



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 35 099 A1** 2005.03.03

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 35 099.3**

(22) Anmeldetag: **31.07.2003**

(43) Offenlegungstag: **03.03.2005**

(51) Int Cl.⁷: **H01L 21/318**
H01L 21/66

(71) Anmelder:

**Advanced Micro Devices, Inc., Sunnyvale, Calif.,
US**

(74) Vertreter:

**Grünecker, Kinkeldey, Stockmair &
Schwanhäusser, 80538 München**

(72) Erfinder:

**Huy, Katja, 01139 Dresden, DE; Ruelke, Hartmut,
01109 Dresden, DE; Turner, Michael, Austin, Tex.,
US**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

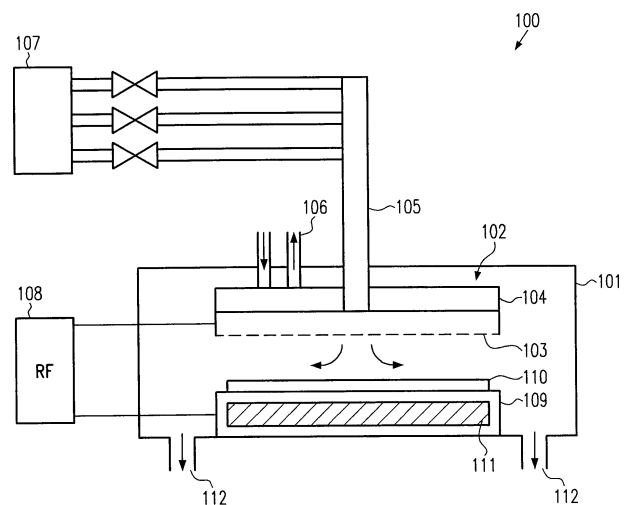
US 65 93 653 B2
US2003/01 32 510 A1
US2001/00 11 725 A1
US 62 61 951 B1
US 61 03 639

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Verbessern der Dickengleichförmigkeit von Siliziumnitridschichten für mehrere Halbleiterscheiben**

(57) Zusammenfassung: Die Dickengleichförmigkeit von Scheibe zu Scheibe kann deutlich verbessert werden in einem Prozess zum Abscheiden einer Siliziumnitridschicht, indem eine Durchflussrate des Reaktionsmittels und der Kammerdruck während eines Abscheidezyklus variiert werden. Durch entsprechendes Anpassen der Durchflussrate und/oder des Kammerdruckes vor und nach dem eigentlichen Abscheideschritt können die Prozessbedingungen effizienter stabilisiert werden, wodurch Prozessvariationen reduziert werden, selbst nach Phasen ohne Abscheidung der Abscheideanlagen, etwa nach einem vorhergehenden Plasmareinigungsprozess oder einer Wartephase der Anlage.



Beschreibung**GEBIET DER VORLIEGENDEN ERFINDUNG**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft im Allgemeinen das Gebiet der Herstellung von Mikrostrukturen, etwa von integrierten Schaltungen, und betrifft insbesondere das Abscheiden von Siliziumnitridschichten durch chemische Dampfabscheidung (CVD).

BESCHREIBUNG DES STANDS DER TECHNIK

[0002] Während der Herstellung von Mikrostrukturen, etwa von integrierten Schaltungen, ist eine wichtige Prozesstechnologie das Abscheiden dielektrischer Schichten für diverse Zwecke, etwa für das elektrische Isolieren gewisser Bauteilbereiche, das Bilden eines Dielektrikums für Kondensatoren, das Bereitstellen einer Barrierenfunktion gegen das Diffundieren nicht erwünschter Materialien, das Erzeugen einer gewünschten Ätzselektivität mit Bezug zu anderen Materialien und dergleichen. Insbesondere auf dem Gebiet der Herstellung integrierter Schaltungen ist ein großer Anteil der momentan erhältlichen Produkte auf der Grundlage von Silizium aufgebaut und somit werden die dielektrischen Materialien Siliziumdioxid und Siliziumnitrid häufig für die oben genannten Zwecke auf Grund ihrer äußerst guten Verträglichkeit mit Silizium verwendet. Während Siliziumdioxid häufig als eine Isolierschicht, die beispielsweise leitende Siliziumgebiete voneinander trennt, auf Grund der thermischen Stabilität der Dioxid/Silizium-Grenzfläche verwendet wird, wird Siliziumnitrid häufig als ein Barrierenmaterial, eine Ätzstoppschicht zum Strukturieren einer Siliziumdioxidschicht oder als eine Stoppschicht während des chemisch-mechanischen Polierens von Siliziumdioxid verwendet. Siliziumnitrid (Si_3N_4) ist ein hartes, dichtes, hochschmelzendes Material, dessen Struktur sich deutlich von jener des Siliziumdioxids unterscheidet. Siliziumnitrid ist härter, zeigt höhere Pegel mechanischer Spannung und bricht leichter als Siliziumdioxid auf Grund der Unterschiede in der Struktur zwischen den Silizium/Stickstoffbindungen und den Silizium/Sauerstoffbindungen. Auf Grund der dichten Struktur des Siliziumnitrids diffundieren andere Atome und Ionen nur sehr langsam durch Siliziumnitrid. Folglich wird Siliziumnitrid häufig als ein Barrierenmaterial verwendet, um das Oxidieren darunter liegender Schichten oder die Diffusion von Metallionen, etwa von Kupfer, durch empfindliche Bauteilbereiche zu verhindern. Ferner werden Siliziumnitridschichten häufig als Ätzstoppschichten sowohl bei Nassätzprozessen als auch bei Plasmaätzprozessen verwendet. Obwohl Siliziumnitrid für gewöhnlich einen moderat hohen Anteil an Wasserstoff enthält, der bis zu 20 Atomprozent für Siliziumnitrid reichen kann, das durch plasmaunterstütztes CVD abgeschieden wird, und das bis zu einige Atomprozent Wasserstoff enthalten

kann für Siliziumnitrid, das durch thermisches CVD abgeschieden ist, wird die Diffusion selbst von Wasserstoff effektiv auf Grund der dichten Struktur des Siliziumnitrids behindert. Die Eigenschaften des Siliziumnitrids, etwa dessen Härte und dessen optischen Eigenschaften, die durch den Brechungsindex repräsentiert sind, hängen deutlich von den Besonderheiten des Abscheidungsprozesses ab, insbesondere wenn ein plasmaunterstütztes CVD angewendet wird, so dass die gewünschten Schichteigenschaften durch entsprechendes Auswählen der Prozessparameter für ein Abscheiderezept erreicht werden. Zum Beispiel kann ein variabler Anteil an Sauerstoff während der Abscheidung von Siliziumnitrid bereitgestellt werden, um damit ein Siliziumoxynitrid zu erhalten, dessen Eigenschaften relativ kontinuierlich zwischen den Eigenschaften des reinen Oxids und den Eigenschaften des reinen (wasserstoffenthaltenden) Nitrids variiert werden können.

[0003] Aus dem oben Gesagten wird deutlich, dass Siliziumnitridschichten für eine Vielzahl von Zwecken bei der Herstellung von Mikrostrukturen dienen können und daher sind entsprechende Prozessanlagen und Prozessrezepte hergestellt bzw. erstellt worden, um Siliziumnitridschichten mit einer erforderlichen Schichtdicke und mit gewünschten mechanischen, elektrischen und optischen Eigenschaften bereitzustellen. Ein typisches Abscheidungsverfahren zum Herstellen einer Siliziumnitridschicht ist die chemische Dampfabscheidung, wobei ein oder mehrere Substrate in eine Prozesskammer eingeführt und einer Abscheideatmosphäre ausgesetzt werden, in der geeignete Vorstufenmaterialien unter spezifizierten thermischen Bedingungen reagieren, um damit eine Siliziumnitridschicht mit spezifizierten Eigenschaften auf dem Substrat zu bilden. Häufig verwendete Vorstufenmaterialien sind beispielsweise Dichlorsilan (SiCl_2H_2) oder Silan (SiH_4), wobei Ammoniak (NH_3) oder reiner Stickstoff als Oxidationsmittel verwendet werden. Typischerweise liegt eine Temperatur im Bereich von ungefähr 700 bis 800° C bei einem Druck 1 Torr. Es stellt sich jedoch heraus, dass thermische CVD-Prozesse für Siliziumnitrid bei Temperaturen unterhalb von 600° C nicht verfügbar sind, und daher wurde die plasmaunterstützte chemische Dampfabscheidung (PECVD) ein Standardverfahren zur Herstellung von Siliziumnitridschichten aus den oben spezifizierten Vorstufenmaterialien bei Temperaturen im Bereich von ungefähr 200 bis 400° C.

