



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 38 590 T2** 2009.04.23

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 435 646 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 38 590.6**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **04 006 189.7**

(96) Europäischer Anmeldetag: **18.12.1997**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **07.07.2004**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **19.03.2008**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **23.04.2009**

(51) Int Cl.⁸: **H01L 21/00** (2006.01)

H01L 21/68 (2006.01)

H02N 13/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

769433 19.12.1996 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT, DE, FR, GB, IE, NL

(73) Patentinhaber:

Lam Research Corp., Fremont, Calif., US

(72) Erfinder:

Dhindsa, Rajinder, Milpitas CA 95035, US;

Franchuk, Steven, Fremont CA 94536, US;

Manzanilla, Carlos, San Jose CA 95136, US;

Tokunaga, Ken E., Fremont CA 94538, US

(74) Vertreter:

PRÜFER & PARTNER GbR, 81479 München

(54) Bezeichnung: **Waferelektroentladungskontrolle durch eine Waferhebevorrichtung**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft die Handhabung eines Substrats bei der Herstellung einer integrierten Schaltung. Die vorliegende Erfindung betrifft genauer Verfahren und eine Vorrichtung zur kontrollierbaren Entladung einer elektrischen Ladung, die in einer Plasmabearbeitungskammer während einer Halbleiterscheibenbearbeitung auf einem Substrat verbleibt.

[0002] Substrate, wie Halbleitersubstrate oder Glassubstrate, werden typischerweise unter Verwendung von Plasmabearbeitungskammern bearbeitet, um verschiedene Bearbeitungsschritte während der Herstellung der Ergebnis-Vorrichtung, beispielsweise integrierte Schaltungen oder Flachbildschirme, durchzuführen. Diese plasmaunterstützten Halbleiterbearbeitungen sind dem Fachmann wohlbekannt. Ein wichtiger Aspekt dieses Herstellungsprozesses ist die Handhabung des Substrats während seiner gesamten Bearbeitung. Typischerweise ist die Handhabung und der Transport des Substrats von einem bestimmten Prozess zu einem weiteren hoch automatisiert. Wie bekannt ist, ist einer der Schritte, der typischerweise automatisiert ist, das Entfernen des Substrats von einer Plasmabearbeitungskammer nach der Bearbeitung des Substrats innerhalb der Kammer.

[0003] [Fig. 1](#) zeigt ein typisches Plasmabearbeitungssystem **100** mit einer Plasmabearbeitungskammer **102**. Die Kammer **102** beinhaltet eine Basisplatte **104** und ein elektrostatisches Futter **106** zum Tragen eines Substrats **108** während der Bearbeitung des Substrats. Eine Substrathebeanordnung **109** beinhaltet einen Aktuator **110** und einen Hebemechanismus **112** mit drei oder mehreren, beispielsweise vier Hebestiften **114**. Wie nachfolgend detaillierter beschrieben wird, sind die verschiedenen Komponenten, die die Hebeanordnung **109** bilden, typischerweise elektrisch leitfähig und die Hebeanordnung **109** ist typischerweise mit Masse elektrisch verbunden, wenn das Futter nicht bestromt wird. Auch beinhaltet das elektrostatische Futter **106** eine Schicht dielektrisches Material **116**, um das Futter **106** von dem Substrat **108** elektrisch zu isolieren. Der Aktuator **110** ist so angeordnet, dass er den Hebemechanismus **112** zwischen einer ersten Position, in der die Hebestifte **114** nicht mit dem Substrat **108** in Eingriff stehen, und einer zweiten Position, in der die Hebestifte **114** mit dem Substrat **108** in Eingriff stehen und dieses von dem Futter **106** abheben, bewegt.

[0004] Um das Substrat aus der Plasmabearbeitungskammer zu entfernen, wird das Substrat typischerweise von dem Futter unter Verwendung einer Substrathebeanordnung wie der oben beschriebenen Substrathebeanordnung **109** angehoben. Dies ermöglicht einem Substrattransportmechanismus

(nicht gezeigt), das Substrat zu ergreifen und das Substrat zu dem nächsten Bearbeitungsschritt zu transportieren. Jedoch neigt das Substrat in manchen Fällen dazu, an dem Futter hängen zu bleiben. Wie im Stand der Technik bekannt ist, wird dieses Hängenbleibe-Problem durch eine elektrische Ladung verursacht, die nach der Bearbeitung des Substrats auf dem Substrat verbleibt. Wenn das Substrat auf dem Futter hängen bleibt, kann das Substrat die Tendenz haben, sich plötzlich von dem Futter zu lösen, wenn die Hebeanordnung das Substrat hebt. Dieses plötzliche Lösen kann bewirken, dass das Substrat relativ zu seiner erwarteten Position für das Ergreifen durch den Transportmechanismus versetzt wird. Wenn das Substrat nicht an seiner richtigen Stelle liegt, könnte der Transportmechanismus nicht dazu in der Lage sein, das Substrat richtig zu ergreifen, und das gesamte System wird angehalten werden müssen, so dass das versetzte Substrat manuell zurückgeholt werden kann. Es wird auf die Druckschrift zum Stand der Technik JP-A-07007072 verwiesen.

[0005] Verschiedene Herangehensweisen wurden angewandt, um das Substrat-Hängenbleibe-Problem zu vermeiden. In einer ersten Herangehensweise wurde der Bearbeitung des Substrats innerhalb der Plasmaüberarbeitungskammer ein zusätzlicher Schritt hinzugefügt. Dieser zusätzliche Schritt, der als Plasmaentladung bezeichnet wird, beinhaltet ein Zünden eines Plasmas innerhalb der Kammer, das für die Ladung auf dem Substrat als leitender Pfad wirkt, um zur Kammerwand zu entladen. Jedoch erhöht diese Herangehensweise die Bearbeitungszeit, die zur Bearbeitung des Substrats innerhalb der Kammer erforderlich ist, und reduziert den Durchsatz der Gesamtbearbeitung, wodurch die durch Verwendung dieser Herangehensweise betroffenen Gesamtkosten erhöht werden. Auch ist dieser Prozess typischerweise nicht dazu in der Lage, das Substrat vollständig zu entladen, und beseitigt daher die Möglichkeit des Hängenbleibe-Problems nicht.

[0006] In der zweiten Herangehensweise ist die Hebeanordnung elektrisch leitfähig und geerdet, wie oben für [Fig. 1](#) beschrieben ist. Mit dieser Anordnung wird jede auf dem Substrat verbleibende Ladung durch die Substrathebeanordnung entladen, wenn die Hebeanordnung mit dem Substrat in Eingriff gelangt. Obwohl diese Herangehensweise keine zusätzlichen Bearbeitungsschritte erfordert und das Hängenbleibe-Problem beseitigt, kann diese Herangehensweise in manchen Fällen zu einem Schaden von Abschnitten des Substrats führen. Dieser Schaden kann verursacht werden, wenn relativ hohe Spannungsströme auf kleinen Flächen des Substrats konzentriert sind, die in direktem Kontakt mit den geerdeten Hebestiften sind. Obwohl dieser Schaden bei Substraten mit relativ dicken Oxidschichten nicht auftreten würde, wird ein Schaden wegen dieser kon-

zentrierten Ströme wahrscheinlicher, wenn die Oxidschichten des Substrats dünner und dünner werden, um die Komponentendichte auf dem Substrat zu erhöhen und/oder die Vorrichtungsleistung zu verbessern.

