



19



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

11 CH 686 253 A5

51 Int. Cl.⁶: C 23 C 014/54**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 **PATENTSCHRIFT A5**

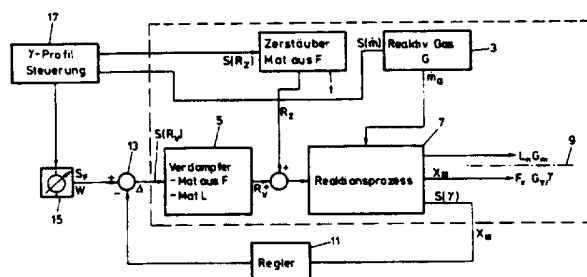
21 Gesuchsnummer: 02689/92

22 Anmeldungsdatum: 28.08.1992

24 Patent erteilt: 15.02.1996

45 Patentschrift
veröffentlicht: 15.02.199673 Inhaber:
Balzers Aktiengesellschaft, 9496 Balzers (LI)72 Erfinder:
Bergmann, Erich, Dr.-Phys., Mels (CH)74 Vertreter:
Troesch Scheidegger Werner AG, Siewerdstrasse 95,
Postfach, 8050 Zürich (CH)54 **Verfahren zur Regelung des Reaktionsgrades sowie Beschichtungsanlage.**

57 Es wird durch plasmaunterstütztes reaktives Zerstäuben (1) eine Schicht hergestellt. Dabei wird vorgeschlagen, den Partialdruck in der Prozessatmosphäre als gemessene Regelgrösse (X_M) mit einem von einem erwünschten Stöchiometrieverhältnis am Feststoff abhängigen Führungssignal (W) zu vergleichen und mit der Differenz (γ) in die Prozessatmosphäre mit stellbarer Rate einen an der Schichtbildung mitbeteiligten Feststoff oder einen weiteren Feststoff (5) zu verdampfen.



Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff von Anspruch 1, eine Beschichtungsanlage nach demjenigen von Anspruch 6.

Bei der Herstellung von Schichten der angesprochenen Art mit einem plasmaunterstützten, reaktiven Abscheideverfahren, woran reaktives Kathodenzerstäuben mindestens mitbeteiligt ist, ist es bekannt, den Reaktionsgrad γ zu regeln, sei dies auf einen konstanten Wert oder sei dies, im Sinne einer Führungsregelung, zum Erhalt eines Reaktionsgradprofils entlang der Schichtdicke.

Bei solchen Regelverfahren ist mithin die Regelgrösse das jeweilige Stöchiometrieverhältnis an der sich aufbauenden Schicht entsprechend dem genannten Verhältnis γ .

Dabei ist es bekannt, die sog. «gemessene Regelgrösse», die von der tatsächlichen Regelgrösse abweicht und aus welcher ersterer, aufgrund bekannter Gesetzmässigkeiten, auf die letztere geschlossen wird, beispielsweise mittels Plasmaemissionsmonitoren, mittels Quarzmikrowagen, Massenspektrometer etc. zu erfassen.

Als sog. Stellgrösse wird dabei üblicherweise die Zerstäubungsrate der Kathodenzerstäubung gestellt, oder der Reaktivgasmassefluss in den Vakuumrezipienten. Je nach beabsichtigtem Beschichtungsprozess wird der Zerstäubungsprozess mit DC, mit DC und überlagertem AC, oder mit reinem AC betrieben, wie beispielsweise beim Hf-Kathodenzerstäuben.

Es hat sich nun gezeigt, dass das obgenannte Vorgehen regelungstechnisch oft problematisch ist, u.a. aufgrund von Instabilitäten der Regelung. Unter anderem kann dies darauf rückgeführt werden, dass beim angesprochenen reaktiven Kathodenzerstäuben die regeltechnische Strecke mit der zerstäubten Kathode, dem Reaktionsprozess auch ein zeitvariantes Regelsystem bildet. Dies, weil der Reaktionsprozess auch die Oberfläche der zerstäubten Kathode und damit deren Verhalten als Regelstreckenglied beeinflusst. In diesem Zusammenhang sind ja die Phänomene der Targetvergiftung mit isolierenden Schichten oder Inseln hinlänglichst bekannt und Thema eines umfangreichen Schrifttums.