[0004] Fig. 1 stellt einen schematischen Überblick einer Abscheideanlage dar, die für die plasmaunterstützte CVD-Abscheidung zur Herstellung diverser Schichten, insbesondere zur Herstellung einer Siliziumnitridschicht, auf einem Substrat verwendbar ist. In Fig. 1 umfasst eine Abscheideanlage **100** eine Prozesskammer **101** mit einem darin enthaltenen Sprühkopf **102**, der mit einer Vorstufenmaterialzufuhrleitung **105** und einer Kühlmittelzufuhrleitung und

Kühlmittelabfuhrleitung **106** verbunden ist. Die Leitungen **106** können mit einer geeigneten Kühlmittelquelle (nicht gezeigt) verbunden sein, um eine Temperatursteuerung des Sprühkopfs **102** während des Betriebs der Abscheideanlage **100** zu ermöglichen. Die Vorstufenmaterialzufuhrleitung **105** ist mit einer Vorstufenmaterialquelle **107** verbunden, die mehrere Vorstufengase, die zur Bildung einer Siliziumnitridschicht geeignet sind, enthält. Zum Beispiel kann die Vorstufenmaterialquelle **107** eine Quelle für Dichlorsilan oder Silan zum Bereitstellen von Silizium und eine Ammoniak oder Stickstoffquelle als Oxidationsmittel oder Reaktionsmittel umfassen. Das weitere kann die Vorstufenmaterialquelle **107** ein Vorstufenmaterial für eine reaktive Ätzchemie auf der Grundlage von Fluorwasserstoff (HF) oder Kohlenstofffluoriden (C_xF_y) aufweisen, um damit eine Reinigungsumosphäre in der Prozesskammer **101** zu erzeugen, wie dies im Folgenden detaillierter beschrieben ist. Der Sprühkopf **102** kann eine obere Elektrode **104** aufweisen, die mit einer Plasmaanregungseinrichtung **108** verbunden ist, die auch mit einer zweiten Elektrode verbunden ist, die in Form eines Substrathalters **109** vorgesehen ist. Der Sprühkopf **102** umfasst ferner eine poröse Oberfläche **103** mit darin ausgebildeten mehreren Durchführungen, um im Wesentlichen gleichförmig Vorstufenmaterialionen und Moleküle zu einem Substrat **110**, das auf dem Substrathalter **109** angeordnet ist, zuzuführen. Typischerweise enthält der Substrathalter **109** ferner eine Heizung **111**, die im thermischen Kontakt mit dem Substrat **110** steht, um damit ein gewisses Maß an Temperatursteuerung des Substrats **110** während des Betriebs zu ermöglichen. Schließlich umfasst die Prozesskammer **101** Auslässe **112**, die mit einer geeigneten Vakuumquelle verbunden sein können, etwa Vakuumpumpen, um Abscheidenebenprodukte abzuführen und um einen erforderlichen Druck in der Prozesskammer **101** zu erzeugen.

[0005] Während des Betriebs der Abscheideanlage **100** wird ein erforderliches Maß an Vorstufengasen dem Sprühkopf **102** zugeführt, indem die entsprechenden Durchflussraten der einzelnen Vorstufengase gesteuert werden, wobei die Plasmaanregungseinrichtung **108** eingeschaltet wird, um eine entsprechende AC-Leistung der Elektrode **104** und dem Substrathalter **109** zuzuführen, wodurch ein gewisses Maß an reaktiven Ionen und Molekülen erzeugt wird, die relativ gleichförmig über das Substrat **110** mittels der porösen Oberfläche **103** verteilt werden. Ohne auf Details der Kinematik der Abscheidung einzugehen, sollte jedoch betont werden, dass die schließlich erreichten Eigenschaften des auf dem Substrat **110** abgeschiedenen Siliziumnitridfilms deutlich von den Prozessparametern, etwa der Geometrie des Sprühkopfes **102** und der Prozesskammer **101**, der Temperatur des Sprühkopfs **102**, der Temperatur des Substrats **110** (die nicht notwendigerweise identisch zu der Temperatur der Heizung

111 ist), dem Druck innerhalb der Prozesskammer **101**, den Durchflussraten der einzelnen Vorstufengase, der der Plasmaanregungseinrichtung **108** zugeführten Hochfrequenzleistung, und dergleichen abhängt. Wie zuvor erläutert ist, sollten im Wesentlichen gleichförmige Eigenschaften der Siliziumnitridschicht über das Substrat **110** hinweg erhalten werden und sollten auch für eine Vielzahl von Substraten erreicht werden, die nacheinander in der Abscheideanlage **100** bearbeitet werden. D. h., mechanische, elektrische und optische Eigenschaften sowie die schließlich erreichte Schichtdicke der Siliziumnitridschicht müssen möglichst gleichmäßig für eine Vielzahl von Substraten sein, um die hohen Anforderungen moderner Herstellungstechniken für Mikrostrukturen zu erfüllen.

[0006] Während des Betriebs der Abscheideanlage **100** kann es notwendig sein, die Prozesskammer **101** regelmäßig zu reinigen, um im Wesentlichen ähnliche Prozessbedingungen für eine Vielzahl von Substraten zu schaffen. Während der Abscheidung der Siliziumnitridschicht können auch nicht vernachlässigbare Mengen an Siliziumnitrid und möglicherweise anderer Nebenprodukte auch an den Prozesswänden der Prozesskammer **101** abgeschieden werden. Diese Nebenprodukte sammeln sich im Laufe der Zeit an und können deutlich die Prozessbedingungen in der Kammer **101** für nacheinander bearbeitete Substrate beeinflussen. Beispielsweise kann eine anwachsende Schichtdicke, die auf den Kammerwänden abgeschieden wird, das Strahlungsverhalten der Wände ändern, wodurch möglicherweise die Menge der auf das Substrat **110** durch Wärmestrahlung übertragenen Wärme empfindlich beeinflusst wird. Da die tatsächliche Oberflächentemperatur des Substrats **110** deutlich die Schichteigenschaften und/oder die Abscheiderate beeinflussen kann, kann die Gleichförmigkeit von Substrat zu Substrat mit zunehmender Anzahl bearbeiteter Substrate beeinträchtigt werden. Da ferner hochenergetische Partikel ebenso die Kammerwände während des plasmaunterstützten Abscheidungsprozesses treffen können, kann Material, das sich an den Kammerwänden angesammelt hat, herausgeschlagen werden und kann das Substrat **110** erreichen. Wenn das angesammelte Material eine gewisse Dicke an den Kammerwänden erreicht hat, können größere Partikel ablättern und das Substrat **110** treffen, wodurch gewisse Bereiche des Substrats **110** kontaminiert werden.