[0007] Die vorliegende Erfindung stellt eine Vorrichtung zur Steuerung der Entladung einer auf einem Substrat verbleibenden elektrischen Ladung, wenn das Substrat durch eine Hebeanordnung von einem Futter gehoben wird, bereit. Dies verhindert das Hängenbleibe-Problem, während auch die Beschädigungswahrscheinlichkeiten des Substrats wegen hoher Spannungsströme, die auf kleinen Flächen des Substrats konzentriert sind, die in direktem Kontakt mit der Hebeanordnung stehen, minimiert wird.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0008] Die Erfindung gemäß Anspruch 1 betrifft eine Substrathebeanordnung zur Verwendung in einer Plasmabearbeitungskammer. Die Plasmabearbeitungskammer besitzt ein Futter, das dazu eingerichtet ist, ein Substrat während einer Bearbeitung des Substrats innerhalb der Plasmabearbeitungskammer zu tragen. Die Substrathebeanordnung beinhaltet mindestens ein Substrateingriffselement, das zwischen einer ersten Position, in der das Substrateingriffselement nicht mit dem Substrat in Eingriff steht, und einer zweiten Position, in der das Substrateingriffselement mit dem Substrat in Eingriff steht und das Substrat von dem Futter abhebt, bewegbar ist.

[0009] Die Substrathebeanordnung beinhaltet ferner einen Aktuator, der mit dem Substrateingriffselement gekoppelt ist. Der Aktuator steuert eine Bewegung des Substrateingriffselementes zwischen der ersten und der zweiten Position. Hier ist ferner eine Widerstand-Anordnung beinhaltet, die mit dem Substrateingriffselement gekoppelt ist. Die Widerstand-Anordnung beschränkt einen Strom, der von dem Substrat durch die Widerstand-Anordnung zur Masse fließt. Der Strom wird durch eine auf dem Substrat verbleibende elektrische Ladung verursacht, wenn das Substrat durch das Substrateingriffselement von dem Futter abgehoben wird.

[0010] Diese und weitere Vorteile der vorliegenden Erfindung werden beim Lesen der folgenden detaillierten Beschreibung und beim Studieren der verschiedenen Figuren der Zeichnungen ersichtlich.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0011] [Fig. 1](#) ist eine vereinfachte querschnittene Ansicht einer Plasmabearbeitungskammer aus dem Stand der Technik, die ein Futter zum Tragen eines Substrats und eine Vierstift-Substrathebeanordnung zum Heben des Substrats nach der Bearbeitung des Substrats innerhalb der Kammer beinhaltet.

[0012] [Fig. 2A](#) ist eine vergrößerte querschnittene Ansicht der Plasmabearbeitungskammer, die in Übereinstimmung mit einem Ausführungsbeispiel der Erfindung entworfen ist, und ein Futter und eine Substrathebeanordnung in Übereinstimmung mit der Erfindung zeigt.

[0013] [Fig. 2B](#) ist eine querschnittene Ansicht, die in einem Ausführungsbeispiel die relativen Positionen des Futters, des Substrats und der Hebeanordnung aus [Fig. 2A](#) darstellt, kurz bevor das Substrat durch die Hebeanordnung gehoben wird.

[0014] [Fig. 2C](#) ist eine querschnittene Ansicht, die in einem Ausführungsbeispiel die relativen Positionen des Futters, Substrats und der Hebeanordnung in [Fig. 2A](#) zeigt, wenn das Substrat beginnt durch die Hebeanordnung gehoben zu werden.

[0015] [Fig. 2D](#) ist ein Graph, der die Spannung durch die Ladung auf dem Substrat relativ zur Zeit für ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung darstellt, wenn das Substrat durch die Substrathebeanordnung von dem Futter abgehoben wird.

[0016] [Fig. 3](#) stellt eine querschnittene Ansicht eines spezifischen Ausführungsbeispiels der Substrathebeanordnung aus [Fig. 2A](#) dar.

[0017] [Fig. 4](#) stellt eine querschnittene Ansicht eines zweiten spezifischen Ausführungsbeispiels der Substrathebeanordnung aus [Fig. 2A](#) dar.

[0018] [Fig. 5](#) stellt eine querschnittene Ansicht eines dritten spezifischen Ausführungsbeispiels der Substrathebeanordnung aus [Fig. 2A](#) dar.

[0019] [Fig. 6](#) stellt eine querschnittene Ansicht eines vierten spezifischen Ausführungsbeispiels der Substrathebeanordnung aus [Fig. 2A](#) dar.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

[0020] Es wird eine Erfindung zum Bereitstellen eines Verfahrens und einer Vorrichtung zur Steuerung der Entladung jeder auf einem Substrat verbleibenden elektrischen Ladung, wenn das Substrat in Eingriff steht und durch eine Hebeanordnung gehoben wird, beschrieben. In der folgenden Beschreibung werden zahlreiche spezifische Details ausgeführt, um ein umfängliches Verständnis der vorliegenden Erfindung zu ermöglichen. Es wird dem Fachmann jedoch offensichtlich sein, dass die vorliegende Erfindung in einer weiten Vielfalt spezifischer Konfigurationen ausgeführt werden kann. Auch wurden wohlbekannte Prozesse nicht im Detail beschrieben, um die vorliegende Erfindung nicht unnötig zu verschleiern.

[0021] Die erfinderische Substratentladungstechnik

könnte in allen bekannten Plasmabearbeitungsvorrichtungen ausgeführt werden, wie beispielsweise in solchen, die auf Trockenätzen, Plasmaätzen, RIE (Reactive Ion Etching), magnetisch unterstütztes RIE, Elektronencyclotron-Resonanz oder dergleichen angepasst sind. Es sei darauf hingewiesen, dass dies zutrifft, unabhängig davon, ob dem Plasma Energie durch kapazitiv gekoppelte parallele Elektrodenplatten, durch ECR-Mikrowellenplasmaquellen oder durch induktiv gekoppelte RF-Quellen, wie Helicon, helikale Resonatoren und transformatorgekoppeltes Plasma, zugeführt wird. Diese Bearbeitungssysteme sind neben anderen bereits kommerziell erhältlich.

