



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 600 27 935 T2 2007.04.26

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 024 210 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 600 27 935.9

(96) Europäisches Aktenzeichen: 00 100 937.2

(96) Europäischer Anmeldetag: 18.01.2000

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 02.08.2000

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: 17.05.2006

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 26.04.2007

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: C23C 16/44 (2006.01)  
C23C 16/34 (2006.01)

(30) Unionspriorität:  
1379199 22.01.1999 JP

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

(73) Patentinhaber:  
Nihon Shinku Gijutsu K.K., Chigasaki, Kanagawa,  
JP

(72) Erfinder:  
Harada, Masamichi, Chigasaki-shi Kanagawa  
253-8543, JP

(74) Vertreter:  
Mitscherlich & Partner, Patent- und  
Rechtsanwälte, 80331 München

(54) Bezeichnung: Vorrichtung und Verfahren zur Herstellung einer Wolframnitridschicht

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 eingelebt, 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****Gebiet der Erfindung**

**[0001]** Diese Erfindung bezieht sich auf das technische Gebiet der Bildung von Metall-Nitriden. Genauer gesagt, stellt es eine Technik bereit, die zum Ausbilden von Wolfram-Nitridfilmen (Schichten) geeignet ist.

**Hintergrund der Erfindung**

**[0002]** In den jüngsten Jahren ist Aluminium als das Material, das bei Metall-Interconnect-Filmen für Halbleiter-Vorrichtungen hauptsächlich eingesetzt wird, durch Kupfer abgelöst worden. Im Falle von Aluminiumfilmen werden Titan-Nitridfilme als Sperrsichten an der Schnittstelle zwischen den Aluminiumschichten und den Silizium-Substraten ausgebildet. Jedoch haben diese Titan-Nitridfilme nur eine geringe Fähigkeit, die Diffusion von Kupfer zu verhindern. Somit haben  $W_xN$ -Filme (Wolfrannitridfilme) die Aufmerksamkeit als Sperrfilme gegen Kupferfilme erregt.

**[0003]** Der Patent Abstract of Japan, Band 16, Nr. 55 beschreibt die Herstellung einer Halbleiter-Vorrichtung, bei der ein Wolframnitridfilm auf einem beschichteten Silizium-Substrat ausgebildet wird. Es ist essentiell, dass zwei Gase, wie etwa Stickstoff und Sauerstoff, von dem ersten Gaszufuhrrohr zugeführt werden, während Wolfram-Hexafluorid vom zweiten Gaszufuhrrohr zugeführt wird.

**[0004]** Im Patent Abstract of Japan, Band 1997, Nr. 4 ist eine Vakuum-Behandlungsvorrichtung gezeigt, mit welcher eine Dünnfilm-Abscheidung vorgenommen werden kann. Das Ziel ist es, die Freisetzung eines Dünnfilms, der auf der inneren Oberfläche eines Vakuum-Gefäßes abgelagert wird, zu vermeiden.

**[0005]** Es war Praxis,  $W_xN$ -Filme bei hoher Temperatur (das heißt 500°C oder darüber) und hohem Druck (das heißt Film ausbildender Druck: mehrere tausende Pa) herzustellen. Jedoch sollte eine Großmaßstabs-Vorrichtung eingesetzt werden, um solch einen hohen Druck aufrecht zu erhalten, und darüber hinaus werden problematische Bedienungen für deren Wartung benötigt. In einer Vorbehandlungs-Vorrichtung zum Ausbilden von  $W_xN$ -Filmen und einer Filmausbildungs-Vorrichtung zum Ausbilden von Kupferfilm auf den  $W_xN$ -Filmen sollten Substrate in Vakuum behandelt werden.

**[0006]** Somit ergibt sich das zusätzliche Problem, dass diese Vorrichtungen hinsichtlich der Verbindungseigenschaften mit einer  $W_xN$ -Film ausbildenden Vorrichtung schlecht sind und somit die Substrate nicht kontinuierlich behandelt werden können.

**[0007]** Dementsprechend war es erforderlich, eine

filmausbildende Vorrichtung zu entwickeln, mit der  $W_xN$ -Filme im Vakuum (unter verminderter Druck) produziert werden können. In [Fig. 5\(a\)](#) besteht ein Substrat **120**, auf dem ein  $W_xN$ -Film und ein Kupferfilm auszubilden sind, aus einem Silizium-Substrat **150**, einem auf dem Silizium-Substrat ausgebildeten Siliziumoxid-Film **152** und einer in Siliziumoxid-Film **152** ausgebildeten Pore **160**.

**[0008]** Wenn ein  $W_xN$ -Film auf dem Substrat **120** durch Verwendung einer CVD-Vorrichtung **102** des Standes der Technik, wie in [Fig. 6](#) gezeigt, auszubilden ist, wird zuerst ein Reaktor **111** evakuiert. Dann wird das Substrat **120** hineinverbracht und auf einem Halter **114** platziert, der an einer Bodenseite des Reaktors **111** vorgesehen ist.

**[0009]** Eine Duschküse **112** ist auf der Deckenseite des Reaktors **111** vorgesehen. Nach Aufheizen des Substrates **120** auf eine vorgegebene Temperatur mit einem im Halter **114** enthaltenen Heizer werden zwei Arten von Ausgangsgasen (beispielsweise  $WF_6$ -Gas und  $NH_3$ -Gas) aus der Duschküse **112** zum Substrat **120** gesprührt, wie durch Pfeile **151** gezeigt, wodurch die nachfolgende chemische Reaktion induziert wird:



**[0010]** Somit wird ein  $W_xN$ -Film **153** auf der Oberfläche des Substrates **120** ausgebildet, wie in [Fig. 5\(b\)](#) gezeigt, wobei X versuchsweise als 2 bezeichnet wird.

