

(51) Int. Cl. : *C25D 7/12* (2006.01)
C25D 17/06 (2006.01)
C25D 17/12 (2006.01)
H01L 21/288 (2006.01)
H01L 21/768 (2006.01)

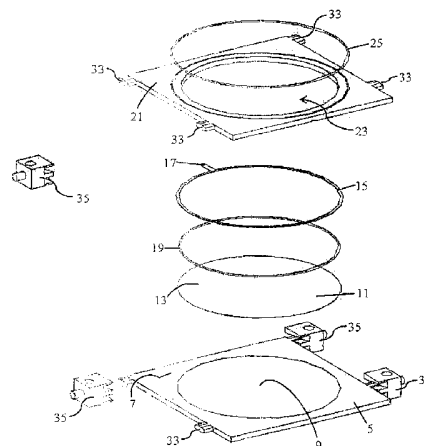
(73) Patentinhaber:
HACKSTEINER MARKUS DIPL.ING. DR.
9500 VILLACH (AT)

(72) Erfinder:
HACKSTEINER MARKUS DIPL.ING. DR.
VILLACH (AT)

(54) **VORRICHTUNG ZUM METALLISIEREN VON WAFERN**

(57) Eine Vorrichtung (1) zum Metallisieren von Wafern (11), insbesondere Mikrochipwafern in einem Elektrolyt besteht aus mehreren Halteeinrichtungen (3), wobei jede Halteeinrichtung (3) einen Raum (27) für den Elektrolyt aufweist, der von den Aufnahmeräumen (27) für Elektrolyt in anderen Halteeinrichtungen (3) getrennt ist, und wobei jedem Wafer (11) ein als Kathode dienender Ring (15) und ein Anodennetz (29) als Anode zugeordnet ist.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Metallisieren von Wafern mit den Merkmalen des einleitenden Teils von Anspruch 1.

[0002] Im Stand der Technik ist das elektrolytische Metallisieren von Wafern, insbesondere Mikrochipwafern (z.B. mit Kupfer), bekannt. Das bekannte Metallisieren erfolgt im Einzelwafer-Modus, was bedeutet, dass je Verfahren und Prozesskammer ein einziger Wafer prozessiert, d.h. metallisiert wird. Üblicherweise wird der zu metallisierende Wafer (z.B. ein Mikrochipwafer) mit seiner Vorderseite nach unten in einen Elektrolyt eingetaucht. Während des Prozesses (Metallisieren) wird ständig Elektrolyt laminar und parallel zur Waferoberfläche in Strömung versetzt. Um diesen Strömungszustand einzustellen und aufrecht zu halten, ist erhöhte Aufmerksamkeit geboten und es sind aufwändige Vorrichtungen nötig.

[0003] Ein Nachteil der bekannten Verfahrensweise ist es, dass das Metallisieren wegen langer Prozesszeiten (viele Minuten bis Stunden) sehr teuer ist, da nur jeweils ein Wafer je Prozess und Prozesskammer gefahren werden kann. Je größer die Strukturen auf der Oberfläche des Mikrochipwafers sind, die mit Metall gefüllt werden müssen, um so länger sind die Prozesszeiten.

[0004] Im Hinblick darauf, dass zu erwarten ist, dass Mikrochips zunehmend vertikal integriert werden (mehrere Mikrochiplagen übereinander, die zueinander kontaktiert werden müssen), ist das Befüllen von breiten und tiefen Kanälen (sogenannten Through Silicon Vias), welche im fertigen Mikrochip als vertikale Leiterbahnen dienen, mit einem elektrisch leitenden Metall, z.B. Kupfer, erforderlich. Diese Kanäle können Breiten von etlichen Mikrometern und Tiefen bis zu 100 Mikrometern und mehr aufweisen.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Gattung zur Verfügung zu stellen, mit der das Metallisieren von Wafern, insbesondere Mikrochipwafern, im Batchbetrieb bei gutem Erfolg möglich ist.

[0006] Gelöst wird diese Aufgabe mit einer Vorrichtung, welche die Merkmale von Anspruch 1 aufweist.

[0007] Bevorzugte und vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorrichtungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0008] Ein Vorteil der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist der geringe Raumbedarf pro zu metallisierenden Wafer, insbesondere Mikrochipwafer. So ist je Wafer nur wenig Elektrolyt erforderlich, was insbesondere dann der Fall ist, wenn mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung für jeden Wafer ein abgeschlossenes Elektrolytvolumen vorliegt.