[0022] [Fig. 2A](#) zeigt eine vereinfachte schematische Darstellung eines Plasmabearbeitungssystems **200**, das in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung entworfen wurde. Grundsätzlich weist das System **200** eine Plasmabearbeitungskammer **202** auf, die eine Basisplatte **204** und ein elektrostatisches Futter **206** zum Tragen eines Substrats **208** während der Bearbeitung des Substrats beinhaltet. Das elektrostatische Futter **206** beinhaltet eine Schicht eines dielektrischen Materials **210**, um das Futter **206** von dem Substrat **208** elektrisch zu isolieren. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel beinhaltet eine Hebeanordnung **212** einen Aktuator **214** und einen Hebemechanismus **216**. Der Hebemechanismus **216** besitzt Hebestifte **218**, eine Hebestiftbasis **220** und eine Welle **222**. Die Hebestifte **218** werden durch die Basis **220** getragen, die wiederum durch die Welle **222** getragen wird. Der Aktuator **214** ist so angeordnet, dass er den Hebemechanismus **216** zwischen einer ersten Position, in der die Hebestifte **218** mit dem Substrat **208** nicht in Eingriff stehen, und einer zweiten Position, in der sich die Hebestifte **218** durch das Futter **206** erstrecken und mit dem Substrat **208** in Eingriff gelangen und es von dem Futter **206** abheben, bewegt. Obwohl die Hebeanordnung **212** mit einer bestimmten Konfiguration beschrieben wurde, muss verstanden werden, dass die Hebeanordnung eine weite Vielfalt an Formen annehmen kann, solange sie dazu in der Lage ist, das Substrat **208** von dem Futter **206** abzuheben.

[0023] In Übereinstimmung mit der Erfindung und wie im Folgenden detaillierter beschrieben wird, beinhaltet die Hebeanordnung **212** eine elektrische Verbindungsanordnung **224**, die das Substrat durch eine Widerstand-Anordnung **226** mit Masse verbindet, wenn die Hebeanordnung **212** mit dem Substrat **208** in Eingriff gelangt und es von dem Futter **206** abhebt. Die Widerstand-Anordnung **226** ist so konfiguriert, dass sie einen vorbestimmten Widerstand aufweist. Mit dieser Konfiguration wird jede auf dem Substrat **208** verbleibende elektrische Ladung durch die elektrische Verbindungsanordnung **224** und die Widerstand-Anordnung **226** entladen. Die Widerstandanordnung **226** begrenzt den Stromfluss durch die elektrische Verbindungsanordnung **224**, wodurch die Ent-

ladung jeder auf dem Substrat **208** verbleibenden Ladung gesteuert wird.

[0024] Weil jede auf dem Substrat verbleibende Ladung entladen wird, wenn die Substrathebeanordnung mit dem Substrat in Eingriff gelangt und es hebt, kann das im technischen Hintergrund beschriebene Hängebleibe-Problem vermieden werden. Jedoch kann in Übereinstimmung mit der Erfindung das oben im technischen Hintergrund beschriebene Problem der Beschädigung von Abschnitten des Substrats durch hohe Spannungsströme, die sich auf kleinen Flächen des Substrats konzentrieren, die in direktem Kontakt mit der Hebeanordnung stehen, durch Steuern der Entladung unter Verwendung der Widerstand-Anordnung **226** durch geeignete Auswahl des Widerstands der Widerstand-Anordnung **226** minimiert werden.

[0025] Um das Hängebleibe-Problem zu verhindern, muss die Widerstand-Anordnung **226** dafür vorgesehen sein, einen ausreichend niedrigen Widerstand aufzuweisen, der es erlaubt, dass die auf dem Substrat verbleibende Ladung schnell genug entladen wird, um starke Hängenbleibe-Kräfte zu verhindern. Jedoch muss der Widerstand auch ausreichend hoch sein, um den Stromfluss ausreichend zu begrenzen, um die Möglichkeit der Beschädigung von Abschnitten des Substrats durch hohe Spannungsströme, die sich auf kleinen Flächen des Substrats konzentrieren, die in direktem Kontakt mit der Hebeanordnung stehen, zu minimieren. Die zur Bestimmung des geeigneten Widerstands für die Widerstand-Anordnung **226** betroffenen Schlüsselfaktoren werden nun unter Bezugnahme auf die [Fig. 2B-D](#) beschrieben. [Fig. 2B](#) und [Fig. 2C](#) stellen jeweils das Substrat **208** kurz vor seiner Hebung und bei Beginn der Abhebung von dem Futter **206** dar. [Fig. 2D](#) ist ein Graph, der die Beziehung zwischen der Spannung durch die Ladung auf dem Substrat **208** und der Zeit, in der das Substrat von dem Futter **206** gehoben wird, darstellt.

[0026] Wie durch die Formel **250** von [Fig. 2B](#) angezeigt wird, ist die Ladung (angezeigt durch den Bezugsbuchstaben Q) auf dem Substrat gleich der Kapazität (angezeigt durch den Bezugsbuchstaben C) des Substrats **208** relativ zu dem Futter **206** und dem Spannungsunterschied (angezeigt durch den Bezugsbuchstaben V) zwischen dem Substrat und dem Futter, wenn auf dem Substrat **208** eine Ladung verbleibt. Die Kapazität (C) ist proportional zur Fläche und dem Abstand zwischen dem Substrat und dem Futter. Wenn die Fläche zwischen dem Substrat und dem Futter abnimmt und der Abstand zwischen dem Substrat und dem Futter zunimmt, verringert sich die Kapazität (C). Daher steigt dann, wenn die Fläche abnimmt und der Abstand zunimmt, die mit der Ladung auf dem Substrat einhergehende Spannung wie durch die Formel **250** gefordert.

[0027] Die Hängebleibe-Kraft, die das Substrat **208** anzieht und gegen das Futter **206** hält, ist proportional zum Quadrat der Spannung (V). Wenn die Hebeanordnung **212** beginnt, das Substrat **208** von dem Futter **206** abzuheben, verringert sich die Kontaktfläche zwischen dem Substrat und dem Futter und der Abstand zwischen dem Substrat und dem Futter erhöht sich. Dies reduziert die Kapazität (C) und erhöht daher, wie durch Formel **250** aus [Fig. 2B](#) gefordert, die mit der Ladung (Q) auf dem Substrat einhergehende Spannung (V), wie durch den anfänglichen Aufwärtsabschnitt der Kurve **260** von [Fig. 2D](#) dargestellt. Diese Spannungen können Spannungen bis zu 1 kV erreichen. Die Zunahme der Spannungen bewirkt auch eine Erhöhung der Hängenbleibe-Kraft des Substrats an dem Futter, weil die Hängenbleibe-Kraft proportional zum Quadrat der Spannung ist. Da die Hebeanordnung **212** auch das Substrat durch die Widerstand-Anordnung **226** mit Masse verbindet, bewirkt die Ladung (Q) auf dem Substrat **208**, dass ein Strom durch die Widerstand-Anordnung **226** fließt und dadurch die Ladung (Q) auf dem Substrat **208** relativ zur Zeit verringert wird. Die Reduktion der Ladung über die Zeit reduziert die Spannung über die Zeit wie durch Formel **250** aus [Fig. 2B](#) gefordert und wie es durch den Abwärtsabschnitt der Kurve **260** aus [Fig. 2D](#) gezeigt ist.