**[0011]** Wenn eine vorgegebene Dicke des  $W_xN$ -Films erreicht ist, wird das Substrat **120** aus dem Reaktor **111** entnommen. Dann wird ein Kupferfilm **154** auf dem  $W_xN$ -Film **153** ausgebildet, wie in [Fig. 5\(c\)](#) gezeigt, und ihm folgt der Transport zur nachfolgenden Stufe, das heißt der Bemusterung des Kupferfilms **154** etc.

**[0012]** Wenn der  $W_xN$ -Film **153** und der Kupferfilm **154** in Vakuum ausgebildet sind, wie oben beschrieben, kann das Substrat **120** kontinuierlich ohne Exponieren gegenüber der Atmosphäre behandelt werden, indem eine Vorrichtung zum Ausbilden eines Wolframfilmes und eine Vorrichtung zum Ausbilden eines Kupferfilmes zu einer mehrkammerartigen Vorrichtung verbunden werden.

**[0013]** Jedoch leidet eine CVD-Vorrichtung des Standes der Technik wie oben beschrieben an dem Problem ernsthafter Verdreckung. Dies liegt daran, dass die Reaktion zwischen  $WF_6$  und  $NH_3$  selbst bei Raumtemperatur forschreitet und bei Raumtemperatur nicht  $W_xN$ , sondern  $WF_6 \cdot 4NH_3$  etc. ausgebildet werden, abweichend von der obigen Reaktionsformel, und an der Innenwand des Reaktors **111** anhaften.

**[0014]** Wenn die Wand des Reaktors **111** auf eine Temperatur nahe der Temperatur des Substrates **120** erhitzt ist, kann zumindest die Bildung von  $WF_6 \cdot 4NH_3$  verhindert werden. In diesem Fall wird jedoch  $W_xN$  auf der Innenwand des Reaktors **111** im Gegensatz dazu abgelagert und verursacht eine Verdeckung.

**[0015]** Zusätzlich leidet der oben beschriebene Reaktor **111** des Standes der Technik an einem anderen Problem, dass einer niedrigen Aufwachs-Geschwindigkeit des  $W_xN$ -Films. Somit war es erforderlich, die Ursache dieses Phänomens zu klären und eine dagegen wirksame Maßnahme zu etablieren.

#### Zusammenfassung der Erfindung

**[0016]** Die vorliegende Erfindung, die gemacht worden ist, um die oben beschriebenen Probleme zu überwinden, die im Stand der Technik auftreten, zielt auf das Bereitstellen einer Technik zum Ausbilden eines Wolframnitridfilms ohne Verursachung von Verdecken und einer Technik zum Ausbilden eines Wolframnitridfilms, der eine hohe Aufwachs-Geschwindigkeit zeigt.

**[0017]** Um diese Aufgaben zu lösen, bezieht sich die vorliegende Erfindung auf ein Verfahren zum Herstellen eines Wolframnitridfilms unter Verwendung einer filmbildenden Vorrichtung, die mit einem evakuierbaren Reaktor, einem in dem Reaktor platzierten adhäsionsverhindernden Behälter, einem Halter, durch den ein Objekt, auf dem der Film auszubilden ist, in dem adhäsionsverhindernden Behälter lokalisiert wird, einer ersten Gaseinlass-Ausrüstung, die zum Halter weist und so konstruiert ist, dass sie einen Gasstrom in den adhäsionsverhindernden Behälter stoßen kann und einer zweiten Gaseinlass-Ausrüstung, die so konstruiert ist, dass sie ein Gas zwischen der ersten Gaseinlass-Ausrüstung und den Halter stoßen kann, versehen ist.

**[0018]** Die filmausbildende Vorrichtung ist so konstruiert, dass in dem adhäsionsverhindernden Behälter zumindest der Teil um das Material herum, auf dem der Film auszubilden ist, bei einer Temperatur von 150 bis 300°C gehalten wird.

**[0019]** Die filmausbildende Vorrichtung, die die erste Gaseinlass-Ausrüstung umfasst, hat eine Duschküse, die mit einer Anzahl von Gasstromöffnungen versehen ist, die fast auf derselben Ebene ausgebildet sind.

**[0020]** Die filmausbildende Vorrichtung, die die zweite Gaseinlass-Ausrüstung umfasst, weist eine aus einer Hohlröhre hergestellte Düse auf, die zu einem Ring ausgeformt ist, und eine Anzahl von Gasstromöffnungen sind in der Hohlröhre ausgebildet.

**[0021]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf

ein Verfahren zum Herstellen eines Wolframnitridfilms, welches umfasst: Ausstoßen eines ersten  $NH_3$ -Ausgangsgases und eines zweiten  $WF_6$ -Ausgangsgases in einen Reaktor und Reagierenlassen des ersten Ausgangsgases mit dem zweiten Ausgangsgas, um so einen Wolframnitridfilm auf der Oberfläche eines Materials auszubilden, auf dem der Film ausgebildet werden soll, wobei der Abstand zwischen der Position, von der das erste Ausgangsgas ausgestoßen wird, und der Oberfläche des Materials, auf dem der Film ausgebildet werden soll, sich von dem Abstand zwischen der Position, von der das zweite Ausgangsgas ausgestoßen wird und der Oberfläche des Materials, auf dem der Film ausgebildet werden soll, unterscheidet.

**[0022]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Herstellen eines Wolframnitridfilms, welches umfasst:

Bereitstellen eines adhäsionsverhindernden Behälters in dem Reaktor und Platzieren des Objektes, auf dem ein Film ausgebildet werden soll, in dem adhäsionsverhindernden Behälter; Erhitzen in dem adhäsionsverhindernden Behälter zumindest des Teils um das Material herum, auf dem der Film ausgebildet werden soll, auf eine Temperatur von vorzugsweise 150 bis 250°C und Ausstoßen des ersten Ausgangsgases und des zweiten Ausgangsgases in den adhäsionsverhindernden Behälter.