[0007] Es ist daher üblich, die Prozesskammer **101** regelmäßig durch Plasmaätzen mit geeigneten Reinigungskemikalien zu reinigen, wodurch wirksam Abscheidereste von den Kammerwänden und den Kammerkomponenten, insbesondere von der porösen Oberfläche **103**, entfernt werden, um somit das Risiko eines Verstopfens der Durchführungen zu reduzieren. Der Plasmareinigungsprozess kann nach dem Verarbeiten mehrerer Substrate durchgeführt

werden, oder kann sogar für jedes einzelne Substrat ausgeführt werden. Abhängig von dem gewählten Reinigungsablauf kann eine mehr oder minder lange Zeit erforderlich sein, um die Abscheidereste zu entfernen. Da der Reinigungsprozess typischerweise eine andere Parametereinstellung erfordert, beispielsweise in Hinblick auf die Durchflussraten, den Kammerdruck, und dergleichen, im Vergleich zu dem eigentlichen Abscheideprozess, kann eine Änderung der Schichteigenschaften bei Substraten beobachtet werden, die unmittelbar nach der Plasmareinigung und Konditionierung prozessiert wurden, im Vergleich zu Substraten, die ohne einen vorhergehenden Reinigungsprozess bearbeitet wurden. Das gleiche gilt für Perioden ohne Abscheidung in der Anlage **100**, beispielsweise für Wartephasen, wenn die Anlage **100** in einem Wartemodus ist oder wenn ein Scheibentransferereignis auftritt. Insbesondere Abscheideanlagen mit mehreren Sprühhöpfen und Substrathaltern zum gleichzeitigen Prozessieren einer Vielzahl von Substraten und häufigen Scheibentransferaktivitäten können zu einer subtilen Destabilisierung der Prozessbedingungen beitragen. Daher müssen typischerweise mehrere Testsubstrate vor dem Prozessieren eigentlicher Produktsubstrate bearbeitet werden, um die Dickenvariation der Siliziumnitridschichten innerhalb spezifizierter Prozessgrenzen zu halten, wodurch die Produktivität und die Anlagenauslastung reduziert wird.

[0008] Angesichts der zuvor erkannten Probleme besteht ein Bedarf für ein verbessertes Verfahren zum Betreiben einer Abscheideanlage zum Herstellen eines Siliziumnitridfilms, wobei u. a. die Dicken gleichförmigkeit von Substrat zu Substrat verbessert ist.

ÜBERBLICK ÜBER DIE ERFINDUNG

[0009] Im Allgemeinen richtet sich die vorliegende Erfindung an ein Verfahren, das eine verbesserte Steuerung von Prozessparametern während des Abscheidens einer Siliziumnitridschicht nach Perioden ohne Abscheidung in einer Abscheideanlage ermöglicht. Dazu wird die Durchflussrate des reaktiven Materials und/oder der Kammerdruck vor dem eigentlichen Abscheideschritt so variiert, um das Erzeugen der Prozessbedingungen, wie sie von einem gegebenen Prozessrezept spezifiziert sind, zu verbessern. Wie zuvor erläutert ist, können die Temperatur des Substrats und des Sprühhopfes deutlich beim Einladen eines neuen Substrats in die Prozesskammer oder durch einen vorausgehenden Betrieb der Abscheideanlage in einem Wartemodus oder einem Plasmareinigungsmodus geändert werden. Durch Variieren der Durchflussrate des Reaktionsmittels, das den wesentlichen Anteil der gasförmigen Vorstufenmaterialien bei dem Abscheideprozess darstellt, kann die Temperatur des Sprühhopfes rasch auf die spezifizierte Abscheidetemperatur eingestellt wer-

den. In ähnlicher Weise kann durch entsprechendes Anpassen des Kammerdruckes in einer Temperaturstabilisierungsphase vor dem eigentlichen Abscheidevorgang eine deutlich schnellere Wiederherstellung der tatsächlichen Prozessparameter stattfinden, wodurch die Dickengleichförmigkeit von Substrat zu Substrat verbessert wird, ohne dass mehrere Testsubstrate erforderlich sind.

[0010] Gemäß einer anschaulichen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst ein Verfahren zum Steuern einer Dickenschwankung beim Abscheiden einer Siliziumnitridschicht auf mehreren Substraten das Erstellen eines Prozessrezepts für eine spezifizierte chemische Dampfabscheidungsanlage, um eine Siliziumnitridschicht mit spezifizierten Eigenschaften abzuscheiden. Des weiteren wird die Durchflussrate eines Reaktionsmittels und/oder ein Druck innerhalb der Abscheideanlage vor einem Abscheideschritt auf einen anderen Wert eingestellt als durch das Abscheiderezept spezifiziert ist.

[0011] Gemäß einer weiteren anschaulichen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst ein Verfahren zum Steuern der Dickenvariation von Siliziumnitrid, das auf mehrere Substrate mittels chemischer Dampfabscheidung abgeschieden wird, das Auswählen eines Prozessrezepts für eine spezifizierte Abscheideanlage und das Erstellen einer Beziehung zwischen der Durchflussrate eines Reaktionsmittels während Perioden ohne Abscheidung in der Abscheideanlage und einer Schichtdicke mindestens einiger der mehreren Substrate. Schließlich wird eine Durchflussrate des Reaktionsmittels auf der Grundlage der Beziehung während Perioden des Nichtabscheidens verwendet, wenn eines der mehreren Substrate prozessiert wird.

[0012] Gemäß einer noch weiteren anschaulichen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Abscheiden einer Siliziumnitridschicht auf mehreren Substraten bereitgestellt. Das Verfahren umfasst das Auswählen eines spezifizierten Prozessrezepts für eine spezifizierte Prozessanlage. Ein erstes Substrat wird in die Abscheideanlage eingeladen, während eine Durchflussrate eines Reaktionsmittels über einen Wertebereich hinaus vergrößert wird, der durch das Prozessrezept spezifiziert ist. Der Druck in der Abscheideanlage wird dann über einen Wertebereich hinaus erhöht, der durch das Prozessrezept spezifiziert ist. Danach wird der Druck und die Durchflussrate des Reaktionsmittels in der Abscheideanlage gemäß dem spezifizierten Prozessrezept so eingestellt, um eine Siliziumnitridschicht auf dem ersten Substrat abzuscheiden. Schließlich wird die Durchflussrate des Reaktionsmittels über den durch das Prozessrezept spezifizierten Wertebereich hinaus erhöht, während das erste Substrat ausgeladen und ein zweites Substrat in die Abscheideanlage eingeladen wird.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0013] Weitere Vorteile, Aufgaben und Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sind in den angefügten Patentansprüchen definiert und gehen auch aus der folgenden detaillierten Beschreibung deutlicher hervor, wenn diese mit Bezug zu den begleitenden Zeichnungen studiert wird; es zeigen:

[0014] Fig. 1 schematisch eine CVD-Abscheideanlage, die zum Ausführen eines plasmaunterstützten Abscheideprozesses geeignet ist;

[0015] Fig. 2 schematisch eine Abscheideanlage für eine plasmaunterstützte Siliziumnitridabscheidung, die von Novellus, Inc. erhältlich ist und mehrere Prozessstationen zum Prozessieren mehrerer Substrate enthält;

[0016] Fig. 3 schematisch einen Graphen, der eine Beziehung zwischen der Siliziumnitridickenvariation einer spezifizierten Anzahl von Substraten, die unmittelbar nach einem Plasmareinigungsprozess mit unterschiedlicher Dauer prozessiert werden, gemäß anschaulicher Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung zeigt; und

[0017] Fig. 4 schematisch einen Prozessablauf gemäß einer anschaulichen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0018] Obwohl die vorliegende Erfindung mit Bezug zu den Ausführungsformen beschrieben ist, wie sie in der folgenden detaillierten Beschreibung sowie in den Zeichnungen dargestellt sind, sollte es selbstverständlich sein, dass die folgende detaillierte Beschreibung sowie die Zeichnungen nicht beabsichtigen, die vorliegende Erfindung auf die speziellen anschaulichen offenbarten Ausführungsformen einzuschränken, sondern die beschriebenen anschaulichen Ausführungsformen stellen lediglich beispielhaft die diversen Aspekte der vorliegenden Erfindung dar, deren Schutzbereich durch die angefügten Patentansprüche definiert ist.