Die vorliegende Erfindung setzt sich zur Aufgabe, ein Regelverfahren eingangs genannter Art vorzuschlagen, welches wesentlich leichter während der ganzen Prozesszeit zu stabilisieren ist.

Zu diesem Zweck zeichnet sich das erfindungsgemässe Verfahren nach dem kennzeichnenden Teil von Anspruch 1 aus.

Wie bereits erwähnt wurde, kann dabei der Kathodenzerstäubungsprozess mit DC, DC + AC oder nur AC betrieben werden und es kann sich bei dem durch Kathodenzerstäubung zerstäubten Feststoff um ein leitendes oder nichtleitendes Material bzw. ein Halbleitermaterial handeln. So kann beispielsweise erst durch den reaktiven Prozess die Beschichtungsverbindung gebildet werden oder es kann bei Verwendung einer Zerstäubungskathode (Target) aus der angestrebten Beschichtungsverbindung, durch Nachreagieren im Reaktionsraum, eine

Schicht derselben Verbindung mit durch Nachreagieren geänderter Stöchiometrie erzeugt werden. Grundsätzlich werden alle Beschichtungsprozesse angesprochen, woran reaktives Kathodenzerstäuben beteiligt ist.

Dem Wortlaut von Anspruch 2 folgend kann der verdampfte Feststoff selbst am Schichtaufbau beteiligt sein, oder daran nicht beteiligt sein, wobei im letzterwähnten Fall der verdampfte Feststoff lediglich als «Reaktivgasverbraucher» eingesetzt wird, zur Verstellung des Reaktivgas-Partialdruckes und damit der durch das reaktive Zerstäuben, mit demselben Reaktivgas, gebildeten Schicht.

Dem Wortlaut von Anspruch 3 folgend werden dabei weiter die Zerstäubungsrate und der Reaktivgaszufluss gesteuert, vorzugsweise dann mindestens nahezu je konstant, wenn die Schicht mit konstant bleibendem Reaktionsgrad aufgebaut werden soll oder entsprechend einem vorgegebenen zeitvariablen Verhältnis von Zerstäubungsrate und Reaktivgaszufluss, wenn die Schicht beherrscht wird einem variierenden Reaktionsgradprofil aufgebaut werden soll. In letzterwähntem Fall wird die Führungsgrösse der Regelung für γ mitgeführt.

Das erfindungsgemäss vorgeschlagene Vorgehen ergibt den weiteren wesentlichen Vorteil, dass zur Erfassung der gemessenen Regelgrösse nicht mehr äusserst kostenaufwendige Geräte, wie Plasmaemissionsmonitoren, Mikrowagen etc. eingesetzt werden müssen, sondern dass, wie Anspruch 4 vorschlägt, als gemessene Regelgrösse der Totaldruck im Vakuumrezipienten eingesetzt werden kann. Wenn der Totaldruck im Vakuumrezipienten bei gegebener Zerstäubungsrate und gegebenem Reaktivgasmassezufuss abnimmt, heisst dies, dass das Verhältnis γ zu gross wird, d.h. die sich im Aufbau befindende Schicht wird stöchiometrisch untersättigt, bezogen auf den momentan erwünschten Reaktionsgrad. Dies wird dann durch Erniedrigung der Verdampfungsrate in regelndem Sinne behoben.

Dem Wortlaut von Anspruch 5 folgend wird das Verdampfen vorzugsweise durch Elektronenstrahlverdampfen oder Bogenentladungsverdampfen, z.B. durch Kathodenpunktverdampfen, Niedervoltbogenverdampfen oder Hohlkathodenverdampfen realisiert. Als Kathodenzerstäubungsprozess wird bevorzugterweise eine Magnetronzerstäubung eingesetzt.

Zur Lösung der eingangs gestellten Aufgabe zeichnet sich die erfindungsgemässe Beschichtungsanlage nach dem kennzeichnenden Teil von Anspruch 6 aus, bevorzugte Ausführungsvarianten nach den Ansprüchen 7 bis 10.

Das erfindungsgemässe Vorgehen bzw. die erfindungsgemässe Beschichtungsanlage wurden erfolgreich für Ionenplattieren von Werkstücken eingesetzt.

Die Erfindung wird anschliessend beispielsweise anhand von Figuren erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 ein Signalfluss/Funktionsblockdiagramm eines erfindungsgemässen Regelverfahrens bzw. einer erfindungsgemässen Anlage,

Fig. 2 schematisch ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Anlage.