[0009] Die erfindungsgemäße Vorrichtung, die wenigstens eine, vorzugsweise aber mehrere Halteeinrichtungen für das gleichzeitige Metallisieren mehrerer Wafer (Mikrochipwafer) aufweist, kann "als "geöffneter Batch", also mit offenem Elektrolyt-Raum, in ein Elektrolysebad mit nach oben weisender Wafervorderseite eingetaucht werden und danach wird sie wenigstens teilweise zusammengefahren (um Raum zu sparen) oder aber die Halteeinrichtungen werden ganz geschlossen ("geschlossener Batch").

[0010] Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es auch möglich, die Halteeinrichtungen für die einzelnen Wafer von vorne herein zu schließen und jeden der in den Halteeinrichtungen vorgesehenen Räume für Elektrolyt über Zuleitungen und Ableitungen mit Elektrolyt zu füllen.

[0011] Wenn die erfindungsgemäße Vorrichtung als "geschlossener Batch" eingesetzt wird, wird der Raum, der je Wafer für den Elektrolyt zur Verfügung steht, durch den Wafer, den Rahmen und die obere Abschlussplatte, die gegebenenfalls eine Basisplatte einer weiteren Halteeinrichtung ist, definiert.

[0012] Im Rahmen der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die erfindungsgemäße Vorrichtung mit Hilfe eines Exzentrers in Schwingungen versetzt wird, so dass sich ein schwingender

Elektrolytkörper ergibt. Die Frequenz kann fix oder gewählt-variabel oder zufällig-variabel eingestellt werden.

[0013] Wenn die erfindungsgemäße Vorrichtung mit nach oben weisender Wafervorderseite in ein Elektrolysebad eingetaucht wird, ist bevorzugt, dass die einzelnen Halteeinrichtungen noch nicht zusammengeschoben sind, damit der Elektrolyt aus dem Bad zwischen die Halteeinrichtungen strömen und Gas entweichen kann. Sobald die erfindungsgemäße Vorrichtung im Elektrolyt positioniert ist, können die Halteeinrichtungen für die Wafer teilweise oder ganz zusammengeschoben werden, wenn ein "geschlossener Batch" verwendet wird.

[0014] Wenn bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit "geschlossenem Batch" gearbeitet wird, ergibt sich auf Grund des abgeschlossenen Elektrolytkörpers eine Abreicherung von Metallionen während des Metallisierungsprozesses. Dies kann durch eine entsprechende Prozesssteuerung ausgeglichen werden.

[0015] Die erfindungsgemäße Vorrichtung erlaubt eine Verfahrensführung, die ein elektrolytisches Metallisieren von großen Mikrochipstrukturen im Batchbetrieb bei minimalem Raumbedarf ermöglicht. So können Kosten eingespart werden.

[0016] Weitere Einzelheiten und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels.

[0017] Es zeigt:

[0018] Fig. 1 in auseinandergezogener Darstellung eine Halteeinrichtung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

[0019] Fig. 2 im Schnitt einen Teil der Halteeinrichtung,

[0020] Fig. 3 eine Halteeinrichtung (ohne obere Abschlussplatte) in Schrägansicht,

[0021] Fig. 4 eine Basisplatte mit Anodennetz von unten her gesehen,

[0022] Fig. 5 einen Klemmkörper in Schrägansicht,

[0023] Fig. 6 eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit mehreren Halteeinrichtungen "geöffnet" und

[0024] Fig. 7 die Vorrichtung aus Fig. 6 mit geschlossenen Halteeinrichtungen.

[0025] Eine erfindungsgemäße Vorrichtung 1 weist eine oder mehrere, im in den Zeichnungen gezeigten Ausführungsbeispiel vier, Halteeinrichtungen 3 auf.

[0026] Jede der Halteeinrichtungen 3 weist, wie insbesondere die Fig. 1 und 2 zeigen, die folgenden Teile auf:

[0027] Eine Basisplatte 5 aus elektrisch isolierendem Werkstoff, an deren Oberseite 7 eine kreisförmige Vertiefung 9 (Ausparung) vorgesehen ist, in der ein zu behandelnder Wafer 11, insbesondere ein Mikrochipwafer, eingelegt werden kann, wobei dessen Vorderseite 13, also die Seite, an der die durch elektrolytisches Metallisieren in einem Elektrolyten mit Metall, beispielsweise Kupfer, zu füllenden Kanäle vorliegen, nach oben weist.

