(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 693 33 600 T2** 2005.09.15

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 595 624 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **693 33 600.5**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **93 308 579.7**
(96) Europäischer Anmeldetag: **27.10.1993**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **04.05.1994**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **25.08.2004**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **15.09.2005**

(51) Int Cl.[7]: **C23C 14/34**
C23C 14/04, H01J 37/34

(30) Unionspriorität:

28981792	**28.10.1992**	**JP**
16257393	**30.06.1993**	**JP**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB, IT

(73) Patentinhaber:
ULVAC, Inc., Chigasaki, Kanagawa, JP

(74) Vertreter:
Weickmann & Weickmann, 81679 München

(72) Erfinder:
Obinata, Hisaharu, Susono-shi, Shizuoka-ken, JP; Kiyota, Tetsuji, Chigasaki-shi, Kanagawa-ken, JP; Toyoda, Satoru, Chigasaki-shi, Kanagawa-ken, JP; Kadokura, Yoshiyuki, Susono-shi, Shizuoka-ken, JP

(54) Bezeichnung: **Apparat zum Herstellen von dünnen Schichten, zur Ausfüllung von feinporigen Substraten**

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 eine Filmbildungsvorrichtung insbesondere zur Verwendung zum Filmen feiner Poren eines Substrats in dem Herstellungsprozess von Halbleitern und anderen elektronischen Vorrichtungen.

[0002] Die Technik der Befüllung einer Pore eines Dünnfilms mit einem kleinen Metallstück spielt eine andauernd zunehmend wichtige Rolle in dem Herstellungsprozess von Halbleitern und anderen elektronischen Vorrichtungen. Bekannte Techniken, die zum Befüllen feiner Poren angewendet worden sind, beinhalten das Aufstäuben und CVD, wobei CVD besonders zum Befüllen feiner Poren eines Substrats geeignet ist, wobei aber ein merklicher Nachteil dieser Technik ist, dass sie nicht erfolgreich für Metalle eingesetzt werden kann, die sich nicht vergasen lassen. CVD ist eine Technik zum Formen eines Films auf einem Substrat durch Abscheidung unter Verwendung der chemischen Reaktion eines Gases, und sie arbeitet zum Befüllen feiner Poren effizient. Jedoch ist die Herstellung eines gasförmigen Materials, das chemisch aktiv ist und zur Abscheidung auf einem Substrat durch chemische Reaktion in der Lage ist, eine Vorbedingung zur Anwendung von CVD. Wenn z. B. ein TiN Film auf einem Si Substrat wachsen gelassen wird, ist es notwendig, einen intermediären Ti Film auszubilden, um eine dreilagige Struktur von TiN/Ti/Si herzustellen, um einen stabilen und niedrigen Kontaktwiderstand zu erreichen. Jedoch sind bislang keine Gasquellen entdeckt worden, die erlauben, dass ein Ti Film wächst. Somit wird die Herstellung solcher dreilagiger Strukturen gegenwärtig durch Aufstäuben durchgeführt.

[0003] Mit der Aufstäubtechnik werden ein Target, das aus einem zur Bildung eines Dünnfilms zu verwendenden Material hergestellt ist, und ein Substrat gegenüberliegend in einer Vakuumkammer angeordnet, der Entladungsgas zugeführt wird und die auf einem bestimmten reduzierten Innendruckpegel gehalten wird, und es wird eine negative Spannung an das Target zur elektrischen Entladung angelegt, so dass die Bewegung von ionisierten Gasmolekülen oder Ionen durch die negative Spannung beschleunigt werden kann und sie eventuell auf das Target treffen und Atome aus der Oberfläche des Target austreiben. Während die ausgetriebenen Atome in unterschiedliche Richtungen entsprechend der Kosinusregel wegfliegen, werden sich einige von ihnen auf dem Substrat abscheiden, so dass sie einen dünnen Film bilden.

[0004] **Fig.** 1-A der beigefügten Zeichnungen stellt schematisch dar, wie aus dem Target ausgetriebene Atome entlang verschiedener Richtungen in feine Poren **2** eines Substrats **1** gelangt, wie mit dem Pfeil **3** angegeben, und sich dort in den Prozess der Filmbildung durch Aufstäuben absetzen. Während Targetatome, die schräg auf das Substrat **1** treffen, sich nahe der Öffnung jeder Pore absetzen, gelangen praktisch keine Atome zum Boden der Pore, wie aus **Fig.** 1-B ersichtlich. Wenn daher das Substrat **1** erhitzt wird, um zu bewirken, dass der gebildete Film zurückfließt und die Pore **2** abdeckt, könnte die Pore **2** einen Hohlraum enthalten, wie in **Fig.** 1-C gezeigt. Wenn das Substrat **1** einer vorgespannten Negativspannung ausgesetzt ist, kann die Bildung eines Hohlraums in den Poren vermieden werden, wie **Fig.** 1-D zeigt. Insgesamt wird die herkömmliche Aufstäubungstechnik notwendigerweise von dem Problem begleitet, dass in dem Substrat Hohlräume erzeugt werden.

[0005] In einer bekannten Aufstäubungsvorrichtung liegt der das Target von dem Substrat trennende Abstand normalerweise zwischen einigen und zehn Zentimeter oder ist kleiner als der Durchmesser des Substrats, obwohl er in Abhängigkeit von der Größe des zum Aufstäuben verwendeten Targets variieren kann.