In Fig. 1 ist anhand eines Signalfuss/Funktionsblockdiagrammes das erfindungsgemässe Regelverfahren bzw. eine erfindungsgemässe Anlage dargestellt.

In einem Vakuumrezipienten – in der Darstellung gemäss Fig. 1 gestrichelt angeordnet – ist eine Kathodenzerstäubungsstation 1 vorgesehen, welche, je nach beabsichtigtem Zerstäubungsprozess DC, AC oder AC + DC betrieben wird und bei welcher es sich bevorzugterweise um eine Magnetronquelle handelt.

An der Zerstäubungsquelle 1 wird, wie mit dem Steuersignal $S(R_z)$ dargestellt, die Zerstäubungsrate angesteuert. Mittels der Zerstäubungsquelle 1 wird ein Feststoff zerstäubt, welcher mindestens Teil der als Schicht abgelegten Verbindung F_xG_y ist. Aus der Zerstäubungsquelle 1 wird dem Reaktionsprozess 7 im Vakuumrezipienten das zerstäubte Material mit der Zerstäubungsrate R_z zugeführt. Aus einem Reaktivgastank wird das Reaktivgas bzw. -Gasgemisch G, wie mit dem Steuersignal $S(\dot{m})$ dargestellt, mit vorgegebenem Massefluss $\dot{m}_G$ dem Prozess zugeführt.

Zusätzlich zum zerstäubten Material ist eine Verdampfungsstation 5, nämlich ein Elektronenstrahlverdampfer oder ein Bogenverdampfer, z.B. eine Lichtbogen- bzw. Kathodenpunkt-Verdampferstation, wie beispielsweise aus der EP-A 0 277 341 bekannt, eine Niedervoltbogen-Verdampferstation, wie beispielsweise aus der US-PS 4 448 802 grundsätzlich bekannt, eine Hohlkathoden-Verdampferstation, wie aus der US-A 3 562 141 bekannt, vorgesehen.

Es könnte auch eine Schiffchenverdampferstation eingesetzt werden.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich, ist Verdampfungsrate R an der Verdampferstation 5 durch ein Steuersignal $S(R_v)$ steuerbar.

Bezüglich der verwendeten Elektronenstrahlverdampfer sei auf die DE-OS 3 921 040 verwiesen, welche diesbezüglich und bezüglich der Stellbarkeit der Verdampfungsrate als integrierter Bestandteil der vorliegenden Beschreibung erklärt sei.

Das Material, welches an der Verdampferstation 5 verdampft wird, ist vorzugsweise mindestens Teil der Komponente F der Beschichtungsverbindung, kann aber auch ein an der Verbindung F_xG_y nicht beteiligtes Material L sein.

Dem Reaktionsprozess 7 wird, überlagert, sowohl das zerstäubte Material mit der Rate R_z , wie auch das verdampfte Material mit der Rate R_v zugeführt.

Aus dem Reaktionsprozess resultiert einerseits die Werkstückbeschichtung mit der Materialverbindung F_xG_y , wobei der Reaktionsgrad γ an der Schicht gegeben ist durch $\gamma = x/y$. Wenn als verdampftes Material ein nicht am Schichtaufbau beteiligtes Material L eingesetzt wird, resultiert weiter aus dem Reaktionsprozess 7 die Verbindung L_nG_m . Wie strichpunktiert bei 9 in Fig. 1 dargestellt, wird in letzterwähntem Fall weitergehend verhindert, dass sich die zusätzliche Verbindung L_nG_m auf dem mit der Verbindung F_xG_y zu beschichtenden Werkstück ablegt.

In dem den Reaktionsprozess 7 beinhaltenden Vakuumrezipienten wird ein Signal $S(\gamma)$ erfasst, wel-

