(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
30. November 2000 (30.11.2000)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 00/71774 A1

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: C23C 14/00, 14/54, H01J 37/34

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH00/00286

(22) Internationales Anmeldedatum:
22. Mai 2000 (22.05.2000)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
964/99 25. Mai 1999 (25.05.1999) CH

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **BALZERS AKTIENGESELLSCHAFT** [LI/LI]; FL-9496 Balzers (LI).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **ZUEGER, Othmar** [CH/LI]; Oberfeld 94, FL-9495 Triesen (LI).

(74) Anwalt: **TROESCH SCHEIDEGGER WERNER AG**; Siewerdtstrasse 95, CH-8050 Zürich (CH).

(81) Bestimmungsstaaten *(national)*: CA, JP, KR, US.

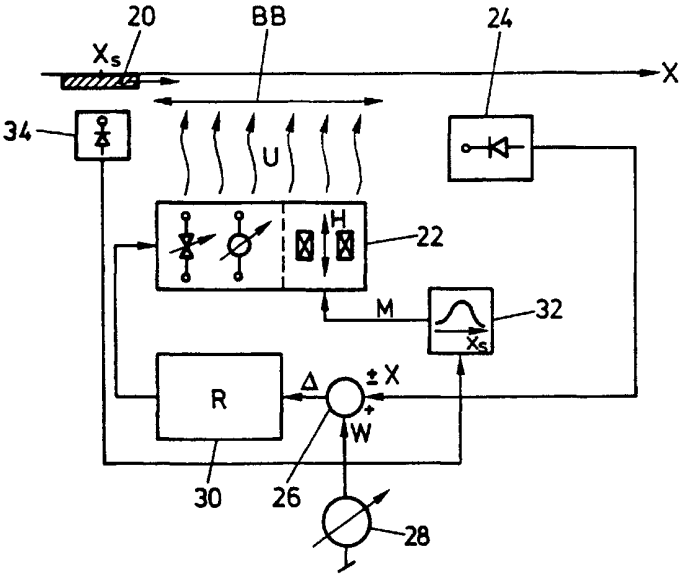
(84) Bestimmungsstaaten *(regional)*: europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Veröffentlicht:
— *Mit internationalem Recherchenbericht.*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: VACUUM TREATMENT INSTALLATION AND METHOD FOR PRODUCING WORKPIECES

(54) Bezeichnung: VAKUUMBEHANDLUNGSANLAGE UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON WERKSTÜCKEN



(57) Abstract: According to the invention, organs (22) are provided in the vacuum treatment chamber of a vacuum treatment installation which produce the treatment atmosphere (U) in said chamber and in a treatment area (BB). A sensor array (24) detects the atmosphere which currently prevails in the treatment area. Said sensor array (24) acts in a closed-loop as an actual value recorder and one of the organs (22) acts as an actuating member. The workpieces are transported through the treatment area (BB) in the chamber. The treatment atmosphere (U) in the treatment area (BB) is modulated over time according to a predetermined profile (M), using one of the organs.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 00/71774 A1

(57) Zusammenfassung: In der Vakuumbehandlungskammer einer Vakuumbehandlungsanlage sind Organe (22) vorgesehen, welche die Behandlungsatmosphäre (U) in der erwähnten Kammer und in einem Behandlungsbereich (BB) erstellen. Eine Sensoranordnung (24) erfasst die im Behandlungsbereich momentan vorherrschende Behandlungsatmosphäre. Die Sensoranordnung (24) wirkt in einem Regelkreis als IST-Wertaufnehmer, eines der Organe (22) als Stellglied. Die Werkstücke werden in der Kammer durch den Behandlungsbereich (BB) durchbewegt. Die Behandlungsatmosphäre (U) im Behandlungsbereich (BB) wird nach einem gegebenen Profil (M) in der Zeit moduliert mit Hilfe eines der Organe.

Vakuumbehandlungsanlage und Verfahren zur Herstellung von Werkstücken

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vakuumbehandlungsanlage mit einer Vakuumbehandlungskammer, mit Organen zum Erstellen einer Behandlungsatmosphäre in der Kammer, einer Sensoranordnung zur Erfassung der in einem Behandlungsbereich in der Kammer momentan vorherrschenden Behandlungsatmosphäre, wobei die Sensoranordnung IST-Wertaufnehmer, mindestens eines der Organe Stellglied eines Regelkreises für die Behandlungsatmosphäre ist, weiter mit einem durch den Behandlungsbereich getrieben bewegten Werkstückträger.

Im weiteren betrifft die vorliegende Erfindung Verfahren zum Herstellen von Werkstücken, bei welchen die Werkstücke in einer durch eine Regelung geführten Behandlungsatmosphäre bewegt werden.

Bei der Vakuumbehandlung von Werkstücken ist es bekannt, die Behandlungsatmosphäre durch eine oder mehrere Regelungen auf den Einhalt vorgegebener Eigenschaften zu regeln. Dies ist insbesondere dann notwendig, wenn die zur Realisation einer erwünschten Behandlungsatmosphäre in einer Vakuumbehandlungskammer ablaufenden Prozesse in erwünschten Arbeitspunkten an sich instabil sind und erst mittels einer Regelung stabilisiert werden können. Ein hierfür typisches Beispiel sind reaktive Sputterprozesse zur Beschichtung von Substraten mit nicht-leitenden, so typischerweise oxidischen Schichten, bei denen ein metallisches, DC-betriebenes Target, typischerweise eine Magnetronanordnung, in einer Reaktivgasatmosphäre eingesetzt wird. Nebst einem inerten Arbeitsgas, beispielsweise Argon, wird der Behandlungsatmosphäre das Reaktivgas, beispielsweise Sauerstoff

oder Stickstoff, zugeführt. Einerseits führt dies zu einer - gewollten - Beschichtung der Werkstücke mit einer oft elektrisch schlecht leitendenden Schicht, beispielsweise einer Oxidbeschichtung, aber auch zu einer Störbeschichtung des metallischen Targets. Ein solcher reaktiver Sputterprozess ist ohne Arbeitspunkt-Regelung im sogenannten Übergangsmode bzw. Intramode nicht stabil zu betreiben. Bezüglich der detaillierten Beschreibung von reaktiven Sputterprozessen im genannten Übergangsmode wird auf die US-A-5 423 970 derselben Anmelderin verwiesen, welche Schrift diesbezüglich zum integrierten Bestandteil der vorliegenden Beschreibung erklärt wird.
In derartigen Regelungen wird die Regelgrösse (IST-Wertmessung) durch Messung der Plasmalichtemission, beispielsweise bei einer spezifischen Spekrallinie, durch Messung der Targetspannung erfasst. Es wird für die gemessene Regelgrösse ein SOLL-Wert vorgegeben und entsprechend den Regelabweichungen beispielsweise der Fluss von Reaktivgas, im oben gegebenen Beispiel der Sauerstoffffluss, oder - falls nicht als Regelgrösse erfasst - die Targetspannung als Stellgrösse im erwähnten Regelkreis gestellt. Hierdurch wird der Betrieb, insbesondere eine Stabilisierung des Prozesses im erwünschten Arbeitspunkt, beispielsweise im erwähnten Übergangsmode, erreicht.

In den Figuren 1 bis 4 sind schematisch typische Vakuumbehandlungsanlagen letztgenannter Art dargestellt. Es sind solche Anlagen bzw. mit Anlagen dieser Art realisierte Werkstück-Herstellverfahren, an denen die noch zu beschreibenden Probleme erkannt und erfindungsgemäss gelöst wurden. Die erfindungsgemässen Lösungen können aber grundsätzlich an Anlagen und Verfahren eingangs genannter Art eingesetzt werden, woran der Behandlungsprozess bzw. die Behandlungsatmosphäre geregelt wird.

Substrate 1 werden auf einer - wie mit ω dargestellt - in einer Behandlungskammer drehenden Werkstückträgertrommel 3 an mindestens einer Sputterquelle 5 vorbeibewegt. Die Sputterquelle 5 mit metallischem, also elektrisch hoch leitendem Target, wird, üblicherweise als Magnetronquelle ausgebildet, DC-betrieben, oft zusätzlich mit zwischen einem DC-Speisegenerator und der Sputterquelle 5 zwischengeschalteter Choppereinheit, wie dies ausführlich in der EP-A-0 564 789 derselben Anmelderin beschrieben ist. Mit einer solchen Choppereinheit wird ein über den Sputterquellen-Anschlüssen liegender Strompfad intermittierend hoch- und niederohmig geschaltet.

In den Fig. 1 bis 4 sind der DC-Generator und die gegebenenfalls vorgesehene Choppereinheit jeweils in den Blöcken 7 der Sputterquellenspeisung dargestellt. In die Behandlungsatmosphäre U der Vakuumkammer wird, nebst einem Arbeitsgas G_A, beispielsweise Argon, ein Reaktivgas G_R, beispielsweise Sauerstoff O_2, eingelassen, insbesondere letzteres über Gasfluss-Stellventile 10.