[0006] Demzufolge treffen die meisten Atome schräg auf das Substrat auf, so dass das oben identifizierte Problem der Erzeugung von Hohlräumen zunimmt.

[0007] Nun werden, in Bezug auf **Fig.** 2-A der beigefügten Zeichnungen, von den Targetatomen, die schräg auf das Substrat **1** auftreffen, jene, die an einem Ende des Targets **4** ausgetrieben werden und auf das Substrat **1** am anderen Ende der diagonalen Linie auftreffen, die diese zwei Enden verbindet, für die Bildung der Hohlräume am meisten verantwortlich sein, weil der Einfallswinkel θ für diese Targetatome am kleinsten wird. Wie in **Fig.** 2-B gezeigt, können einige der Atome, die mit einem Einfallswinkel θ auf das Substrat **1** auftreffen, in die Poren **2** des Substrats **1** gelangen und jene, die in die Poren **2** gelangen, können überwiegend auf den Seitenwänden der Poren **2** anhaften, wenn das Verhältnis der Tiefe b zu dem Durchmesser a jeder Pore **2**, oder b/a, ist und der Einfallswinkel eine Beziehung von $b/a > \tan\theta$ zeigt. In anderen Worten, sollte die Beziehung von $b/a \leq \tan\theta$ eingehalten werden, damit ein Teil der in die Poren **2** springenden Atome den Boden erfolgreich erreichen kann.

[0008] Einige Targetatome, die von dem Target **4** ausgetrieben werden, können mit Gasmolekülen kollidieren, so dass ihre jeweiligen Wesen verändert werden, bevor sie an dem Substrat **1** ankommen. Herkömmliche Auf-

stäubungsvorrichtungen halten normalerweise den Innengasdruck des Vakuums auf nicht niedriger als 1×10^{-1} Pa für den Aufstäubungsbetrieb, und unter dieser Bedingung hat jedes der Atome einen mittleren freien Weg einiger Zentimeter, der im Wesentlichen gleich dem Abstand ist, der das Target von dem Substrat in der Vorrichtung trennt. Dies bedeutet, dass ein von dem Target **4** emitiertes Atom mit einem anderen Atom kollidieren kann aber nicht braucht, bevor es zu dem Target gelangt.

[0009] Wenn der mittlere freie Weg der Atome kleiner als der Abstand zwischen dem Target und dem Substrat ist, könnte jedes Atom mit einer Mehrzahl von Gasmolekülen kollidieren, bevor es das Substrat erreicht, so dass die Atome in der Vakuumkammer gestreut werden könnten, was die Bildungsrate eines Films signifikant reduziert.

[0010] Bei einem Versuch zur Lösung dieses Problems und zum wirksamen Befüllen feiner Poren eines Substrats, offenbaren das US Patent Nr. 4824,544 und die EP 440377 eine Filmbildungsvorrichtung, in der ein Filter mit einer Mehrzahl langgestreckter kleiner Bohrungen zwischen dem Target und dem Substrat angeordnet ist, um zu erlauben, dass nur jene Gasmoleküle, die sich dem Substrat entlang einer Richtung orthogonal zu dem Substrat annähern, tatsächlich zu dem Substrat gelangen.

[0011] Bei einer solchen Vorrichtung haften jedoch Atome, die von dem Target emitiert werden, meistens und vorübergehend an dem Filter an, der zwischen dem Target und dem Substrat angeordnet ist, und fallen evtl. auf das Substrat als Staub.

[0012] Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Filmbildungsvorrichtung anzugeben, die frei von den oben identifizierten Problemen der herkömmlichen Aufstäubungstechnik beim Befüllen feiner Poren ist und in der Lage ist, feine Poren eines Substrats ohne Stauberzeugung effizient zu befüllen.

[0013] Dementsprechend gibt die Erfindung eine Kombination eines Targets und eines Substrats und einer Magnetron-Aufstäubungsvorrichtung gemäß Anspruch 1 an, sowie ein Verfahren zum Befüllen von Poren in einem Substrat durch Aufstäuben gemäß Anspruch 5.

[0014] Gemäß einer Ausführung der Erfindung umfasst die Vorrichtung ferner DC (Gleichstrom) und HF Stromquellen zum Anlegen einer negativen Spannung an die Targetelektrode für den kombinierten HF-DC Aufstäubungsbetrieb.

[0015] Gemäß einer anderen Ausführung der Erfindung, umfasst die Vorrichtung ferner ein Substratheizmittel, das an der Substratelektrode angeordnet ist, um das Substrat zu heizen.

[0016] Gemäß einer anderen Ausführung der Erfindung umfasst die Vorrichtung ferner eine HF-Vorspannungsquelle zum Anlegen einer HF-Vorspannung an die Substratelektrode.

[0017] Der Abstand zwischen dem Target und dem Substrat kann bestimmt werden durch Berücksichtigung des Durchmessers der erodierten Zone des Targets, wenn Schwierigkeiten entstehen, einen senkrechten Einfall der Targetatome zu erreichen.