[0028] Da der Widerstand der Widerstand-Anordnung **226** steuert, wieviel Strom von dem Substrat zur Masse fließt, bestimmt dieser Widerstand, wie lange es dauert, bis jede auf dem Substrat **208** verbleibende Ladung entladen ist. Wie oben angezeigt ist, muss der Widerstand ausreichend hoch sein, um den Stromfluss ausreichend zu beschränken, um die Möglichkeit eines Schadens von Abschnitten des Substrats durch hohe Spannungsflüsse, die sich auf kleinen Flächen des Substrats konzentrieren, die in direktem Kontakt mit der Hebeanordnung stehen, zu minimieren. Jedoch muss der Widerstand auch ausreichend hoch sein, um zu ermöglichen, dass die auf dem Substrat verbleibende Ladung schnell genug entladen wird, um große Hängenbleibe-Kräfte zu vermeiden. Es sei darauf hingewiesen, dass die Geschwindigkeit, mit der die Hebeanordnung **212** das Substrat **208** von dem Futter abhebt, die Kapazitätsänderungsrate und damit die Hängenbleibe-Kraft-Änderungsrate bestimmt. Aus diesem Grund erhöht das Verringern der Geschwindigkeit, mit der die Hebeanordnung das Substrat anhebt, die verfügbare Entladezeit, d. h., die zum Entladen der auf dem Substrat **208** verbleibenden Ladung verfügbarer Zeit, und reduziert dadurch die Hängebleibe-Kräfte.

[0029] Von dem Fachmann sollte verstanden werden, dass die oben beschriebene Beziehung verwendet werden kann, um eine weite Vielfalt von nützlichen erwünschten Widerständen für die Widerstand-Anordnung **226** abhängig von der Ladung (Q), die auf dem Substrat nach der Bearbeitung des Sub-

strats in der Kammer verbleibt, und abhängig von der Geschwindigkeit, mit der das Substrat durch die Hebeanordnung **212** gehoben wird, zu bestimmen. Wegen der vielen betroffenen Variablen (d. h. Ladung, Hebengeschwindigkeit und Widerstand), ist eine weite Vielfalt von Lösungen verfügbar. Jedoch kann der Fachmann für eine gegebene Ladung und eine gegebene Hebengeschwindigkeit einen nützlichen Widerstand bezüglich der obigen Beschreibung bestimmen.

[0030] In einem spezifischen Ausführungsbeispiel wurde für die Widerstand-Anordnung **226** ein Widerstand von 10 M Ω verwendet. Ein herkömmlicher Aktuator wurde dazu verwendet, die Hebeanordnung **212** zu bewegen, um das Substrat von dem Futter abzuheben. Die mit dieser Konfiguration assoziierte Entladezeit wurde auf ungefähr 1/10 einer Sekunde gemessen.

[0031] Nachdem nun die die Erfindung betreffenden grundsätzlichen Prinzipien beschrieben wurden, werden vier spezifische Ausführungsbeispiele der Widerstand-Anordnung detailliert beschrieben. Obwohl nur vier Ausführungsbeispiele beschrieben werden, sollte verstanden sein, dass die Erfindung eine weite Vielfalt spezifischer Konfigurationen annehmen kann und weiterhin innerhalb des Umfangs der Erfindung bleibt. Tatsächlich würde die Erfindung in gleicher Weise auf jede Konfiguration anwendbar sein, die ein Substrat durch eine vorbestimmte Widerstand-Anordnung mit Masse elektrisch verbindet, wenn das Substrat von einem Futter eines Plasmabearbeitungssystems angehoben wird.

[0032] Unter Bezugnahme auf [Fig. 3](#) wird eine erste spezifische Konfiguration für einen Hebemechanismus **300** beschrieben. Wie für den Hebemechanismus **216** aus [Fig. 2A](#) bereits erwähnt wurde, besitzt ein Hebemechanismus **300** vier Hebestifte **218** (von welchen zwei in [Fig. 3](#) gezeigt sind), eine Hebestiftbasis **220** und eine Welle **222**. Die Hebestifte **218** werden durch die Basis **220** getragen, die wiederum durch die Welle **222** getragen wird. Wie auch oben für [Fig. 2A](#) beschrieben ist, ist ein Aktuator **214** so angeordnet, dass er einen Hebemechanismus **216** zwischen einer ersten Position, in der die Hebestifte **218** nicht mit dem Substrat **208** in Eingriff gelangen, und einer zweiten Position, in der die Hebestifte **218** mit dem Substrat **208** in Eingriff gelangen und Heben, wie in [Fig. 3](#) gezeigt ist, bewegt.

[0033] In diesem spezifischen Ausführungsbeispiel sind die Hebestifte **218** und die Welle **222** elektrisch leitfähig und die Welle **222** ist elektrisch mit Masse verbunden. Die Hebestiftbasis **220** ist aus einem dielektrischen Material gemacht, so dass es die Hebestifte **218** nicht mit der Welle **222** elektrisch verbindet. Für dieses Ausführungsbeispiel nimmt die Widerstand-Anordnung **226** aus [Fig. 2A](#) die Form von vier

Bauteil-Widerständen **302** (von welchen zwei in [Fig. 3](#) gezeigt sind) mit einem vorbestimmten Widerstand an. Jeder Bauteil-Widerstand **302** wird durch die dielektrische Hebestiftbasis **220** getragen und ist unter Verwendung von Leiterpfaden **304** zwischen einem zugeordneten der Hebestifte **218** und der elektrisch leitfähigen Welle **222** verbunden. Mit diesem Aufbau wirkt die Kombination aus den Hebestiften **218**, den Bauteil-Widerständen **302**, den Leiterpfaden **304** und der Welle **222** als elektrische Verbindungsanordnung **224** aus [Fig. 2A](#).

[0034] [Fig. 4](#) stellt ein zweites spezifisches Ausführungsbeispiel eines Hebemechanismus **400** ähnlich dem in [Fig. 3](#) gezeigten Ausführungsbeispiel dar. Der einzige Unterschied zwischen dem Hebemechanismus **300** und dem Hebemechanismus **400** ist, dass die Bauteil-Widerstände **302** und die Leiterpfade **304** des Hebemechanismus **300** in dem Mechanismus **400** durch eine Materialschicht **402** ersetzt sind, die einen vorbestimmten Widerstand hat. Diese Materialschicht **402** wird durch die Hebestiftbasis **220** so getragen, dass sie die elektrischen Hebestifte **218** mit der elektrisch leitenden Welle **222** elektrisch verbindet. Da die Welle **222** wie oben beschrieben mit Masse verbunden ist, wirken die Hebestifte **218**, die Widerstandsschicht **402** und die Welle **222** als die elektrische Verbindungsanordnung **224** aus [Fig. 2A](#).

[0035] [Fig. 5](#) stellt ein drittes spezifisches Ausführungsbeispiel eines Hebemechanismus **500** ähnlich den zwei direkt zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen dar. Jedoch wird in diesem Ausführungsbeispiel eine Hebestiftbasis **502**, die aus einem Material mit einem vorbestimmten elektrischen Widerstand gefertigt ist, anstelle der Hebestiftbasis **220** verwendet. Da die Hebestiftbasis **502** aus einem Material mit einem vorbestimmten Widerstand gefertigt ist, verbindet sie die elektrisch leitfähigen Hebestifte **218** mit der elektrisch leitfähigen Welle **222** elektrisch. Dies beseitigt die Notwendigkeit für entweder Widerstände **302** aus [Fig. 3](#) oder Material **402** aus [Fig. 4](#). Stattdessen wirkt die Hebestiftbasis **502** als die Widerstand-Anordnung **226** aus [Fig. 2A](#). Mit diesem Aufbau wirken die Hebestifte **218**, die Hebestiftbasis **502** und die Welle **222** als elektrische Verbindungsanordnung **224** aus [Fig. 2A](#).