[0019] Wie zuvor erläutert ist, hängen die Eigenschaften der Siliziumnitridschichten sowie die Dickengleichförmigkeit von Substrat zu Substrat empfindlich von den Gegebenheiten der Abscheideatmosphäre in Verbindung mit den Eigenschaften der verwendeten Abscheideanlage ab. In Fig. 1 ist eine grundlegende Konfiguration einer CVD-Abscheideanlage beschrieben, und die hierin beschriebenen Ausführungsformen können ohne weiteres auf eine prinzipielle Abscheideanlage 100 angewendet werden, die in der in Fig. 1 gezeigten Weise ausgestaltet ist. D. h., subtile Änderungen der Prozessbedingungen können zumindest teilweise durch entsprechen-

des Anpassen der Durchflussrate und/oder des Druckes innerhalb der Prozesskammer auf der Grundlage einer entsprechenden Beziehung zwischen der Dickengleichförmigkeit und den Perioden ohne Abscheidung, etwa bei Plasmareinigungsprozessen, Konditionierungsprozessen, Scheibentransferereignissen, Temperaturstabilisierungsschritten und dergleichen kompensiert werden. Im Folgenden werden entsprechende Ausführungsformen mit Bezug zu einer moderneren Abscheideanlage beschrieben, die einen erhöhten Durchsatz durch das Bereitstellen mehrerer Prozessstationen ermöglicht, die ähnlich ausgestaltet sein können, wie die Abscheideanlage 100. Die Ergebnisse und die hierin beschriebenen Ausführungsformen können dann in einfacher Weise auf eine beliebige spezielle Abscheideanlage und beliebige Abscheiderezepte auf der Grundlage der hierin bereitgestellten Lehre angewendet werden. Daher sollte die vorliegende Erfindung nicht als auf die im Folgenden beschriebenen Ausführungsformen eingeschränkt betrachtet werden, sofern derartige Einschränkungen nicht explizit in den angefügten Patentansprüchen erwähnt sind.

[0020] Fig. 2 zeigt schematisch eine CVD-Anlage 200 mit mehreren Stationen in sehr vereinfachter Weise, wie sie beispielsweise von Novellus, Inc. unter dem Handelsnamen „Sequel“ erhältlich ist. Die Abscheideanlage 200 umfasst eine Prozesskammer 201 mit mehreren einzelnen Prozessstationen 201a ..., 201f, die so gestaltet sind, um das Abscheiden einer gewünschten Schicht, etwa einer Siliziumnitridschicht, zu ermöglichen. Die Abscheideanlage 200 umfasst ferner eine Substrattransferstation 220 mit einer Substrathantierungseinrichtung 223, die so ausgebildet ist, um Substrate von einem Lagerelement 221, etwa einer Scheibenkassette, zu einer der Prozessstationen 201a ..., 201f zuzuführen, und um ein Substrat von einer der Prozessstationen 201a ..., 201f zu einem Scheibenaufnahmeelement 222 auszuladen. Die Substrattransferstation 220 kann eine Substratkühlstation (nicht gezeigt) aufweisen, um die Temperatur der von der Substrathantierungseinrichtung 223 entladenen Substrate zu verringern, bevor die Substrate dem Lagerelement 222 zugeführt werden. Des weiteren kann jede der Prozessstationen 201a ..., 201f mit einer Plasmaanregungseinrichtung ausgestattet sein, die das Erzeugen einer geeigneten Plasmaatmosphäre zum periodischen Reinigen der einzelnen Prozessstationen und zum Erzeugen einer erforderlichen Plasmaatmosphäre, wenn ein plasmaunterstützter Abscheideprozess erforderlich ist, ermöglicht. Wie zuvor erläutert ist, ist in vielen Fällen eine plasmaunterstützte Siliziumnitridabscheidung auf Grund der deutlich geringeren Prozesstemperaturen im Vergleich zu einer thermischen Siliziumnitridabscheidung mit chemischer Dampfabscheidung vorteilhaft. Es sollte jedoch beachtet werden, dass die vorliegende Erfindung eine verbesserte Prozesssteuerung erreicht, indem Prozessparameter, etwa

die Durchflussrate des Oxidationsmittels bzw. Reaktionsmittels und der Kammerdruck verändert werden, ohne auf die plasmaabhängigen Parameter Bezug zu nehmen. Daher sind die Prinzipien der vorliegenden Erfindung auf die thermische chemische Dampfab-scheidung von Siliziumnitrid sowie auf die plasma-unterstützte chemische Dampfab-scheidung anwend-bar, wobei eine entsprechende Anpassung in einfacher Weise auf der Grundlage der hierin bereitge-stellten technischen Lehre möglich ist. Daher sollte die vorliegende Erfindung nicht auf die Anwendung eines speziellen Prozesses eingeschränkt betrachtet werden, sofern derartige Einschränkungen nicht ex-plizit in den angefügten Patentansprüchen aufgeführt sind.

[0021] Während des Betriebs der Abscheideanlage **200** werden Substrate kontinuierlich den einzelnen Prozessstationen **201a**...**201f** unter Verwendung eines Substrattransportmechanismus (nicht gezeigt) zugeführt und entsprechende Substrate werden von der Substratkassette **221** zu den Prozesskammern eingeladen, auf die die Substrathantierungseinrichtung **223** Zugriff hat. Abhängig von dem Betriebsmodus können Substrate kontinuierlich von der Hantier-einrichtung **223** ausgeladen und zu dem Lagerele-ment **222** transportiert werden. Das Prozessrezept ist so gewählt, dass die mechanischen, elektrischen, optischen und andere Eigenschaften der Siliziumnit-ridschicht, insbesondere deren Dicke, innerhalb ei-nes Bereichs liegend erhalten werden, der durch die Entwurfserfordernisse vorgegeben ist. Vorzugsweise ist eine maximale Schwankung der Dicke unterhalb von 1.5 % gehalten. Das Prozessrezept, das zum Er-reichen der spezifizierten Eigenschaften erforderlich ist, kann durch Experimente erhalten werden, wobei typischerweise eine Bibliothek an Rezepten erstellt wurde und in einer entsprechenden Datenbank ge-speichert ist, die das problemlose Auslesen eines spezifizierten Prozessrezepts für eine gewisse Ab-scheideanlage ermöglicht, wenn eine spezifizierte Si-liziumnitrid herzustellen ist. Wie zuvor dargelegt ist, ist ein Plasmareinigungsprozess und Konditionie-rungsprozess regelmäßig erforderlich, wobei unmit-telbar nach dem Plasmareinigungsprozess eine sub-tile Änderung der Prozessbedingungen in einer oder mehreren der Prozessstationen **201a**... **201f** auftre-ten kann, so dass eine oder mehrere der Eigenschaf-ten des Siliziumnitrids sich von den Eigenschaften anderer Substrate, die zuvor prozessiert wurden, un-terscheiden können. Eine entsprechende Änderung der Schichteigenschaften kann beispielsweise durch eine geringfügige Temperaturschwankung der Sprühhöpfe, die eine unterschiedliche Gasdurch-flussrate des Vorstufenmaterials und einen anderen Kammerdruck während des Plasmareinigens im Ver-gleich zum eigentlichen Abscheideschritt erfahren haben können, hervorgerufen werden.

[0022] Fig. 3 zeigt schematisch einen Graphen, der

die Dickenvariation für eine Siliziumnitridschicht zeigt, die auf den ersten sechs Substraten gebildet ist, die in der Abscheideanlage **200** nach Abschluss eines vorausgehenden Plasmareinigungsprozesses prozessiert wurden, wobei das Plasmareinigungsre-zept, d. h. die Art der reaktiven und Trägergasvorstu-fenmaterialien, die Durchflussraten, der Kammer-druck, die Hochfrequenzleistung und dergleichen, im Wesentlichen für alle Messungen gleich ist, während die Dauer des Plasmareinigungsprozesses variiert ist. Beispielsweise kann für eine gegebene Plasmar-einigungschemie die Dauer des Reinigungsproses-ses von ungefähr 10 Minuten bis ungefähr 30 Minu-ten variiert werden. Die Kurve A in Fig. 3 repräsen-tiert entsprechende Messwerte, wobei während des gesamten Abscheidezyklus einschließlich des Subst-rattransfers, der Temperaturstabilisierung und des ei-gentlichen Siliziumnitridabscheidevorgangs die Durchflussrate des Reaktionsmittels – in dem vorlie-genden Beispiel Ammoniak (NH_3) – konstant gehalten wird. Zu anderen geeigneten Reaktionsmitteln gehören Stickstoff. Obwohl Fig. 3 als lediglich eine qualitative Darstellung der Messergebnisse zu be-trachten ist, ist es offensichtlich, dass eine Dickenva-riation beobachtbar ist, die mit zunehmender Dauer des Plasmareinigungsprozesses anwächst.

