



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 33 166 T2 2007.11.08**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 222 679 B1**

(51) Int Cl.⁸: **H01J 37/32 (2006.01)**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 33 166.0**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US00/10364**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 923 460.0**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2001/029873**

(86) PCT-Anmeldetag: **18.04.2000**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **26.04.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **17.07.2002**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **24.01.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **08.11.2007**

(30) Unionspriorität:
421803 20.10.1999 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, GB

(73) Patentinhaber:
**Advanced Micro Devices, Inc., Sunnyvale, Calif.,
US**

(72) Erfinder:
**TOPRAC, J., Anthony, Austin, TX 78731, US;
MILLER, L., Michael, Cedar Park, TX 78613, US**

(74) Vertreter:
**Grünecker, Kinkeldey, Stockmair &
Schwanhäusser, 80538 München**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN UND GERÄT ZUR STEUERUNG DER BEHANDLUNGSGLEICHMÄSSIGKEIT VON
WAFERN MITTELS RÄUMLICH AUFGELÖSTER SENSOREN**

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

Überblick über die Erfindung

Technisches Gebiet

[0001] Diese Erfindung betrifft im Allgemeinen die Halbleiterherstellung und betrifft insbesondere ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Steuern der Scheibengleichmäßigkeit unter Anwendung räumlich aufgelöster bzw. verteilter Sensoren.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Bei der Herstellung von Halbleiterbauelementen werden Scheiben, etwa Siliziumscheiben, einer Reihe von Prozessschritten unterzogen. Die Verarbeitungsschritte enthalten das Abscheiden oder das Herstellen von Schichten, das Strukturieren der Schichten und das Entfernen von Bereichen der Schichten, um Strukturelemente auf der Scheibe zu definieren. Ein derartiger Prozessschritt ist die Herstellung einer Schicht durch das chemische Dampfabscheiden, wobei reaktive Gase in einen Behälter eingeführt werden, der die Halbleiterscheiben enthält. Die reaktiven Gase ermöglichen eine chemische Reaktion, die die Ausbildung einer Schicht auf den Scheiben verursacht.

[0003] Überlicherweise entsteht eine Variation der Dicke der abgeschiedenen Schicht über die Scheibe hinweg. Beispielsweise kann die Dicke der auf dem Rand abgeschiedenen Schicht größer sein als die Dicke der Schicht, die im Zentrum der Scheibe abgeschieden wird. Derartige Dickenunterschiede können, wenn diese entsprechend groß sind, zu Defekten in den diversen Chipbereichen führen, die auf der Scheibe definiert sind. Eine Dickenvariation über die Scheibe hinweg macht auch nachfolgende Prozessschritte der Scheibe komplizierter. Beispielsweise sind Lackentfernungsprozessdauern oder Polierprozessdauern auf der Grundlage einer angenommenen oder geplanten Dicke der zuvor geformten Schichten eingestellt. Wenn die Dicke in einem gewissen Gebiet entsprechend kleiner ist als die Entwurfsdicke kann eine zu starke Lackentfernung oder ein zu starkes Polieren auftreten, wodurch die darunter liegende Topologie geschädigt werden kann.

[0004] Die vorliegende Erfindung stellt darauf ab, eines oder mehrere der zuvor genannten Probleme zu überwinden oder zumindest die Auswirkungen davon zu reduzieren.

[0005] WO-A-9 704 478, PAJ (JP 07 31 316811), PAJ (JP 60 245778) und PAJ (JP 11 222673) offenbaren Verarbeitungssysteme mit einem Sensor, der ausgebildet ist, eine Prozesseigenschaft zu messen, und offenbaren eine Prozesssteuerung, um die Eigenschaft zu empfangen und um die Eigenschaft während des Bearbeitens der Schicht einzustellen.

[0006] Ein Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft ein Verarbeitungssystem für eine Scheibe mit einem Sensor, einer Prozessanlage und einer automatischen Prozesssteuerung. Der Sensor besitzt mehrere Sensorgebiete. Die Prozessanlage ist ausgebildet, mindestens eine Prozessschicht auf einer Scheibe zu bearbeiten. Die Prozessanlage umfasst eine Prozesssteuerungseinrichtung, die durch eine Prozesssteuerungsvariable steuerbar ist. Der Sensor ist ausgebildet, eine Dicke der Prozessschicht in mindestens zwei der Sensorgebiete während des Bearbeitens der Prozessschicht zu messen. Die automatische Prozesssteuerung ist ausgebildet, die von dem Sensor gemessene Dicke zu empfangen, die Oberflächengleichmäßigkeit der Prozessschicht über die mehreren Sensorpositionen hinweg zu bestimmen und die Prozesssteuerungsvariable auf der Grundlage der ermittelten Oberflächengleichmäßigkeit einzustellen, um damit die Bearbeitungsrate der Prozessschicht in mindestens einem der Sensorgebiete zu beeinflussen.

[0007] Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern der Scheibengleichmäßigkeit. Das Verfahren umfasst das Bearbeiten einer Prozessschicht auf einer Scheibe; das Messen einer Dicke der Prozessschicht an mehreren Erfassungspositionen während des Bearbeitens der Prozessschicht, um die Oberflächengleichmäßigkeit der Prozessschicht über die mehreren Erfassungspositionen hinweg zu bestimmen, und das Ändern einer Prozesssteuerungsvariable einer Prozesssteuerungseinrichtung auf der Grundlage der ermittelten Oberflächengleichmäßigkeit, um die Bearbeitungsrate der Prozessschicht an mindestens einer der Erfassungspositionen zu beeinflussen.