[0028] Auf den Randbereich des Wafers 11 wird ein als Kathode dienender Ring 15 aus elektrisch leitendem Werkstoff aufgelegt, der über eine Fahne 17 an eine Spannungsquelle angeschlossen werden kann, um den Wafer 11 als Kathode zu polen. Innerhalb des Ringes 15, der als Kathode dient, um den Wafer 11 im Sinne der Polung als Kathode mit dem Minus-Pol einer Spannungsquelle zu verbinden, ist eine ringförmige Dichtung 19, insbesondere ein O-Ring, eingelegt.

[0029] Oberhalb der beschriebenen Anordnung aus Basisplatte 5, Wafer 11, Ring 15 (Kathode) und Dichtungsring 19 wird ein Rahmen 21 aus elektrisch isolierendem Werkstoff aufgelegt, in dem eine Ausparung 23, die den Raum 27 für Elektrolyt seitlich begrenzt, vorgesehen ist. Der Rahmen 21 hat beispielsweise eine Höhe von nicht mehr als 20 mm.

[0030] Auf den Rahmen 21 aus isolierendem Werkstoff mit seiner Aussparung 23 wird rings um die Aussparung 23 eine ringförmige Dichtung 25, beispielsweise ein O-Ring aufgelegt. Die Dichtung 25 kann auch in einer ringförmigen Nut im Rahmen 21 aufgenommen sein (vgl. Fig. 2).

[0031] Um die Halteeinrichtung 3 zu vervollständigen, wird auf die Dichtung 25 auf dem Rahmen 21 eine obere Abschlussplatte, die gegebenenfalls eine Basisplatte 5 einer weiteren Halteeinrichtung 3 ist, aufgelegt.

[0032] Wie Fig. 2 zeigt, wird durch den Rahmen 21, durch den Wafer 11 sowie durch die obere Abschlussplatte, die insbesondere die Basisplatte 5 einer weiteren Halteeinrichtung 3 sein kann, der Raum 27 definiert, der für das elektrolytische Metallisieren des Wafers 11 mit Elektrolyt gefüllt wird.

[0033] Der Halteeinrichtung 3 kann (nicht gezeigt) eine Einrichtung zum Erwärmen/Kühlen zugeordnet sein, um die Halteeinrichtung 3 auf der jeweils erforderlichen Temperatur zu halten (zu temperieren).

[0034] Im gezeigten Ausführungsbeispiel (vgl. Fig. 2) ist vorgesehen, dass die obere Abschlussplatte, welche die Basisplatte 5 einer weiteren Halteeinrichtung 3 sein kann, an ihrer Unterseite ein Anodennetz 29 trägt (vgl. Fig. 4), das mit einer Fahne 31 ausgestattet ist, um das Anodennetz 29 an der Unterseite der Abschlussplatte (Basisplatte 5) mit dem Plus-Pol einer Spannungsquelle verbinden zu können.

[0035] Um den Spannungsabfall vom Außenrand des Wafers 11 zur Mitte des Wafers 11 auszugleichen, kann die Unterseite der Basisplatte 5 mit dem Anodennetz 29 konvex sein. Zusätzlich oder alternativ kann die Dichte der das Anodennetz 29 bildenden Leiter zur Mitte des Anodennetzes 29 hin zunehmen. Das Anodennetz 29 ist also zur Mitte hin dichter gewebt.

[0036] Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist in Betracht gezogen, in der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 übereinander mehrere Halteeinrichtungen 3 vorzusehen. Daher ist es bevorzugt, wenn die obere Abschlussplatte von Halteeinrichtungen 3 von der Basisplatte 5 (mit Anodennetz 29) der nächst oberen Halteeinrichtung 3 gebildet ist, wie dies in dem in den Zeichnungen (Fig. 6 und 7) gezeigten Ausführungsbeispiel der Fall ist.

