



(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.⁸: **C23C 16/44** (2006.01)
C23C 16/34 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

1379199 22.01.1999 JP

(73) Patentinhaber:

**Nihon Shinku Gijutsu K.K., Chigasaki, Kanagawa,
JP**

(74) Vertreter:

**Mitscherlich & Partner, Patent- und
Rechtsanwälte, 80331 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, NL

(72) Erfinder:

**Harada, Masamichi, Chigasaki-shi Kanagawa
253-8543, JP**

(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 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

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 Sperrschichten 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 (Wolframnitridfilme) 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 Dünnschicht-Abscheidung vorgenommen werden kann. Das Ziel ist es, die Freisetzung eines Dünnschichtfilms, 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 vermindertem 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 Duschdüse **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 Duschdüse **112** zum Substrat **120** gesprüht, 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 fortschreitet 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 $\text{WF}_6 \cdot 4\text{NH}_3$ verhindert werden. In diesem Fall wird jedoch W_xN auf der Innenwand des Reaktors **111** im Gegensatz dazu abgelagert und verursacht eine Verdreckung.

[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 Verdrecken 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 Duschdüse, 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 Hohlrohre hergestellte Düse auf, die zu einem Ring ausgeformt ist, und eine Anzahl von Gasstromöffnungen sind in der Hohlrohre 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 Duschdüse der vorliegenden Erfindung und [Fig. 4\(b\)](#) ist eine Aufsicht einer Duschdüse 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 adhäsionsverhindernden 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 adhäsionsverhindernden 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 NH_3 -Gas ist und das zweite Ausgangsgas 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 Duschdüse 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 Duschdüse. Auf dieser Duschdüse, die eine Anzahl von Ausstoßöffnungen **72** aufweist, wird dasselbe Ausgangsgas ausgestoßen.

[0037] Bei der Duschdüse **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 Stickstoffatome 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 Objektes, 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 NH_3 -Gas enthaltendes Ausgangsgas und ein anderes WF_6 -Gas enthaltendes Ausgangsgas getrennt in den adhäsionsverhindernden Behälter eingeleitet werden, insbesondere unter ei-

nem Druck von 1,0 bis 100 Pa, wird $\text{WF}_6 \cdot 4\text{NH}_3$ 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 $\text{WF}_6 \cdot 4\text{NH}_3$ 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 Bezugszeichen **2** ein Beispiel einer filmausbildenden Vorrichtung, die im Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden, die einen Reaktor **11** aufweist. Ein Hohlraum-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 Gaszylinder, einer Massenflusssteuerung, Ventilen, Röhren, etc. bestehen, sind außerhalb des Reaktors **11** vorgesehen.

[0053] In [Fig. 1](#) sind **61₁** bis **61₄** Massenflusssteuerungen und **62₁** bis **62₈** 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 Hohlraum-Struktur und eine Anzahl von Öffnungen ist am Boden **18** derselben ausgebildet. Somit wird ein Gas aus der ersten Gasquelle **45** in den Hohlraumteil 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, NH_3 umfassendes Ausgangsgas enthält, während die zweite Gasquelle **46** mit einem anderen Gaszylinder versehen ist, der das zweite, 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 Duschküse **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 NH_3 aus der Duschküse **12** zum Substrat **20** ausgestoßen wird und gleichzeitig das zweite Ausgangsgas WF_6 aus der Düse **21** des Gasausstoßelementes **4** ausgestoßen wird. Somit werden erstes und zweites Ausgangsgas (das heißt die NH_3 - und WF_6 -Gase) auf das Substrat **20** geblasen.

[0070] In diesem Fall werden zwei verschiedene Ausgangsgase (das heißt die NH_3 - und WF_6 -Gase) jeweils getrennt aus der Duschküse **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 W_xN auf der Oberfläche des Substrates **20** fort und somit wird ein dünner W_xN -Film erhalten.

[0071] Wenn der dünne W_xN -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 W_xN -Films unterworfen. Somit können kontinuierlich dünne W_xN -Filme ausgebildet werden.