[0008] Die vorliegende Erfindung betrifft gemäß einem ersten Aspekt ein Verarbeitungssystem für eine Scheibe, mit:

einer Prozessanlage, die ausgebildet ist, mindestens eine Prozessschicht auf einer Scheibe zu bearbeiten; einem Sensor mit mehreren Sensorgebieten bzw. Erfassungsgebieten, wobei der Sensor ausgebildet ist, eine Dicke der Prozessschicht in mindestens zwei der Erfassungsgebiete während des Bearbeitens der Prozessschicht zu messen; wobei die Prozessanlage umfasst:

eine Prozesssteuerungseinrichtung, die durch eine Prozesssteuerungsvariable steuerbar ist, und eine automatische Prozesssteuerung, die ausgebildet ist, die von dem Sensor gemessene Dicke zu empfangen, die Oberflächengleichmäßigkeit der Prozessschicht über die mehreren Erfassungspositionen hinweg zu bestimmen und die Prozesssteuerungsvariable auf der Grundlage der bestimmten Oberflächengleichmäßigkeit einzustellen, um die Bearbeitungsrate der Prozessschicht an mindestens einer

der Erfassungspositionen zu beeinflussen.

[0009] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Steuern der Scheibengleichmäßigkeit bereitgestellt, wobei das Verfahren umfasst:

Bearbeiten einer Prozessschicht auf einer Scheibe; Messen einer Dicke der Prozessschicht an mehreren Sensorpositionen bzw. Erfassungspositionen während des Bearbeitens der Prozessschicht, um die Oberflächengleichmäßigkeit der Prozessschicht über die mehreren Erfassungspositionen hinweg zu bestimmen; und Ändern einer Prozesssteuerungsvariable einer Prozesssteuerungseinrichtung auf der Grundlage der bestimmten Oberflächengleichmäßigkeit, um die Bearbeitungsrate der Prozessschicht in mindestens einem der Erfassungspositionen zu beeinflussen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0010] Die Erfindung kann durch Bezugnahme auf die folgende Beschreibung in Verbindung mit den begleitenden Zeichnungen verstanden werden, in denen gleiche Bezugszeichen gleiche Elemente bezeichnen, und in denen:

[0011] [Fig. 1](#) eine vereinfachte Blockansicht eines Verarbeitungssystems gemäß der vorliegenden Erfindung ist;

[0012] [Fig. 2](#) eine Seitenansicht einer Ausführungsform der Prozessanlage und eines Sensors aus [Fig. 1](#) ist;

[0013] [Fig. 3](#) eine Draufsicht eines Heizelements der Prozessanlage aus [Fig. 2](#) ist;

[0014] [Fig. 4](#) eine Ansicht von unten ist, die eine Gasverteilungsleitung der Prozessanlage aus [Fig. 2](#) zeigt; und

[0015] [Fig. 5](#) eine Seitenansicht einer alternativen Ausführungsform der Prozessanlage aus [Fig. 1](#) ist.

[0016] Obwohl die Erfindung diversen Modifizierungen und alternativen Formen unterliegen kann, sind dennoch spezielle Ausführungsformen beispielhaft in den Zeichnungen dargestellt und hierin detailliert beschrieben. Es sollte jedoch beachtet werden, dass die Beschreibung spezieller Ausführungsformen nicht beabsichtigt, die Erfindung auf die speziellen offenbaren Formen einzuschränken, sondern die Erfindung soll vielmehr alle Modifizierungen, Äquivalente und Alternativen abdecken, die innerhalb des Grundgedankens und Schutzbereichs der Erfindung liegen, wie sie durch die angefügten Patentansprüche definiert ist.

Art bzw. Arten zum Ausführen der Erfindung

[0017] Es werden nun anschauliche Ausführungsformen der Erfindung beschrieben. Im Interesse der Klarheit werden nicht alle Merkmale einer tatsächlichen Implementierung in dieser Beschreibung erläutert. Es ist jedoch zu beachten, dass bei der Entwicklung einer derartigen tatsächlichen Ausführungsform zahlreiche implementationsspezifische Entscheidungen getroffen werden müssen, um die speziellen Ziele der Entwickler zu erreichen, etwa die Verträglichkeit mit systembezogenen und geschäftsinternen Rahmenbedingungen, die sich von einer Implementierung zur anderen unterscheiden können. Ferner ist zu beachten, dass ein derartiger Entwicklungsaufwand komplex und zeitaufwendig sein kann, aber dennoch für den Fachmann eine Routinemaßnahme darstellt, wenn er im Besitz der vorliegenden Offenbarung ist.