[0037] Um die Basisplatte 5 ("Anodenplatte") mit dem Rahmen 21 ("Kathodenrahmen"), die beide aus isolierendem Werkstoff bestehen, aneinander zu drücken, um sie miteinander flüssigkeitsdicht zu verbinden, sind an den seitlichen Rändern der Basisplatte 5 und des Rahmens 21 nach außen weisende Vorsprünge 33 (Zungen), die sich nach beiden Seiten keilförmig verjüngen, vorgesehen, denen Klemmkörper 35 zugeordnet sind. Die Klemmkörper 35 haben auf ihrer der Basisplatte 5 und dem Rahmen 21 zugekehrten Seite eine Nut 37, die sich Y-förmig in zwei Äste 39 gabelt (vgl. Fig. 5).

[0038] In der geöffneten Stellung sind die Zungen 33 der Basisplatte 5 und des Rahmens 21 in den Ästen 39 der Nut 37 vorgesehen, so dass die Basisplatte 5 vom Rahmen 21 beabstandet ist. Durch Verschieben der Klemmkörper 35 in einer zur Ebene der Basisplatte 5 und des Rahmens 21 parallelen Ebene können die genannten Bestandteile (Basisplatte 5 und Rahmen 21) der erfindungsgemäßen Halteeinrichtung 3 aneinander gedrückt werden.

[0039] Diese Gebrauchslage von Basisplatte 5 und Rahmen 21 der Halteeinrichtung 3 ist in Fig. 2 und in Fig. 3 gezeigt. Die Vorrichtungen, mit denen die Klemmkörper 35 entlang der Führungsstäbe 41 verstellbar, d.h. einander angenähert werden, um die einzelnen Halteeinrichtungen 3 zusammenzufahren, sind nicht dargestellt.

[0040] Fig. 5 zeigt einen Klemmkörper 35 in vergrößertem Maßstab und die Nut 37, die sich Y-förmig in zwei Äste 39 teilt.

[0041] In Fig. 6 ist eine erfindungsgemäße Vorrichtung 1 mit mehreren Halteeinrichtungen 3 in geöffnetem Zustand ("geöffneter Batch"), jedoch ohne "obere" Abschlussplatte auf der obersten Halteeinrichtung 3, gezeigt. Die Klemmkörper 35 sind auf zur Ebene der Halteeinrichtungen 3 senkrecht ausgerichtete Führungsstäben 41 verstellbar geführt, wobei die Führungsstäbe 41

durch nicht gezeigte Stellmittel quer zu ihrer Längserstreckung, d.h. in eine Richtung parallel zur Ebene der Halteeinrichtungen 3, verstellt werden können, um die jeweiligen Halteeinrichtungen 3 über die Klemmkörper 35 zu öffnen oder zu schließen.

[0042] In jede Halteeinrichtung 3 wird zwischen Basisplatte 5 und Rahmen 21 ein zu behandelnder (metallisierender) Wafer 11 (Mikrochipwafer) beispielsweise mit Hilfe einer für Wafer 11 üblichen Handhabungsvorrichtung (Greifer) so eingelegt, dass er in der Aufnahme 9 in der unteren Basisplatte 5 (Anodenplatte) mit seiner Vorderseite nach oben zu liegen kommt. Grundsätzlich ist es möglich, das Metallisieren auszuführen, wenn die Vorrichtung 1 eine Stellung ("geöffneter Batch") gemäß Fig. 6 einnimmt, wobei ein gemeinsamer Elektrolyt für das Behandeln aller in den einzelnen Halteeinrichtungen 3 vorgesehen Wafer 11 vorgesehen ist.

[0043] Fig. 6 und 7 zeigen auch, dass die Zungen 33 sowie die Klemmkörper 35 aufeinanderfolgender (benachbarter) Halteeinrichtungen 3 zueinander versetzt angeordnet sind, damit die Halteeinrichtungen 3 aus der in Fig. 6 gezeigten, voneinander beabstandeten Lage (geöffneter Batch) in die in Fig. 7 gezeigte aneinander anliegende Lage (geschlossener Batch) verstellt werden können, ohne dass die Klemmkörper 35 diese Bewegung behindern oder verhindern.