[0072] In der oben beschriebenen filmbildenden Vorrichtung **2** ist der adhäsionsverhindernde Behälter **8** mit dem ersten Ausgangsgas NH_3 und dem zweiten Ausgangsgas WF_6 gefüllt, was die Innenwand des Reaktors **11** vor der Ablagerung von $\text{WF}_6 \cdot 4\text{NH}_3$ oder W_xN darauf schützt. Somit entwickelt sich kein Dreck aus dem Reaktor **11** und es kann ein defektfreier W_xN -Film hergestellt werden.

[0073] Da die Temperatur des adhäsionsverhindernden Behälters **8** innerhalb eines Bereichs vorzugsweise von 200 bis 300°C gesteuert wird, wird weder $\text{WF}_6 \cdot 4\text{NH}_3$, welches dafür anfällig ist, bei niedrigeren Temperaturen gebildet zu werden, noch W_xN , welches dafür anfällig ist, bei höheren Temperaturen gebildet zu werden, gebildet. Somit kann W_xN in einer dreckfreien Umgebung gebildet werden. Weil er entfernbar ist, kann darüber hinaus der adhäsionsverhindernde Behälter **8** leicht gereinigt werden.

[0074] Wie oben beschrieben, werden bei Verwendung der Dünnschichtausbildenden 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 Verdrücken 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 Spitze **24** des Trägers **22** zur zentralen Achse des darunter lokalisierten Substrats gebogen ist und das Ausgangsgas aus dem auf der Spitze **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 Filmbildgeschwindigkeit 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 Staub.

[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 Gas seitlich zum Zentrum des Objektes ausgestoßen wird, auf dem der Film ausgebildet werden soll.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