[0018] Es sei nun auf die Figuren verwiesen und insbesondere auf [Fig. 1](#), in der eine vereinfachte Blockansicht eines Verarbeitungssystems **10** gezeigt ist. Das Verarbeitungssystem **10** umfasst eine Prozessanlage **15**, die ausgebildet ist, eine Scheibe **20** (d. h. ein Los aus Scheiben **20**) aufzunehmen und mindestens eine Prozessaufgabe an der Scheibe **20** auszuführen. Die spezielle Prozessaufgabe, die von der Prozessanlage **15** ausgeführt wird, kann unterschiedlich sein, wobei beispielsweise Funktionen enthalten sind, etwa die chemische Dampfabscheidung, das thermische Aufwachsen einer Oxidschicht, das Ätzen oder andere Prozesse, die zur Herstellung oder Entfernung einer Schicht führen. Ein Sensor **25** ist in der Nähe der Prozessanlage **15** angeordnet, um die Gleichmäßigkeit des Prozesses, der gerade an der Scheibe **20** ausgeführt wird, zu messen. Im Allgemeinen ist die Gleichmäßigkeit der Scheibe **20** entlang eines Weges gegeben, der den gleichen Radius besitzt. Beispielsweise ist die Dicke einer Prozessschicht, die gerade abgeschieden wird, im Allgemeinen um den Rand der Scheibe **20** herum konsistent, und die Dicke im Zentrum ist im Allgemeinen gleichmäßig, jedoch kann die Dicke zwischen dem Zentrum und dem Rand unterschiedlich sein. Die Dicke der Prozessschicht in dem Zwischengebiet zwischen dem Rand und dem Zentrum kann ebenso in Bezug auf die anderen Gebiete variieren. Der Sensor ist ausgebildet, die Dicke der Prozessschicht in zwei oder mehr Gebieten zu messen und einen Dickenrückkopplungswert für eine automatische Prozesssteuerung **30** bereitzustellen. Die automatische Prozesssteuerung **30** stellt das Rezept ein, das die Prozessanlage **15** steuert, in Reaktion auf die Dicken-schwankung, um damit die Gleichmäßigkeit über die Scheibe **20** hinweg zu beeinflussen.

[0019] [Fig. 2](#) zeigt eine Seitenansicht einer Ausführungsform der Prozessanlage **15** und des Sensors **25** aus [Fig. 1](#). Die Darstellung der Prozessanlage **15**

dient nur für Anschauungszwecke und soll nicht alle Aspekte einer tatsächlichen Prozessanlage darstellen. In der Ausführungsform aus [Fig. 2](#) ist die Prozessanlage **15** ausgebildet, eine Materialschicht auf der Scheibe **20** abzuscheiden. Die Prozessanlage **15** umfasst ein Heizelement **35**, das zum Aufheizen der Scheibe **20** ausgebildet ist. Die spezielle Temperatur des Heizelements **35** hängt von dem speziellen Prozess ab, der von der Prozessanlage **15** ausgeführt wird. Der Fachmann kennt diverse Prozesse und die damit verbundenen Temperaturen.

[0020] Eine Gasverteilungsleitung **40** führt reaktive Gase von einer Gaszufuhrleitung **45** in die Prozessanlage **15** ein. Wiederum weiß der Fachmann, dass spezielle Prozessgase und ihre entsprechenden Konzentrationen von dem speziellen Prozess abhängen, der auszuführen ist.

[0021] Sensoranschlüsse bzw. Eingänge **50**, die durchlässige oder halbdurchlässige Membranen **51** enthalten, erstrecken sich durch die Prozessanlage **15** und die Gasverteilungsleitung **40**, um eine Überwachung der Scheibe **20** durch den Sensor **25** zu ermöglichen. Alternativ kann der Sensor **25** in der Prozessanlage **15** an einer Position angeordnet sein, die die Funktion der Gasverteilungsleitung **40** nicht stört. Für einige Prozesse kann die Prozessanlage **15** lediglich das Heizelement **35** oder die Gasverteilungsleitung **40** aufweisen. Der Sensor **25** umfasst Sensorelemente bzw. Erfassungselemente **52, 53, 54** zum Messen der Dickeneigenschaften der Scheibe **20** an unterschiedlichen Punkten auf der Scheibe **20**. Es können mehr oder weniger Sensorelemente **52, 53, 54** vorgesehen sein, abhängig von dem Maß an Steuerungsintensität für die radiale Gleichmäßigkeit.

[0022] [Fig. 3](#) zeigt eine Draufsicht des Heizelements **35**. Das Heizelement **35** umfasst drei konzentrische Gebiete **55, 60, 65**, wovon jedes unabhängig steuerbar ist. Die drei Gebiete **55, 60, 65** entsprechen räumlich der Position der Sensorelemente **52, 53, 54**. D. h., das Sensorelement **52** ist ausgebildet, die Dicke der sich in einer Position innerhalb des peripheren Gebiets **55** des Heizelements **35** bildenden Schicht zu messen. In gleicher Weise misst das mittlere Sensorelement **54** die Dicke an einer Position, die dem zentralen Gebiet **65** des Heizelements **35** entspricht. Zu beachten ist, dass die Anzahl der Gebiete **55, 60, 65** und der entsprechenden Sensorelemente **52, 53, 54** in Abhängigkeit von der speziellen Anwendung und dem Maß an Steuerung, das für den radialen Temperaturgradienten gewünscht ist, variieren kann. Die automatische Prozesssteuerung **30** beeinflusst die Sollwerttemperaturen der Gebiete **55, 60, 65** in Reaktion auf Gleichmäßigkeitsänderungen, die von dem Sensor **25** erfasst werden.

[0023] Der Sensor **25** kann einer von mehreren allgemein verfügbaren Sensoren sein, die in der Lage

sind, die Dicke einer abgeschiedenen Schicht in-situ bzw. Vorort zu messen. Beispielsweise kann der Sensor **25** ein optisches Interferometer oder ein optisches Emissionsspektrometer sein. Die Sensorelemente **52, 53, 54** können in einem einzelnen Sensor **25** integriert sein, oder können alternativ unabhängige Einrichtungen repräsentieren. Für langsam ablaufende Prozesse kann ein einzelnes Sensorelement **52, 53, 54** automatisch unter den Sensoranschlüssen **50** abwechselnd angeordnet werden, um die Dicke jedes Gebiets **55, 60, 65** zu messen.