Es bildet sich über den Sputterquellen 5 ein reaktives Plasma 9, in welchem die mit der Trommel 3 über den Sputterflächen durchbewegten Substrate bzw. Werkstücke 1 sputterbeschichtet werden. Weil nicht nur die Substrate 1 mit den im reaktiven Plasma 9 gebildeten, elektrisch schlecht leitenden Reaktionsprodukten beschichtet werden, sondern auch die metallischen Sputterflächen der Sputterquellen 5, ist der bis dahin beschriebene Beschichtungsprozess, insbesondere zum Erzielen möglichst hoher Beschichtungsraten, instabil. Deshalb wird insbesondere bei diesen Behandlungsverfahren bzw. -anlagen der Behandlungsprozess, dabei eigentlich die auf die Werkstücke 1

wirkende Behandlungsatmosphäre, im Behandlungsbereich BB durch eine Regelung stabilisiert.

Gemäss Fig. 1, als eine mögliche Realisationsvariante eines solchen Regelkreises, werden mittels eines Plasmaemissionsmonitors 12 die Intensitäten einer oder mehrerer der für die Lichtemission aus dem reaktiven Plasma 9 kennzeichnenden Spektrallinie(n) gemessenen und als gemessene Regelgrösse X_a einem Regler 14_a zugeführt.

Gemäss Fig. 2 wird, als gemessene IST-Grösse X_b des Regelkreises, mit einer Spannungsmesseinrichtung 16 die Targetspannung an der Sputterquelle 5 gemessen und einem Regler 14b zugeführt.

Bezüglich Erfassung der gemessenen Regelgrösse X entsprechen sich die Figuren 1 und 3 bzw. 2 und 4. An den Reglern 14a bzw. 14b werden die jeweils gemessenen Regelgrössen X_a bzw. X_b, zur Bildung jeweiliger Regeldifferenzen, mit den gemessenen Regelgrössen entsprechenden, vorzugsweise einstellbaren Führungswerten W_a bzw. W_b verglichen.

Nach Massgabe der gebildeten Regeldifferenzen an den Reglern 14a bzw. 14b und deren Verstärkung an bezüglich Frequenzverhalten gemäss den Regeln der Regelungstechnik bemessenen Übertragungsstrecken (nicht separat dargestellt) werden, ausgangsseits der Regler 14, Stellsignale S generiert. Gemäss den Fig. 1 und 2 werden die Stellsignale, entsprechend mit S_{aa} und S_{ba} bezeichnet, auf die Flusssteuerventile 10 für das Reaktivgas als Stellglieder geführt, welche so gestellt werden, dass die jeweilig gemessenen Regelgrössen X_a bzw. X_b auf die mittels der Führungsgrössen W_a bzw. W_b vorgegebenen Werte geführt bzw. dort gehalten werden.

Gemäss den Fig. 3 und 4 wird das ausgangsseitig der Regler 14a bzw. 14b generierte Stellsignal, entsprechend mit S_{ab} und S_{bb} bezeichnet, an die nun ihrerseits als Regelungsstellglieder wirkende Sputterquellen-Speisungen 7 geführt, sei dies an deren DC-Generatoren und/oder an deren gegebenenfalls vorgesehenen Choppereinheiten, wo der Chopper-duty-cycle gestellt wird.

Es handelt sich also bei den anhand von Fig. 1 bis 4 beispielsweise dargestellten Anlagen um Vakuumbehandlungsanlagen mit einer Vakuumbehandlungskammer, mit Organen zum Erstellen einer Behandlungsatmosphäre - nämlich insbesondere Sputterquelle und Reaktivgaszuführungen, einer Sensoranordnung zur Erfassung der in der Kammer momentan vorherrschenden Behandlungsatmosphäre - den beispielsweise beschriebenen Plasmaemissionsmonitoren bzw. Spannungsmessgeräten, wobei die Sensoranordnungen IST-Wertaufnehmer, mindestens eines der erwähnten Organe Stellglied jeweils eines Regelkreises für die Behandlungsatmosphäre bilden.

Für das Ablegen elektrisch schlecht oder nicht leitender Schichten mit Hilfe Freisetzens der einen Schichtmaterial-Komponente von elektrisch leitenden Targets besteht ein aus der US-A-5 225 057 bekanntes Vorgehen darin, in räumlich getrennten Behandlungsstufen erst die metallische Beschichtung vorzunehmen und diese darnach in einer Reaktivgasstufe, einer Oxidationsstufe, zu oxidieren. Bei diesem bekannten Vorgehen besteht ein Stabilitätsproblem bezüglich des Beschichtungsprozesses nicht, hingegen wird die hierzu eingesetzte Anlagekonfiguration - mehrstufig - relativ kompliziert.

Wie erwähnt, geht die vorliegende Erfindung von Behandlungsanlagen bzw. Herstellungsverfahren der anhand der Figuren 1 bis 4

erläuterten Art aus. Daran wurde erkannt, dass insbesondere bei breiten Substraten, mit einer Breite B grösser als die Ausdehnung A in gleicher Richtung, vorzugsweise fünfmal grösser, und/oder bei kleinem Durchmesser der Substrattrommel 3 sich über der Substratbreite B, aufgrund der nicht geradlinigen Bewegung der Substrate im Bereich BB und relativ zur Sputterquelle 5 eine ausgeprägte, angenähert parabolische Schichtdickenverteilung ergibt, wie dies in Fig. 11a dargestellt ist. Diese Schichtdicken-Verteilung ist als sogenannter "Sehneneffekt" bekannt.

Als wirksame Breite eines Substrates wird dessen linear gemessene Ausdehnung verstanden, in Richtung seiner Relativbewegung zur Sputterquelle 5; die entsprechende wirksame Sputterquellenausdehnung A ist deren linear gemessene Ausdehnung in derselben Richtung betrachtet.

Im weiteren kann die erwähnte "Substratbreite B" durchaus von mehreren nebeneinander liegenden, kleineren Substraten eingenommen werden, das angesprochene Substrat 21 ist dann eigentlich ein Batch-Substrat.

Im weiteren sei an dieser Stelle betont, dass beispielsweise mit Blick auf Fig. 1 die Substrate durchaus auf der Innenseite eines umlaufenden Karussells angeordnet werden können, welches eine Sputterquellenanordnung umläuft, auf einer bezüglich der Sputterquellenanordnung dann konkaven Bahn. Alle bisherigen und nachfolgenden Ausführungen, ausgehend von den Trommelanordnungen gemäss den Fig. 1 bis 4, gelten, analog, vollumfänglich für konkave Werkstückbewegungen bezüglich der Sputterquelle.

Die vorliegende Erfindung stellt sich zur Aufgabe, unabhängig von der Bewegungsbahn und -ausrichtung der in der Behand-

lungsatmosphäre bewegten Werkstücke, gezielt eine erwünschte Schichtdicken-Verteilung zu realisieren.

Dies wird an einer Vakuumbehandlungsanlage eingangs genannter Art dadurch erreicht, dass mindestens eines der Organe zum Erstellen der Behandlungsatmosphäre, in Funktion der Werkstückträger-Position, die Behandlungsatmosphäre im Behandlungsbereich nach einem gegebenen Profil moduliert.

Dabei ist nun zu berücksichtigen, dass bei der Anlage bzw. dem Verfahren eingangs genannter Art die Regelung, z.B. für die Stabilisierung des Behandlungsprozesses, die Behandlungsatmosphäre in einem SOLL-Zustand bzw. Arbeitspunkt hält.

Anders als aus der US 5 225 057 bekannt, wonach durch Variation der Sputterleistung beim Ablegen metallischer Schichten dem Sehneneffekt gegengewirkt wird, liegt vorliegendenfalls eine Regelung vor, welche sich einer Veränderung der Behandlungsatmosphäre widersetzt.

In einer ersten bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemässen Vakuumbehandlungsanlage ist am Regelkreis eine einstellbare SOLL-Wert-Vorgabeeinheit vorgesehen, wie dies anhand der Fig. 1 bis 4 erläutert wurde, und es wird die erfindungsgemäss vorgesehene Modulation synchron mit der Substratbewegung über Modulation des SOLL-Wertes realisiert.

In einer weiter bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemässen Anlagen wird die vorgesehene Regelung langsamer ausgeführt als die erfindungsgemäss vorgenommene Behandlungsatmosphären-Modulation. Demnach kann die Regelung der "Störgrössen"-Modulation gar nicht ausregelnd folgen. Es handelt sich mithin bei der erfindungsgemäss eingeführten Modula-

tion, regelungstechnisch, um das bewusste Einführen einer Störgrösse, die nicht ausgeregelt werden soll.

Umfasst, wie in der bevorzugten, bereits anhand der Fig. 1 bis 4 erläuterten Anlage, die Vakuumkammer eine Sputterquelle mit elektrisch leitendem Target und ist an die Kammer eine Reaktivgas-Tankanordnung angeschlossen mit einem Reaktivgas, welches mit dem durch die Sputterquelle freigesetzten Material zu einem elektrisch schlechter leitenden Material als Beschichtungsmaterial reagiert, so wird bevorzugterweise die Modulation an der elektrischen Quelle für die Speisung der Sputterquelle vorgenommen - dessen Strom oder Leistung -, sei dies bei bevorzugter DC-Speisung am DC-Generator selber und/oder an einem zwischen DC-Generator und Sputterquelle geschalteten Chopper, dessen duty-cycle erstellt wird.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist die erfindungsgemässe Anlage, als bewegter Werkstückträger, eine rotierend getriebene Trägertrommel auf mit an seiner Peripherie verteilten Werkstückaufnahmen. Die Modulation wird dann mit der Trommel-Drehbewegung synchronisiert und mit einer Repetitionsfrequenz angelegt, die der Werkstückträger-Durchlauffrequenz entspricht.