ches eine eindeutige Funktion des Reaktionsgrades γ der abzulegenden Schicht ist. Hierzu wird bevorzugterweise der Partialdruck des Gases oder Gasgemisches G im Reaktionsraum erfasst oder, in noch bevorzugter Weise, der Totaldruck im Reaktionsraum während des Beschichtungsprozesses. Die Messung des Totaldruckes ist mit Messzellen möglich, die wesentlich kostengünstiger sind als Plasmaemissionsmonitoren oder Mikrowagen oder gar Massenspektrometer, welche gegebenenfalls auch zur Erfassung des Signals $S(\gamma)$ gemäss Fig. 1 einsetzbar sind. Das erfasste Signal $S(\gamma)$ wird, gegebenenfalls über eine Reglerstufe 11, an einer Differenzeinheit 13 mit einem Signal S_F verglichen, welches an einer Einstelleinheit 15, konstant oder zeitvariabel, einstellbar ist. Das ausgangsseitig der Differenzeinheit 13 erscheinende Differenzsignal Δ wird dem Raten-Steuereingang der Verdampferstation 5 als Steuersignal $S(R_v)$ zugeführt. Regeltechnisch präsentiert sich das beschriebene Verfahren bzw. die beschriebene Regelung genähert wie folgt, wobei in Fig. 1 zusätzlich die üblichen Symbole für die regeltechnisch betrachteten Grössen eingesetzt sind.

Die Führungsgrösse W wird durch das Signal S_F ausgangsseitig der Stelleinheit 15 gebildet. Das Ausgangssignal der Differenzeinheit 13, Δ , ist die Regeldifferenz. Ausgangsseitig der Verdampferstation 5 wird die Zerstäubungsrate R_z im Sinne einer Störgrösse zugeführt. Regelgrösse X ist der Reaktionsgrad γ , das gemessene Signal $S(\gamma)$ ist die gemessene Regelgrösse X_M .

Wie ohne weiteres ersichtlich, kann durch hohe Verstärkung der durch die Verdampferstation 5 gebildeten regeltechnischen Strecke, d.h. durch ein hohes Verhältnis von Verdampfungsratenänderung pro Änderung des Ratensteuersignals Δ erreicht werden, dass durch Schwankungen der Zerstäubungsrate R_z und/oder des Gasmasseflusses bewirkte Reaktionsgrad Schwankungen optimal ausgeglichen werden. Zeitliche Änderungen am Verhalten der Zerstäuberstation 1, wie beispielsweise durch Targetvergiftung, wirken sich auf den Regelkreis im wesentlichen nicht aus, weil die Zerstäuberstationen nur im Sinne einer Störgrössenquelle in die Regelung eingreifen.

Da bekannterweise Verdampfer mit sehr hohen Verdampfungsraten betrieben werden können und in diesem Sinne zwischen Raten-Steuersignalen und Rate eine hohe Verstärkung besteht und weiter die Verdampferstation weit weniger zeitvariant ist, indem sie weit weniger als die Zerstäuberstation, prozessbedingt, verändert wird, eignet sich die Verdampferstation 5 ausgezeichnet, um erfindungsgemäss an einem Zerstäubungsprozess-basierten Beschichtungsprozess als Stellglied eingesetzt zu werden.

Soll eine Schicht F_xG_y mit gleichbleibendem, konstantem Reaktionsgrad γ gelegt werden, so wird die Zerstäuberstation 1 über das Steuersignal $S(R_z)$ zur Zerstäubung mit konstanter Rate R_z angesteuert. Der Reaktivgasfluss $\dot{m}_G$ wird ebenfalls, mit dem Signal $S(\dot{m})$ konstant eingestellt. Der an der Station 15 vorgegebene Führungswert für die Regelgrösse $X = \gamma$ bzw. für die gemessene Regelgrös-

se x_m wird ebenfalls während des Schichtaufbaus konstant gehalten.

Soll andererseits die Schicht mit einem vorgegebenen Profil des Reaktionsgrades γ aufgebaut werden, so wird die Zerstäubungsrate R_z und der Reaktivgasmassefluss $\dot{m}_G$ zeitabhängig in vorgegebener Art und Weise variiert, mit der in Fig. 1 schematisch dargestellten γ -Profilsteuerung 17 und es wird entsprechend von der Einheit 17 die Führungsgrösse $W = S_F$ geführt. Aufgrund der vorgesehenen Regelung wird dann der Reaktionsgrad γ an der sich aufbauenden Schicht regelnd geführt.