[0024] Während der Herstellung einer Schicht auf der Scheibe **20** überwachen die Sensorelemente **52, 53, 54** die Dicke in ihren entsprechenden Gebieten **55, 60, 65**. Die automatische Prozesssteuerung **30** stellt die Temperaturen eines oder mehrerer der Gebiete **55, 60, 65** auf dem Heizelement **35** auf der Grundlage von Unterschieden in den gemessenen Dicken ein. Wenn beispielsweise das periphere Sensorelement **52** eine Dicke misst, die kleiner ist als jene der zwischenliegenden Sensorelemente oder der zentralen Sensorelemente **53, 54**, erhöht die automatische Prozesssteuerung **30** die Temperatur des peripheren Gebiets **55** des Heizelements **35**, um damit die Abscheiderate in diesem Gebiet **55** zu erhöhen. Der Betrag der Temperaturerhöhung und die Rate, mit der die Temperatur erhöht wird, sind abhängig von dem Prozess, der angewendet wird, um die Schicht auf der Scheibe **20** zu bilden. Zu beachten ist, dass die automatische Prozesssteuerung **30** auch die Temperatur eines der Heizelemente in den Gebieten **55, 60, 65** auch absenken kann, um eine Reduzierung der Abscheiderate zu bewirken.

[0025] [Fig. 4](#) zeigt eine Ansicht von unten der Gasverteilungsleitung **40**. Die Gasverteilungsleitung **40** umfasst konzentrische Ausgabeköpfe **70, 75, 80** mit Anschlüssen **85**, die darüber angeordnet sind. Wiederum ist die Darstellung der Gasverteilungsleitung **40** nur für anschauliche Zwecke angegeben und kann sich bei tatsächlichen Einrichtungen unterscheiden. Die Durchflussrate der reaktiven Gase durch jeden der Köpfe **70, 75, 80** ist unabhängig steuerbar, und jeder der Köpfe **70, 75, 80** entspricht räumlich einem der Sensorelemente **52, 53, 54**. Zu beachten ist, dass die Anzahl der Gebiete **55, 60, 65** und der entsprechenden Sensorelemente **52, 53, 54** in Abhängigkeit der speziellen Anwendung und dem Maß, mit welchem die Steuerung des radialen Durchflussgradienten erwünscht ist, variieren kann.

[0026] Der Sensor **25** misst die Dicke der Schicht, die gerade auf der Scheibe **20** gebildet wird, wie dies zuvor beschrieben ist und stellt die Durchflussrate des reaktiven Gases ein, das durch die Köpfe **70, 75** und **80** zugeführt wird und auf die Scheibe **20** trifft, um damit die Gleichmäßigkeit der Schicht zu steuern. Wenn beispielsweise das Sensorelement **52** am Rand eine Dicke misst, die kleiner ist als die Dicke

von dem dazwischenliegenden Sensorelement oder dem zentralen Sensorelement **53**, **54**, erhöht die automatische Prozesssteuerung **30** die Durchflussrate des Randkopfes **70** der Gasverteilungsleitung **40**, um damit die Abscheiderate in dem entsprechenden Gebiet zu erhöhen. Der Betrag der Erhöhung der Durchflussrate und die Rate, mit der die Durchflussrate erhöht wird, sind abhängig von dem angewendeten Prozess, um die Schicht auf der Scheibe **20** zu bilden. Wiederum ist zu beachten, dass die automatische Prozesssteuerung **30** die Durchflussrate in einem der Köpfe **70**, **75**, **80** auch reduzieren kann, um damit eine Verringerung der Abscheiderate zu bewirken.

[0027] Wie zuvor angegeben ist, kann die Prozessanlage **15** das Heizelement **35** oder die Gasverteilungsleitung **40** oder beides aufweisen, die allgemein als Prozesssteuerungseinrichtungen **35**, **40** zur Beeinflussung der Dickengleichmäßigkeit einer Prozessschicht bezeichnet werden, die auf der Scheibe **20** gebildet ist. Die automatische Prozesssteuerung **30** ist ausgebildet, eine oder beide Prozesssteuerungseinrichtungen **35**, **40** zu steuern, um damit die Gleichmäßigkeit der auf der Scheibe **20** gebildeten Prozessschicht zu beeinflussen. Die Temperatur und die Durchflussrate können allgemein als Prozesssteuerungsvariablen bezeichnet werden. Jede Prozesssteuerungsvariable ist räumlich einem der Sensorelemente **52**, **53**, **54** zugeordnet. Durch das unabhängige Steuern jeder der Prozesssteuerungsvariablen verbessert die automatische Prozesssteuerung **30** die Gleichmäßigkeit der Scheibe **20**, wodurch die Ausbeute gesteigert und die nachfolgende Bearbeitung vereinfacht wird.

[0028] **Fig. 5** zeigt eine vereinfachte Seitenansicht einer weiteren Ausführungsform der Prozessanlage **15**. In der Ausführungsform aus **Fig. 5** besitzt die Prozessanlage **15** keine separaten Steuerungsgebiete, sondern das Prozessrezept der Prozessanlage **15** kann modifiziert werden, um damit die Scheibengleichmäßigkeit zu beeinflussen. Es wird eine räumlich nicht auflösbare Steuerungsvariable beeinflusst, um ein räumlich unterschiedliches Prozessergebnis zu erreichen. Wenn beispielsweise die Prozessanlage eine Plasmaätzanlage ist, zeigt ein experimentelles Ergebnis, das in einem mathematischen Modell wiedergegeben wird, dass das Reduzieren der Plasmasleistung in einem Ätzprozess die Ätzrate im Zentrum im Vergleich zur Ätzrate am Rand erhöht. Die spezielle Abhängigkeit zwischen der Leistung und der Ätzrate hängt von Faktoren ab, etwa der speziellen Ätzanlage und dem angewendeten Rezept. Die Abhängigkeit für eine spezielle Konfiguration kann empirisch bestimmt werden und es kann ein mathematisches Modell erstellt werden.