[0044] Mit Vorteil ist im Rahmen der Erfindung vorgesehen, dass die Halteeinrichtungen 3 der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1, wie dies in Fig. 7 gezeigt ist, durch Verstellen der Klemmkörper 35 entlang der Führungsstäbe 41 einander angenähert werden, so dass der Rahmen 21 jeder Halteeinrichtung 3 mit der Basisplatte 5 der nächst oberen Halteeinrichtung 3 in Anlage kommt (abgedichtet durch den Dichtungsring 25). So bilden die Basisplatten 5 der jeweils oberen Halteeinrichtung 3 gleichzeitig die Abschlussplatte der nächst unteren Halteeinrichtung 3 ("geschlossener Batch"). In diesem Fall ist in jeder Halteeinrichtung 3 der in Fig. 2 gezeigte Raum 27, der mit Elektrolyt gefüllt ist, abgeschlossen, so dass für das Metallisieren eines Mikrochipwafers 11 durch Elektrolyse ein vorbestimmtes Volumen an Elektrolyt zur Verfügung steht. Die für die Aufnahme von Elektrolyt vorgesehenen Räume 27 der Halteeinrichtungen 3 können voneinander unabhängig über Zuleitungen und die Ableitungen mit Elektrolyt gefüllt/entleert werden. Dies ergibt die in der Beschreibungseinleitung geschilderten Vorteile. Die Vorrichtungen, mit denen mehrere übereinander angeordnete Halteeinrichtungen 3 durch Verstellen der Klemmkörper 35 entlang der Führungsstäbe 41 aneinander gedrückt werden (Stellung gemäß Fig. 7), sind nicht dargestellt.

[0045] Um die Elektrolyse und damit das Metallisieren der Wafer zu unterstützen, insbesondere wenn die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 mit dicht aneinander gelegten Halteeinrichtungen 3 gemäß Fig. 7 ("geschlossener Batch") verwendet wird, kann die Vorrichtung 1 insgesamt in Schwingungen versetzt werden, während die Elektrolyse ausgeführt wird. Hierzu ist im gezeigten Ausführungsbeispiel (Fig. 6 und 7) mit wenigstens einem der Führungsstäbe 41 ein Motor 43 mit Exzenter verbunden, so dass sich ein schwingender Elektrolytkörper ergibt. Die Frequenz kann fix oder gewählt-variabel oder zufällig-variabel eingestellt werden.

[0046] Zusammenfassend kann ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wie folgt beschrieben werden:

[0047] Eine Vorrichtung 1 zum Metallisieren von Wafern 11, insbesondere Mikrochipwafern, in einem Elektrolyt besteht aus mehreren Halteeinrichtungen 3, wobei jede Halteeinrichtung 3 einen Raum 27 für den Elektrolyt aufweist, der von den Aufnahmeräumen 27 für Elektrolyt in anderen Halteeinrichtungen 3 getrennt ist, und wobei jedem Wafer 11 ein als Kathode dienender Ring 15 und ein Anodennetz 29 als Anode zugeordnet ist.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zum elektrolytischen Metallisieren von Wafern, insbesondere Mikrochipwafern (11), in einem Elektrolyt, insbesondere um Kanäle in Mikrochipwafern mit Metall, insbesondere Kupfer, zu füllen, mit einem Raum (27) für die Aufnahme des Elektrolyt, mit einer Anode (29), mit einem Kontakt (15), um den zu metallisierenden Wafer (11) als Kathode zu polen, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens eine Halteeinrichtung (3) für den zu metallisierenden Wafer (11) vorgesehen ist, dass die Halteeinrichtung (3) aufweist
 - eine Basisplatte (5) aus elektrisch isolierendem Werkstoff mit einem Aufnahmebereich (9) für den Wafer (11),
 - einen Rahmen (21) aus isolierendem Werkstoff mit einer Aussparung (23), die den Raum (27) für Elektrolyt bildet,
 - einen als Kathode dienenden Ring (15) aus elektrisch leitendem Werkstoff,
 - eine auf der von der Basisplatte (5) abgekehrten Seite des Rahmens (21) angeordnete, den Raum (27) für Elektrolyt abdeckende Abschlussplatte und
 - ein Anodennetz (29), das auf der dem Wafer (11) zugekehrten Seite der Abschlussplatte angeordnet ist, und
 - dass Einrichtungen vorgesehen sind, um die Basisplatte (5) mit dem Rahmen (21) in Anlage aneinander zu halten.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen der Basisplatte (5) und dem Rahmen (21) eine Dichtung (19) vorgesehen ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dichtung (19) innerhalb des als Kathode dienenden Ringes (15) angeordnet ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dichtung (19) eine Ringdichtung ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dichtung (19) zwischen dem Rahmen (21) und dem auf der Basisplatte (5) aufliegenden Wafer (11) geklemmt ist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Aufnahmebereich für den zu metallisierenden Wafer (11) in der Basisplatte (5) eine Vertiefung (9) ist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass übereinander mehrere Halteeinrichtungen (3) vorgesehen sind und dass die Basisplatte (5) die Abschlussplatte der jeweils unterhalb angeordneten Halteeinrichtung (3) bildet.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass an der Basisplatte (5) und an dem Rahmen (21) nach außen weisende, vorzugsweise keilförmige, Vorsprünge (33) vorgesehen sind, an welchen die Einrichtungen (35) zum Aneinanderrücken von Basisplatte (5) und Rahmen (21) angreifen.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einrichtungen Klemmkörper (35) sind, die Nuten (37, 39) aufweisen, in welche die Vorsprünge (33) an der Basisplatte (5) und am Rahmen (21) eingreifen.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich die Nuten (37) Y-förmig in zwei Äste (39) teilen.
11. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Klemmkörper (35) an Führungsstäben (41) senkrecht zur Ebene von Basisplatte (5) und Rahmen (21) verschiebbar geführt sind.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Klemmkörper (35) zum Bewegen von Basisplatte (5) und Rahmen (21) aufeinander zu bzw. voneinander weg parallel zur Ebene des Rahmens (21) bzw. der Basisplatte (5) verstellbar sind.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass Anordnungen aus einer Basisplatte (5) und einem Rahmen (21) aus einer Stellung, in der sie Abstand voneinander haben, in eine Stellung, in der sie aneinander anliegen, verstellbar sind.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen den Anordnungen Dichtungen (25), insbesondere Ringdichtungen, vorgesehen sind, die zwischen einem Rahmen (21) und einer als Abschlussplatte dienenden Basisplatte (5) einer darüberliegenden Anordnung angeordnet sind.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Halteeinrichtung (3) bzw. den Halteeinrichtungen (3) wenigstens ein Schwingungserzeuger (43) zugeordnet ist.
16. Vorrichtung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schwingungserzeuger (43) ein Schwingungserzeuger zum Erzeugen von Schwingungen mit fixer, gewähl-variabler oder zufällig-variabler Frequenz ist.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Halteeinrichtung (3) temperierbar ist.
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei mehreren Halteeinrichtungen (3) die geschlossenen Räume (27) für Elektrolyt unabhängig voneinander mit Elektrolyt füll- und entleerbar sind.
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Anodennetz zur Mitte hin zunehmend enger gewebt ist.
20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die vom Wafer (11) abgekehrte Fläche der Basisplatte (5) konvex gewölbt ist.