Im weiteren wird bevorzugterweise an der erfindungsgemässen Anlage eine Modulationsformen-Speichereinheit vorgesehen, mit mindestens einem, vorzugsweise mehr vorabgespeicherten Modulationsverläufen sowie mit einer Selektionseinheit zur selektiven Aufschaltung der jeweils erwünschten Modulationskurven auf das erwähnte Stellorgan.

Das erfindungsgemässe Verfahren eingangs genannter Art zur Herstellung von Werkstücken zeichnet sich dadurch aus, dass die

Behandlungsatmosphäre in einem Behandlungsbereich der Werkstück-Bewegungsbahn, in Funktion der Werkstück-Position, mit einem gegebenen Profil moduliert wird. Bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemässen Verfahrens sind in den Ansprüchen 7 bis 13 spezifiziert. Die erfindungsgemässe Anlage wie auch das erfindungsgemässe Verfahren eignen sich insbesondere zum Erstellen einer homogenen Schichtdickenverteilung an planen Substraten mit Durchmessern B grösser als die wirksame Ausdehnung A der Sputterquelle oder zur Erzeugung von vorgegebenen Schichtdicken-Verteilungen an Substraten, so insbesondere auch an nicht planen Substraten.

Die vorliegende Erfindung betrifft im weiteren grundsätzlich Verfahren zur Herstellung von Substraten, wobei der Sehneneffekt an den Substraten, die auf einer bezüglich einer Sputterquelle konvexen oder konkaven Kreisbahn an der Sputterquelle vorbeibewegt werden, kompensiert wird.

Aus der US-A-5 225 057 ist es bekannt, die Sputterleistung metallischer Targets zur Kompensation des vorerwähnten Sehneneffektes zu modulieren, und zwar so, dass bei zentrisch gegenüber der Sputterquelle liegenden Substraten die Sputterleistung ein Maximum durchläuft. Genauere Untersuchungen haben aber gezeigt, dass diese Modulationsart den angesprochenen Sehneneffekt nicht zu kompensieren vermag. Erstaunlicherweise muss nämlich, wie gezeigt werden wird, die Sputterleistung der Quelle in Funktion der Substratposition so moduliert werden, dass bei zentral gegenüber der Sputterquelle liegenden Substraten die Sputterleistung ein Minimum durchläuft.

Im weiteren werden erfindungsgemässe Herstellverfahren vorgeschlagen, bei denen insbesondere Auswirkungen des erwähnten

Sehneneffektes, bei bezüglich Sputterquelle konvexer oder konkaver Substratbewegung, durch Modulation des Reaktivgasflusses - bei den bevorzugt eingesetzten Reaktivbeschichtungsprozessen - und/oder der Arbeitsgasfluss, d.h. der Fluss eines Inertgases, behoben werden.

Bei Modulation der Sputterleistung und konkaver Bewegungsbahn der Substrate bezüglich der Sputterquelle wird bevorzugt die Sputterleistung bei zentrisch gegenüber der Sputterquelle liegenden Werkstücken auf ein Maximum moduliert.

Entsprechend wird bei konvexer Bewegungsbahn der Substrate bezüglich der Sputterquelle der Reaktivgasfluss so moduliert, dass bei zentrisch gegenüber der Sputterquelle liegenden Werkstücken dieser Fluss ein Maximum durchläuft, ist die Substratbewegungsbahn hingegen konkav, ein Minimum.

Wird allein oder in Kombination mit den übrigen angegebenen Modulationsgrössen der Arbeitsgasfluss erfindungsgemäss moduliert, so bevorzugt in einer Art und Weise, dass er bei konvexer Bewegungsbahn der Substrate bezüglich der Sputterquelle bei zentrisch gegenüber der Sputterquelle liegenden Werkstücken ein Minimum durchläuft, hingegen bei konkaver Bewegungsbahn ein Maximum.

Die Erfindung wird anschliessend beispielsweise anhand von Figuren erläutert. Diese zeigen:

Fig. 5 anhand einer Prinzipdarstellung, eine erfindungsgemässe Behandlungsanlage bzw. ein erfindungsgemässes Verfahren,

Fig. 6 schematisch, in Darstellung analog zu Fig. 5, eine erste Realisationsform der erfindungsgemässen Modulation,

Fig. 7 bis 10 in Darstellungen analog zu den Fig. 1 bis 4, die erfindungsgemässen Weiterbildungen der Anlagen gemäss den Figuren 1 bis 4 bzw. der entsprechenden Herstellungsverfahren,

Fig. 11 qualitativ (a) eine Schichtdickenverteilung an Substraten, bei deren Fertigung nach Verfahren bzw. mittels Anlagen gemäss den Fig. 1 bis 4; (b) bei für optimale Schichtdicken-Homogenität gewählter, erfindungsgemässer Modulation; (c) bei Überkompensation mit erfindungsgemässer Modulation, und

Fig. 12 qualitativ das Modulationssignal, erfindungsgemäss an den Anlagen gemäss den Fig. 7 bis 10 angelegt, um an den Substraten Schichtdickenverteilungen gemäss Fig. 11 (b) bzw., gestrichelt dargestellt, (c) zu erzielen.

In Fig. 5 ist schematisch, mit x bezeichnet, die Bewegungsbahn für ein innerhalb einer nicht dargestellten Vakuumbehandlungskammer zu behandelndes Werkstück 20 dargestellt. Die momentane Position des Werkstückes 20 entlang der Bewegungsbahn x ist mit x_s bezeichnet. Innerhalb der Behandlungskammer wird das Werkstück 20 in einem Behandlungsbereich BB in einer Behandlungsatmosphäre U behandelt.

Zur Erzeugung der Behandlungsatmosphäre U sind Organe in der Behandlungskammer vorgesehen bzw. mit ihr wirkverbunden, in Fig. 5 generell mit Block 22 dargestellt. Solche Organe können

gebildet sein z.B. durch steuerbare Ventilanordnungen für Gaseinlässe in die Behandlungskammer, insbesondere Reaktivgaseinlässe und/oder Arbeitsgaseinlässe, elektrische Speisespannungen für Plasmaentladungsstrecken, Heiz- oder Kühlorgane, Magnetanordnungen für die Erzeugung von Magnetfeldern in der Kammer. Es ist eine Sensoranordnung 24 vorgesehen, mittels welcher eine oder mehrere charakteristische Grösse(n) der Behandlungsatmosphäre U im Behandlungsbereich BB gemessen wird/werden. Ausgangsseitig ist die Sensoranordnung 24 mit einer Differenzbildungseinheit 26 wirkverbunden, welcher sie ein gemessenes Regelgrössensignal X zuführt. Der Differenzbildungseinheit 26 wird weiter, von einer vorzugsweise einstellbaren SOLL-Wert-Vorgabeeinheit 28, das SOLL-Wertsignal W zugeführt. Die an der Differenzbildungseinheit 26 resultierende Regeldifferenz wird über einen Regler 30 bzw. Verstärker auf mindestens eines der die Behandlungsatmosphäre U beeinflussenden Organe, als Stellglied, geführt.

Soweit entspricht, generalisiert, die in Fig. 5 beschriebene Anordnung den Ausführungen zu den Fig. 1 bis 4. Erfindungsgemäss wird nun, wie mit dem Positionsdetektor 34 in Fig. 5 schematisch dargestellt, die Momentanposition x_s eines zu behandelnden Werkstückes 20 erfasst und verfolgt. Das Ausgangssignal der Detektoranordnung 34 löst an einer Modulationseinheit 32 ein mit der Position X_s variierendes Modulationssignal M aus, welches mindestens einem der erwähnten, die Behandlungsatmosphäre U mitfestlegenden Organe im Block 22 gemäss Fig. 5 zugeführt wird. Damit wird die Behandlungsatmosphäre U im Behandlungsbereich BB entsprechend dem Modulationssignal M gezielt verändert, so dass das Werkstück 20, während des Durchlaufs durch den Behandlungsbereich BB, entsprechend der gewählten Mo-

dulation M mit einem erwünschten Behandlungsprofil entlang seiner zu behandelnden Oberfläche behandelt wird.

Eine erste Realisationsform der erfindungsgemässen Modulation ergibt sich dadurch, dass die Modulation wie in Fig. 6 dargestellt der Führungsgrösse W des Regelkreises aufgebracht wird und damit das Regelkreis-Stellglied auch zum Aufbringen der gezielten Modulation an die Behandlungsumgebung U eingesetzt wird.

In den Fig. 7 bis 10 sind die bereits beschriebenen, bevorzugten Anlagekonfigurationen gemäss den Fig. 1 bis 4 dargestellt, nun aber erfindungsgemäss weitergebildet. An der Trommel 3 wird als Positionsdetektor 34 gemäss Fig. 5 beispielsweise und bevorzugterweise ein Drehwinkel-Nehmer 36 eingesetzt, welcher - mit dem Drehpositionssignal ω_s - die Ausgabe des Modulationssignales $M(\omega_s)$ an einer Modulationseinheit 38 mit der Trommelbewegung und damit der Substratbewegung synchronisiert. Bevorzugterweise wird mit dem Modulationssignal $M(\omega_s)$ ein Organ für die Einstellung der Behandlungsatmosphäre U geführt, welches nicht als Stellglied des Regelkreises eingesetzt ist. Dies ist in den Fig. 7 bis 10 durchwegs so dargestellt.