[0029] Der Sensor **25** ist ein Zweipunkt-Sensor mit räumlicher Auflösung mit Sensoranschlüssen **50**, wo-

bei ein Sensorelement **52** am Rand und ein Sensorelement **54** im Zentrum angeordnet ist. Ein Plasmagenerator **90** liefert ein Plasma, um den Entfernungsprozess zu ermöglichen. Der spezielle Aufbau und die Funktionsweise des Plasmagenerators **90** sind dem Fachmann vertraut und werden daher nicht detailliert beschrieben. Die Leistung des Plasmagenerators **90** kann durch die automatische Prozesssteuerung **30** modifiziert werden, um damit die Ätzrate zu ändern. Wenn beispielsweise die Ätzrate im Zentrum sich von jener am Rand unterscheidet, wird das zuvor beschriebene mathematische Modell verwendet, um die Plasmaleistung entsprechend dem erforderlichen Betrag zur Angleichung der Ätzraten zu ändern. In der mit Bezug zu **Fig. 5** beschriebenen Ausführungsform fungiert der Plasmagenerator **90** als die Prozesssteuerungseinrichtung.

[0030] Die Steuerung, die durch die automatische Prozesssteuerung **30** bewerkstelligt wird, kann in Echtzeit oder auf Stapelmodusbasis eingerichtet werden. In einem Echtzeitbetriebsmodus werden Einstellungen an den Prozesssteuerungseinrichtungen **35**, **40**, **90** durchgeführt, um den aktuellen Abscheideprozess in der Prozessanlage **15** zu steuern. In dem Stapelbetriebsmodus aktualisiert die automatische Prozesssteuerung **30** das Rezept der Prozessanlage **15** für die nächste Scheibe oder das nächste Los aus Scheiben auf der Grundlage der Ergebnisse, die von dem Sensor **25** gewonnen werden. Der Stapelbetriebsmodus kann eingesetzt werden, wenn die Prozessanlage **15** keine Möglichkeit hat, Rezeptaktualisierungen in Echtzeit vorzunehmen, oder wenn die Reaktionszeit des Sensors **25** nicht ausreichend ist, um Aktualisierungen in Echtzeit durchzuführen. Beispielsweise kann das Signal aus dem Sensor **25** deutlich dem Prozess hinterherhinken, jedoch kann durch zeitliches Integrieren des Signals eine gute Charakterisierung der gesamten Bearbeitung an der Scheibe **20** (beispielsweise die Gesamtdicke oder die Gesamtätzrate) ermittelt werden.

[0031] Zusätzlich zu dem zuvor beschriebenen Rückkopplungsmodus wird in einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ein Vorwärtskopplungssteuerungsmechanismus berücksichtigt, der ungleichmäßige Prozessergebnisse in vorhergehenden Operationen kompensiert. Beispielsweise erhält die Ätzprozessanlage **15** aus **Fig. 15** eine spezielle Scheibe oder ein Los aus Scheiben **20** mit einer bestimmten Ungleichmäßigkeit der abgeschiedenen Schichtdicke zur Bearbeitung. Beispielsweise kann in einem Falle eine abgeschiedene Prozessschicht auf der Scheibe oder Scheiben **20** vorhanden sein, deren Dicke im Zentrum größer ist als am Rand. In einem derartigen Falle kann das Einstellen der Prozessanlage **15** auf eine höhere Ätzrate im zentralen Bereich im Vergleich zum Rand der Scheibe **20** zu einer Angleichung der Schichtdickenschwankung führen, so dass nach dem Ende des Scheibenätzprozesses alle offe-

nen Gebiete über die Scheibenoberfläche hinweg gleichmäßig geätzt sind.

[0032] In einem derartigen Funktionsmodus der Vorrätkopplung werden Daten, die die räumliche Ungleichmäßigkeit kennzeichnen, während eines vorhergehenden Bearbeitungsvorgangs ermittelt. Die letzten gemessenen Werte von räumlich verteilten Prozessraten (beispielsweise Ätzraten) in dem vorliegenden Prozess werden zusammen mit den Werten von manipulierten Rezeptvariablen gesammelt, die angewendet werden, um diese Ergebnisse zu erhalten. Ein Prozessmodell, das die Auswirkung der Prozessrezeptvariablen auf die räumlich verteilte Gleichmäßigkeit des aktuellen Prozesses quantitativ angibt (beispielsweise die Auswirkung der RF-Leistung auf die Ätzrate im Mittelpunkt oder am Randgebiet quantitativ angibt), wird verwendet, um die Werte der manipulierten Variable zu berechnen, die notwendig sind, um die ungleichmäßigen Ergebnisse des bzw. der vorhergehenden Prozessschritte zu bestimmen. Die automatische Prozesssteuerung **30** bestimmt die geeigneten Rezeptwerte für die gegebene Scheibe oder das Los aus Scheiben und konfiguriert entsprechend die Prozessanlage **15**.

[0033] Die speziellen zuvor beschriebenen Ausführungsformen sind lediglich anschaulicher Natur, da die Erfindung in unterschiedlichen aber äquivalenten Arten modifiziert und praktiziert werden kann, wie sich dies dem Fachmann erschließt, der im Besitze der vorliegenden Offenbarung ist. Ferner sind keine Einschränkungen hinsichtlich der Details des Aufbaus oder der hierin gezeigten Gestaltungsformen beabsichtigt, sofern diese nicht in den nachfolgenden Ansprüchen beschrieben sind. Es ist daher klar, dass die speziellen offenbarten Ausführungsformen modifiziert und geändert werden können und dass alle derartigen Variationen als innerhalb des Schutzbereichs der Erfindung liegend betrachtet werden.