[0018] Da gemäß einer erfindungsgemäßen Filmbildungsvorrichtung der Abstand zwischen dem Target und dem Substrat zumindest größer als der Durchmesser des Substrats gemacht wird, wird die Wahrscheinlichkeit, mit der aus dem Target ausgetriebene Atome auf das Substrat mit einem Einfallswinkel nahe 90° treffen, erhöht, und demzufolge setzen sich weniger Atome an und nahe der Öffnung jeder Pore des Substrats ab, während sich mehr Atome am Boden der Pore ablagern.

[0019] Da zusätzlich der innere Gasdruckpegel der Vakuumkammer einer erfindungsgemäßen Filmbildungsvorrichtung auf einen Pegel nicht höher als 1×10^{-1} Pa für Filmbildung durch Aufstäuben gehalten wird, wird der mittlere freie Weg der Atome vergrößert, um die Wahrscheinlichkeit zu reduzieren, mit der aufgestäubte Atome mit anderen Objekten oder Partikeln kollidieren.

[0020] Schließlich, wenn eine erfindungsgemäße Filmbildungsvorrichtung zusätzlich mit einem Substratheizmittel versehen ist, das an der Substratelektrode angeordnet ist, um das Substrat zu erhitzen, oder einer HF Vorspannungsquelle zum Anlegen einer HF Vorspannung an die Substratelektrode, dienen die ersteren zusätzlichen Mittel dazu, die feinen Poren des Substrats vollständig zu befüllen, indem durch das erhitzte Substrat ein Rückfluss des gebildeten Films hervorgerufen wird, während das letztere zugefügte Mittel die Wirkung hat, die feinen Poren des Substrats durch Anlegen einer Vorspannung vollständig zu befüllen.

[0021] Nun werden Ausführungen der Erfindung als Beispiel in Bezug auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben, worin:

[0022] **Fig.** 1-A ist eine vergrößerte Schnittansicht eines Teils eines Substrats in einer herkömmlichen Aufstäubungsvorrichtung, die Targetatome zeigt, die zu feinen Poren des Substrats hinfliegen;

[0023] **Fig.** 1-B ist eine vergrößerte Schnittansicht eines Teils eines Substrats in einer herkömmlichen Aufstäubungsvorrichtung, die zeigt, wie eine feine Pore mit Targetatomen unvollständig befüllt wird;

[0024] **Fig.** 1-C ist eine vergrößerte Schnittansicht eines Teils eines Substrats in einer herkömmlichen Aufstäubungsvorrichtung, die zeigt, wie eine feine Pore mit Targetatomen unvollständig befüllt wird, wenn der abgeschiedene Film erhitzt und zum Rückfluss veranlasst wird;

[0025] **Fig.** 1-D ist eine vergrößerte Schnittansicht eines Teils eines Substrats in einer herkömmlichen Aufstäubungsvorrichtung, die zeigt, wie eine feine Pore mit Targetatomen unvollständig befüllt wird, wenn an das Substrat eine HF Vorspannung angelegt wird;

[0026] **Fig.** 2A ist eine schematische Vorderansicht eines Substrats, die die Bahn eines Atoms zeigt, das aus dem Target ausgetrieben wird und auf das Substrat mit dem kleinstmöglichen Einfallswinkel auftrifft;

[0027] **Fig.** 2B ist eine vergrößerte Schnittansicht eines Teils eines Substrats, die die Beziehung zwischen dem Einfallswinkel eines Atoms und der Größe einer feinen Pore des Substrats zeigt;

[0028] Fig. 3 ist eine schematische Schnittansicht einer ersten Ausführung der Erfindung, die nur dessen prinzipiellen Teile zeigt;

[0029] Fig. 4 ist eine schematische Schnittansicht einer zweiten Ausführung der Erfindung, die nur deren prinzipielle Teile zeigt;

[0030] Fig. 5 ist eine schematische Schnittansicht einer dritten Ausführung der Erfindung, die nur deren prinzipielle Teile zeigt; und

[0031] Fig. 6 ist eine vergrößerte Schnittansicht eines Teils eines Substrats und einer Pore, worin A eine Ansicht zeigt, wenn die Pore mit Targetatomen befüllt wird, und B eine Ansicht zeigt, wenn die Pore komplett gefüllt ist und keinerlei Hohlraum aufweist.

[0032] In Bezug auf Fig. 3, die schematisch eine erste Ausführung der Erfindung darstellt, bezeichnet **5** eine Vakuumkammer und ist mit einem Entladungsgaseinlass **6** und einer Evakuieröffnung **7** versehen. Eine Targetelektrode **8**, auf der ein Target **9** montiert ist, und ein Substrathalter **10**, auf dem ein Substrat **11** montiert ist, sind in der Vakuumkammer **5** gegenüberliegend angeordnet. Die Targetelektrode **8** ist durch einen HF Filter **12** mit einer Gleichstromquelle **13** und durch eine Anspassungsschaltung **14** mit einer HF Stromquelle **15** verbunden. Ein Magnet **16** ist an der Rückseite der Targetelektrode **8** angeordnet.