[0023] Beispielsweise kann für eine Siliziumnitrid-schicht mit einer Entwurfsdicke von 100 nm auf ei-nem unbeschichteten Siliziumsubstrat eine Dicken-schwankung im Bereich von ungefähr 1.5 bis 3.0 Pro-zent beobachtet werden, wie dies qualitativ durch die Kurve A gezeigt ist. Konventioneller Weise werden deutliche Siliziumnitrid-dickenschwankungen insbe-sondere zu Beginn eines Abscheidezyklusses nach einem Plasmareinigungsprozess und einer Konditio-nierung berücksichtigt, indem mehrere Testsubstrate prozessiert werden, um in ausreichender Weise die Abscheidebedingungen zu stabilisieren.

[0024] Gemäß einer anschaulichen Ausführungs-form der vorliegenden Erfindung wird eine Beziehung auf der Grundlage des erfinderischen Konzepts er-stellt, dass eine Durchflussratenänderung und/oder eine Druckneueinstellung während Phasen ohne Ab-scheidung das Stabilisieren der Abscheidebedingun-gen unterstützen kann, selbst für Substrate, die un-mittelbar nach Wartephase der Anlage oder nach Plasmareinigungsprozessen bearbeitet werden. Folglich wurden eine Vielzahl von Experimenten durchgeführt, um eine Abhängigkeit der Siliziumnit-rid-dickenva-riation von der entsprechenden Durch-flussrate des Reaktionsmittels zu bestimmen. Kurve B in Fig. 3 zeigt repräsentativ entsprechende Erge-bnisse und beschreibt qualitativ die entsprechende Abhängigkeit, wenn die Durchflussrate des Reakti-onsmittels, beispielsweise des Ammoniaks, während zumindest einiger Phasen des gesamten Abscheide-zyklusses variiert wird, was eine entsprechende Vari-ation der Siliziumnitrid-dicke bewirken kann. In Kurve

B wird die Durchflussrate des Reaktionsmittels (in dem vorliegenden Beispiel die Durchflussrate des Ammoniaks) um ungefähr 50% in Bezug auf die Ammoniakdurchflussrate, die das Prozessrezept spezifiziert, während Phasen ohne Abscheidung des Abscheidezyklusses erhöht. D. h., während des Substrattransfers und während einer Periode für die Temperaturstabilisierung des Substrats wird die Ammoniakdurchflussrate um 50% erhöht und wird dann auf den spezifizierten Abscheidewert heruntergefahren, bevor die Siliziumnitridabscheidung initiiert wird, indem das siliziumenthaltende Vorstufenmaterial in die entsprechende Prozessstation eingeleitet wird. Ohne die vorliegende Erfindung auf die folgende Erläuterung einzuschränken, wird angenommen, dass nach einer Plasmareinigung sich die Sprühkopftemperatur erhöht, was zu einer erhöhten Dickenschwankung in dem konventionellen Prozessablauf führen kann, in welchem eine im Wesentlichen konstante Ammoniakdurchflussrate angewendet wird.

[0025] In der vorliegenden Erfindung wird jedoch angenommen, dass die erhöhte Durchflussrate des Reaktionsmittels während des Scheibentransfers und des Temperaturstabilisierungsschrittes den Sprühkopf entsprechend abkühlen kann und somit eine rasche Stabilisierung der Prozessbedingungen vor dem eigentlichen Abscheideschritt fördern kann. Wie in **Fig. 3** angedeutet ist, kann eine deutliche Reduzierung der Dickenschwankung erreicht werden, indem die Ammoniakdurchflussrate während des Abscheidezyklusses entsprechend variiert wird. Entsprechende Abhängigkeiten können für eine Vielzahl von Durchflussratenvariationen für gegebene Prozess- und Plasmareinigungsrezepte gewonnen werden, um somit in wirksamer Weise die Sprühkopftemperatur auf der Grundlage der Experimente zu steuern.

[0026] In einer weiteren Ausführungsform wird angenommen, dass der Kammerdruck ebenso einen Einfluss auf die Wirksamkeit bei der Wiederherstellung der Abscheidebedingungen ausübt, um somit die Siliziumnitrid Dickenschwankungen zu minimieren. Kurve C in **Fig. 3** zeigt ein repräsentatives Beispiel, in welchem die Ammoniakdurchflussrate in der zuvor mit Bezug zu Kurve B erläuterten Weise eingestellt wird, wohingegen der Kammerdruck um ungefähr 200 Prozent in Bezug auf den tatsächlichen Abscheidedruck nach den Scheibentransfervorgängen und vor dem eigentlichen Abscheideschritt erhöht wird. Wie in **Fig. 3** angedeutet ist, kann selbst für äußerst ausgedehnte Plasmareinigungsprozesse die Siliziumnitrid Dickenvariation für die ersten prozessierten Substrate deutlich herabgesetzt werden, wodurch möglicherweise die Notwendigkeit zum Prozessieren mehrerer Testsubstrate vor tatsächlichen Produktsubstraten vermieden wird. Entsprechende Beziehungen können für eine Vielzahl von Prozessrezepten erstellt werden und diese Prozessrezepte

können dann entsprechend abgeändert oder mit den entsprechenden Beziehungen verknüpft werden, wenn eine Siliziumnitridschicht mit spezifizierten Eigenschaften in einer spezifischen Abscheideanlage herzustellen ist. Es sollte beachtet werden, dass eine entsprechende Temperatursteuerung des Sprühkopfs ebenso erreicht werden kann, indem die Durchflussrate des Reaktionsmittels abgesenkt wird, wenn die Sprühkopftemperatur in Bezug auf die tatsächlichen Abscheidebedingungen zu gering ist, was während Wartephases der Abscheideanlage **200** der Fall sein kann. Der Zustand der Sprühköpfe während Wartezeiten hängt von der Anlageneinstellung ab und kann durch entsprechende Temperaturmesswertablesungen überwacht werden. Somit können entsprechende Beziehungen, wie sie repräsentativ in **Fig. 3** gezeigt sind, auch für Warteperioden der Abscheideanlage **200** erstellt werden. Aus den spezifischen Wartebedingungen der Anlage können dann, wie zuvor mit Bezug zu **Fig. 3** erläutert ist, entsprechende Beziehungen für mehrere Prozessrezepte erstellt werden und diese können damit verknüpft werden, so dass der schließlich durchgeführte Abscheidezyklus von dem spezifizierten Prozessrezept und dem momentanen Anlagenstatus abhängt, der durch eine Warteperiode vor dem Abscheiden, einem Plasmareinigungsprozess mit einer spezifizierten Dauer vor der Abscheidung, einer ununterbrochenen Abscheidung, und dergleichen gekennzeichnet sein kann. Somit wird in einer speziellen Ausführungsform ein Abscheidezyklus für ein Substrat, d. h. eine Sequenz, die einen Substrattransfer, eine Temperaturstabilisierung, eine Abscheidung und einen Substrattransfer beinhaltet, auf der Grundlage eines spezifizierten Prozessrezeptes, dem aktuellen Anlagenstatus und einer oder mehrerer Beziehungen, die mit dem spezifizierten Prozessrezept und dem momentan tatsächlichen Anlagenstatus verknüpft sind, erstellt. Eine entsprechende Einstellung des Abscheidezyklusses kann von einem Bediener durchgeführt werden, oder kann automatisch durch Entsprechendes Erstellen einer Rezeptmanagementsystemdatenbank ausgeführt werden, die das oben erläuterte berücksichtigt, indem sie beispielsweise eine Vielzahl von Prozessrezeptvariationen für die gleiche Siliziumnitridschicht enthält, wobei die diversen Variationen sich auf einen aktuell gültigen Anlagenstatus beziehen.

