220) angeordnete Spannvorrichtung (222) gehalten wird und eine Länge hat, die dimensioniert ist, um eine Strecke von einem Außenrand der Spannvorrichtung (222) zum Waferrand (30a) zu überspannen.

11. System nach Anspruch 9 oder 10, wobei der distale Randabschnitt (113) der Fahne (112) eine Stufe (111) aufweist.
12. System nach einem der Ansprüche 9 bis 11, wobei der distale Randabschnitt (113) der Fahne (112) gekrümmt ist.
13. System nach Anspruch 12, wobei der distale Randabschnitt (113) der Fahne (112) eine Krümmung aufweist, die der Krümmung des Waferrandes (30a) komplementär entspricht.
14. System nach einem der Ansprüche 9 bis 13, wobei der distale Randabschnitt (113) der Fahne (112) eine Schutzschicht aufweist, die dafür konfiguriert ist, die Unversehrtheit des Waferrandes (30a) zu schützen, eine Dämpfung bereitzustellen, wenn der distale Randabschnitt (113) der Fahne (112) den Waferrand (30a) berührt, und eine zwangsweise Haltereibung zwischen dem distalen Randabschnitt (113) der Fahne (112) und dem Waferrand (30a) bereitzustellen.
15. System nach Anspruch 14, wobei die Schutzschicht eine hochtemperaturbeständige Polyether-Ether-Keton- (PEEK) Beschichtung, eine Polyimidbeschichtung oder eine Teflonbeschichtung aufweist.
16. System nach einem der Ansprüche 9 bis 15, wobei der distale Randabschnitt (113) der Fahne (112) gerade, schräg oder gekrümmt ist.