Patentansprüche

1. Verarbeitungssystem (**10**) für eine Scheibe, mit einer Prozessanlage (**15**), die ausgebildet ist, mindestens eine Prozessschicht auf einer Scheibe (**20**) zu bearbeiten, einem Sensor (**25**) mit mehreren Erfassungsgebieten (**52, 53, 54**), wobei der Sensor (**25**) ausgebildet ist, eine Dicke der Prozessschicht in mindestens zwei der Erfassungsgebieten (**52, 53, 54**) während des Bearbeitens der Prozessschicht zu messen; wobei die Prozessanlage (**15**) umfasst: eine Prozesssteuereinrichtung (**35, 40, 90**), die durch eine Prozesssteuervariable steuerbar ist, und eine automatische Prozesssteuerung (**30**), die ausgebildet ist, die durch den Sensor (**25**) gemessene Dicke zu empfangen, die Oberflächengleichmäßigkeit der Prozessschicht über die mehreren Erfassungsgebiete hinweg zu bestimmen und die Prozesssteuervari-

able auf der Grundlage der bestimmten Oberflächengleichmäßigkeit einzustellen, um die Rate der Bearbeitung der Prozessschicht zu beeinflussen.

2. Verarbeitungssystem (**10**) nach Anspruch 1, wobei die Prozesssteuereinrichtung (**35, 40**) mehrere Steuergebiete aufweist, wovon jedes durch eine Prozesssteuervariable steuerbar ist, wobei jedes Erfassungsgebiet (**52, 53, 54**) einem der Steuergebiete zugeordnet ist, und wobei die automatische Prozesssteuerung (**30**) ausgebildet ist, eine der Prozesssteuervariablen, die einem der Steuergebiete zugeordnet ist, auf der Grundlage der bestimmten Oberflächengleichmäßigkeit einzustellen, wobei die Oberflächengleichmäßigkeit aus der Dicke bestimmt ist.

3. Verarbeitungssystem (**10**) nach Anspruch 2, wobei die Prozesssteuereinrichtung (**35**) ein Heizelement (**35**) aufweist, und wobei die automatische Prozesssteuerung (**30**) ausgebildet ist, die Temperatur jedes Steuergebiets (**55, 60, 65**) des Heizelements (**35**) auf der Grundlage der bestimmten Oberflächengleichmäßigkeit zu steuern.

4. Verarbeitungssystem (**10**) nach Anspruch 2, wobei die Prozesssteuereinrichtung eine Gasverteilung (**40**) mit mehreren Gasauslasseinheiten (**70, 75, 80**) aufweist, wobei jedes Steuergebiet eine zugeordnete Gasauslasseinheit (**70, 75, 80**) aufweist, und wobei die automatische Prozesssteuerung (**30**) ausgebildet ist, die Durchflussrate von Gas in jeder Gasauslasseinheit (**70, 75, 80**) auf der Grundlage der bestimmten Oberflächengleichmäßigkeit zu steuern.

5. Verarbeitungssystem nach Anspruch 1, wobei die Prozesssteuereinrichtung (**90**) einen Plasmagenerator (**90**) aufweist, und wobei die automatische Prozesssteuerung (**30**) ausgebildet ist, die Leistung des Plasmagenerators (**90**) auf der Grundlage der bestimmten Oberflächengleichmäßigkeit zu steuern.

6. Verfahren zum Steuern einer Scheibengleichmäßigkeit, mit:
 Bearbeiten einer Prozessschicht auf einer Scheibe (**20**);
 Messen einer Dicke der Prozessschicht an mehreren Erfassungspositionen (**52, 53, 54**) während der Bearbeitung der Prozessschicht, um die Oberflächengleichmäßigkeit der Prozessschicht über die mehreren Erfassungspositionen hinweg zu bestimmen; und
 Ändern einer Prozesssteuervariable einer Prozesssteuereinrichtung (**35, 40, 90**) auf der Grundlage der bestimmten Oberflächengleichmäßigkeit, um die Rate der Bearbeitung der Prozessschicht an mindestens einer der Erfassungspositionen zu beeinflussen.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei die Prozesssteuereinrichtung (**35, 40**) mehrere Steuergebiete aufweist, wobei jedes Steuergebiet einer der Erfassungspositionen (**52, 53, 54**) zugeordnet ist und eine

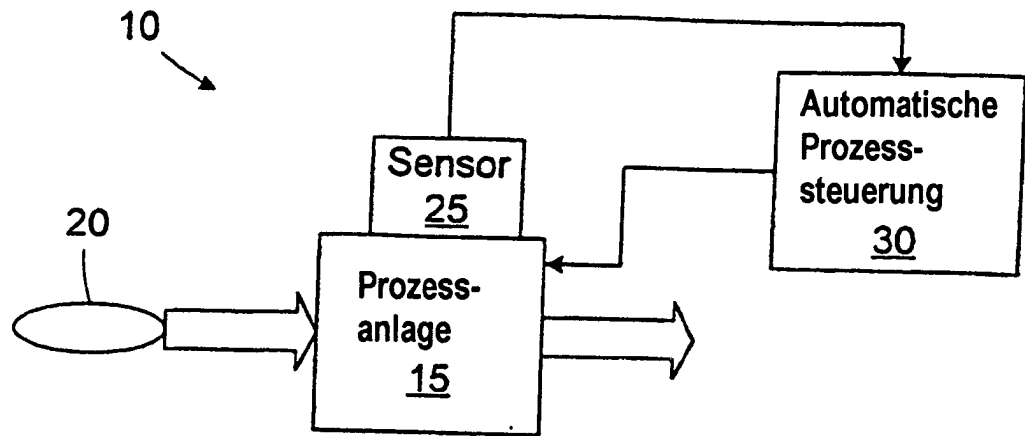
zugeordnete Prozesssteuervariable besitzt, und wobei Ändern der Prozesssteuervariable Ändern der Prozesssteuervariable eines der Steuergebiete umfasst.