[0036] In einem abschließenden spezifischen Ausführungsbeispiel, das durch die Bezugsnummer **600** angezeigt wird und in [Fig. 6](#) dargestellt ist, sind alle die Komponenten, die die Hebeanordnung bilden (angezeigt durch die Bezugsnummer **216**) elektrisch leitfähig. Das bedeutet, die Hebestifte **218**, die durch die Hebestiftbasis **220** getragen werden, die wiederum durch die Welle **222** getragen wird, sind alle elektrisch leitfähig. Jedoch ist in diesem Ausführungsbeispiel die Welle **222** der Hebeanordnung **216** nicht direkt mit Masse verbunden. Stattdessen ist die Welle **222** über einen variablen Widerstand **602** elektrisch

mit Masse verbunden. Diese Anordnung erlaubt, dass der Widerstand des variablen Widerstandes **602** geändert wird, um den spezifischen Anforderungen des speziellen Substrats, das in der Plasmabearbeitungskammer bearbeitet wird, zu genügen.

[0037] In dem in [Fig. 6](#) dargestellten Ausführungsbeispiel wird der Widerstand des variablen Widerstandes **602** automatisch durch eine geeignete und bereits verfügbare Steuerung **604** gesteuert. Die Steuerung **604** kann so programmiert sein, dass sie den Widerstand des Widerstandes **602** basierend auf den Bearbeitungsschritten, die bei der Bearbeitung des Substrats verwendet werden, auf vorbestimmte Widerstände eingestellt werden. Dieser Aufbau erlaubt, dass das System den Widerstand des Widerstandes **602** automatisch auf vorbestimmte Einstellungen für unterschiedliche Substratbearbeitungen ändert.

[0038] Obwohl die Substrathebeanordnung der oben beschriebenen Ausführungsbeispiele mit einem bestimmten Aufbau beschrieben wurde, der vier Hebestifte, eine Basis und eine Welle, die durch einen Aktuator bewegt wird, beinhaltet, sollte verstanden sein, dass die Hebeanordnung eine weite Vielfalt spezifischer Konfigurationen annehmen kann und weiterhin innerhalb des Umfangs der Erfindung verbleibt. Tatsächlich würde die Erfindung in gleicher Weise auf jede Hebeanordnungsconfiguration anwendbar sein, die dazu in der Lage ist, das Substrat von dem Futter abzuheben, während sie durch einen vorbestimmten Widerstand wie oben beschrieben elektrisch mit Masse verbunden ist. zum Beispiel könnte die Hebeanordnung jede Anzahl Hebestifte aufweisen oder könnte für diese Angelegenheit andere Elemente als Hebestifte verwenden, um mit dem Substrat in Eingriff zu gelangen. Auch könnte der Aktuator eine weite Vielfalt an Formen annehmen, solange der Aktuator bewirkt, dass die eingreifenden Elemente der Hebeanordnung in Eingriff gelangen und das Substrat von dem Futter abheben.

[0039] Während diese Erfindung in Form mehrerer bevorzugter Ausführungsbeispiele beschrieben wurde, gibt es Abwandlungen, Permutationen und Äquivalente, die innerhalb des Umfangs dieser Erfindung fallen. Beispielsweise ist, obwohl das Futter durchgängig als elektrostatisches Futter beschrieben wurde, dies keine Voraussetzung. Stattdessen würde die vorliegende Erfindung in gleicher Weise anwendbar sein, unabhängig davon, welche spezielle Art des Futters verwendet wird. Beispielsweise wäre die Erfindung in gleicher Weise zum Entladen jeder Ladung geeignet, die auf einem Substrat verbleibt, das durch ein mechanisches Klemmfutter getragen wird, das eine dielektrische Schicht beinhaltet, die das Substrat von dem Futter isoliert.

Patentansprüche

1. Substrathebeanordnung zur Verwendung in einer Plasma-Bearbeitungskammer mit einem Futter (206), das konfiguriert ist, ein Substrat (208) während der Bearbeitung des Substrats innerhalb der Plasma-Bearbeitungskammer zu tragen, wobei die Substrathebeanordnung aufweist:

mindestens ein Substrateingriffselement, das zwischen einer ersten Position, in der das Substrateingriffselement nicht mit dem Substrat in Eingriff gelangt, und einer zweiten Position, in der das Substrateingriffselement mit dem Substrat in Eingriff gelangt und das Substrat von dem Futter anhebt, bewegbar ist;

einen Aktuator (214), der an das Substrateingriffselement gekoppelt ist, wobei der Aktuator eine Bewegung des Substrateingriffselements zwischen der ersten und der zweiten Position steuert; und

eine elektrischer-Widerstand-Anordnung (226), die an das Substrateingriffselement gekoppelt ist, wobei die Widerstand-Anordnung einen Strom begrenzt, der von dem Substrat durch die Widerstand-Anordnung zur Masse fließt, wobei der Strom durch eine wenn das Substrat von dem Futter durch das Substrateingriffselement angehoben wird auf dem Substrat verbleibende elektrische Ladung verursacht wird; wobei das Futter ein elektrostatisches Futter ist; das Substrateingriffselement eine Vielzahl elektrisch leitfähiger Hebestifte (218) beinhaltet, die durch eine Basis (220) getragen werden, wobei die Basis auf einer elektrisch leitfähigen Welle (222) getragen wird, die zwischen der ersten und der zweiten Position des Substrateingriffselements bewegbar ist, wobei die Welle elektrisch mit Masse gekoppelt ist; und ist **dadurch gekennzeichnet**, dass

die elektrischer-Widerstand-Anordnung durch die Basis getragen wird und dazu ausgelegt ist, zwischen den Hebestiften und der elektrisch leitfähigen Welle elektrisch verbunden zu sein, wenn das Substrateingriffselement mit dem Substrat in Eingriff gelangt.

2. Die Substrathebeanordnung aus Anspruch 1, wobei die Widerstand-Anordnung einen Widerstandswert von ungefähr 10 MΩ hat.