In der in der bevorzugten Ausführungsform realisierten Stabilisierungsregelung des Prozesses, notwendig, um - wie eingangs erläutert - im Übergangsmode ab leitenden Targets mittels Reaktivgas schlecht oder nicht leitende Beschichtungen abzulegen, wird einerseits die Prozessstabilität, anderseits der Durchgriff der vorgesehenen Modulation $M(\omega_s)$ auf die Prozessatmosphäre gewährleistet, indem vorzugsweise das Frequenzverhalten des Regelkreises durch Vorsehen von Filtern 44, vorzugsweise

von Tiefpassfiltern oder Bandpassfiltern, weiter bevorzugt im Pfad der gemessenen Regelgrösse, angepasst wird.

In der bevorzugten Ausführungsform gemäss den Fig. 7 bis 10 erfolgt die Modulation zyklisch, entsprechend den jeweils an der Sputterquelle 5 vorbeilaufenden Substraten 1, wobei üblicherweise die Repetitionsfrequenz des periodischen Modulationssignals höher ist als die obere Grenzfrequenz des geschlossenen Regelkreises. So liegen typische Reaktionszeiten der dargestellten Prozessregelung im Bereich einiger hundert Millisekunden bis hin zu einigen Sekunden, während aufgrund der Trommel-Drehgeschwindigkeit ω und der Anzahl vorgesehener Substrate 1 die mit der Trommelbewegung synchronisierte, periodische Modulation eine höhere Repetitionsfrequenz aufweist.

Wie als Beispiel in Fig. 9 dargestellt, kann durchaus anstelle eines Drehwinkel-Nehmers 36, wie in den Fig. 7, 8 und 10 dargestellt, ein Positionsdetektor 40 das Erreichen vordefinierter Substratpositionen an der Trommelperipherie detektieren.

Wie im weiteren in den Fig. 9 und 10 dargestellt, werden bevorzugterweise an der Modulationseinheit 38 eine, vorzugsweise zwei oder mehr Modulationskurvenformen vorabgespeichert und mittels einer Selektionseinheit 42 für den jeweiligen Bearbeitunsprozess selektiv aktiviert. Mit den vorabgelegten, verschiedenen Modulationskurvenformen können unterschiedliche Substratbehandlungen an derselben Anlage berücksichtigt werden.

Wie in den Figuren 7 und 8 zusätzlich dargestellt, kann die erfindungsgemäss eingesetzte Modulation durch Modulation des Inertgas- bzw. Arbeitsgasflusses GA erfolgen, für sich allein oder gegebenenfalls in Kombination mit entsprechender Modulati-

on anderer hierzu geeigneter Prozessgrössen, wie Reaktivgasfluss, Sputterleistung.

Im weiteren ist gestrichelt in den Fig. 9 und 10 dargestellt, dass die erfindungsgemäss eingesetzte Modulation auch über das für die Regelung eingesetzte Stellglied - gemäss den erwähnten Figuren die Sputterleistung 7 - realisiert werden kann. Dabei erfolgt diese Modulation langsamer, als durch die Reaktionszeit des geschlossenen Regelkreises gegeben.

Das erfindungsgemässe Vorgehen wird insbesondere bevorzugt für reaktive Beschichtungsverfahren eingesetzt, insbesondere bei der Herstellung optischer Bauelemente. Es erstaunt, dass durch Einsatz der erfindungsgemässen Modulation sich gar für optische Bauelemente eignende, hohe Schichtqualitäten und Schichtprofile erzielt werden.

Insbesondere wird das erfindungsgemässe Vorgehen dann eingesetzt, wenn die eingangs definierte Breite B der Substrate bzw. eines Substrat-Batches grösser ist als die zugeordnete Sputterquellenausdehnung A, vorzugsweise wesentlich grösser, insbesondere mindestens fünfmal grösser.

In Fig. 11 zeigt qualitativ die Kurve (a) die auf einem planen Substrat 1 gemäss den Fig. 1 bis 4 durch Sputtern ab der Quelle 5 aufgebrachte Schichtdickenverteilung, und zwar unabhängig davon, ob es sich um das Ablegen von Targetmaterial-Schichten im metallischen Mode oder um das Ablegen von wie im Intramode bzw. Übergangsmode zu elektrisch nicht leitenden Schichten reagierten Schichtmaterialien handelt. Durch Aufbringen einer Modulation $M(\omega_s)$ gemäss den Fig. 7 bis 10 und wie in Fig. 12 dargestellt, kann der Verlauf (a) von Fig. 11 exakt kompensiert werden, es ergibt sich eine Schichtdickenverteilung an den

Substraten, wie mit (b) in Fig. 11 dargestellt. Bei Überkompensation mit der eingesetzten Modulation, wie beispielsweise in Fig. 12 gestrichelt dargestellt, ergibt sich eine Schichtdikkenverteilung, wie sie in Fig. 11 bei (c) wiedergegeben ist. An den Stellen P_1, P_2 ... von Fig. 12 durchläuft die modulierte Behandlungsatmosphäre ein Intensitäts-Minimum, dort liegen die jeweiligen Substrate 1 zentriert der Sputterquelle gegenüber.

Es versteht sich von selber, dass bei Übergang von konvexer Bewegungsbahn auf konkave, bezüglich der Sputterquelle, die bevorzugt eingesetzten Minimum/Maximum-Zuordnungen der Modulationen invertiert werden.

Demnach wurde erkannt, dass bei Anlagen der in den Fig. 1 bis 4 dargestellten Art auch bei Sputterbeschichten im Metallmode, d.h. ohne Reaktivgas, durch Minimalisierung der Sputterleistung dann, wenn die Substrate zentriert über der Sputterquelle liegen, der Sehneneffekt kompensiert werden kann.

Es ergibt sich dadurch eine optimale Gleichförmigkeit der Schichtdicke über der Substratbreite B, was z.B. bei Substratbreiten von mindestens 12 cm von wesentlicher Bedeutung ist. Die Anpassung der Modulationskurvenformen erlaubt dabei, gezielt erwünschte Behandlungs-, im bevorzugten Fall Beschichtungsverteilungen, zu erzielen. Auch mechanische Ungenauigkeiten der Anlagenkonfiguration, wie beispielsweise von Substratträgern, können durch entsprechend ausgelegte Modulationsformen kompensiert werden. Erwünschtenfalls ist es auch möglich, bei gleichzeitig auf der Trommel 3 vorgesehenen Werkstücken, die aber mit unterschiedlichen Schichtdicken-Verteilungen zu beschichten sind, dies durch Aufschalten jeweils unterschiedlicher Modulationskurvenformen zu realisieren, z.B. durch Zähler

(nicht dargestellt) wird dann detektiert, welche der Substrate momentan in den Behandlungsbereich BB der Sputterquelle einfahren, und es wird die entsprechend zugehörige Modulationskurvenform mit der Selektionseinheit 42 aktiviert.

Die Möglichkeit, dass erfindungsgemäss die Schichtdickenverteilung an den vorbeibewegten Substraten gezielt eingestellt wird, ermöglicht es, die Präzisionsanforderungen an die Behandlungsanlage - insbesondere, was deren Werkstückträger und exakte Positionierung der Sputterquelle anbelangt - zu verringern. Dadurch primär entstehende, unerwünschte Schichtdickenverteilungen werden mit der erfindungsgemäss eingesetzten Modulation kompensiert.

Im weiteren können auch gezielt bestimmte erwünschte Schichtdicken-Verteilungen bzw. -Profile, z.B. für Gradientenfilter, realisiert werden. Ein wesentlicher Aspekt der vorliegenden Erfindung ist es auch, nichtebene Substrate, beispielsweise Linsenkörper, mit einer gleichförmigen Schichtdickenverteilung zu beschichten.

Patentansprüche:

1. Vakuumbehandlungsanlage mit einer Vakuumbehandlungskammer, mit Organen (22) zum Erstellen einer Behandlungsatmosphäre (U) in einem Behandlungsbereich (BB), einer Sensoranordnung (24) zur Erfassung der im Behandlungsbereich momentan vorherrschenden Behandlungsatmosphäre (U), wobei die Sensoranordnung IST-Wertaufnehmer, mindestens eines der Organe Stellglied eines Regelkreises für die Behandlungsatmosphäre im Behandlungsbereich ist, weiter mit einem in der Kammer durch den Behandlungsbereich bewegten Werkstückträger, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eines der Organe (22) in Funktion der Werkstückträgerposition (X_s) die Behandlungsatmosphäre (U) im Behandlungsbereich (BB) nach einem gegebenen Profil (M) moduliert.

2. Behandlungsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass am Regelkreis eine einstellbare SOLL-Wertvorgabeeinheit (28a) vorgesehen ist und die Modulation (M) über Modulation des SOLL-Wertes (W(M)) erfolgt.

3. Anlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Modulation (M) in einem Frequenzbereich erfolgt, welcher über der oberen Grenzfrequenz des geschlossenen Regelkreises der Regelung liegt.

4. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass in der Vakuumkammer mindestens eine Sputterquelle (5) mit elektrisch leitendem Target vorgesehen ist, weiter die Kammer an eine Reaktivgas-Tankanordnung mit einem Reaktivgas (G_R) angeschlossen ist, welches mit dem durch die Sputterquelle freigesetzten Material zu einem elektrisch schlechter leitenden Material als Beschichtungsmaterial reagiert und dass die Modulation an der elektrischen Quelle (7) für die Sputter-

quelle (5) vorgenommen wird, dabei vorzugsweise an einem DC-Speisegenerator für die Sputterquelle und/oder an einer zwischen einem DC-Speisegenerator und der Sputterquelle geschalteten Choppereinheit.

5. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der bewegte Werktstückträger durch eine in der Kammer getrieben rotierende Trägertrommel (3) oder ein Trägerkarussell gebildet ist mit daran verteilten Werkstückaufnahmen, und dass die Modulation mit der Trommel-/Karussel-Drehbewegung (ω) synchronisiert ist und mit einer Repetitionsfrequenz vorgenommen wird, die der Werkstückträger-Durchlauffrequenz an einem kammerfesten Ort im Bereich der Trommel bzw. des Karussells (3) entspricht.

6. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine Modulationsformen-Speichereinheit (38) vorgesehen ist mit mindestens einem, vorzugsweise mehr als einem vorab gespeicherten Modulationsverlauf und eine Selektionseinheit (42) vorgesehen ist zum selektiven Aufschalten des erwünschten Modulationsverlaufes auf das mindestens eine Organ.

7. Verfahren zur Herstellung von Werkstücken, bei dem die Werkstücke einer Vakuumbehandlung zugeführt werden, worin sie durch eine durch eine Regelung geführte Behandlungsatmosphäre (U) in einem Behandlungsbereich (BB) durchgebewegt werden, dadurch gekennzeichnet, dass die Behandlungsatmosphäre (U) im Behandlungsbereich in Funktion der Werkstückposition (X_S) mit einem vorgegebenen Profil (M) moduliert wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Modulation durch Modulation des SOLL-Wertes (W(M)) an der Regelung vorgenommen wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Modulation mit einem Frequenzspektrum vorgenommen wird, welches über der oberen Grenzfrequenz der geschlossenen Regelung liegt.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkstücke in der Vakuumkammer an einer Sputterquelle (5) mit elektrisch leitendem Target vorbeibewegt werden, in die Kammer ein Reaktivgas (G_R) eingelassen wird, womit das von der Sputterquelle (5) freigesetzte Material eine elektrisch schlechter leitende Verbindung als Beschichtungsmaterial für die Werkstücke eingeht, und dass die Modulation an der elektrischen Sputterquellenspeisung (7) vorgenommen wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Sputterquelle (5) von einem DC-Generator gespiesen wird und vorzugsweise zwischen Generator und Sputterquelle ein gesteuert hoch- und niederohmig geschalteter Strompfad die Sputterquellen-Speisungsanschlüsse überbrückt.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass Werkstücke periodisch an einer Behandlungsquelle (5) in der Kammer vorbeibewegt werden und die Modulation synchronisiert mit der periodischen Werkstück-Durchbewegung vorgenommen wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkstücke auf einer bezüglich der Behandlungsquelle konvexen oder konkaven Kreisbahn (3) an der Quelle (5) vorbeibewegt werden.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass verschiedene Modulationskurven-Verläufe vor-

abgespeichert werden und selektiv für die Modulation der Behandlungsatmosphäre aktiviert werden.

15. Verwendung der Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6 bzw. des Verfahrens nach einem der Ansprüche 7 bis 14 für das Behandeln planer Substrate mit einer Ausdehnung grösser als diejenige der Sputterquelle, insbesondere zu deren Beschichtung, insbesondere zu deren reaktivem Sputterbeschichten.

16. Verwendung der Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6 bzw. des Verfahrens nach einem der Ansprüche 7 bis 14 für das Ablegen von vorgegebenen Schichtdicken-Verteilungsprofilen an Substraten, insbesondere bei reaktiver Beschichtung.

17. Verfahren zur Herstellung von Werkstücken, bei dem die Werkstücke einer Vakuumbehandlung zugeführt werden, bei der sie an einer Sputterquelle (5) vorbeibewegt werden, auf einer bezüglich Sputterquelle konvexen oder konkaven Kreisbahn (3), dadurch gekennzeichnet, dass man die Sputterquellenleistung in Funktion der Substratposition so moduliert, dass bei zentrisch gegenüber der Sputterquelle (5) liegenden Werkstücken (1) die Sputterleistung bei konvexer Kreisbahn ein Minimum durchläuft, bei konkaver ein Maximum.

18. Verfahren zur Herstellung von Werkstücken, bei dem die Werkstücke einer reaktiven Vakuumbehandlung zugeführt werden und bei dem sie an einer Sputterquelle (5) vorbeigewegt werden, auf einer bezüglich Sputterquelle konvexen oder konkaven Kreisbahn (3), dadurch gekennzeichnet, dass man den Reaktivgasfluss in Funktion der Substratposition moduliert, vorzugsweise so, dass bei zentrisch gegenüber der Sputterquelle liegendem Werkstück der Fluss des Reaktivgases bei konvexer Kreisbahn ein Maximum durchläuft, bei konkaver hingegen ein Minimum.

19. Verfahren zur Herstellung von Werkstücken, bei dem die Werkstücke einer Vakuumbehandlung zugeführt werden, bei der sie an einer Sputterquelle (5) vorbeibewegt werden, auf einer bezüglich Sputterquelle konvexen oder konkaven Kreisbahn (3), dadurch gekennzeichnet, dass man den Arbeitsgasfluss in Funktion der Substratposition moduliert, vorzugsweise, dass bei zentrisch gegenüber der Sputterquelle liegendem Werkstück der Fluss bei konvexer Bahn ein Minimum durchläuft, bei konkaver ein Maximum.

20. Verfahren zur Herstellung von Werkstücken nach mindestens zwei der Ansprüche 17 bis 19.

21. Verwendung der Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6 bzw. des Verfahrens nach einem der Ansprüche 7 bis 14 bzw. nach mindestens einem der Ansprüche 17 bis 19 für die Beschichtung optischer Bauteile, vorzugsweise für deren reaktive Beschichtung.