[0033] In der Ausführung von Fig. 3 haben das Target **9** und das Substrat **11** jeweilige Durchmesser von 250 mm und 150 mm und sind voneinander um einen Abstand zwischen 300 mm und 1.000 mm getrennt, der größer ist als der Durchmesser des Substrats **11**, oder 150 mm. Die Innenseite der Vakuumkammer **5** wird durch die Evakuieröffnung **7** mittels einer Vakuumpumpe (nicht gezeigt) evakuiert, um den Innendruck zu reduzieren, und Argongas wird in die Kammer **5** durch den Entladungsgaseinlass **6** geleitet, indem sowohl die Rate des Evakuierens als auch jene der Gaszufuhr derart geregelt werden, dass der Innendruck der Vakuumkammer konstant auf 2 bis 5×10^{-2} Pa gehalten wird. Die Targetelektrode **8** wird mit einer negativen Gleichspannung von angenähert 400 V und einem elektrischen Strom von angenähert 10 A durch die Gleichstromquelle **13** sowie mit HF Strom von 1000 MHz und 1,5 KW durch die HF Stromquelle **15** versorgt.

[0034] Eine Vorrichtung, die eine Konfiguration wie oben beschrieben hat und in Fig. 3 dargestellt ist, arbeitet folgendermaßen.

[0035] Die HF-DC Vorspannung erzeugt eine Magnetronentladung, um die Ionisationsrate von Atmosphärengas oder Argongas in der Vakuumkammer **5** zu beschleunigen. Die Bewegungsgeschwindigkeit des ionisierten Argongases wird durch die an die Targetelektrode **8** angelegte negative Spannung beschleunigt, und es trifft evtl. auf das Target **9**, um Atome aus der Oberfläche des Targets **9** zu schlagen. Die ausgetriebenen Atome

fliegen in unterschiedlichen Richtungen gemäß der Kosinusregel weg, und einige von ihnen scheiden sich auf dem Substrat **11** ab, um einen dünnen Film zu bilden. Wenn der Abstand zwischen dem Target **9** und dem Substrat **11** 1.000 mm beträgt, wird der Einfallswinkel θ der auf das Substrat **11** treffenden Targetatome angenähert 85°.

[0036] Da der Innendruck der Vakuumkammer **5** während des Aufstäubungsvorgangs ausreichend niedrig ist, und der mittlere freie Weg der Targetatome lang gemacht ist, sinkt die Wahrscheinlichkeit, mit der sie mit Gasmolekülen in der Vakuumkammer **5** kollidieren, um hierdurch die Wahrscheinlichkeit anzuheben, mit der Atome, die sich dem Substrat **11** entlang einer hierzu senkrechten Richtung annähern, so ankommen, dass sie es direkt treffen, so dass sich weniger Atome an und nahe der Öffnung jeder Pore nahe des Substrats **11** absetzen, während mehr Atome die Neigung haben, sich am Boden jeder Pore abzuscheiden, um eine Filmdicke im Wesentlichen gleich der Filmdicke auf der Oberfläche des Substrats herzustellen.

[0037] Die folgende Tabelle zeigt die Bildungsrate eines Films, die sich als Funktion des Abstands zwischen dem Target **9** und dem Substrat **11** ändert, für sowohl eine herkömmliche Aufstäubungsvorrichtung, wo der Atmosphärendruck in der Vakuumkammer **5** auf 3×10^{-1} Pa gehalten wird, als auch die erfindungsgemäße Filmbildungsvorrichtung, wo der Atmosphärendruck auf 3×10^{-2} Pa gehalten ist.

Abstand	3×10^{-1} Pa	3×10^{-2} Pa
77 mm	5.600 Å/min.	4.000 Å/min.
300 mm	500 Å/min.	1.000 Å/min.
1.050 mm	1 Å/min.	35 Å/min.

[0038] Wie aus der obigen Tabelle ersichtlich, unterscheidet sich die Bildungsrate eines Films in einer herkömmlichen Vorrichtung nicht wesentlich von der Rate in einer erfindungsgemäßen Filmbildungsvorrichtung, weil der mittlere freie Weg der Atome unter dem Atmosphärendruck von 3×10^{-1} Pa nicht so weit von ihren Gegenstücken unter 3×10^{-2} Pa, wenn der Abstand zwischen dem Target **9** und dem Substrat **11** 77 mm beträgt (dies repräsentiert eine übliche Aufstäubungsvorrichtung), entfernt ist.

[0039] Im Gegensatz hierzu ist der mittlere freie Weg der Atome und der 3×10^{-1} Pa ausreichend groß, wenn das Target **9** von dem Substrat **11** um 300 mm entfernt ist und daher die aus dem Target **9** ausgetriebenen Targetatome viel stärker als ihre Gegenstücke unter 3×10^{-2} Pa gestreut werden können, so dass die Bildungsrate eines Films durch die ersteren Atome wesentlich geringer sein wird als die durch die letzteren Atome.

[0040] Da der Druck in der Vakuumkammer der erfindungsgemäßen Filmbildungsvorrichtung niedrig gehalten wird, werden von dem Target abgestäubte Atome weniger durch die Gasmoleküle in der Atmosphäre behindert und neigen zum Auftreffen auf das Substrat **11** entlang einer Richtung im Wesentlichen senkrecht zur Oberfläche des Substrats **11**.