**[0023]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Herstellen eines Wolframnitridfilms, bei dem das erste Ausgangsgas und/oder das zweite Ausgangsgas abwärts in vertikaler Richtung zur Oberfläche des Objektes, auf dem der Film ausgebildet werden soll, ausgestoßen wird.

**[0024]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Herstellen eines Wolframnitridfilms, bei dem zwischen dem ersten Ausgangsgas und dem zweiten Ausgangsgas das aus der unteren Position ausgestoßene Gas seitwärts zum Zentrum des Objektes ausgestoßen wird, auf dem der Film ausgebildet werden soll.

**[0025]** Viele andere Merkmale, Vorteile und zusätzliche Aspekte der vorliegenden Erfindung werden für auf dem Gebiet Versierte bei Bezugnahme auf die folgende detaillierte Beschreibung und die beigefügten Zeichnungsblätter manifest werden.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0026]** [Fig. 1](#) ist eine Zeichnung, die ein Beispiel der filmausbildenden Vorrichtung zeigt, die im Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet wird.

**[0027]** [Fig. 2](#) ist eine Zeichnung, die den adhäsionsverhindernden Behälter der filmausbildenden Vor-

richtung illustriert.

[0028] [Fig. 3\(a\)](#) ist eine perspektivische Ansicht der zu einem Ring geformten Düse [Fig. 3\(b\)](#) ist eine vergrößerte partielle Ansicht derselben und [Fig. 3\(c\)](#) ist eine perspektivische Ansicht einer Düse mit einer anderen Form.

[0029] [Fig. 4\(a\)](#) ist eine Aufsicht eines Beispiels der Duschküse der vorliegenden Erfindung und [Fig. 4\(b\)](#) ist eine Aufsicht einer Duschküse des Standes der Technik.

[0030] [Fig. 5\(a\)–Fig. 5\(c\)](#) sind Zeichnungen, die die Schritte der Ausbildung eines Wolframnitridfilms und eines Kupferfilms zeigen.

[0031] [Fig. 6](#) ist eine Zeichnung, die eine Vorrichtung zum Ausbilden eines Wolframnitridfilms gemäß dem Stand der Technik zeigt.

#### Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0032] Die filmausbildende Vorrichtung, die im Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet wird, welche den oben beschriebenen Aufbau aufweist, weist einen im Reaktor platzierten adhäsionsverhindernden Behälter auf. In diesem adhäsionsverhindernden Behälter wird ein Halter vorgesehen, so dass ein Objekt, auf dem ein Film ausgebildet werden soll (das heißt das Substrat), im adhäsionsverhindernden Behälter gehalten werden kann.

[0033] Diese filmausbildende Vorrichtung ist mit einer ersten Gaseinlass-Ausrüstung und einer zweiten Gaseinlass-Ausrüstung versehen, durch welche die Ausgangsgase jeweils in den adhäsionsverhindern den Behälter ausgestoßen werden. Die zweite Gaseinlass-Ausrüstung ist an einer solchen Position lokalisiert, dass sie Gas zwischen der Ausstoßposition der ersten Gaseinlass-Ausrüstung und den Halter ausstoßen kann.

[0034] Durch Lokalisieren der Gasausstoßpositionen der ersten und der zweiten Gaseinlass-Ausrüstung bei unterschiedlichen Höhen auf der Oberfläche des Objektes, auf dem der Film ausgebildet werden soll, und Ausstoßen der Ausgangsgase in den adhäsionsverhindern den Behälter können die ersten und zweiten Ausgangsgase, die jeweils aus der Gaseinlass-Ausrüstung ausgestoßen sind, die Oberfläche des Objektes erreichen, auf der ein Film ausgebildet werden soll, das auf dem Halter lokalisiert ist, ohne sich miteinander zu mischen, selbst bei einem Druck innerhalb des viskosen Flussbereiches (das heißt 1,0 bis 100 Pa.).

[0035] Wenn das erste Ausgangsgas  $\text{NH}_3$ -Gas ist und das zweite Ausgangsgas  $\text{WF}_6$ -Gas ist, die jeweils von der ersten Gaseinlass-Ausrüstung und der

zweiten Gaseinlass-Ausrüstung zugeführt werden, reagieren diese Gase deshalb miteinander nicht im Raum, sondern auf der Oberfläche des Objektes, auf der ein Film ausgebildet werden soll, und somit kann der Wolframnitridfilm effizient gebildet werden.

[0036] Ein Wolframnitridfilm mit einer guten Filmdickenverteilung kann auf der Oberfläche des Objektes, auf der ein Film ausgebildet werden soll, ausgebildet werden, indem die erste Gaseinlass-Ausrüstung mit einer Duschküse versehen wird und somit das Ausgangsgas abwärts zu dem Objekt ausstößt, auf dem der Film ausgebildet werden soll. [Fig. 4\(a\)](#) zeigt mit 71 die Oberfläche der Duschküse. Auf dieser Duschküse, die eine Anzahl von Ausstoßöffnungen 72 aufweist, wird dasselbe Ausgangsgas ausgestoßen.

[0037] Bei der Duschküse 171 des in [Fig. 4\(b\)](#) gezeigten Standes der Technik sind zwei Arten von Gasausstoßöffnungen 173 und 174 ausgebildet. Von einer Art 173 dieser Öffnungen wird ein Stickstoffatom enthaltendes Ausgangsgas ausgestoßen, während ein Wolframatome enthaltendes anderes Ausgangsgas aus den verbleibenden 174 ausgestoßen wird. In diesem Fall werden diese Gase miteinander gemischt und reagieren miteinander, bevor sie die Oberfläche des Objektes, auf dem der Film auszubilden ist, erreichen, was erwartungsgemäß zu einer niedrigeren, im Stand der Technik erzielten, Filmbildungs(Abscheidungs)Rate führt.