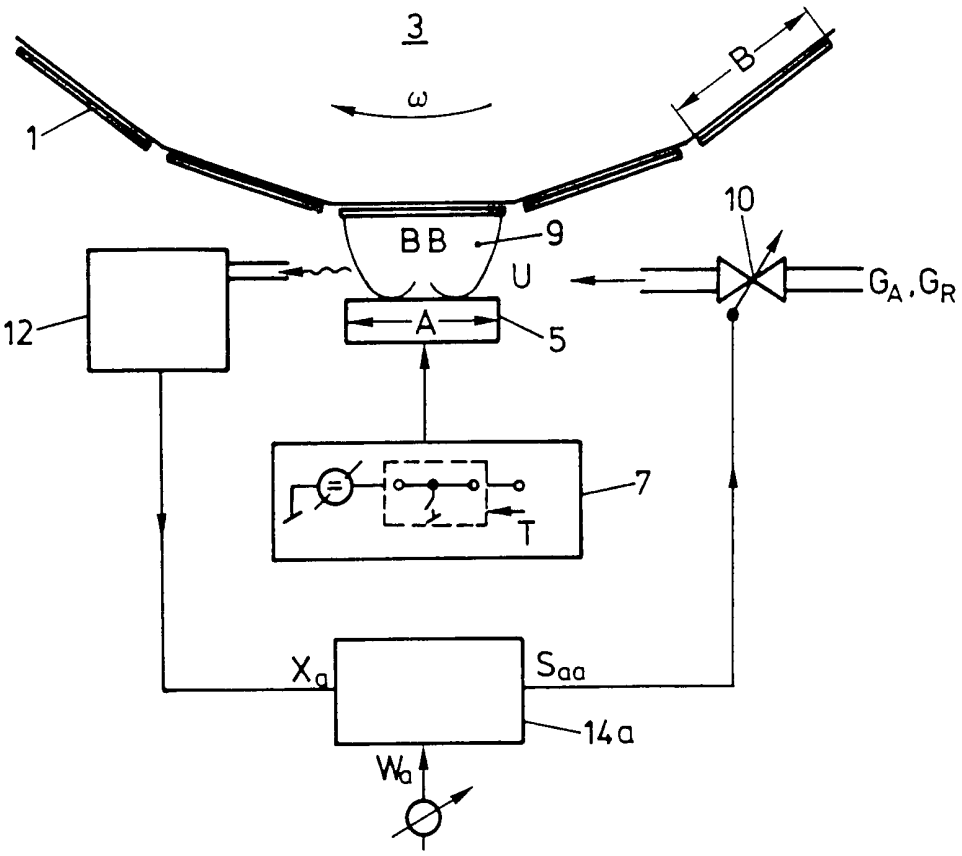

3
ω
B
1
10
BB
9
U
G_A, G_R
12
A
5
7
T
X_a
S_{aa}
14a
W_a

FIG.1

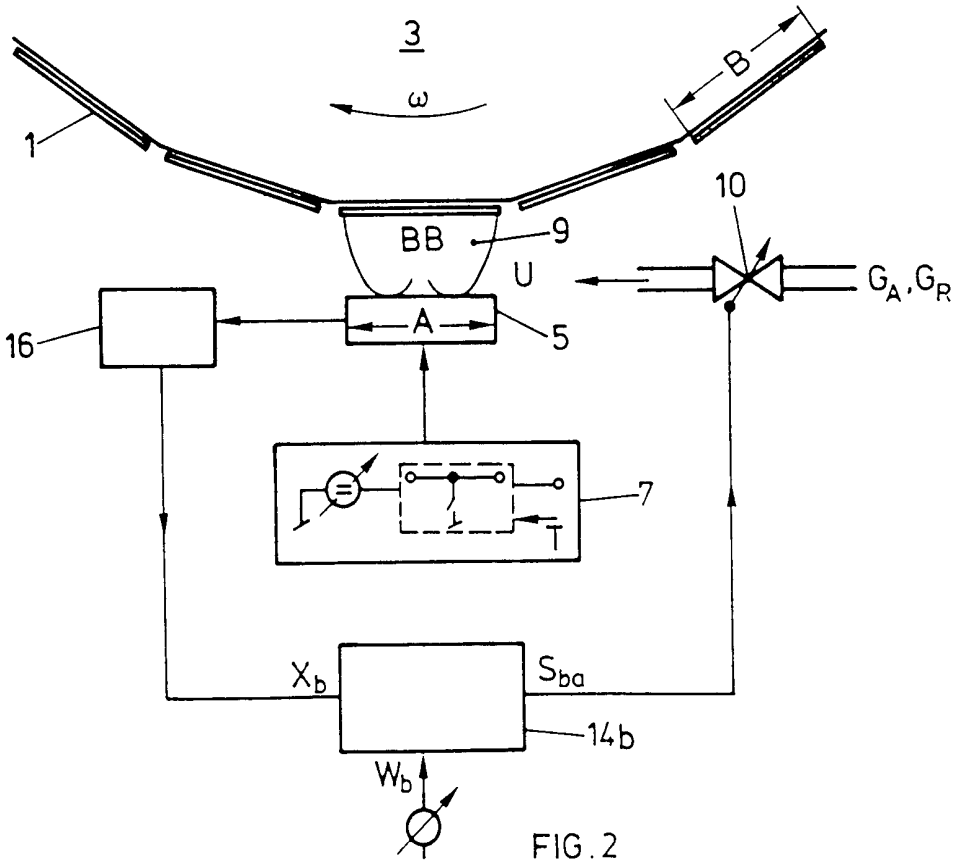

3
ω
B
1
10
BB
9
U
G_A, G_R
16
A
5
7
T
X_b
S_{ba}
14b
W_b

FIG.2

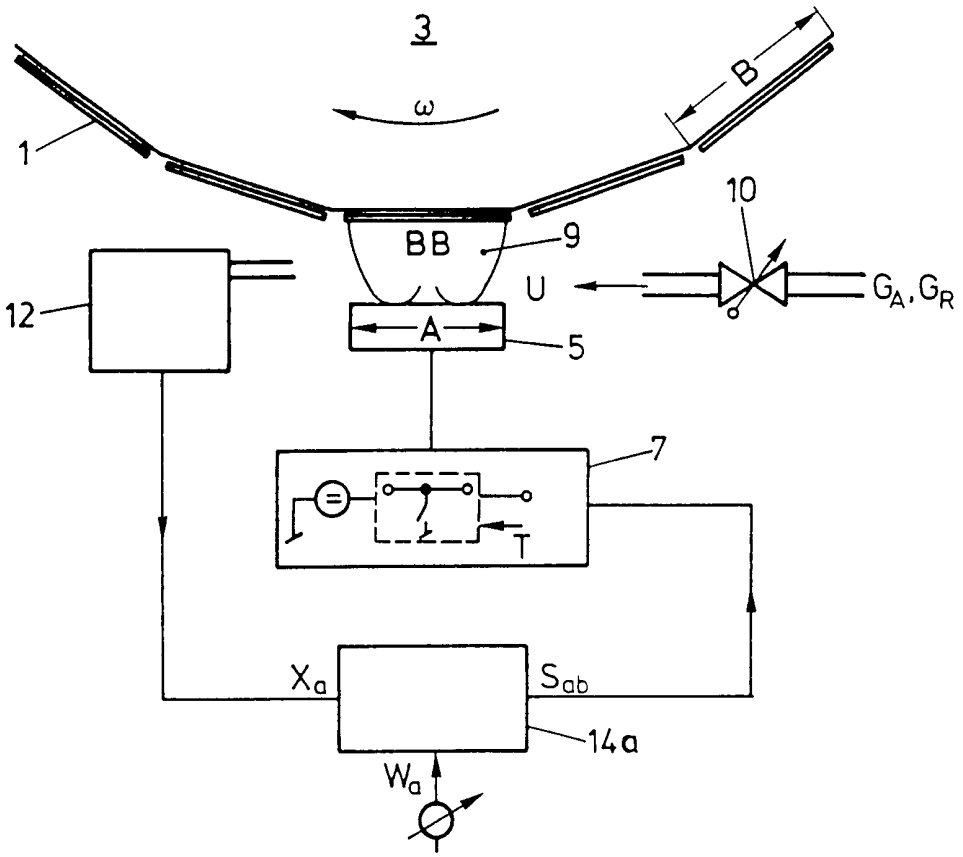

3
ω
B
1
10
BB
9
U
G_A, G_R
12
A
5
7
T
X_a
S_{ab}
14a
W_a

FIG.3