Gemäss Fig. 2 umfasst eine erfindungsgemässe Anlage einen Vakuumrezipienten 20 mit einem Pumpanschluss 21, einem Werkstückhalter 23, der vorzugsweise, wie dargestellt, drehbar und elektrisch isoliert an der Wandung des Rezipienten 20 gelagert ist. Im weiteren ist im Vakuumrezipienten eine Gaseinlassanordnung 25 vorgesehen, über steuerbare Ventile 27 mit Gasbehältnissen 29 sowohl für das Hintergrundgas, z.B. Ar, zum Betreiben der Plasmaentladung, wie auch für das Reaktivgas verbunden. Im Rezipienten 20 ist weiter eine Kathodenzerstäubungsquelle 31, vorzugsweise eine Magnetronquelle, vorgesehen. Die Magnetronquelle ist, wie schematisch dargestellt, je nach zu fahrendem Prozess, DC oder AC oder AC und DC gespiesen. Bevorzugterweise ist die Wandung des Rezipienten auf Bezugspotential gelegt, vorzugsweise auf Massepotential, während die Werkstückhalterung 23 mit den Werkstücken 33, wiederum je nach durchzuführendem Prozess, auf Masse gelegt ist oder auf ein Wechselspannungs- oder Gleichspannungspotential oder auch auf ein zusammengesetztes Wechsel- und Gleichstrompotential.

Bei entsprechender Potentiallegung der Werkstücke 33 wird die dargestellte Anlage zur Ionenplattieranlage.

Nebst der Kathodenzerstäubungsquelle 31 ist eine Verdampfungsquelle vorgesehen, in dem in Fig. 2 dargestellten Beispiel eine Elektronenstrahl-Verdampfungsquelle 35. Im weiteren ist im Rezipienten 20, als Aufnehmer für die gemessene Regelgrösse, bevorzugterweise ein Totaldrucksensor 37 vorgesehen, dessen Ausgang auf eine Differenzeinheit 39 geschaltet ist, deren zweitem Eingang, analog zu Fig. 1 fix eingestellt, oder wie im Zusammenhang mit Fig. 1 erläutert, zeitvariabel von der Quelle 41, das Führungssignal S_F zugeführt wird. Das ausgangsseitig von Differenzeinheit 39 erscheinende Regeldifferenzsignal Δ wird, gegebenenfalls über einen Regelverstärker 43, dem Raten-Steuerung Eingang E_{RV} des Elektronenstrahlverdampfers 35 zugeführt.

Bezüglich Aufbau und Betrieb eines bevorzugterweise eingesetzten Elektronenstrahlverdampfers wird auf die DE-OS 3 921 040 verwiesen, die diesbezüglich als integrierter Bestandteil der vorliegenden Beschreibung erklärt wird. Während es durchaus möglich ist, die Verdampfungsrate am Elektronenstrahlverdampfer durch Änderung des Heizstromes an der Elektronenemissionskathode oder durch Veränderung der Wehnelt-Spannung zu ändern, hat insbesondere unter dem regelungstechnischen Aspekt das in der DE-OS 3 921 040 beschriebene

Raten-Stellverfahren, bei dem man die Ausdehnung der Elektronenstrahl-Auftrefffläche auf dem zu verdampfenden Material ansteuert, Vorteile.

Wie erwähnt wurde, kann anstelle des in Fig. 2 dargestellten Elektronenstrahlverdampfers ein Niedervolt-Bogenverdampfer, ein Hohlkathodenverdampfer oder ein Schiffchenverdampfer eingesetzt werden, oder, wie der Elektronenstrahlverdampfer bevorzugt, ein Lichtbogenverdampfer.

Soll an der Anlage gemäss Fig. 2 verhindert werden, dass das verdampfte Material nach Reaktion sich als Schichtanteil auf den Werkstücken 33 ablegt, so wird, wie bei 45 schematisch dargestellt, ein Schirm zwischen Werkstückhalterung bzw. Werkstücken 33 und Verdampfungsquelle 35 vorgesehen. Dann wirkt die Verdampfungsquelle, wie bereits anhand von Fig. 1 erläutert wurde, lediglich als Stellorgan im erwähnten Regelkreis.

Beispiel 1:

Zur Abscheidung von Titanitrid an einer prinzipiell, wie in Fig. 2 dargestellt aufgebauten Anlage mit Elektronenstrahlverdampfer, wurde die DC-Leistung der Titan-Zerstäubungsquelle konstant gehalten, ebenso der Massefluss pro Zeiteinheit eingelassenen Reaktivgases N_2 . Das Ausgangssignal eines Totaldruckmessgerätes wurde zur Regelung der Elektronenstrahlverdampferleistung verwendet. Dazu wurde eine vom Totaldruck monoton und stetig abhängige Spannung ausgangsseitig des Totaldruckmessgerätes mit einer SOLL-Spannung verglichen. War die Ausgangsspannung des Messgerätes höher, höheren Druck als gefordert anzeigend, so wurde die Verdampferleistung erhöht. Verdampft wurde ebenfalls Titan. Durch Potentiallegung der Werkstücke wurde die Beschichtung durch Ionenplattierung vorgenommen. Durch Konstanzhaltung der SOLL-Spannung als Führungsgrösse wurde über den Schichtaufbau ein konstanter Reaktionsgrad γ erreicht.