[0038] In der vorliegenden Erfindung ist weiterhin eine zu einem Ring ausgeformte Düse in der zweiten Gaseinlass-Ausrüstung vorgesehen. Diese Düse hat eine Anzahl von Gasausstoßöffnungen, aus denen ein Gas zum Zentrum des Ringes ausgestoßen wird, optional unter etwas Verschiebung zu dem Objekt, auf dem der Film ausgebildet werden soll, hin. Somit kann das von der zweiten Gaseinlass-Ausrüstung angelieferte Ausgangsgas gleichförmig die Oberfläche des Objektes erreichen, auf dem der Film ausgebildet werden soll.

[0039] In diesem Fall erreicht das von der ersten Gaseinlass-Ausrüstung zugeführte Ausgangsgas die Oberfläche des Objektes, auf dem ein Film ausgebildet werden soll, über das Zentrum des Rings der Düse. Daher können die jeweils von der ersten und zweiten Gaseinlass-Ausrüstung zugeführten Gase die Oberfläche des Objekts, auf der ein Film ausgebildet werden soll, erreichen, ohne miteinander gemischt zu werden und somit kann die Reaktion effizient auf der Oberfläche des Objektes fortschreiten, auf dem ein Film ausgebildet werden soll.

[0040] Wenn ein  $\text{NH}_3$ -Gas enthaltendes Ausgangsgas und ein anderes  $\text{WF}_6$ -Gas enthaltendes Ausgangsgas getrennt in den adhäsionsverhindern den Behälter eingeleitet werden, insbesondere unter ei-

nem Druck von 1,0 bis 100 Pa, wird  $WF_6 \cdot 4NH_3$  bei einer Temperatur unter 150°C ausgebildet, während ein  $W_xN$  (ein Wolframnitridfilm) bei einer Temperatur ausgebildet wird, die 300°C übersteigt.

**[0041]** In der vorliegenden Erfindung wird der adhäsionsverhindernde Behälter bei einer Temperatur vorzugsweise von 150 bis 250°C (vorzugsweise um 200°C) gehalten. Als Ergebnis werden weder  $WF_6 \cdot 4NH_3$  noch  $W_xN$  auf der Oberfläche des adhäsionsverhindernden Behälters ausgebildet, so dass keine Verdreckung verursacht wird.

**[0042]** Diese und andere Aufgaben der Erfindung werden aus der detaillierten Beschreibung und den Beispielen, die folgen, ersichtlicher werden.

**[0043]** Nunmehr wird die vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben.

**[0044]** In [Fig. 1](#) zeigt Bezeichnungen **2** ein Beispiel einer filmausbildenden Vorrichtung, die im Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden, die einen Reaktor **11** aufweist. Ein Hohlräum-adhäsionsverhindernder Behälter **8** wird in diesem Reaktor **11** platziert.

**[0045]** Wie [Fig. 2](#) zeigt, ist dieser adhäsionsverhindernde Behälter **8** mit einer Bodenplatte **31**, einer Rektifizierplatte **32** und einer oberen Platte **33** jede von kreisförmiger Form und einer zylindrischen Wandplatte **30** versehen.

**[0046]** Es sind kreisförmige Löcher **36** bis **38** jeweils am Zentrum der Bodenplatte **31**, der Rektifizierplatte **32** und der oberen Platte **33** ausgebildet.

**[0047]** Die Bodenplatte **30** ist am Boden der Wandplatte **30** lokalisiert, während die Rektifizierplatte **32** oberhalb der Bodenplatte **31** und umgeben von der Wandplatte **30** lokalisiert ist. Die obere Platte **33** ist an der Öffnung der Wandplatte **30** oberhalb der Rektifizierplatte **32** lokalisiert.

**[0048]** Die Bodenplatte **31**, die Rektifizierplatte **32** und die obere Platte **33** sind parallel unter definierten Intervallen angeordnet und jede ist an der Wandplatte **30** fixiert.

**[0049]** Die Löcher **36** bis **38**, die jeweils auf der Bodenplatte **31**, der Rektifizierplatte **32** und der oberen Platte **33** ausgebildet sind, sind alle in einer solchen Weise angeordnet, dass das Zentrum derselben auf der Zentralachse der Wandplatte **30** lokalisiert ist.

**[0050]** Der die oben beschriebene Konstruktion aufweisende adhäsionsverhindernde Behälter **8** ist als solcher auf dem Boden des Reaktors **11** platziert.

**[0051]** Der Reaktor **11** ist mit einem Halter **14** auf dem Boden desselben versehen und der adhäsionsverhindernde Behälter **8** wird so platziert, dass der Halter **14** im Loch **36** der Bodenplatte **31** und dem Loch **37** der Rektifizierplatte **32** lokalisiert ist. Die Oberfläche des Halters **14** ist zwischen der rechtwinkligen Platte **31** und der oberen Platte **33** lokalisiert.

**[0052]** Eine erste Gasquelle **45** und eine zweite Gasquelle **46**, die jeder aus einem Gaszyylinder, einer Massenflusssteuerung, Ventilen, Röhren, etc. bestehen, sind außerhalb des Reaktors **11** vorgesehen.

**[0053]** In [Fig. 1](#) sind **61<sub>1</sub>** bis **61<sub>4</sub>** Massenflusssteuerungen und **62<sub>1</sub>** bis **62<sub>8</sub>** sind Ventile.

**[0054]** Die erste Gasquelle **45** ist mit einer Duschküse **12** als erste Gaseinlass-Ausrüstung verbunden. Ein erstes Gaseinlass-System besteht aus dieser ersten Gasquelle **45** und der Duschküse **12**, welche eine erste Gaseinlass-Ausrüstung ist.

**[0055]** Die Duschküse **12** hat eine Hohlräum-Struktur und eine Anzahl von Öffnungen ist am Boden **18** derselben ausgebildet. Somit wird ein Gas aus der ersten Gasquelle **45** in den Hohlräumteil der Duschküse **12** geliefert, wird von den Öffnungen auf dem Boden ausgestoßen.