[0027] **Fig. 4** zeigt schematisch einen Prozessablauf zum Abscheiden einer Siliziumnitridschicht mittels der Abscheideanlage **200**, wobei die Durchflussrate des Reaktionsmittels und der Druck während des Abscheideschrittes variiert werden, um damit die Dickenvariationen zu reduzieren, die ansonsten während des konventionellen Betriebsmodus der Abscheideanlage **200** auftreten würden. In **Fig. 4** ist angenommen, dass der momentane Anlagenstatus als ein Status mit „ununterbrochener“ Abscheidung eingestuft ist, wobei beispielsweise die Scheibentrans-

fervorgänge zu Prozessinstabilitäten auf Grund beispielsweise von Temperaturluktuationen wegen des Einladens kalter Substrate in entsprechende Prozessstationen führen können. Wie zuvor erläutert ist, kann eine entsprechende Anpassung der Durchflussrate des Reaktionsmittels und/oder des Kammerdrucks dabei helfen, den entsprechenden Sprühkopf thermisch effizienter von der niedrigeren Temperatur des neu eingeführten Substrats zu „entkoppeln“. Somit kann das eigentliche Prozessrezept mit einer entsprechenden Variation der Durchflussrate und/oder des Druckes verknüpft sein, wie dies durch den Anlagenstatus vorgegeben ist, wobei die Werte der Variationen auf der Grundlage der zuvor erläuterten Abhängigkeiten ermittelt werden. In der in **Fig. 4** gezeigten Ausführungsform wird eine erste Periode, die als „Scheibentransfer“ bezeichnet ist, bei einem Kammerdruck von 2.5 ± 0.5 Torr ausgeführt, was den Druck darstellt, der durch das entsprechende Abscheiderezept vorgegeben ist. Während der Phase des Scheibentransfers wird die Ammoniakdurchflussrate auf ungefähr 4 000 bis 5 000 sccm eingestellt. Die Dauer des Scheibentransfers kann von ungefähr 5 bis 15 Sekunden für die oben genannte Novellus-Anlage reichen.

[0028] In einer zweiten Periode, die als „Temperaturstabilisierung“ bezeichnet ist, wird die Ammoniakdurchflussrate weiterhin auf dem erhöhten Wert gehalten, und der Druck wird auf ungefähr 6 bis 8 Torr angehoben, um wirksam die Temperaturstabilisierung des Substrats und des Sprühkopfes zu unterstützen. Der Schritt der Temperaturstabilisierung kann von ungefähr 10 bis 30 Sekunden dauern, wobei während einer abschließenden Phase, beispielsweise von ungefähr 5 Sekunden, die Ammoniakdurchflussrate auf den Wertebereich herabgesetzt wird, wie er von dem Prozessrezept spezifiziert ist, und gleichzeitig wird der Kammerdruck auf den spezifizierten Abscheidewert erniedrigt. Somit sind während der Abscheidephase die geforderten Abscheidebedingungen eingestellt, d. h. eine Durchflussrate des Reaktionsmittels von ungefähr 2800 bis 3200 sccm und ein Druck von ungefähr 2.0 ± 0.5 Torr, wobei die vorhergehende Anpassung der Durchflussrate und des Kammerdruckes zu einem rascheren Angleichen an die tatsächlichen Prozessbedingungen führen, wodurch die Dickenvariationen der Siliziumnitridschicht deutlich reduziert wird, wenn mehrere Substrate nacheinander prozessiert werden. Am Ende der Abscheidephase wird die Ammoniakdurchflussrate auf ungefähr 4000 bis 5000 sccm erhöht und das Substrat wird auf eine nachfolgende Station oder nach außen verfahren, während der Druck weiterhin auf dem Wertebereich für die Abscheidung gehalten wird. Für einen Abscheidezyklus, wie er in **Fig. 4** gezeigt ist, kann die Dickenvariation auf ungefähr 50% im Vergleich zu einem standardmäßigen Prozesszyklus mit einer im Wesentlichen konstanten Durchflussrate und konstantem Kammerdruck während

des gesamten Prozesses gesenkt werden.

[0029] Obwohl der vorhergehende Abscheidezyklus auch zu einer deutlichen Reduzierung der Dickenvariationen führen kann, wenn er für einen beliebigen Anlagenstatus, der nicht einer „regulären“ Abscheidesequenz entspricht, angewendet wird, kann es in anderen Ausführungsformen geeignet sein, andere Zyklen mit entsprechenden Durchflussratenvariationen und/oder Druckvariationen während des gesamten Abscheidezyklusses für jeden spezifizierten Anlagenstatus zu verwenden. D.h., wenn der Abscheidezyklus unmittelbar nach einem Plasmareinigungsprozess auszuführen ist, können entsprechende Durchflussraten- und/oder Druckwerte verwendet werden, wie sie zuvor in einer entsprechenden Beziehung erstellt und diesem Anlagenstatus zugeordnet wurden. Das gleiche gilt für einen Abscheidezyklus der unmittelbar nach einer Warteperiode der Abscheideanlage **200** ausgeführt wird.

[0030] Wie zuvor erläutert ist, kann das Konzept der vorliegenden Erfindung auf einen thermischen CVD-Prozess angewendet werden und kann auch auf einen plasmaunterstützten Abscheidezyklus angewendet werden, wobei die entsprechenden Durchflussratenwerte und/oder Druckwerte durch entsprechend ermittelte Beziehungen erhalten werden, wie dies zuvor mit Bezug zu **Fig. 3** erläutert ist.

[0031] Weitere Modifikationen und Variationen der vorliegenden Erfindung werden für den Fachmann angesichts dieser Beschreibung offenkundig. Daher ist diese Beschreibung als lediglich anschaulich und für die Zwecke gedacht, dem Fachmann die allgemeine Art und Weise des Ausführens der vorliegenden Erfindung zu vermitteln. Selbstverständlich sind die hierin gezeigten und beschriebenen Formen der Erfindung als die gegenwärtig bevorzugten Ausführungsformen zu betrachten.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern einer Dickenvariation beim Abscheiden einer Siliziumnitridschicht auf mehreren Substraten, wobei das Verfahren umfasst:
Erstellen eines Prozessrezepts für eine spezifizierte chemische Dampfabscheideanlage, um die Siliziumnitridschicht mit spezifizierten Eigenschaften zu erhalten; und
Einstellen einer Durchflussrate eines Reaktionsmittels und/oder eines Druckes innerhalb der Abscheideanlage vor einem Abscheideschritt auf einen anderen Wert, als durch das Abscheiderezept spezifiziert ist.
2. Das Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Durchflussrate eines Reaktionsmittels und/oder ein Druck in der Abscheideanlage nach dem Abscheideschritt auf einen anderen, als von dem Abscheidere-

zept spezifizierten Wert eingestellt wird.

3. Das Verfahren nach Anspruch 1, das ferner umfasst: Ausführen eines Plasmareinigungsprozesses in der Abscheideanlage und Erhöhen einer Durchflussrate des Reaktionsmittels und eines Kammerdruckes im Vergleich zu den entsprechenden Werten, die in dem Prozessrezept spezifiziert sind, vor dem Abscheiden der Siliziumnitridschicht.

4. Das Verfahren nach Anspruch 1, das ferner umfasst: Einladen eines ersten Substrats in die Abscheideanlagen, während eine erhöhte Durchflussrate des Reaktionsmittels im Vergleich zu dem in dem Prozessrezept spezifizierten Wert eingestellt ist.

5. Das Verfahren nach Anspruch 4, das ferner umfasst: Erhöhen eines Druckes in der Abscheideanlage ausgehend von einem Wert, der durch das Prozessrezept spezifiziert ist, und Beibehalten des erhöhten Druckes für eine spezifizierte Zeitdauer.