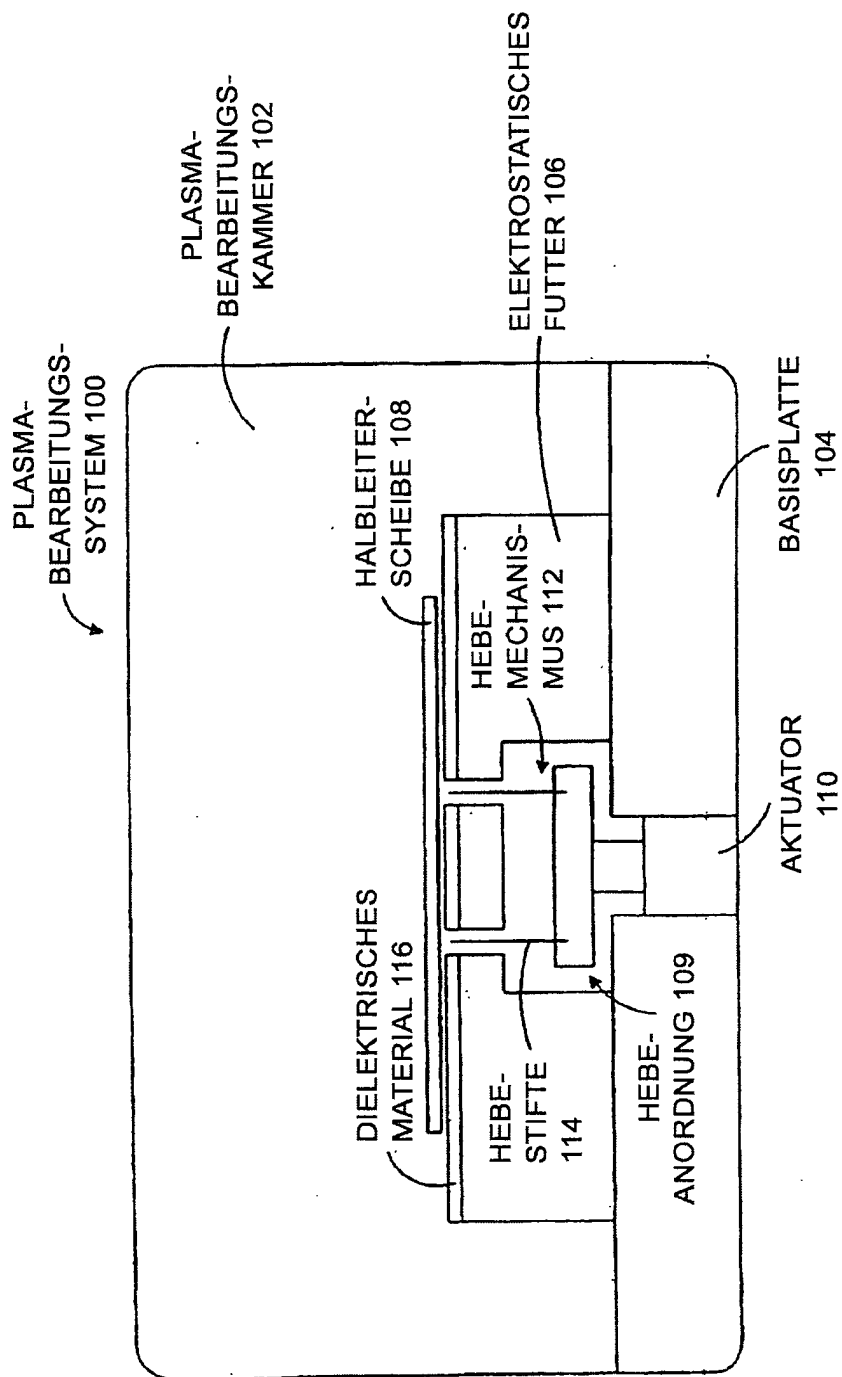
3. Die Substrathebeanordnung wie in Anspruch 1 vorgetragen, wobei die Widerstand-Anordnung eine Vielzahl von Hochspannungskomponentenwiderständen (302) beinhaltet, die jeweils einen vorbestimmten Widerstand aufweisen, wobei jeder Widerstand zwischen einem zugehörigen der Hebestifte und der elektrisch leitfähigen Welle elektrisch verbunden ist und wobei die Basis aus einem Dielektrikum besteht.

4. Die Substrathebeanordnung wie in Anspruch 2 vorgetragen, wobei die Widerstand-Anordnung eine Lage eines Materials (402) beinhaltet, das einen vorbestimmten elektrischen Widerstand aufweist, wobei

die Lage des Materials auf der Basis des Substrateingriffselements getragen wird, die Lage des Materials zwischen der Vielzahl der elektrisch leitfähigen Hebestifte und der elektrisch leitfähigen Welle elektrisch verbunden ist, und wobei die Basis aus einem dielektrischen Material besteht.

5. Die Substrathebeanordnung wie in Anspruch 1 vorgetragen, wobei die Widerstand-Anordnung einen Widerstand mit variablem Widerstand beinhaltet.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