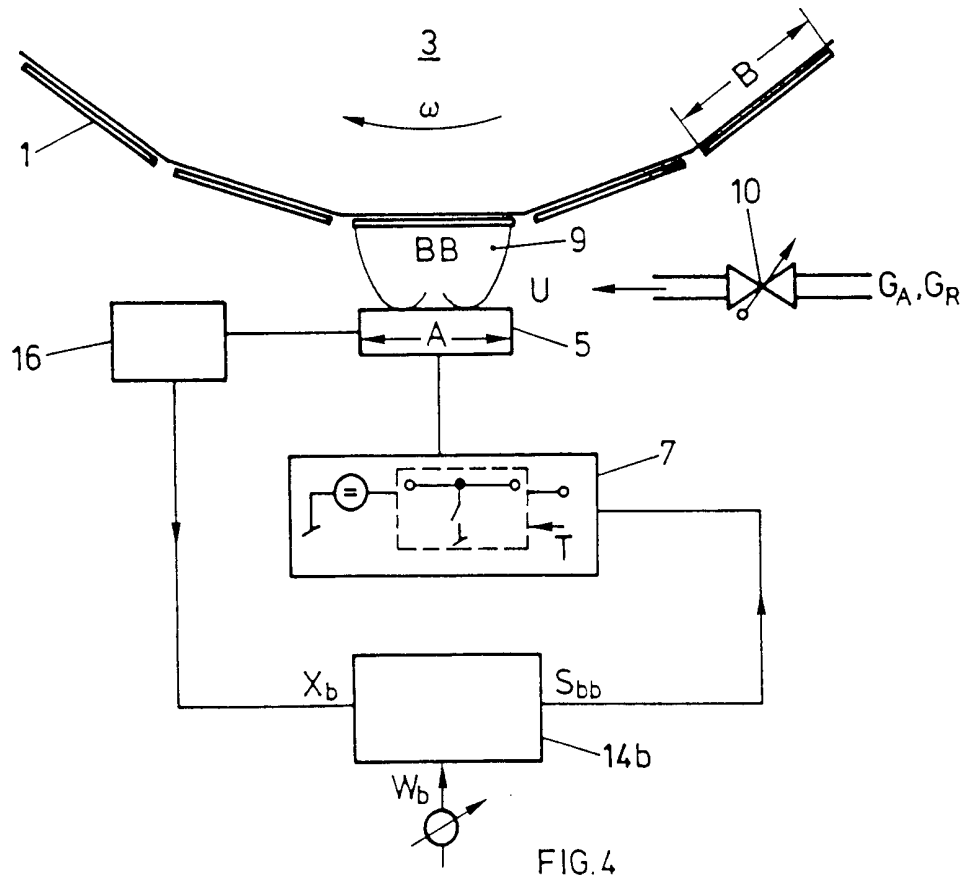

3
ω
B
1
10
BB
9
U
G_A, G_R
16
A
5
7
T
X_b
S_{bb}
14b
W_b

FIG.4

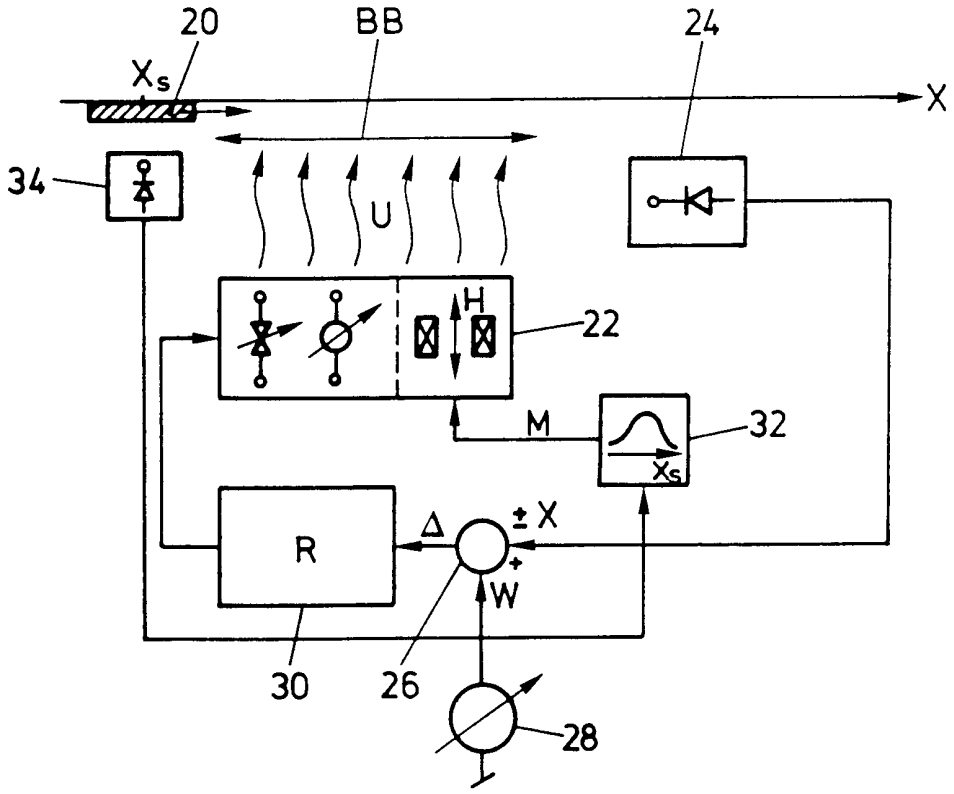

20
BB
24
Xs
X
34
U
H
22
M
32
Xs
R
Δ
± X
+
W
30
26
28

FIG.5

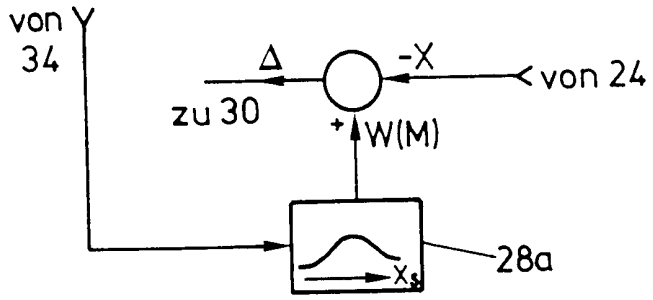

von Y
34
Δ
-X
von 24
zu 30
+
W(M)
28a
Xs

FIG.6

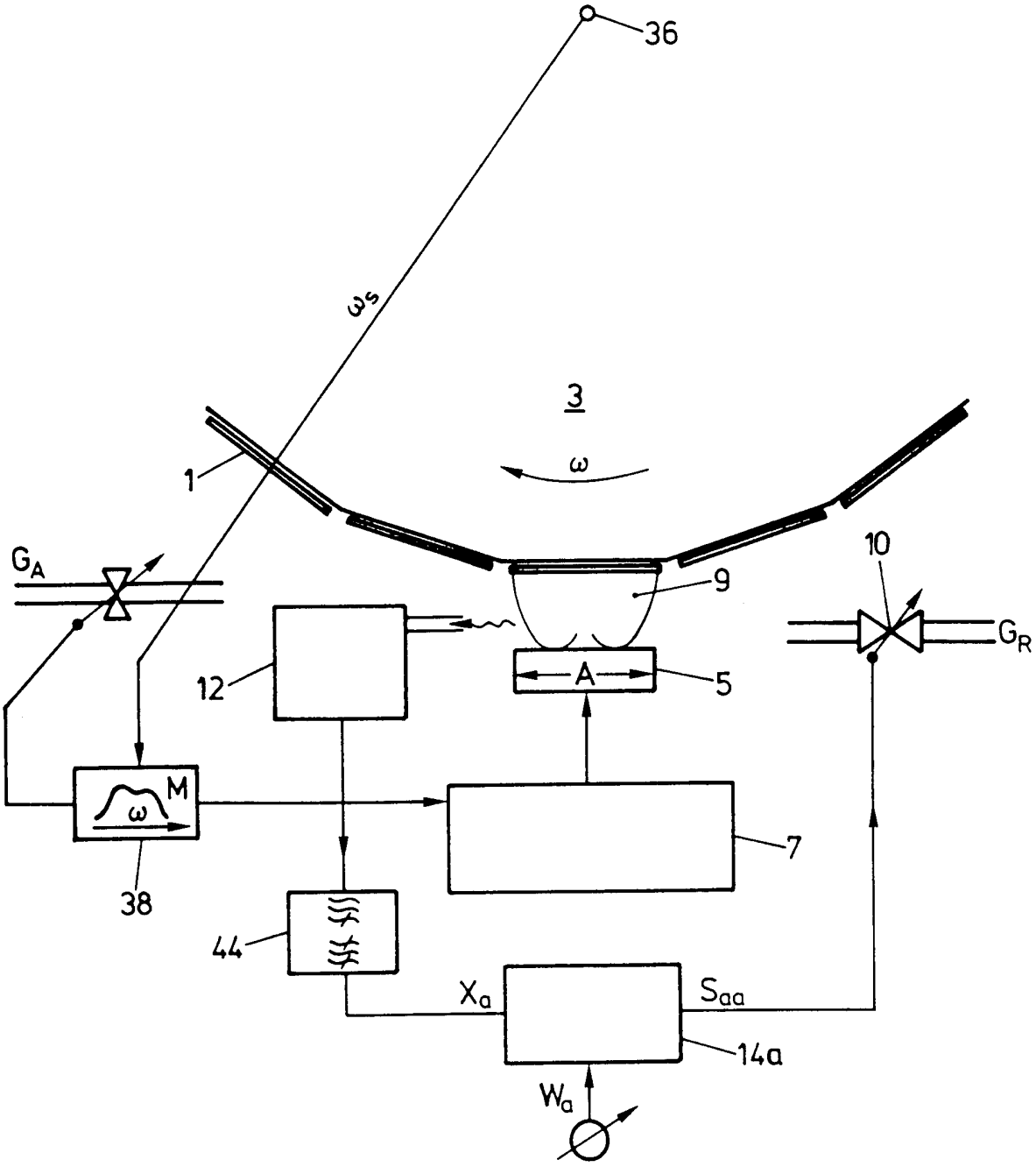