6. Das Verfahren nach Anspruch 5, das ferner Erhöhen der Durchflussrate des Reaktionsmittels nach Ende des Abscheidens der Siliziumnitridschicht umfasst.

7. Das Verfahren nach Anspruch 6, wobei der Druck in der Abscheideanlage im Wesentlichen konstant gehalten wird, wenn die Durchflussrate nach Ende des Abscheidens erhöht wird.

8. Das Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Reaktionsmittel Ammoniak aufweist.

9. Das Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Durchflussrate des Reaktionsmittels während des Abscheideschrittes im Bereich von ungefähr 2800 bis 3200 sccm liegt.

10. Das Verfahren nach Anspruch 9, wobei die Durchflussrate des Reaktionsmittels auf einen Bereich von 4000 bis 5000 sccm vor dem Abscheideschritt erhöht wird.

11. Das Verfahren nach Anspruch 10, wobei die Durchflussrate des Reaktionsmittels auf einen Bereich von ungefähr 4000 bis 5000 sccm nach dem Abscheideschritt erhöht wird.

12. Das Verfahren nach Anspruch 1, wobei ein Druck im Bereich von ungefähr 1.5 bis 2.5 Torr während des Abscheideschrittes liegt.

13. Das Verfahren nach Anspruch 12, wobei ein Druck auf ungefähr 6 bis 8 Torr vor dem Abscheideschritt erhöht wird.

14. Verfahren zum Steuern von Dickenvariationen von Siliziumnitrid, das auf einer Vielzahl von

Substraten mittels chemischer Dampfabscheidung abgeschieden wird, wobei das Verfahren umfasst:

Auswählen eines Prozessrezepts für eine spezifizierte Abscheideanlage;

Erstellen einer Beziehung zwischen einer Durchflussrate eines Reaktionsmittels während Phasen ohne Abscheidung in der Abscheideanlage und einer Schichtdicke mindestens einiger der mehreren Substrate; und

Einführen eines Reaktionsmittels mit einer Durchflussrate des Reaktionsmittels, die auf der Abhängigkeit basiert, während mindestens einer Phase ohne Abscheidung beim Prozessieren eines der mehreren Substrate in der Abscheideanlage.

15. Das Verfahren nach Anspruch 14, das ferner umfasst: Spezifizieren entsprechender Druckbereiche auf der Grundlage der Beziehung für mindestens zwei unterschiedliche Phasen ohne Abscheidung, um damit eine Dickenvariation der Siliziumnitridschichten mindestens einiger der mehreren Substrate zu minimieren.

16. Das Verfahren nach Anspruch 15, wobei die mindestens zwei Phasen ohne Abscheidung einen Zeitbereich unmittelbar nach einem Plasmareinigungsprozess der Abscheideanlage und einen Substrattransfer enthalten.

17. Das Verfahren nach Anspruch 16, wobei die mindestens zwei Phasen ohne Abscheidung einen Wartestatus der Abscheideanlage enthalten.

18. Das Verfahren nach Anspruch 16, wobei die Durchflussrate des Reaktionsmittels im Vergleich zu einem von dem Prozessrezept spezifizierten Wert während des Transfers eines ersten Substrats in die Abscheideanlage erhöht wird.

19. Das Verfahren nach Anspruch 12, wobei der Druck in der Abscheideanlage im Wesentlichen auf dem durch das Prozessrezept spezifizierten Wert während des Transfers des ersten Substrats in die Abscheideanlage gehalten wird.

20. Verfahren nach Anspruch 19, das ferner Erhöhen des Druckes in der Abscheideanlage für eine vordefinierte Zeitdauer umfasst, um eine Temperatur eines Sprühkopfes der Abscheideanlage zu stabilisieren.

21. Das Verfahren nach Anspruch 15, wobei das Reaktionsmittel Ammoniak aufweist.

22. Verfahren zum Abscheiden einer Siliziumnitridschicht auf mehreren Substraten, wobei das Verfahren umfasst:

Auswählen eines Prozessrezepts für eine spezifizierte Abscheideanlage;

Einladen eines ersten Substrats in die Abscheidean-

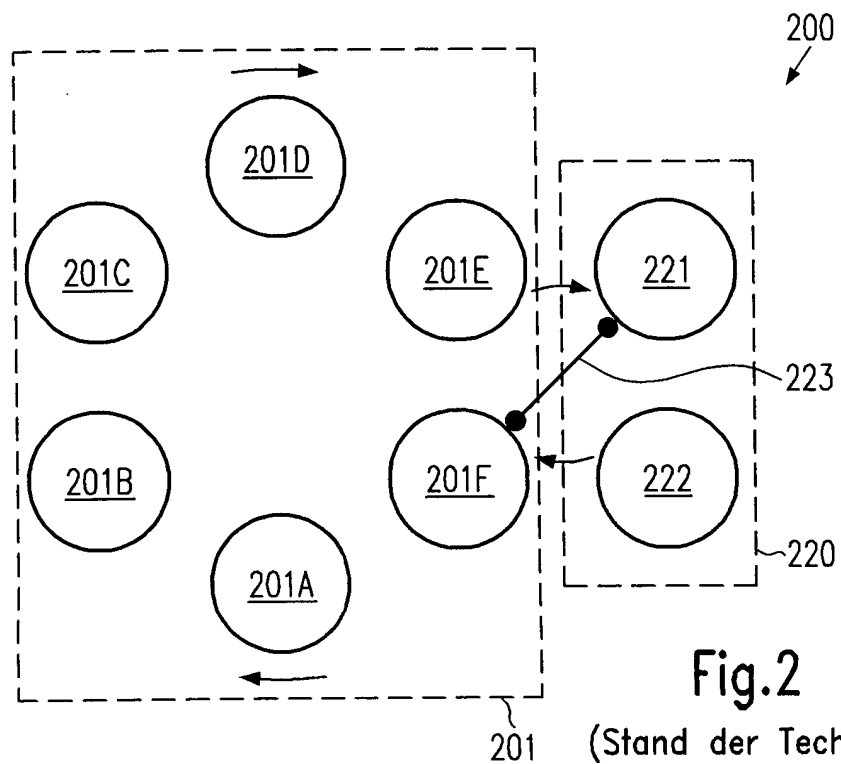
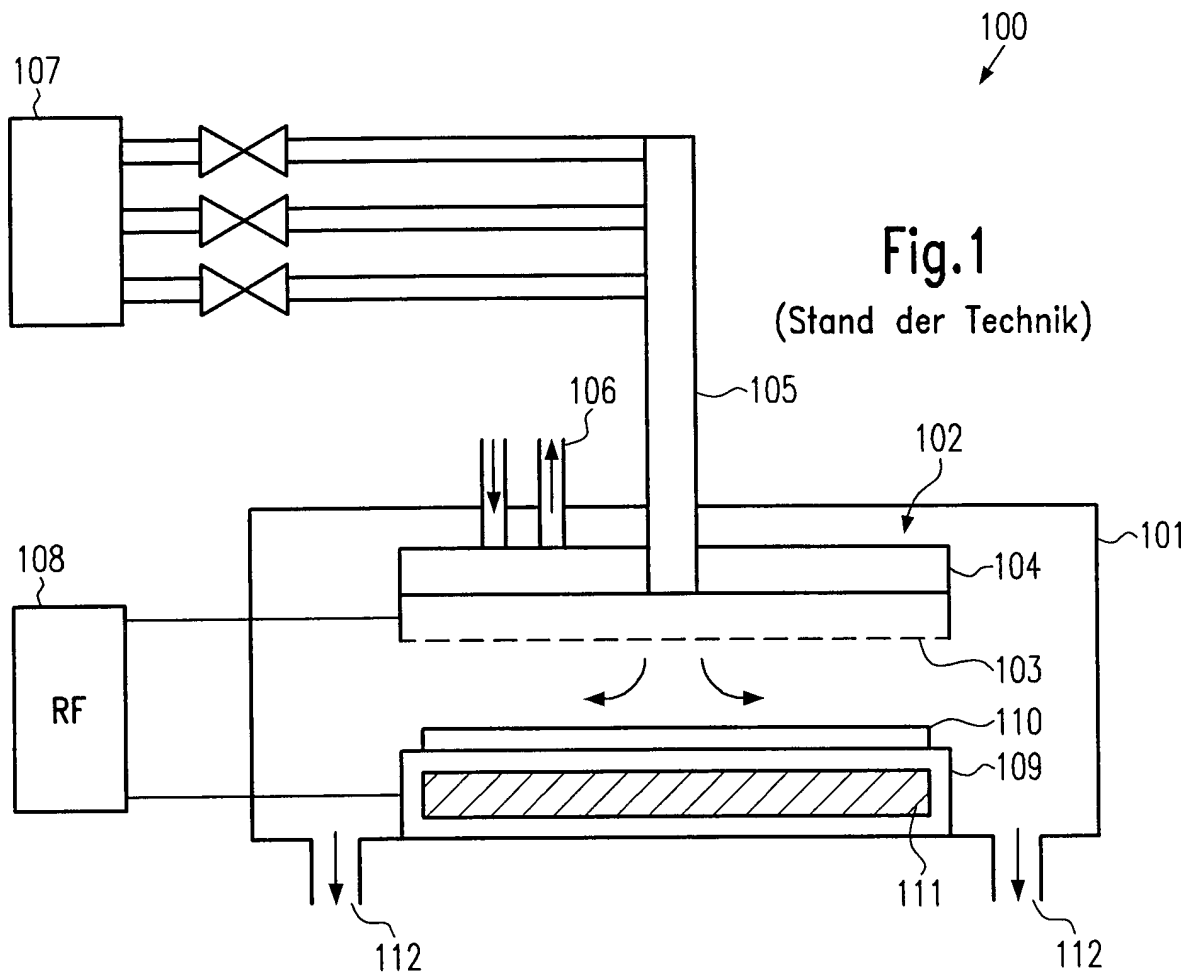
lage, während eine Durchflussrate des Reaktionsmittels über einen Wertebereich hinaus, der von dem Prozessrezept spezifiziert ist, erhöht wird;
Erhöhen eines Druckes in der Abscheideanlage über einen von dem Prozessrezept spezifizierten Wertebereich hinaus;
Einstellen des Druckes und der Durchflussrate des Reaktionsmittels in der Abscheideanlage gemäß dem spezifizierten Prozessrezept, um eine Siliziumnitridschicht auf dem ersten Substrat abzuscheiden;
und
Erhöhen der Durchflussrate des Reaktionsmittels über den von dem Prozessrezept spezifizierten Wertebereich hinaus, während das erste Substrat ausgeladen und ein zweites Substrat in die Abscheideanlage eingeladen wird.