Beispiel 2:

Durch Ionenplattieren wurde eine Beschichtung aus Titan-Wolfram-Nitrid erzeugt. Anstelle des Elektronenstrahlverdampfers wurde ein Lichtbogenverdampfer, wie in der EP-A 0 277 341 beschrieben, eingesetzt. Mittels des Lichtbogenverdampfers wurde Wolfram verdampft, während die vorgesehenen zwei Magnetronzerstäubungsquellen mit Titanargets bestückt waren. Wiederum wurde die Zerstäubungsleistung der Kathodenzerstäubungsquellen konstant gehalten, ebenso der Massefluss eingelassenen Stickstoffes. Durch Verstellung des Bogenstromes an Kathodenpunktverdampfer wurde dessen Verdampfungsrate regelnd gestellt. Zur Erzeugung von Gradienten des Reaktionsgrades γ über die sich aufbauende Schicht wurden Reaktivgasmassefluss und die Zerstäubungsleistungen der beiden Magnetronquellen variiert und gleichzeitig das Führungssignal, mit welchem das am Totaldruckmessgerät abgegriffene Signal verglichen wurde, nachgeführt, entsprechend dem zeitlich variablen Reaktionsgrad γ . Zur Erzeugung von Gradienten

der beiden schichtbeteiligten Metalle konnten weiter die Zerstäubungsleistungen der Zerstäubungsquellen mit Bezug auf diejenige der Verdampfungsquelle verändert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung des Stöchiometrieverhältnisses (γ) eines Feststoffes bei der Herstellung einer Schicht (F_xG_y) mit dem Feststoff durch ein plasmaunterstütztes reaktives Abscheideverfahren, bei dem mindestens ein Anteil des Feststoffes (F) in einer Vakuumatmosphäre mit einem Gas oder Gasgemisch (G) kathodenerstäubt wird und als Regelstellgrösse der Partialdruck des Gases bzw. des Gasgemisches (G) gestellt wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Partialdruck durch Verändern der Rate eines in die Atmosphäre verdampften, mit dem Gas bzw. dem Gasgemisch reagierenden Feststoffes gestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der verdampfte Feststoff mindestens ein Anteil des am Schichtaufbau beteiligten Feststoffes (F) ist oder ein an der Schichtbildung nicht beteiligter Feststoff, und dann das Ablagern des Reaktionsproduktes von verdampftem Feststoff und dem Gas bzw. dem Gasgemisch an der Schicht mindestens weitgehend verhindert wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Zerstäubungsrate (R_z) und der Reaktivgasfluss ($\dot{m}_G$) in einen Reaktionsprozessraum gesteuert werden, vorzugsweise mindestens nahezu je konstant oder entsprechend einem vorgegebenen zeitlich variierenden Verhältnis und im letzterwähnten Fall die Führungsgrösse (w) der Regelung mitgeführt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Totaldruck der Prozessatmosphäre als gemessene Regelgrösse eingesetzt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Feststoff durch Elektronenstrahlverdampfen oder Bogenverdampfen, wie z.B. Kathodenpunktverdampfen, Niedervolt-Bogenverdampfen, Hohlkathodenverdampfen verdampft wird, und/oder dass als Zerstäubungsquelle mindestens eine Magnetronzerstäubungsquelle eingesetzt wird.

6. Beschichtungsanlage zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1–5, mit einem Vakuumrezipienten, mit mindestens einer Zerstäubungsquelle sowie mit einer Gaseinlassanordnung, die mit mindestens einem Reaktivgastank verbunden ist zur plasmaunterstützten chemischen Abscheidungsbeschichtung von Werkstücken sowie mit einem Regelkreis für den Reaktionsgrad (γ) der Schicht, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich eine Verdampfungsquelle (35) vorgesehen ist, mit einem Ratenstelleingang (E_{RV}) und letzterer im Regelkreis als Stellereingang geschaltet ist.