**[0056]** Die Duschküse **12** ist über dem Loch **38** der oberen Platte **33** lokalisiert und am oberen Teil des Reaktors **11** so angebracht, dass der Boden **18** der Duschküse **12** zur Oberfläche des Halters **14** weist.

**[0057]** Das Loch **38** der oberen Platte **33** ist größer als der Boden **18** der Duschküse **12**. Der Boden **18** der Duschküse **12** ist fast auf derselben Höhe wie die Oberplatte **33** lokalisiert, aber der Boden **18** ist niedriger als das Loch **38** der oberen Platte **33** lokalisiert.

**[0058]** Aufgrund dieser Konstruktion wird das aus der Duschküse **12** ausgestoßene Gas direkt in den adhäsionsverhindernden Behälter **8** eingeleitet und auf die Oberfläche des Halters **14** geblasen.

**[0059]** Die zweite Gasquelle **46** ist mit einem Gasausstoßelement **4** als einer zweiten Gaseinlass-Ausrüstung verbunden. Ein zweites Gaseinlass-System **42** besteht aus der zweiten Gasquelle **46** und dem Gasausstoßelement **4**, welches eine zweite Gaseinlass-Ausrüstung ist.

**[0060]** Dieses Gasausstoßelement **4**, das grob zu einem Ring geformt ist, ist zwischen dem Halter **14** und der Duschküse **12** im adhäsionsverhindernden Behälter **8** parallel zur Oberfläche des Halters **14** angeordnet. Das Gasausstoßelement **4** ist nämlich zwischen der Rektifizierplatte **32** und der oberen Platte **33** angeordnet und parallel zur Rektifizierplatte **32**.

und der oberen Platte 33.

[0061] [Fig. 3\(a\)](#) ist eine perspektivische Ansicht des Gasausstoßelements 4.

[0062] Dieses Gasausstoßelement 4 besteht aus einer Ringdüse 21, einem diese Düse 21 tragenden Träger 22 und einer Röhre 23, mit der der Träger 22 mit dem Gaseinlass-System 42 verbunden ist, das außerhalb des Reaktors 11 lokalisiert ist.

[0063] Die Düse 21, der Träger 22 und die Röhre 23 sind alle aus einer Hohlröhre hergestellt. Wenn ein Gas aus der zweiten Gasquelle 46 in das Gasausstoßelement 4 eingeleitet wird, passiert das Gas die Röhre 23 und den Träger 22 und erreicht die Düse 21.

[0064] Die Gasdüse 21, die zu einem Ring geformt ist, ist mit einer Anzahl von Löchern 25 auf der inneren Oberfläche versehen. [Fig. 3\(b\)](#) ist eine vergrößerte Ansicht der Löcher 25. Diese Löcher 25 sind auf einem etwas niedrigeren Teil der Oberfläche der Ringgasdüse 21 bei fast konstanten Abständen angeordnet, so dass in die Düse 21 fließendes Gas regulär aus diesen Löchern 25 etwas abwärts zum Zentrum hin abgegeben wird.

[0065] Als nächstes wird ein Verfahren zum Ausbilden eines Wolframnitridfilms unter Verwendung der oben beschriebenen filmbildenden Vorrichtung 2 illustriert.

[0066] In diesem Fall ist die erste Gasquelle 45 mit einem Gaszylinder versehen, der ein erstes,  $\text{NH}_3$  umfassendes Ausgangsgas enthält, während die zweite Gasquelle 46 mit einem anderen Gaszylinder versehen ist, der das zweite,  $\text{WF}_6$  umfassende Ausgangsgas enthält, was die Einleitung jeweils dieser Gase aus den ersten und zweiten Gaseinlass-Systemen 41 und 42 in den Reaktor 11 gestattet.

[0067] Zuerst wird der Reaktor 11 mit dem mit Reaktor 11 verbundenen Evakuierungssystem 48 auf Vakuum-Atmosphäre evakuiert. Der Substrathalter 17 umfasst eine betriebliche Hoch- und Absenkung. Dann wird das Substrat 20 in den Reaktor 11 geführt, während der Substrathalter 17 angehoben wird, und auf dem Halter 14 platziert. Dieses Substrat 20 ist parallel zum Boden 18 der Duschküvette 12 angeordnet. Als nächstes wird der Substrathalter 17 herab genommen und das Substrat 20 wird am Halter 14 angebracht, gefolgt vom Erhitzen durch Einschalten des Heizers 15.

[0068] Wenn ein anderer innerhalb des adhäsionsverhindernden Behälters 8 vorgesehener innerer Heizer auch eingeschaltet wird, wird der adhäsionsverhindernde Behälter 8 mit dem inneren Heizer wie auch der vom Halter 14 abgestrahlten Hitze erhitzt. In

diesem Schritt wird die dem inneren Heizer zugeleitete Elektrizität so gesteuert, dass die Temperatur des adhäsionsverhindernden Behälters 8 auf 200°C gehalten wird.

[0069] Wenn die Temperatur des Substrates 20 angehoben ist und 300°C oder mehr erreicht, werden die Gasquellen 45 und 46 so manipuliert, dass das erste Ausgangsgas  $\text{NH}_3$  aus der Duschküvette 12 zum Substrat 20 ausgestoßen wird und gleichzeitig das zweite Ausgangsgas  $\text{WF}_6$  aus der Düse 21 des Gasausstoßelements 4 ausgestoßen wird. Somit werden erstes und zweites Ausgangsgas (das heißt die  $\text{NH}_3$ - und  $\text{WF}_6$ -Gase) auf das Substrat 20 geblasen.