Hierzu 7 Blatt Zeichnungen

Fig. 2

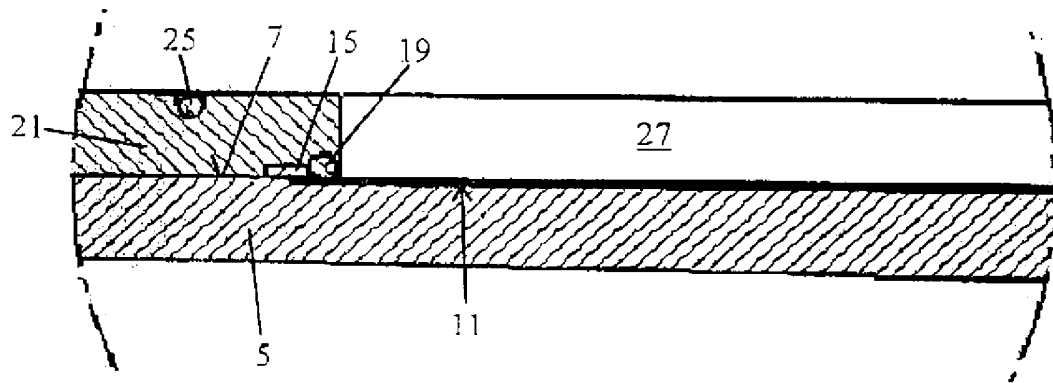


Fig. 3

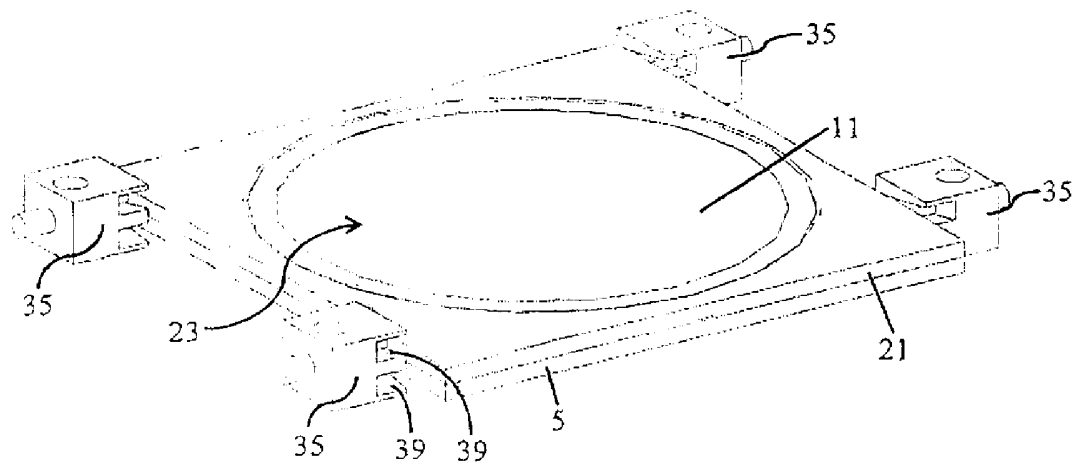


Fig. 4