8. Verfahren nach Anspruch 6, wobei die Prozesssteuereinrichtung (90) einen Plasmagenerator (90) aufweist, und wobei Ändern der Prozesssteuervariable Ändern der Leistung des Plasmagenerators (90) auf der Grundlage der bestimmten Oberflächengleichmäßigkeit umfasst.

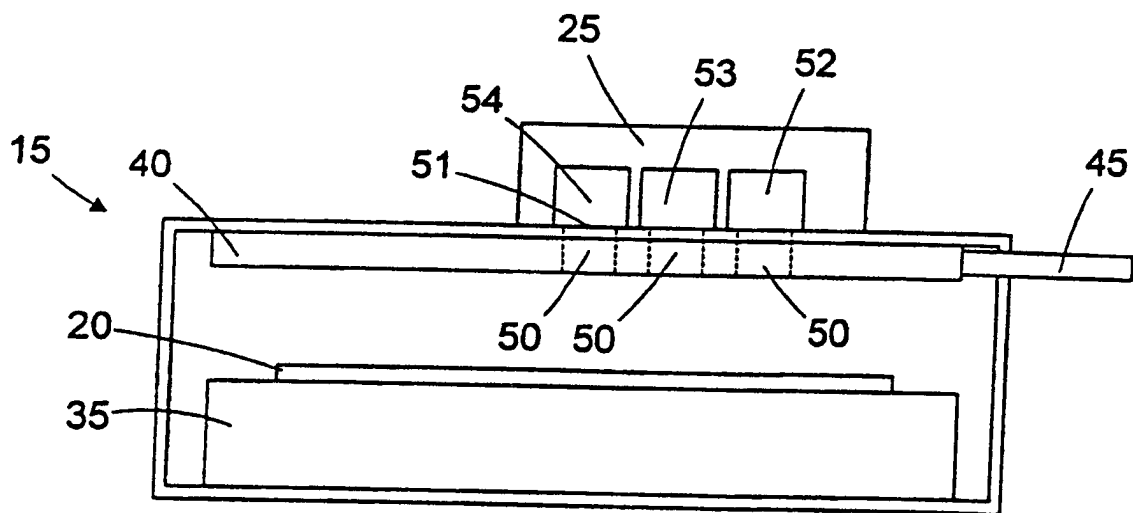
9. Verfahren nach Anspruch 7, die Prozesssteuereinrichtung ein Heizelement (35) aufweist, und wobei Ändern der Prozesssteuervariable Ändern der einem ausgewählten Steuergebiet (55, 60, 65) des Heizelements (35) entsprechenden Temperatur auf der Grundlage der bestimmten Oberflächengleichmäßigkeit umfasst.

10. Verfahren nach Anspruch 7, wobei die Prozesssteuereinrichtung (40) eine Gasverteilung (40) mit mehreren Gasauslasseinheiten (70, 75, 80) aufweist, wobei jedes Steuergebiet eine zugeordnete Gasauslasseinheit (70, 75, 80) aufweist, und wobei Ändern der Prozesssteuervariable Ändern einer einer ausgewählten Gasauslasseinheit (70, 75, 80) entsprechenden Gasdurchflussrate auf der Grundlage der bestimmten Oberflächengleichmäßigkeit umfasst.