[0041] Fig. 4 stellt schematisch eine zweite Ausführung der Erfindung dar, und ihre Komponenten entsprechend ihren jeweiligen Gegenstücken der ersten Ausführung sind jeweils mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet. In der zweiten Ausführung ist ein Heizer **17** zum Heizen des Substrats **11** in den Substrathalter **11** eingebaut, um zu bewirken, dass der auf der Oberfläche und in den Poren des Substrats **11** abgeschiedene Film zurückfließt und jede Pore vollständig befüllt. Der Heizer **17** wird durch eine für den Heizer **17** angeordnete externe Energiequelle angeregt.

[0042] Fig. 5 stellt schematisch eine dritte Ausführung der Erfindung dar, und ihre Komponenten entsprechend ihren jeweiligen Gegenstücken der ersten Ausführung sind jeweils mit den gleichen Bezugszahlen bezeichnet. In der dritten Ausführung wird eine Vorspannung an den Substrathalter **10** angelegt, so dass jede Pore des Substrats **11** vollständig mit Targetatomen befüllt werden kann. Der Substrathalter **10** ist durch eine Anpassungsschaltung **19** an eine HF Vorspannungsquelle **20** angeschlossen, so dass das Substrat **11** durch HF Strom angeregt werden kann.

[0043] Die **Fig.** 6-A und 6-B stellen schematisch im Querschnitt dar, wie eine Pore mit Targetatomen mittels einer der oben beschriebenen Ausführungen befüllt ist. **Fig.** 6-A zeigt eine Ansicht, wenn die Pore mit Targetatomen befüllt ist, während **Fig.** 6-B eine Ansicht zeigt, wenn die Pore vollständig befüllt ist und keinen Hohlraum hat.

[0044] Während die Ausführungen der Fig. 1 und Fig. 2 zur kombinierten HF-DC Aufstäubung ausgestaltet sind, können sie so modifiziert werden, dass sie problemlos mit jeder anderen Aufstäubungstechnik verwendbar ist, so lange die modifizierte Vorrichtung eine elektrische Entladung in einem Atmosphärendruck niedriger als 1×10^{-1} Pa durchführen kann.

[0045] Da, wie oben im Detail für die erfindungsgemäße Filmbildungsvorrichtung beschrieben, der Abstand zwischen dem Target und dem Substrat größer gemacht ist als der Durchmesser des Substrats und der Innendruck der Vakuumkammer auf nicht höher als 1×10^{-1} Pa gehalten wird, zeigen die abgestäubten Atome einen langen mittleren freien Weg und daher wird die Wahrscheinlichkeit, mit der sie mit anderen Objekten kollidieren, bevor sie zu dem Substrat gelangen, so niedrig gehalten, dass demzufolge die Wahrscheinlichkeit, mit der die aus dem Target ausgetriebenen Atome auf das Substrat entlang einer Richtung senkrecht zur Oberfläche des Substrats auftreffen, steigt. Somit setzen sich weniger Atome an und nahe der Öffnung jeder feinen Pore ab, und mehr Atome scheiden sich am Boden der Pore ab, um die feinen Poren eines Substrats effizient zu befüllen.

[0046] Ferner können mit der erfindungsgemäßen Filmbildungsvorrichtung feine Poren eines Substrats vollständig mit Targetatomen befüllt werden, ohne Hohlräume zu erzeugen, wenn das Substrat erhitzt wird, um zu bewirken, dass der gefilterte Film zurückfließt, oder daran eine HF Spannung angelegt wird.

Patentansprüche

1. Kombination eines Targets (**9**) und eines Substrats (**11**) und einer Magnetron-Aufstäubungsvorrichtung zum Befüllen von Poren des Substrats, worin die Vorrichtung umfasst:
eine zu evakuierende Vakuumkammer (**5**), ein Mittel zum Einführen von Entladungsgas in die Vakuumkammer (**5**), ein Mittel zum Regeln des Innengasdrucks der Vakuumkammer (**5**) auf nicht höher als 1×10^{-1} Pa, Target- und Substratelektroden (**8**, **10**), die in der Vakuumkammer (**5**) gegenüberliegend angeordnet und jeweils mit dem Target (**9**) und dem Substrat (**11**) montiert sind, wobei das Target (**9**) und das Substrat (**11**) angeordnet sind, ohne eine Elektrode oder ein Hindernis dazwischen anzuordnen, sowie einen Magneten (**16**), der an der Rückseite der Targetelektrode (**8**) vorgesehen ist, wobei das Target (**9**) und das Substrat (**11**) mit einem Abstand voneinander getrennt sind, der zumindest größer als der Durchmesser des Substrats (**11**) ist.

2. Kombination eines Targets (**9**) und eines Substrats (**11**) und einer Magnetron-Aufstäubungsvorrichtung nach Anspruch 1, die ferner DC und HF Stromquellen zum Anlegen einer negativen Spannung an die Targetelektrode für den kombinierten HF-DC Aufstäubungsbetrieb aufweist.

3. Kombination eines Targets (**9**) und eines Substrats (**11**) und einer Magnetron-Aufstäubungsvorrichtung nach Anspruch 1, die ferner ein Mittel (**18**) umfasst, das an der Substratelektrode (**10**) vorgesehen ist, um das Substrat (**11**) zu heizen.