**Fig. 1** (STAND DER TECHNIK)

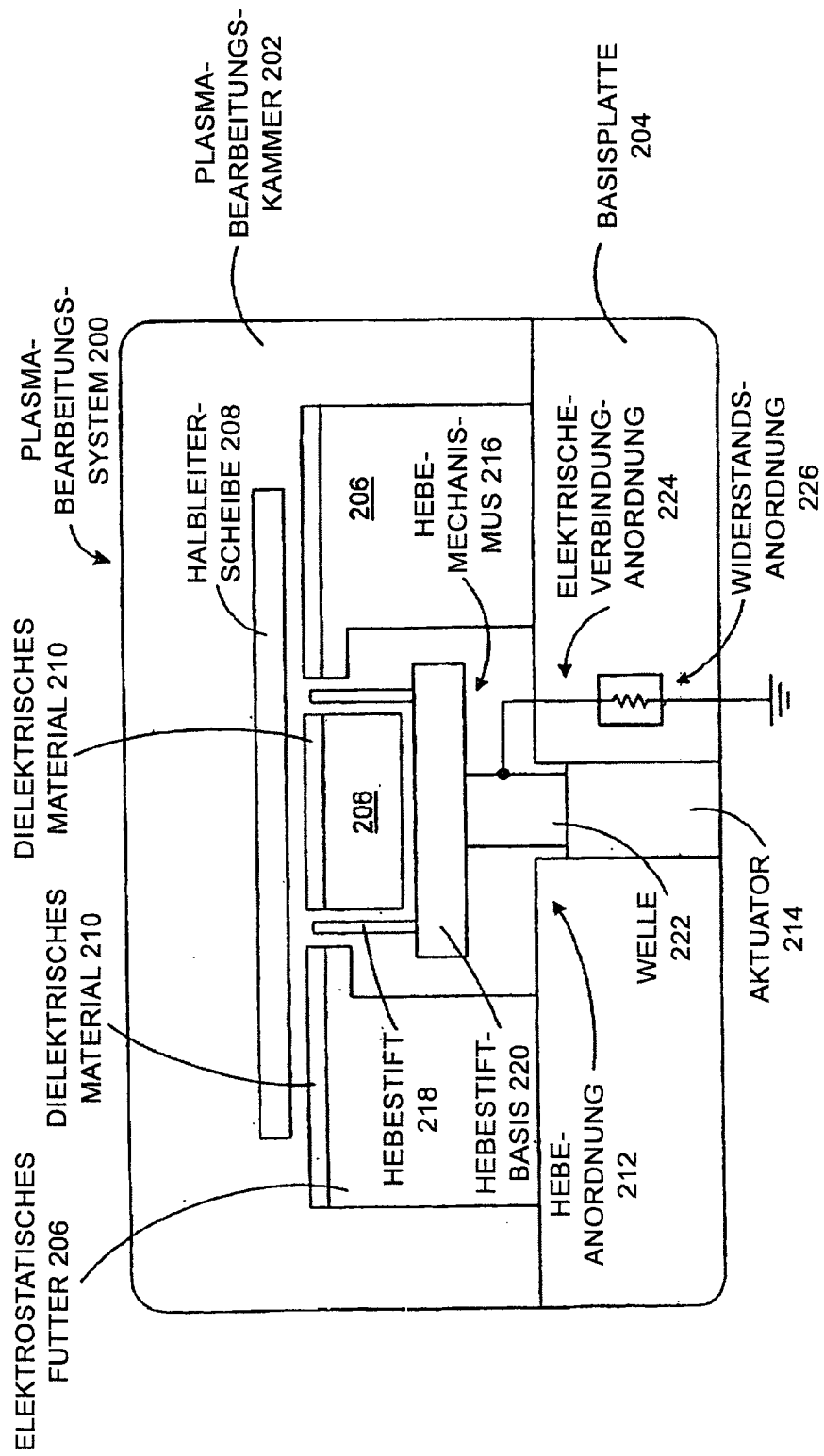


FIG. 2A

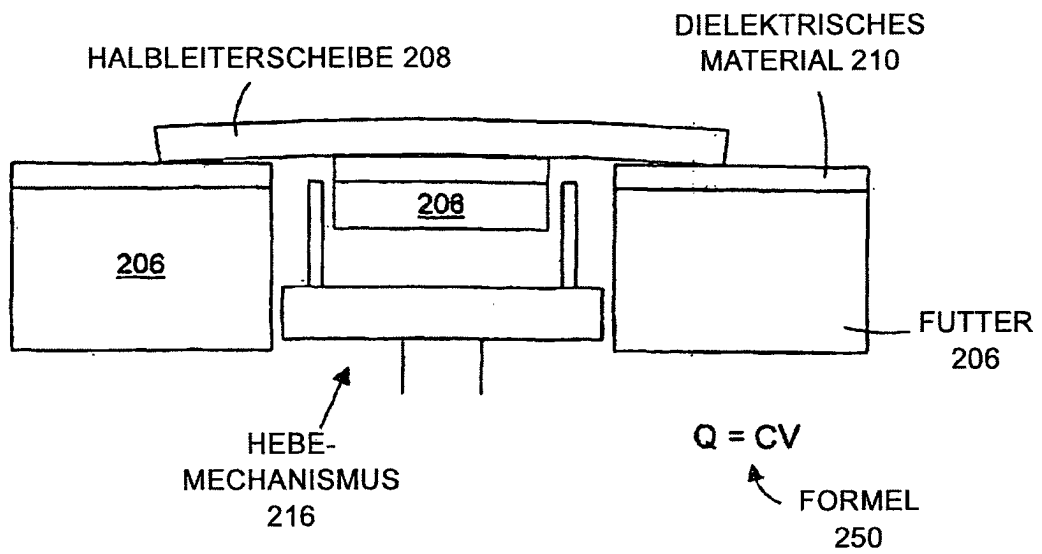


FIG. 2B

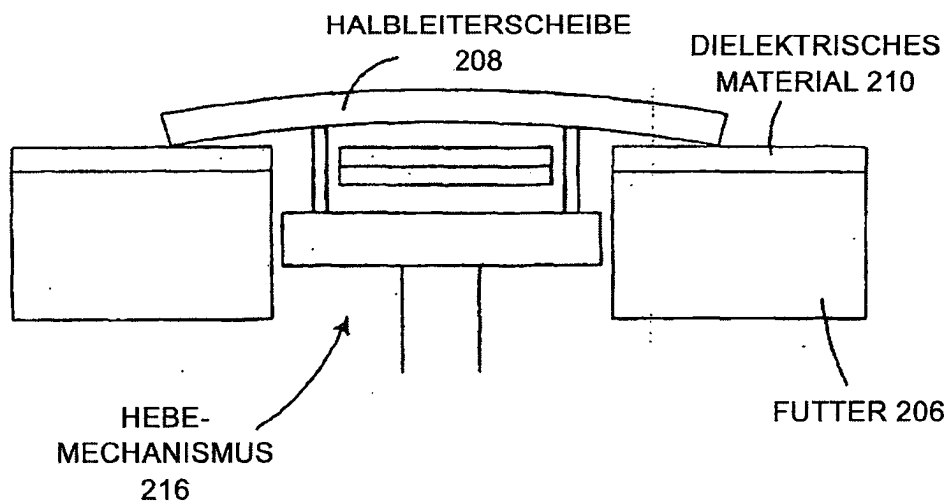


FIG. 2C

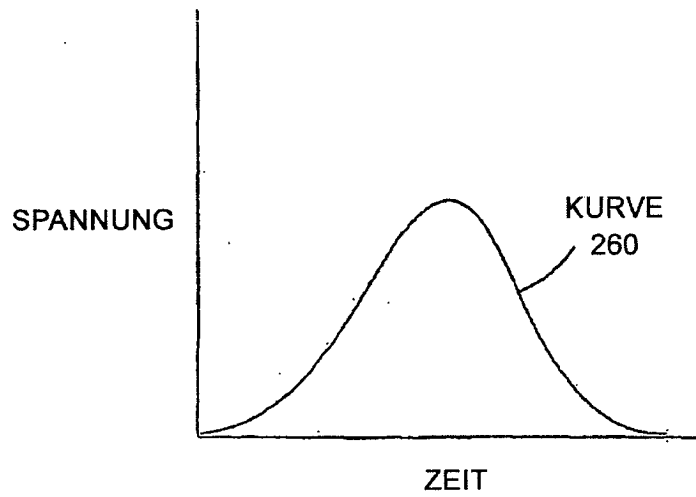