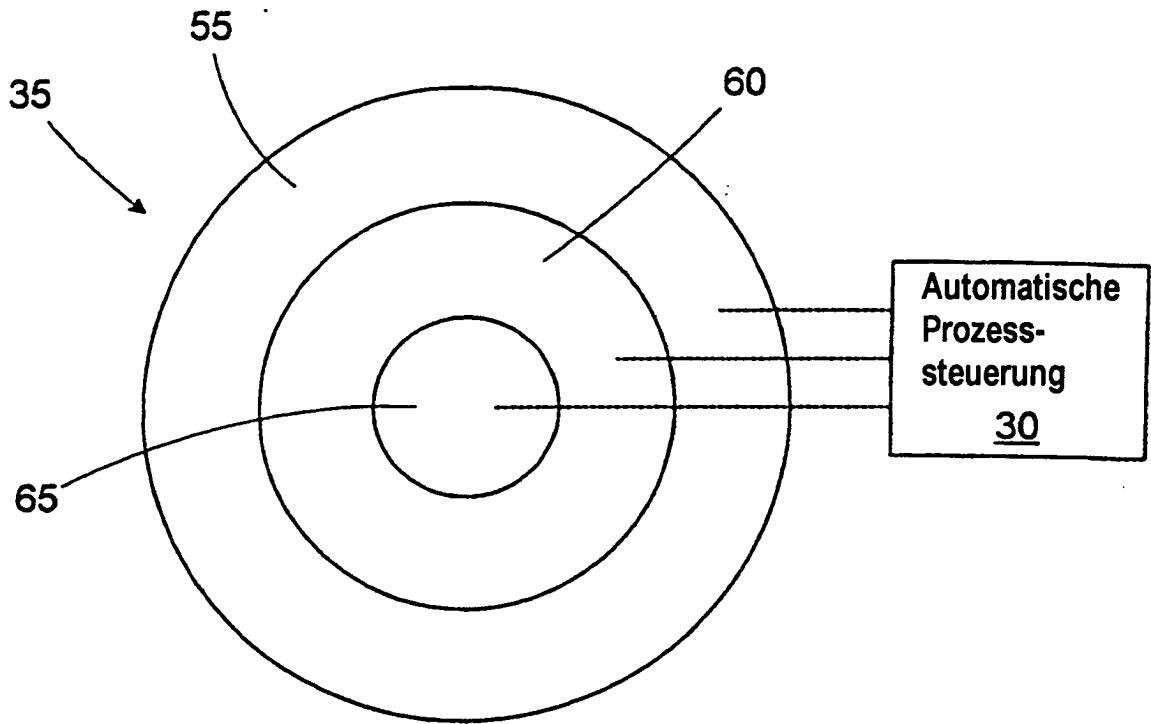
Es folgen 3 Blatt Zeichnungen



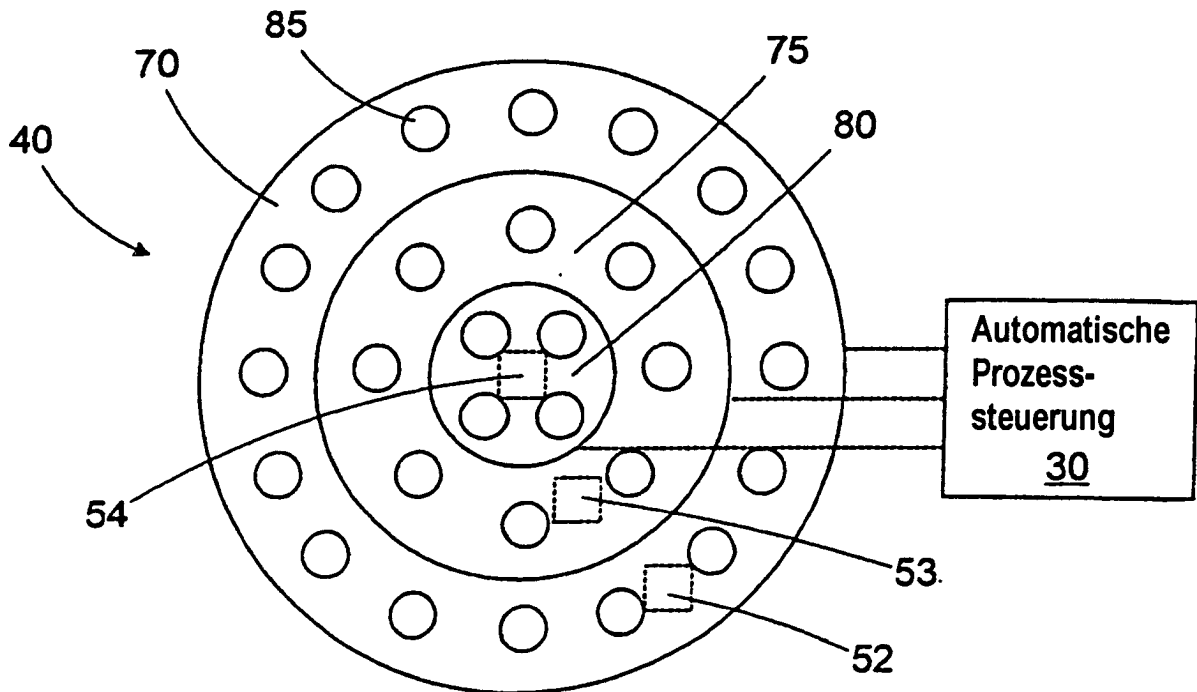
Figur 1



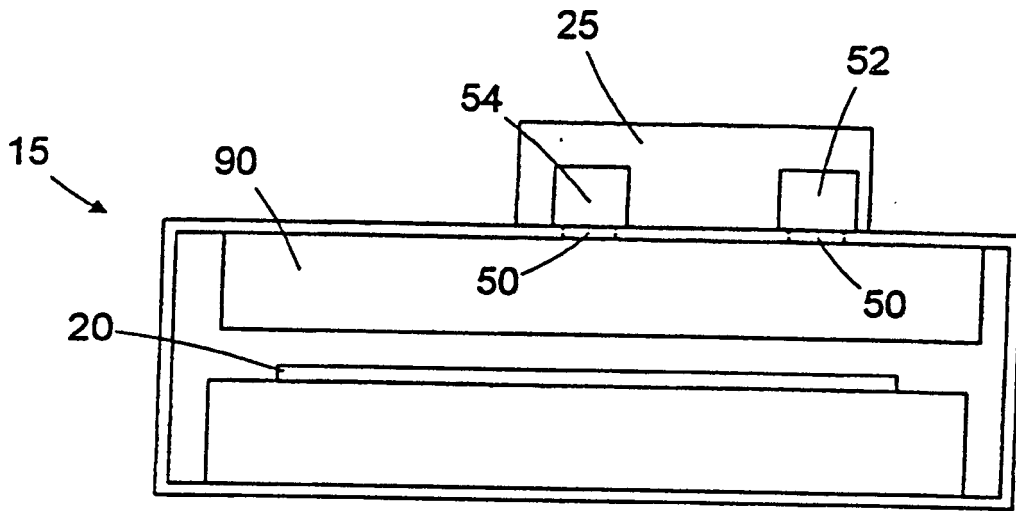
Figur 2



Figur 3



Figur 4



Figur 5