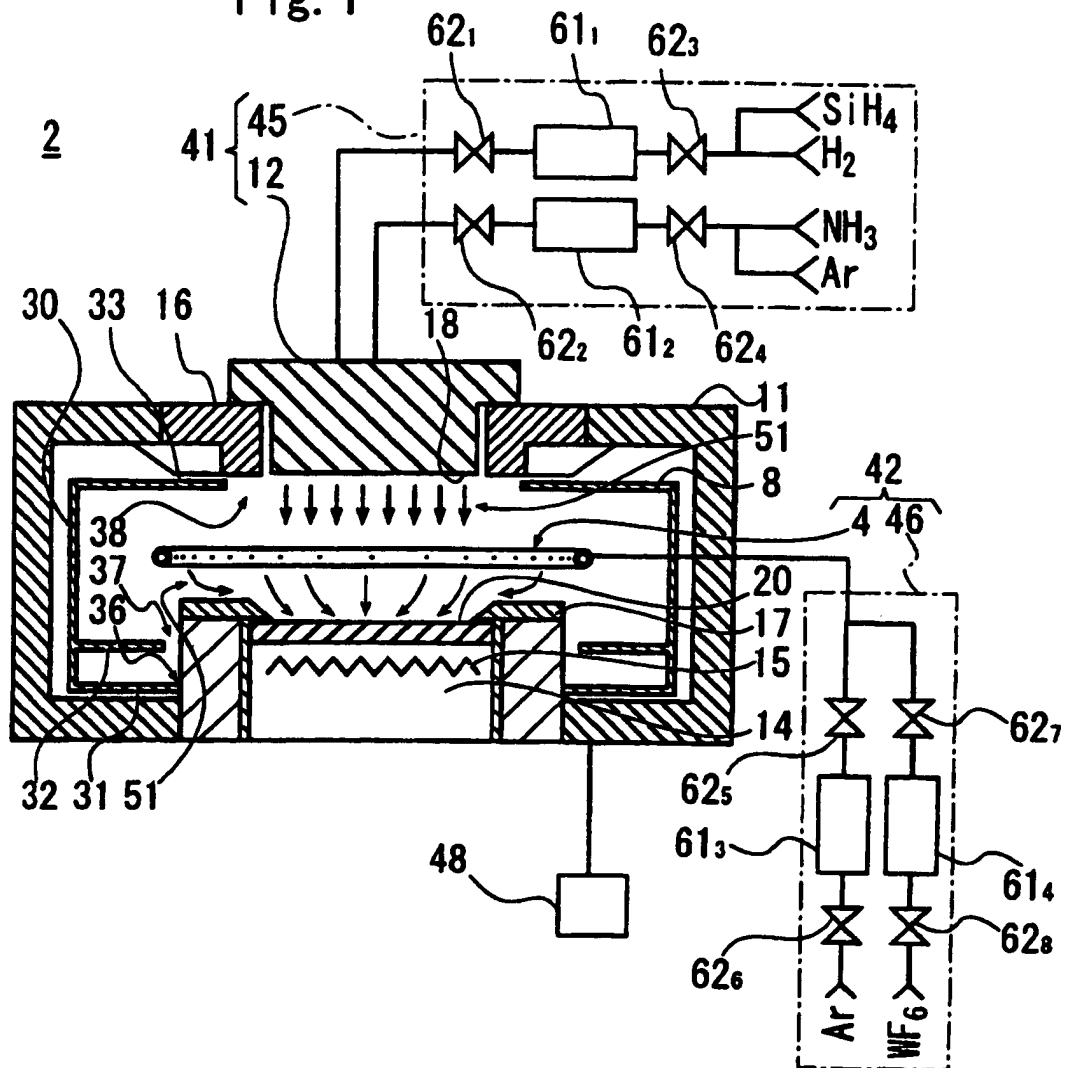
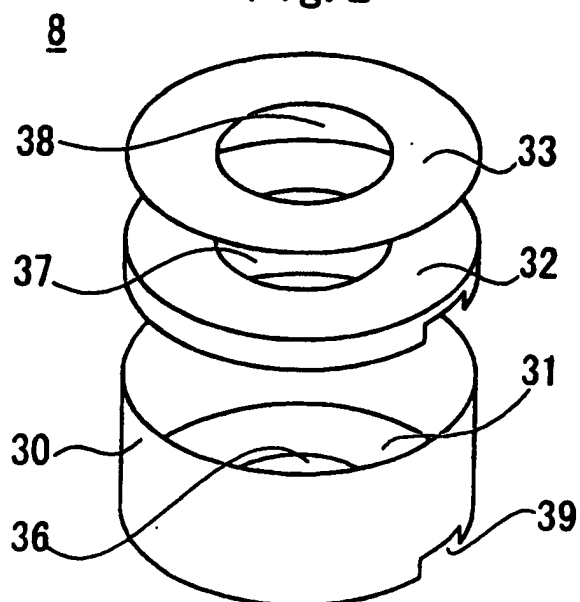
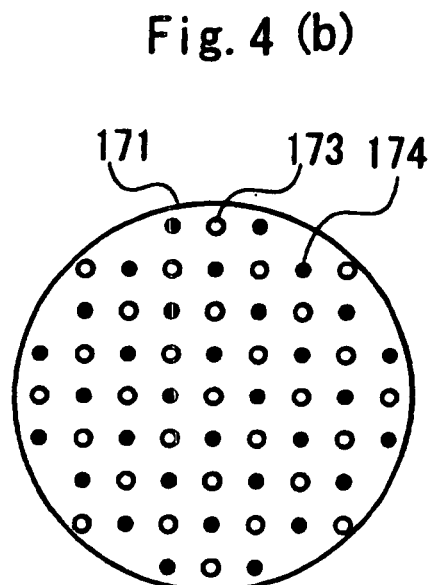
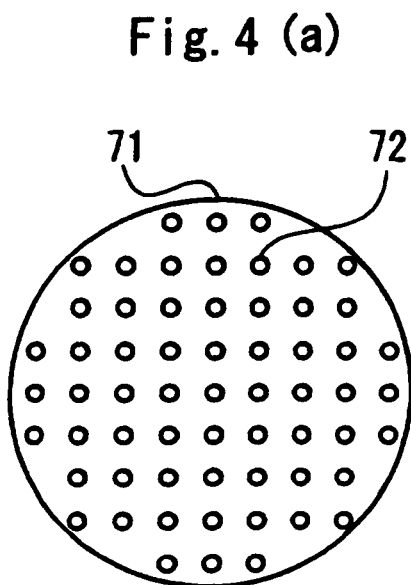
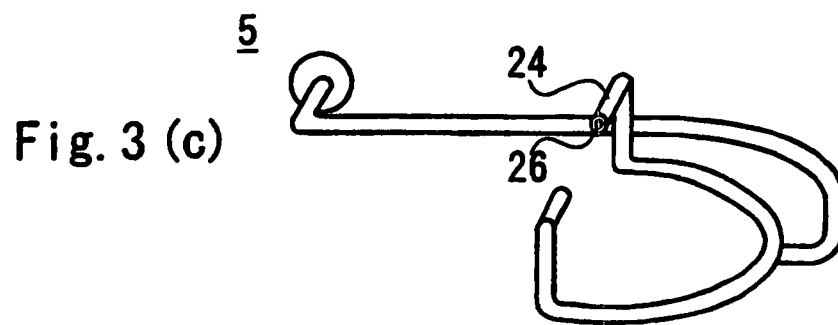
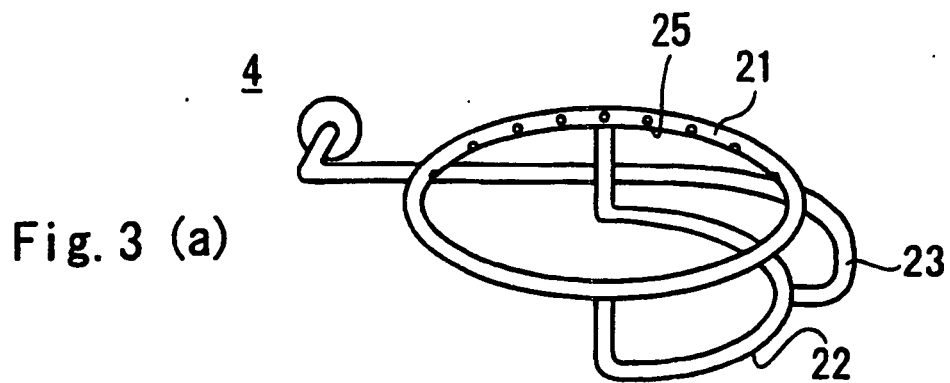