7. Beschichtungsanlage nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Totaldruckmessaufnehmer (37) im Rezipienten (20) vorgesehen ist, der im Regelkreis zur Registrierung der gemessenen Regelgrösse (X_m) vorgesehen ist.

8. Beschichtungsanlage nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Verdampfungsquelle (35) ein Elektronenstrahlverdampfer oder ein Bogenverdampfer, wie z.B. ein Niedervolt-Bogenverdampfer oder Hohlkathodenverdampfer ist, und/oder dass die mindestens eine Zerstäubungsquelle (31) eine Magnetronzerstäubungsquelle ist.

9. Beschichtungsanlage nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Verdampfungsquelle (35) und einem Werkstückhalter (23) für Werkstücke (33) eine Abschrümung (45) vorgesehen ist.

10. Beschichtungsanlage nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass sie als Ionenplattieranlage ausgebildet ist und die Werkstücke, gesteuert, auf ein elektrisches Potential, welches von demjenigen einer Anode (20) für die Kathodenerstäubung abweicht, gelegt sind.

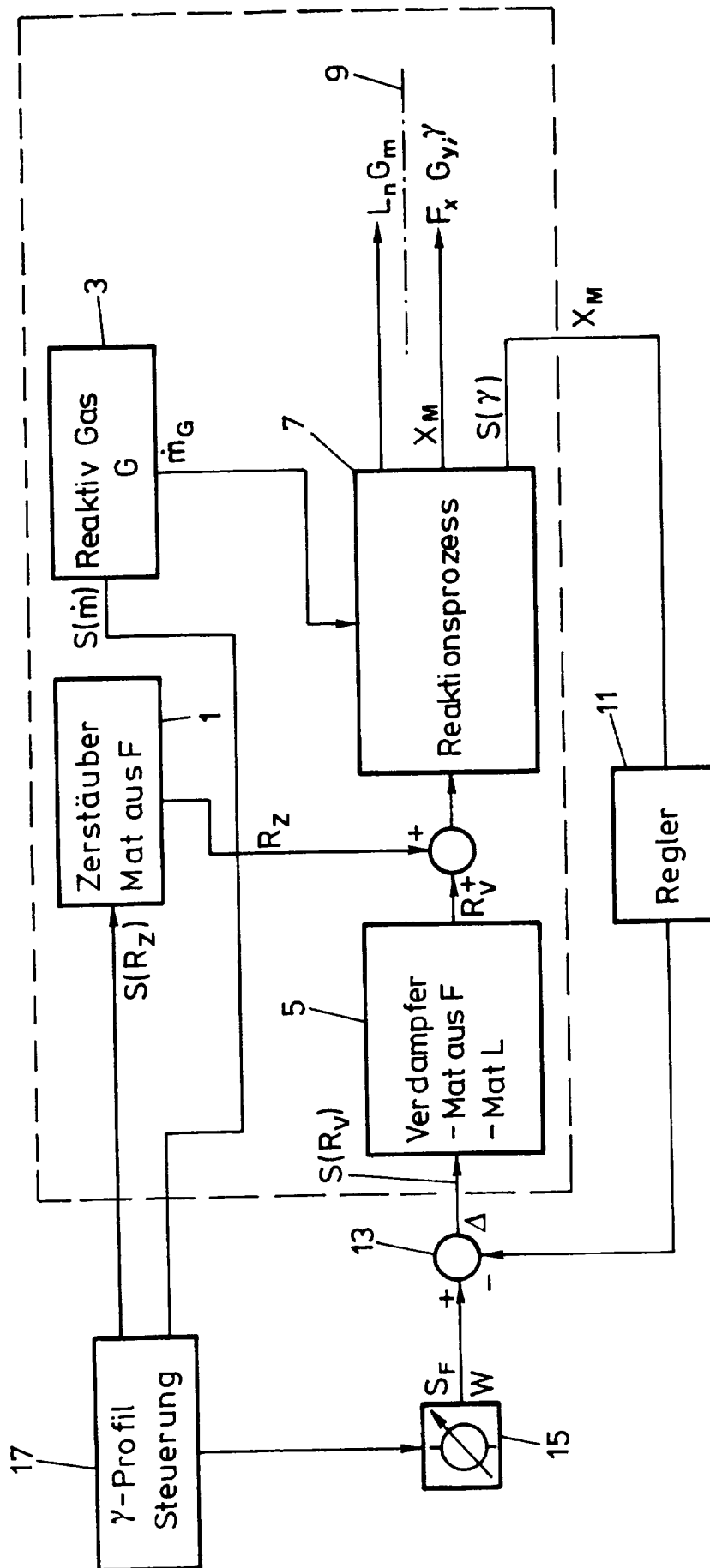


FIG.1

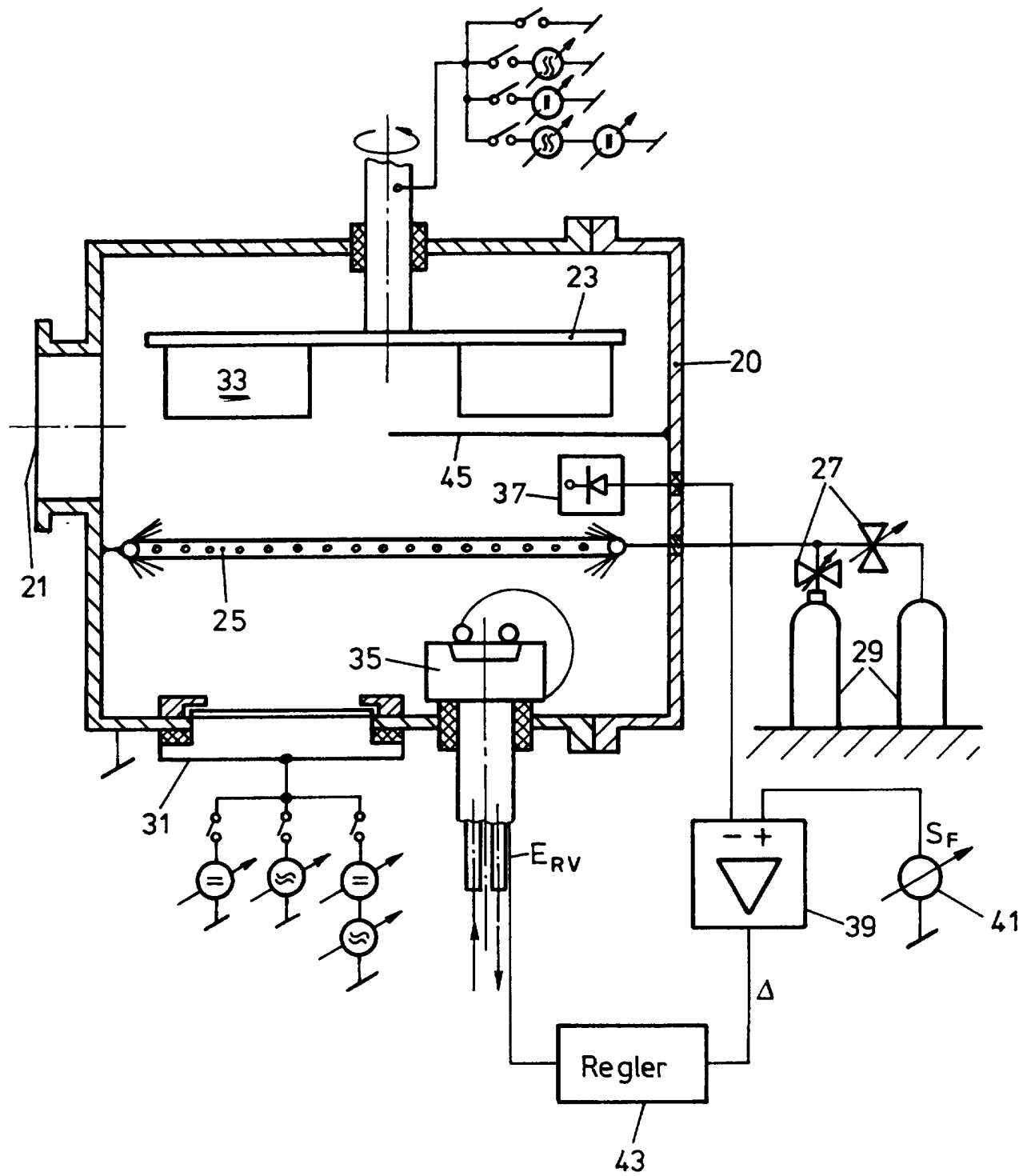


FIG. 2