4. Kombination eines Targets (**9**) und eines Substrats (**11**) und einer Magnetron-Aufstäubungsvorrichtung nach Anspruch 1, die ferner eine HF Vorspannungsquelle aufweist, um an die Substratelektrode (**10**) eine HF Vorspannung anzulegen.

5. Verfahren zum Befüllen von Poren in einem Substrat durch Aufstäuben, wobei das Verfahren die Schritte umfasst:
Anbringen eines Targets (**9**) und eines Substrats (**11**) an einer Target- bzw. Substratelektrode (**8**, **10**), die gegenüberliegend und in einer Vakuumkammer (**5**) angeordnet sind, wobei das Target (**9**) und das Substrat (**11**) angeordnet sind, ohne eine Elektrode oder ein Hindernis dazwischen anzuordnen, wobei ein Magnet (**16**) an der Rückseite der Targeteleketrode (**8**) vorgesehen ist;
Halten des Innengasdruckwerts der Vakuumkammer (**5**) auf nicht höher als 1×10^{-1} Pa; und
Erzeugen einer elektrischen Entladung in der Vakuumkammer (**5**), um Atome von dem Target (**9**) so zu stäuben, dass sie auf das Substrat (**11**) treffen;
worin das Target und das Substrat mit einem Abstand voneinander getrennt sind, der zumindest größer als der Durchmesser des Substrats ist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, worin der Schritt des Erzeugens einer elektrischen Ladung den Schritt umfasst, eine negative Spannung an die Targetelektrode unter Verwendung von DC und HF Stromquellen für einen kombinierten HF-DC Ausstäubungsbetrieb anzulegen.

7. Verfahren nach Anspruch 5, das ferner den Schritt umfasst, das Substrat (**11**) unter Verwendung von

Mitteln (**18**) zu heizen, die an der Substratelektrode (**10**) vorgesehen sind.

8. Verfahren nach Anspruch 5, das ferner den Schritt umfasst, mittels einer HF Vorspannungsquelle eine HF Vorspannung an die Substratelektrode (**10**) anzulegen.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