23. Das Verfahren nach Anspruch 22, das ferner eine Plasmareinigung der Abscheideanlage vor dem Einladen des ersten Substrats in die Abscheideanlage umfasst.

24. Das Verfahren nach Anspruch 22, wobei das erste Substrat unmittelbar nach einer Warteperiode der Abscheideanlage prozessiert wird.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



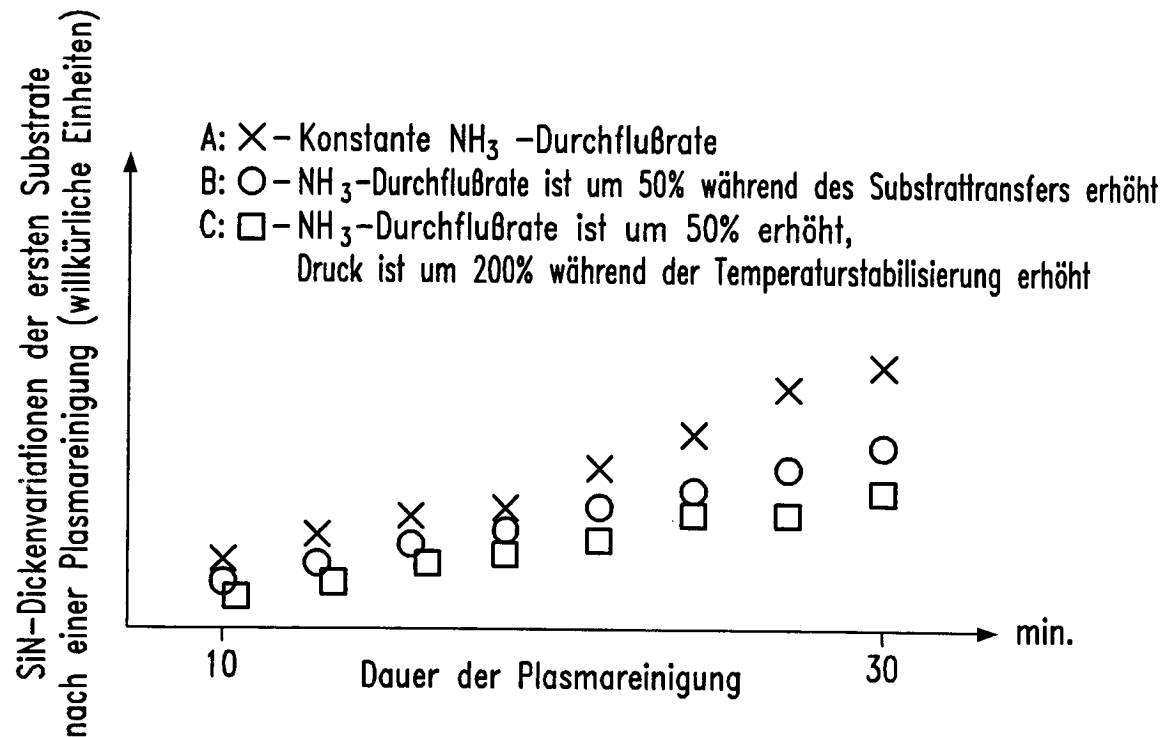


Fig.3

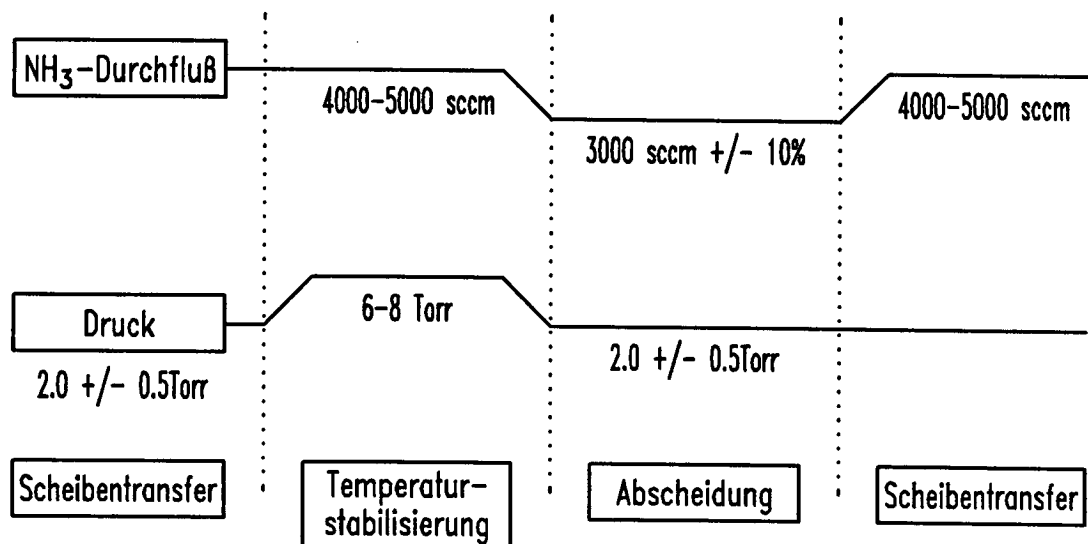


Fig.4