FIG. 2D

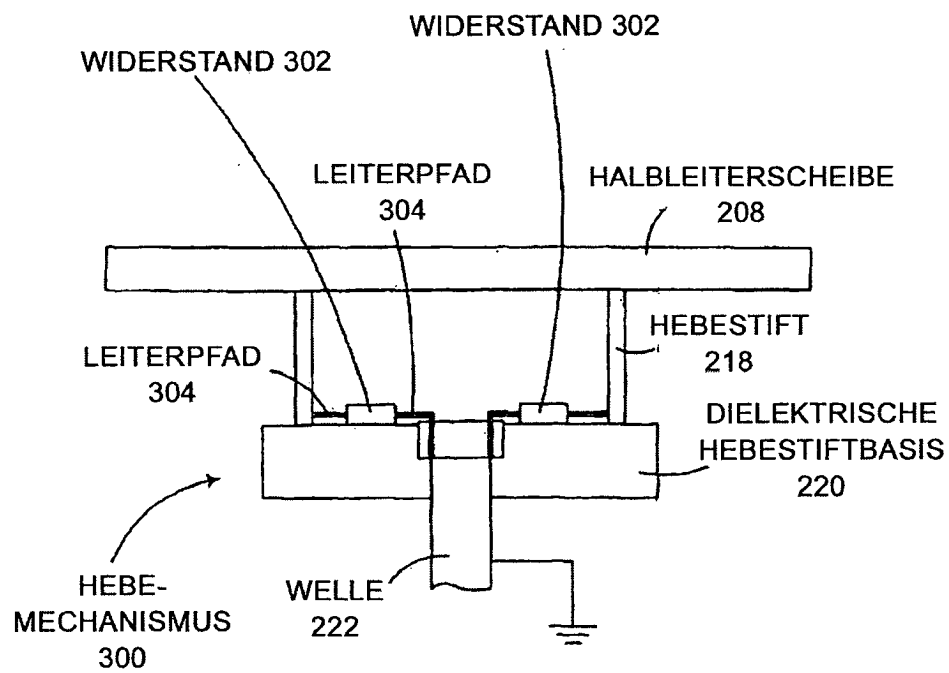


FIG. 3

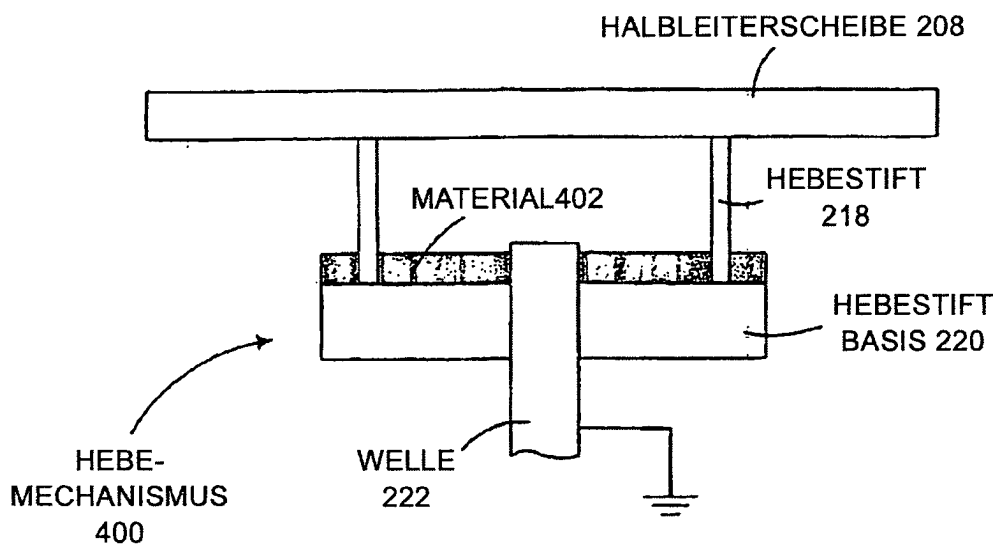


FIG. 4

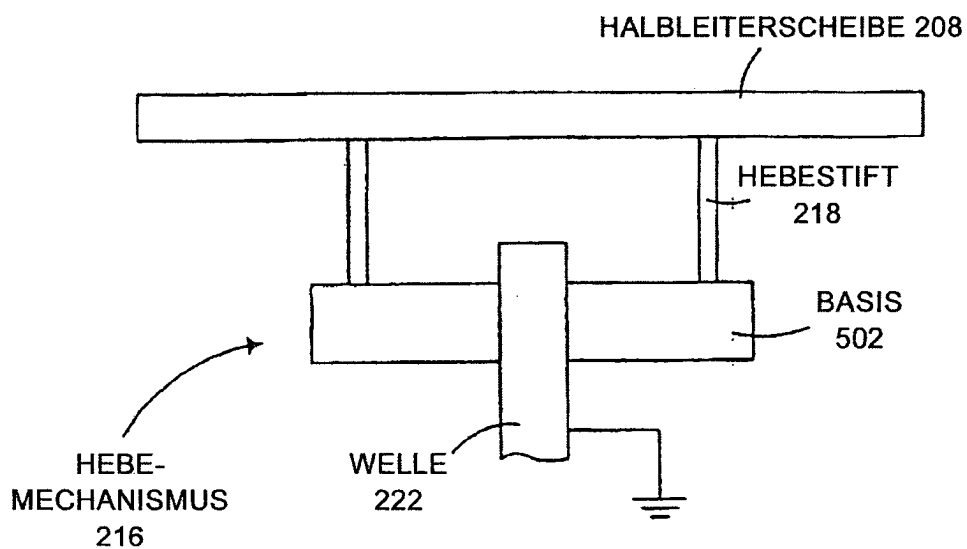


FIG. 5

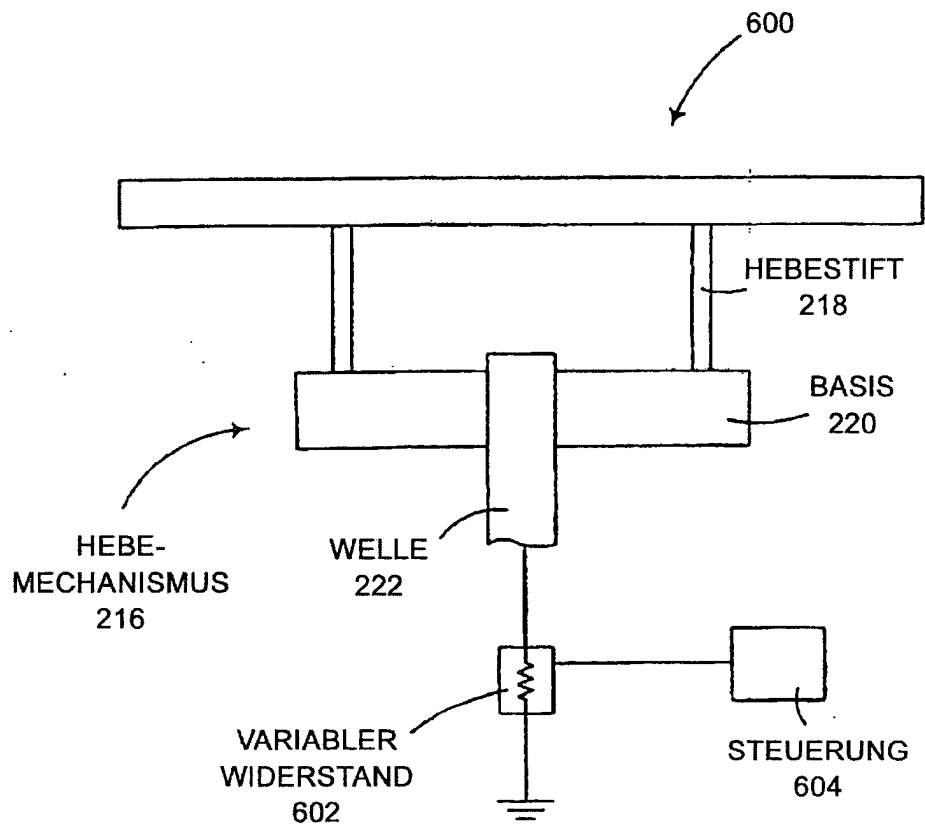


FIG. 6