STAND DER TECHNIK

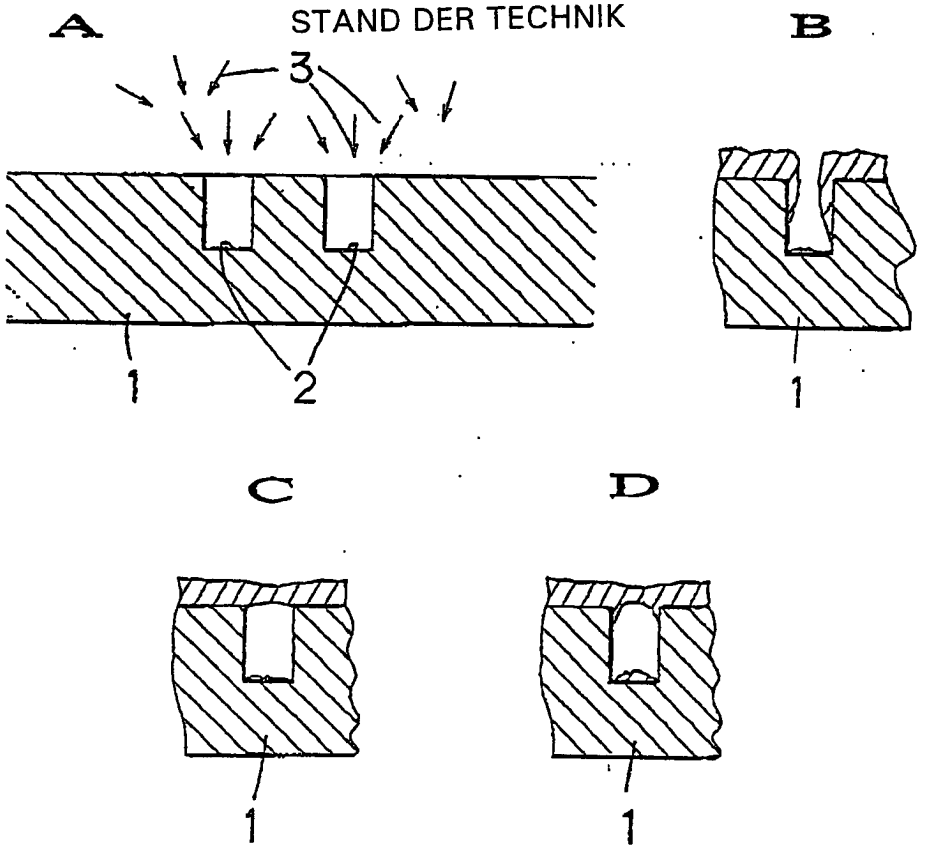


FIG.2

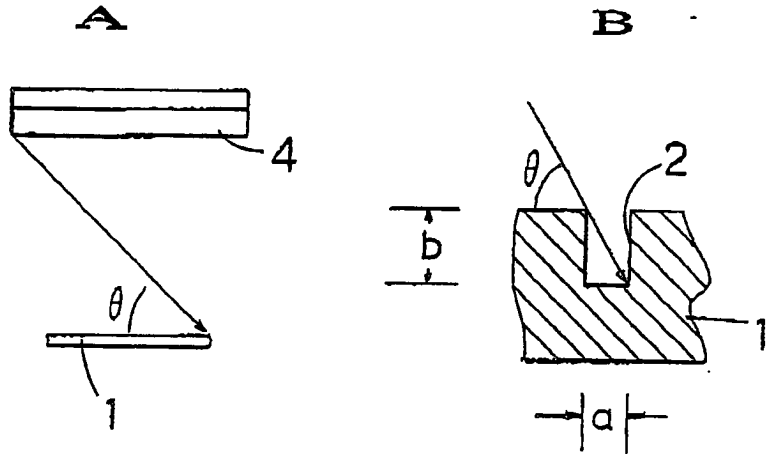


FIG.3