[0070] In diesem Fall werden zwei verschiedene Ausgangsgase (das heißt die  $\text{NH}_3$ - und  $\text{WF}_6$ -Gase) jeweils getrennt aus der Duschküvette 12 und dem Gasausstoßelement 4 ausgestoßen, wie oben beschrieben. Das Steuern der Zufuhraten der Gase durch Manipulieren der ersten Gasquelle 41 und der zweiten Gasquelle 42 kann der Druck im adhäsionsverhindernden Behälter 8 innerhalb des viskosen Fließbereiches (das heißt 1,0 bis 100 Pa) gehalten werden und das erste Ausgangsgas und das zweite Ausgangsgas können getrennt die Oberfläche des Substrates 20 erreichen, ohne sich miteinander zu mischen. Als Ergebnis setzt sich die Reaktion der Ausbildung von dünnem  $\text{W}_x\text{N}$  auf der Oberfläche des Substrats 20 fort und somit wird ein dünner  $\text{W}_x\text{N}$ -Film erhalten.

[0071] Wenn der dünne  $\text{W}_x\text{N}$ -Film mit der vorgesehenen Filmdicke ausgebildet ist, wird das Substrat 20 aus dem Reaktor 11 heraus genommen und zu einer Kupferfilm bildenden Vorrichtung transportiert. Gleichzeitig wird ein anderes unbehandeltes Substrat in den Reaktor 11 verbracht und der Ausbildung eines dünnen  $\text{W}_x\text{N}$ -Films unterworfen. Somit können kontinuierlich dünne  $\text{W}_x\text{N}$ -Filme ausgebildet werden.

[0072] In der oben beschriebenen filmbildenden Vorrichtung 2 ist der adhäsionsverhindernde Behälter 8 mit dem ersten Ausgangsgas  $\text{NH}_3$  und dem zweiten Ausgangsgas  $\text{WF}_6$  gefüllt, was die Innenwand des Reaktors 11 vor der Ablagerung von  $\text{WF}_6\cdot4\text{NH}_3$  oder  $\text{W}_x\text{N}$  darauf schützt. Somit entwickelt sich kein Dreck aus dem Reaktor 11 und es kann ein defektfreier  $\text{W}_x\text{N}$ -Film hergestellt werden.

[0073] Da die Temperatur des adhäsionsverhindernden Behälters 8 innerhalb eines Bereichs vorzugsweise von 200 bis 300°C gesteuert wird, wird weder  $\text{WF}_6\cdot4\text{NH}_3$ , welches dafür anfällig ist, bei niedrigeren Temperaturen gebildet zu werden, noch  $\text{W}_x\text{N}$ , welches dafür anfällig ist, bei höheren Temperaturen gebildet zu werden, gebildet. Somit kann  $\text{W}_x\text{N}$  in einer dreckfreien Umgebung gebildet werden. Weil er entferbar ist, kann darüber hinaus der adhäsionsverhindernde Behälter 8 leicht gereinigt werden.

**[0074]** Wie oben beschrieben, werden bei Verwendung der Dünnpfilmausbildenden Vorrichtung **2** im Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung unterschiedliche Ausgangsgase nicht miteinander gemischt, sondern können getrennt ein Substrat erreichen und die Reaktion schreitet effizient auf der Substratoberfläche fort. Somit kann ein aus dem Reaktionsprodukt hergestellter dünner  $W_xN$ -Film rasch wachsen, ohne ein Verdrecken zu verursachen und es kann ein  $W_xN$ -Film mit ausgezeichneten Qualitäten ausgebildet werden.

**[0075]** Obwohl im obigen Fall eine Anzahl von Löchern **25** auf der Innenseite des Gasausstoßelements **4** ausgebildet sind, können andere Konfigurationen dafür verwendet werden, so lange wie das Ausgangsgas gleichförmig aus zwei oder mehr Positionen zum Substrat **20** hin ausgestoßen werden kann. Beispielsweise ist es auch möglich, dass eine Spalte **24** des Trägers **22** zur zentralen Achse des darunter lokalisierten Substrats gebogen ist und das Ausgangsgas aus dem auf der Spalte **24** ausgebildeten Loch **26** ausgestoßen wird, wie [Fig. 3\(c\)](#) zeigt.

**[0076]** Obwohl  $W_xN$  in Vakuum (unter vermindertem Druck) ausgebildet wird, von 1,0 bis 100 Pa im obigen Beispiel, kann es unter höherem Druck gebildet werden, z.B. Atmosphärendruck oder mehr.

**[0077]** Durch Einsetzen der vorliegenden Erfindungen werden verschiedene Ausgangsgase nicht miteinander gemischt, sondern können die Oberfläche eines Objekts, auf dem ein Film ausgebildet werden soll, getrennt erreichen. Somit kann die Filmbilde-Geschwindigkeit angehoben werden und es kann eine gleichförmige Filmdicke erhalten werden. Auch tritt keine Reaktion auf der Oberfläche des adhäsionsverhindernden Behälters auf und damit kommt es nicht zu Stauben.

**[0078]** Zusätzlich werden die Ausgangsgase nicht auf der Oberfläche des adhäsionsverhindernden Behälters verbraucht. Daher kann die Reaktion effizient auf der Oberfläche des Objektes stattfinden, auf der ein Film ausgebildet werden soll und es haftet kein Dreck/Staub an der Oberfläche des adhäsionsverhindernden Behälters.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Wolframnitridfilms, das umfasst Ausstoßen eines  $NH_3$ -Gases und eines  $WF_6$ -Gases in einen Reaktor und Reagierenlassen des  $NH_3$ -Gases mit dem  $WF_6$ -Gas, um so einem Wolframnitridfilm auf der Oberfläche eines Materials auszubilden, auf dem der Film ausgebildet werden soll; wobei der Abstand zwischen der Position, von der das  $NH_3$ -Gas ausgestoßen wird, und der Oberfläche des Materials, auf dem der Film ausgebildet werden

soll, sich von dem Abstand zwischen der Position, von welcher das  $WF_6$ -Gas ausgestoßen wird, und der Oberfläche des Materials, auf dem der Film ausgebildet werden soll, unterscheidet; ein adhäsionsverhindernder Behälter in dem Reaktor bereitgestellt wird, wo das Objekt, auf dem der Film ausgebildet werden soll, platziert wird; zumindest der Teil um das Material herum, auf dem der Film auszubilden ist, auf eine Temperatur von 150 bis 300°C in dem adhäsionsverhindernden Behälter erhitzt wird; und das  $NH_3$ -Gas und  $WF_6$ -Gas in den adhäsionsverhindernden Behälter ausgestoßen werden.