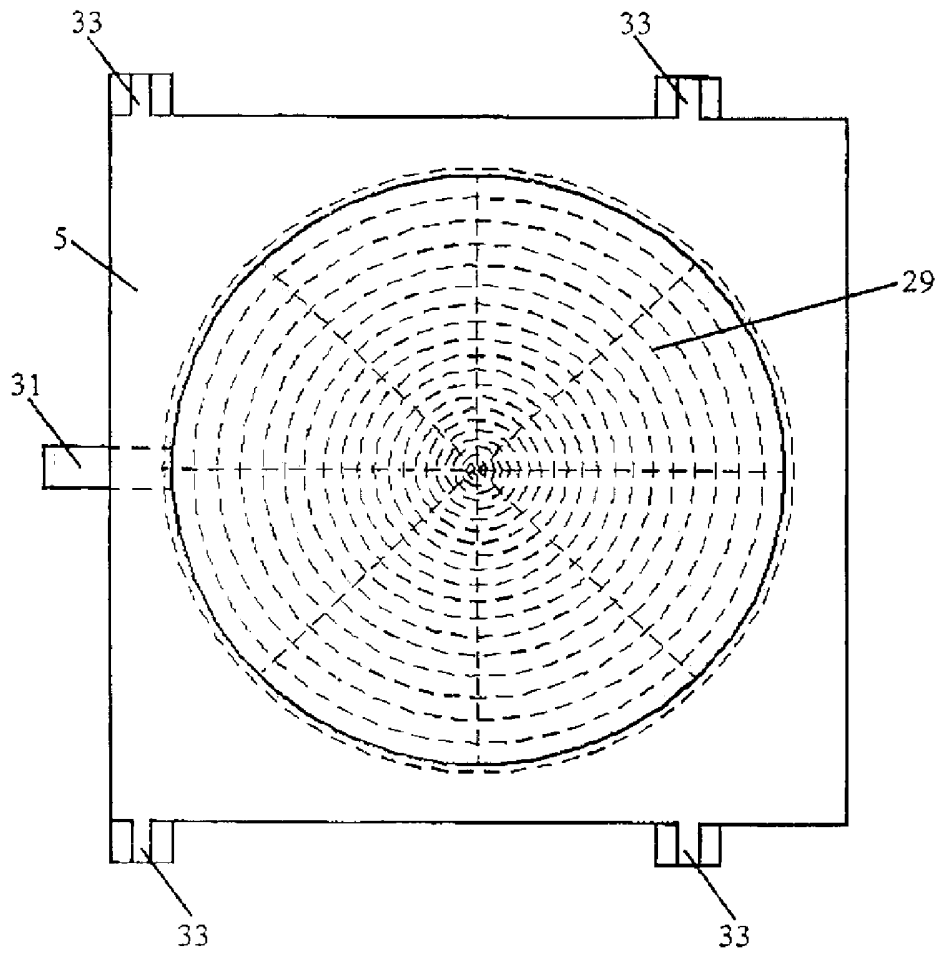


Fig. 5

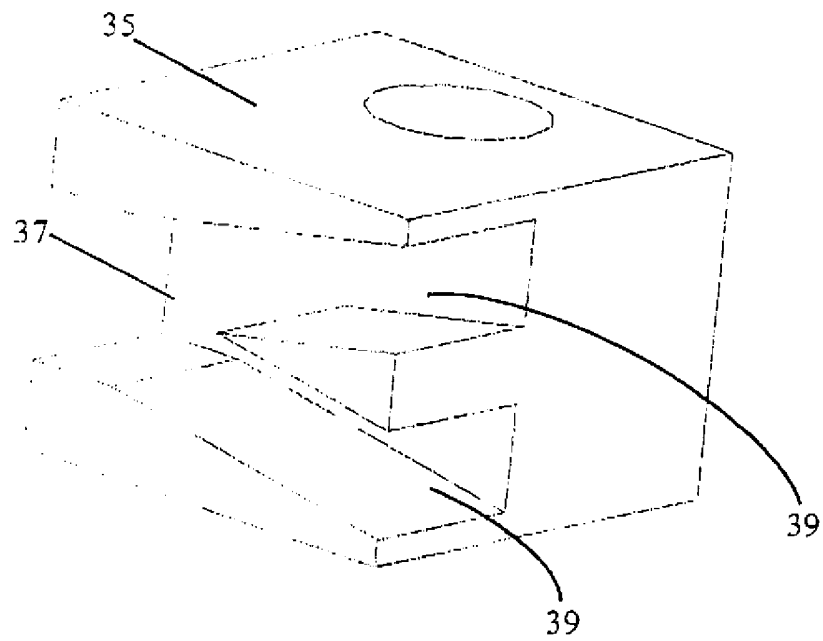


Fig. 6

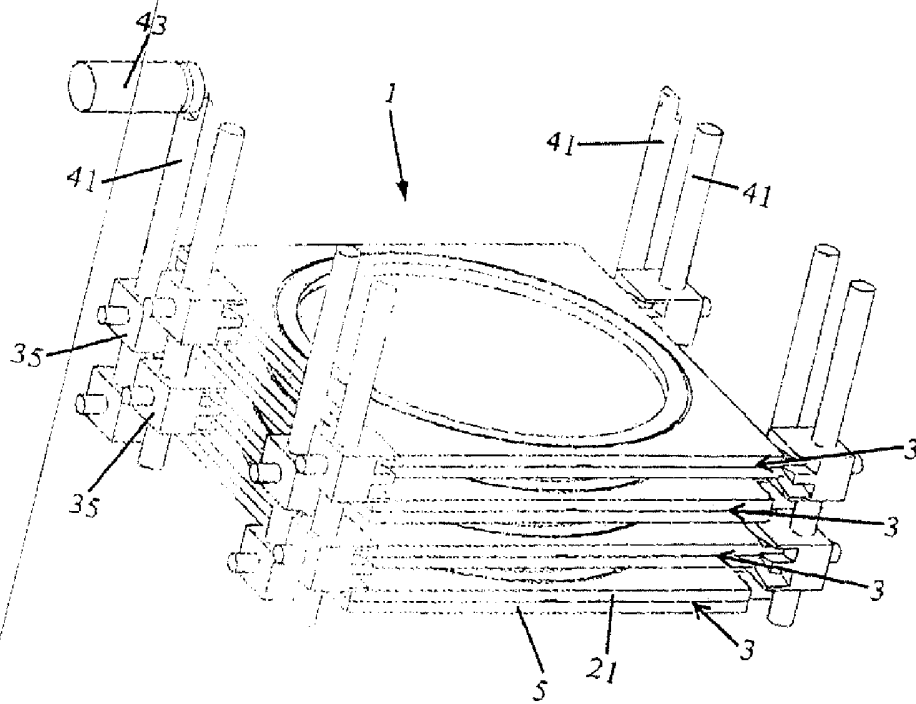


Fig. 7