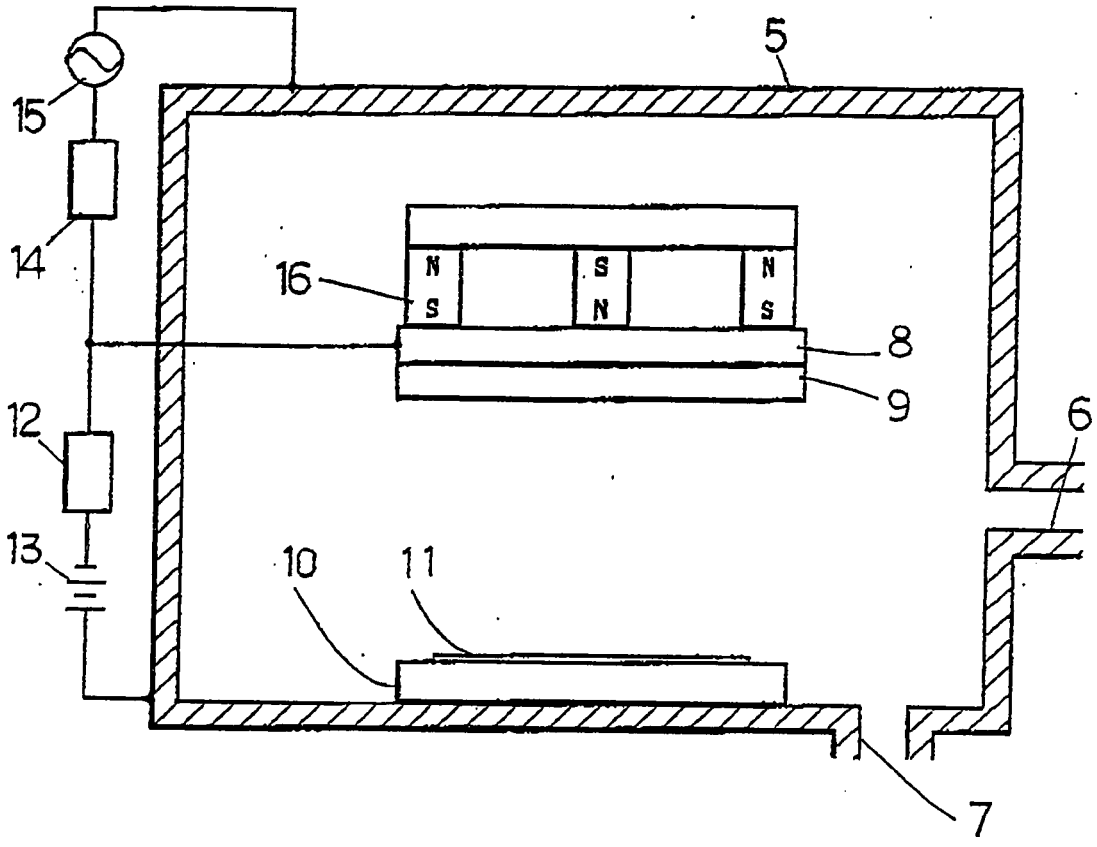


FIG.4

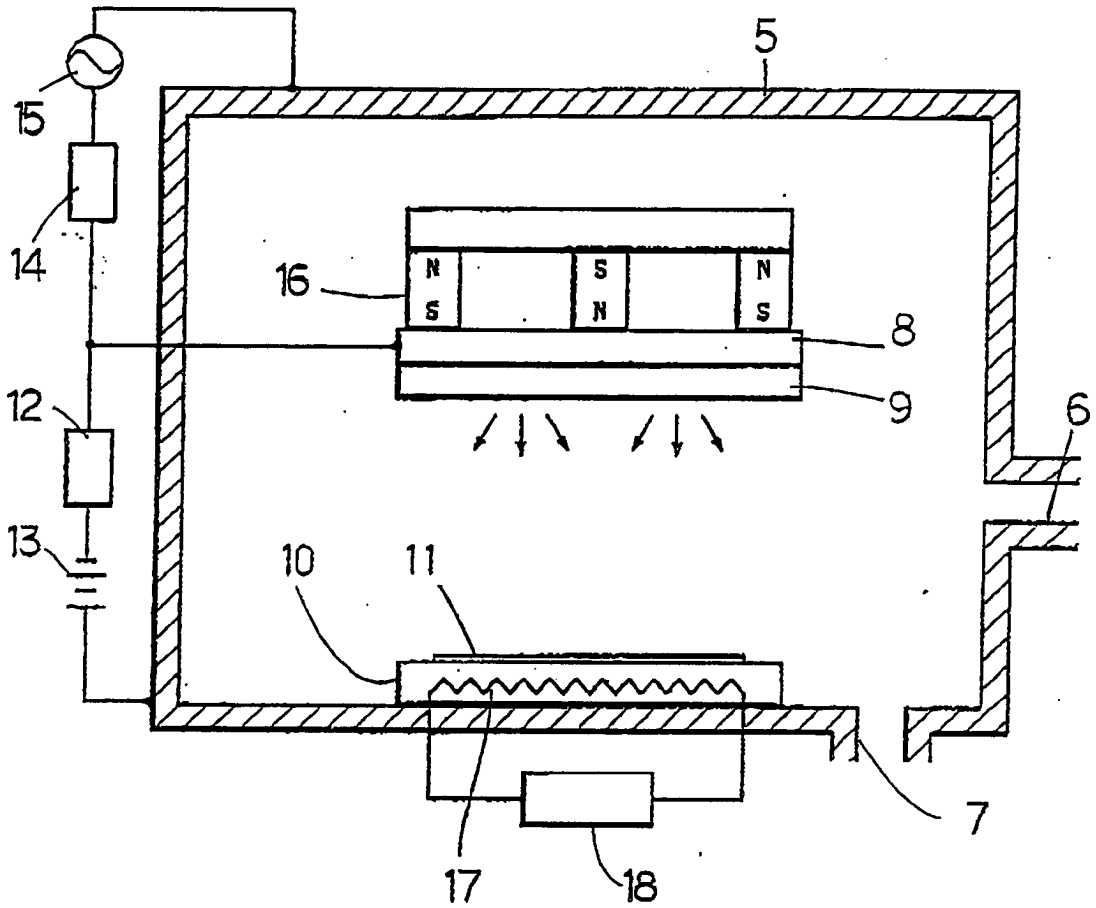


FIG.5

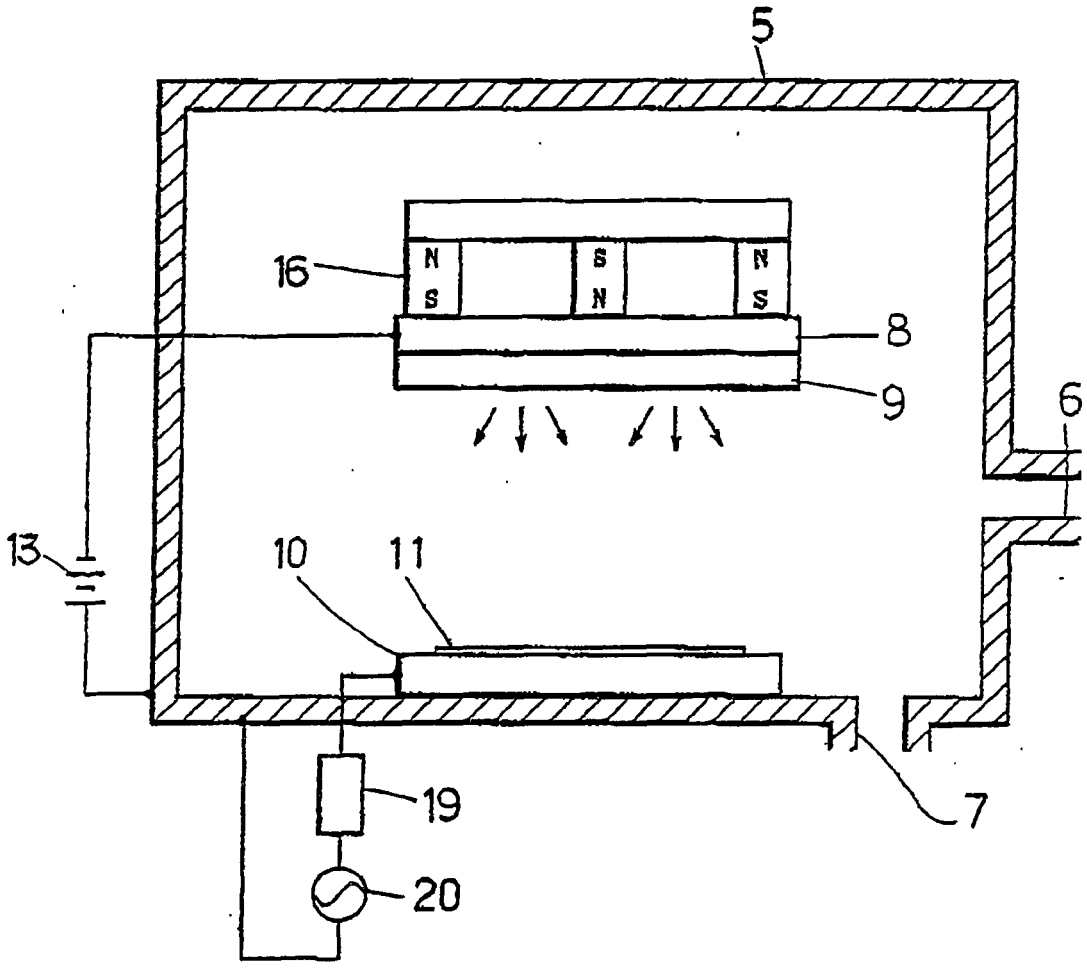


FIG.6