2. Verfahren zum Herstellen eines Wolframnitridfilms gemäß Anspruch 1, wobei das  $NH_3$ -Gas und/oder das  $WF_6$ -Gas abwärts in vertikaler Richtung zur Oberfläche des Objektes, auf dem der Film ausgebildet werden soll, ausgestoßen werden.

3. Verfahren zum Herstellen eines Wolframnitridfilms gemäß Anspruch 1, wobei zwischen dem  $NH_3$ -Gas und dem  $WF_6$ -Gas das aus der unteren Position ausgestoßene eine Gas seitlich zum Zentrum des Objektes ausgestoßen wird, auf dem der Film ausgebildet werden soll.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

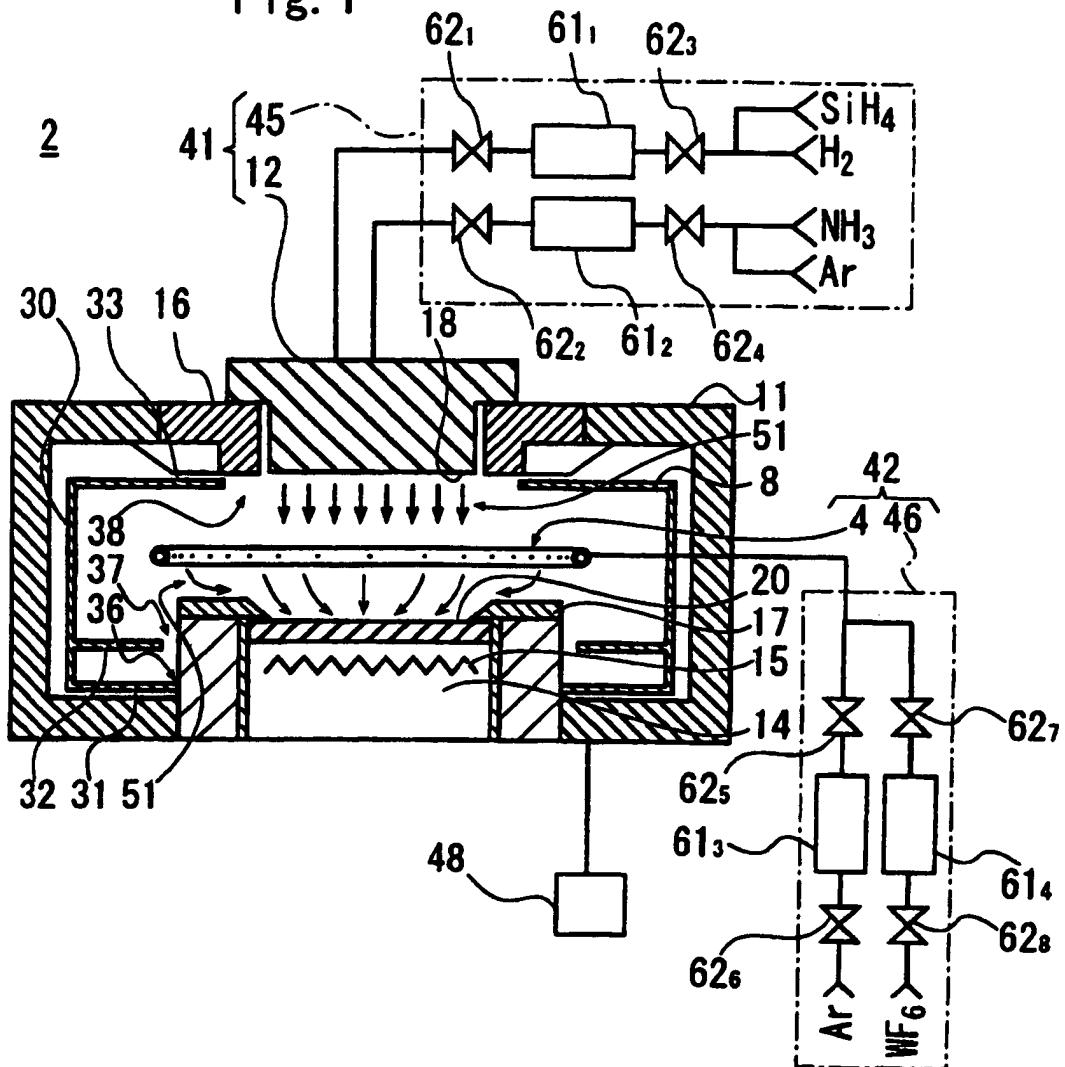
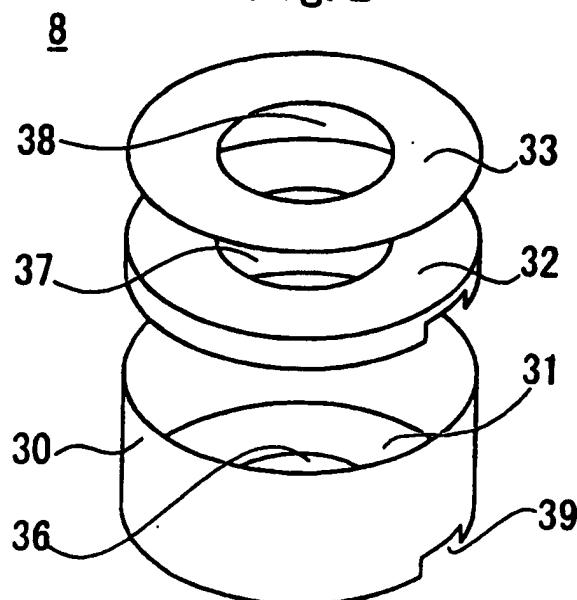