Fig. 2





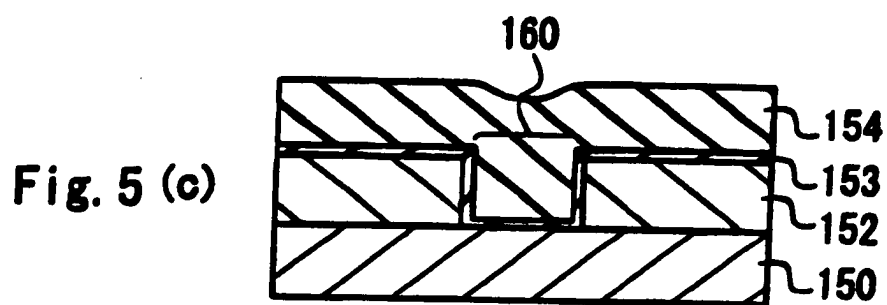
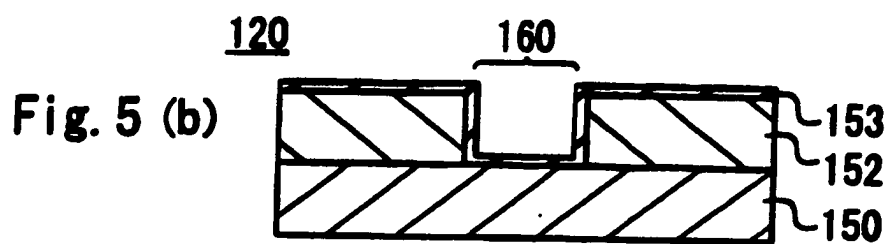
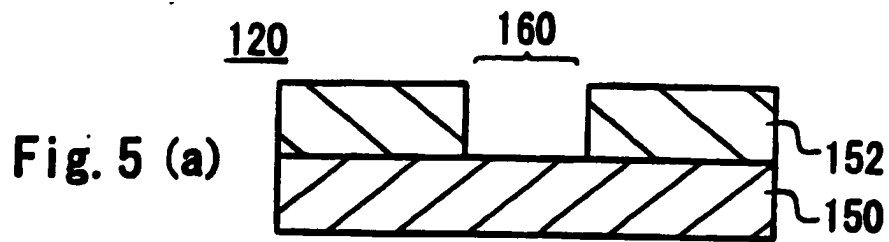


Fig 6 *Stand der Technik*