Fig. 2



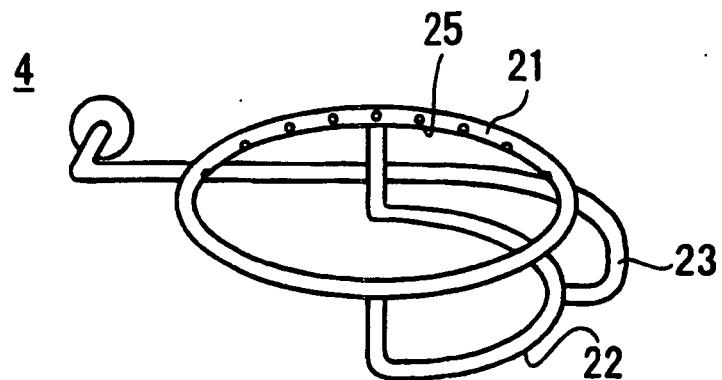


Fig. 3 (a)

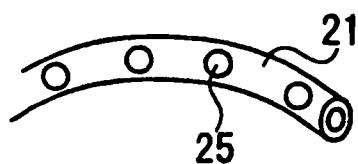


Fig. 3 (b)

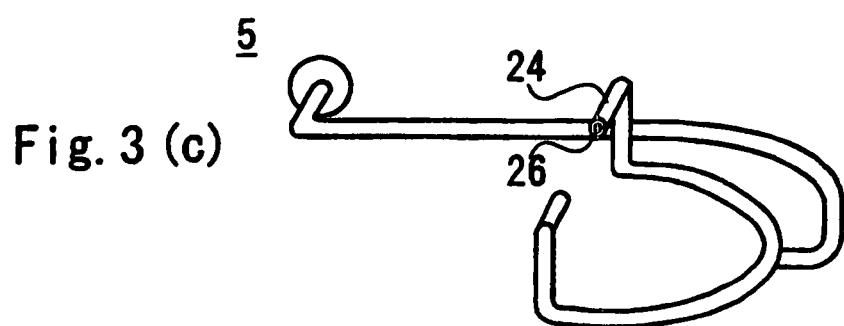


Fig. 3 (c)

Fig. 4 (a)

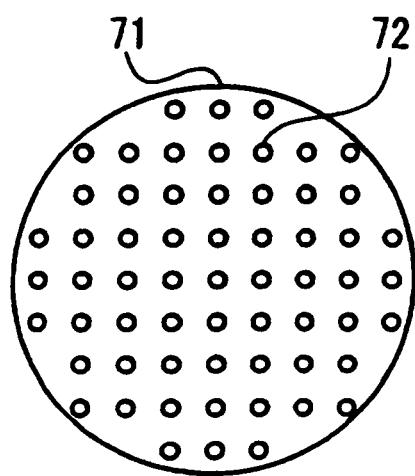
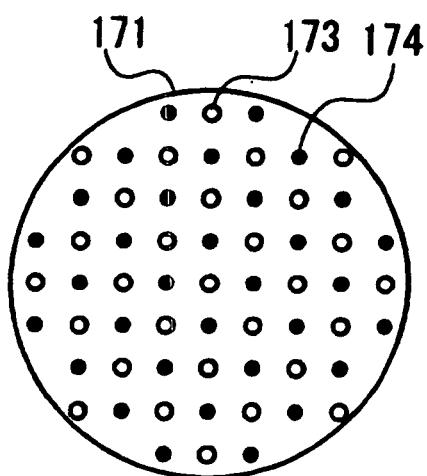
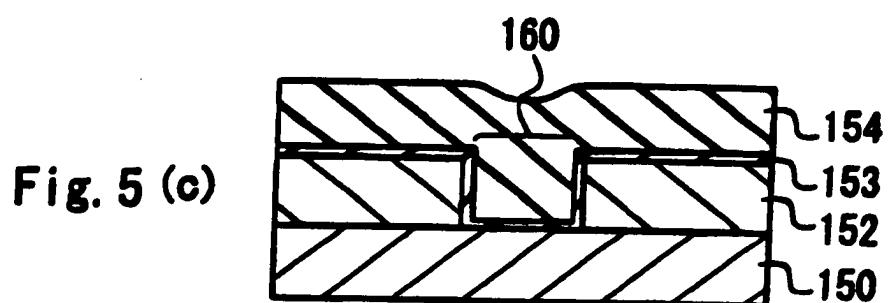
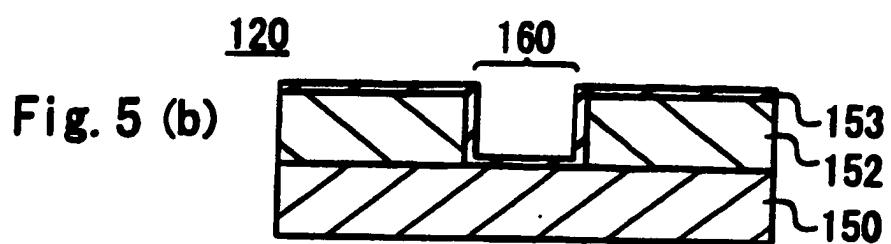
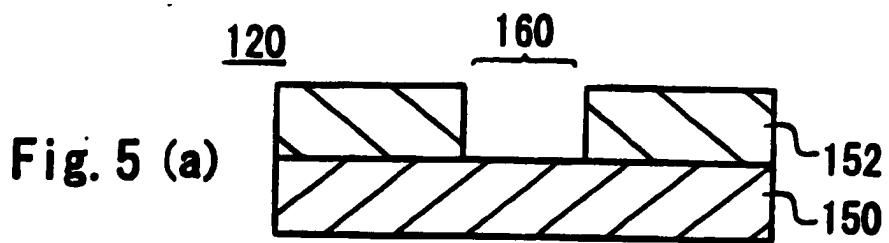


Fig. 4 (b)





**Fig 6 Stand der Technik**