FIG.7

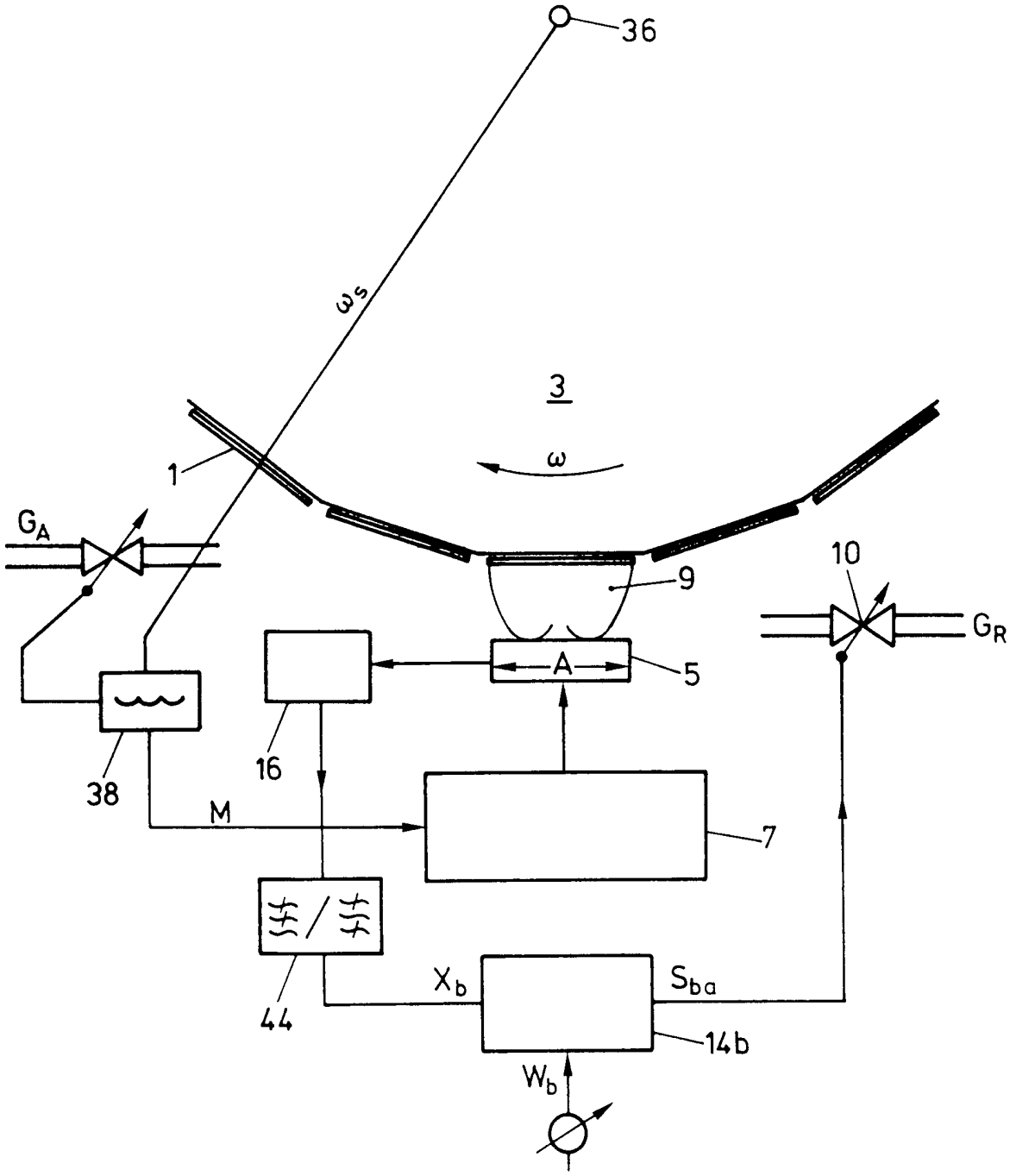


FIG.8

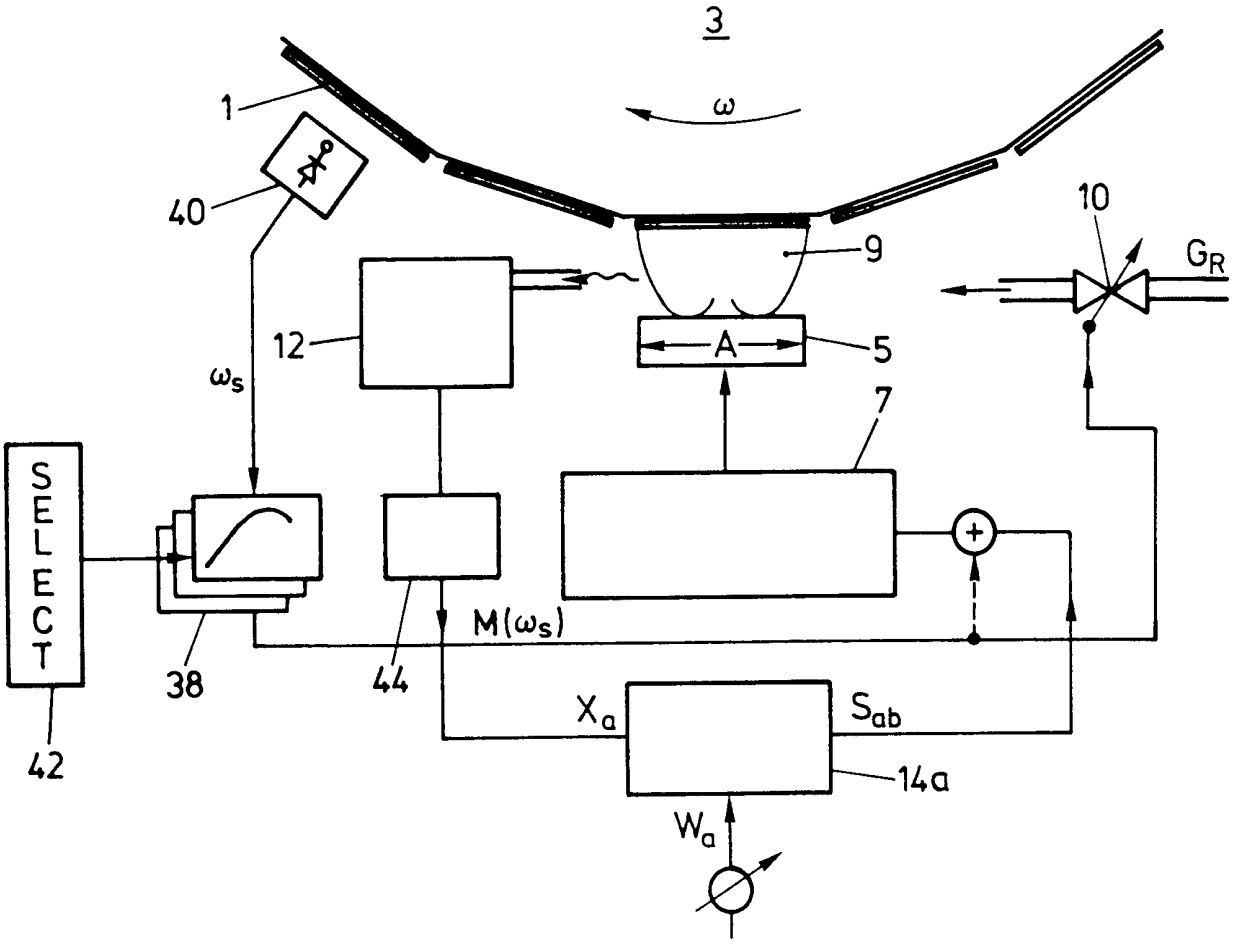

3
1
ω
40
10
9
G_R
12
A
5
ω_s
7
SELECT
$M(\omega_s)$
38
44
X_a
S_{ab}
14a
W_a
42

FIG.9

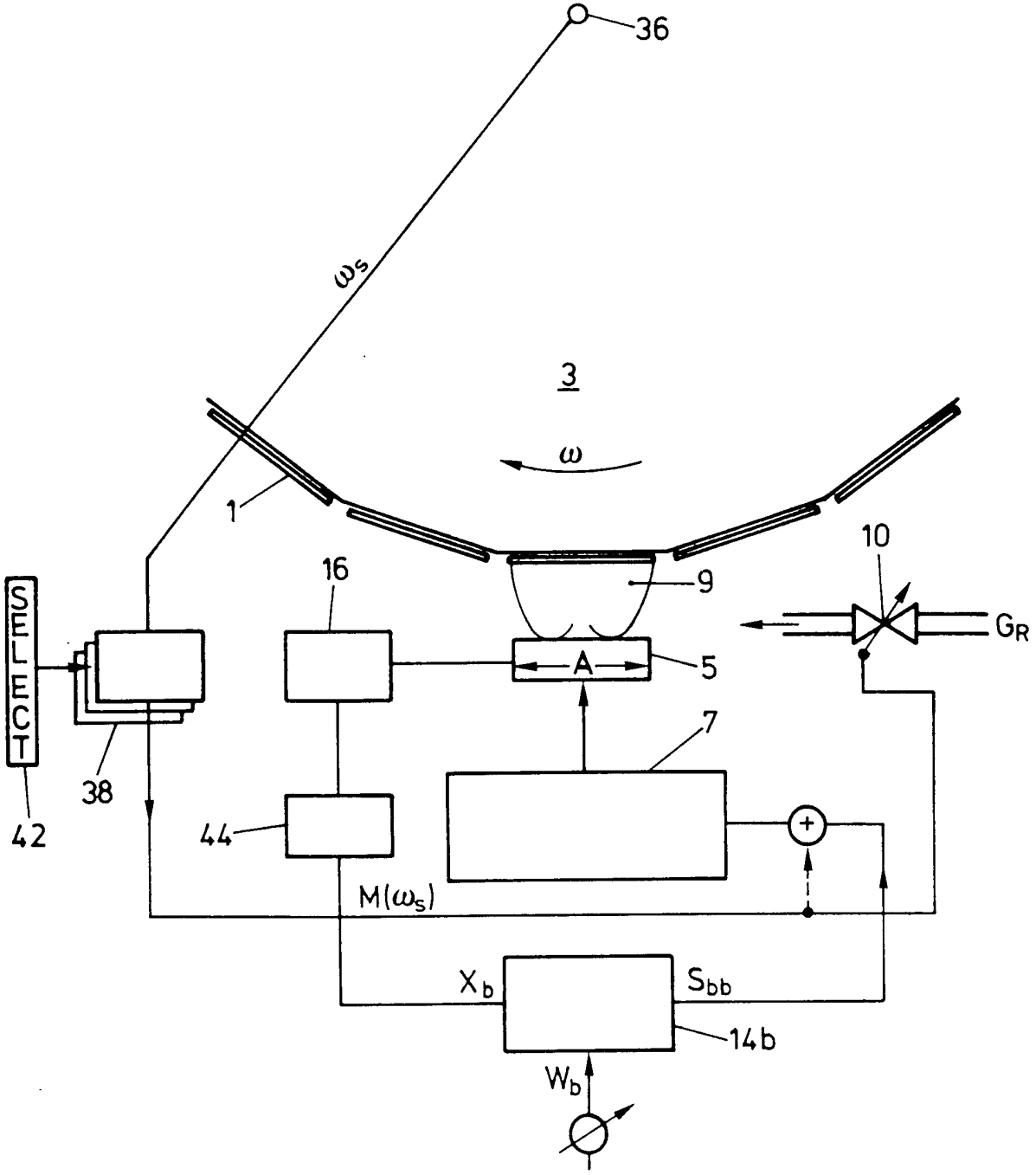

36
ω_s
3
ω
1
10
16
9
G_R
A
5
7
SELECT
38
42
44
$M(\omega_s)$
X_b
S_{bb}
14b
W_b

FIG.10

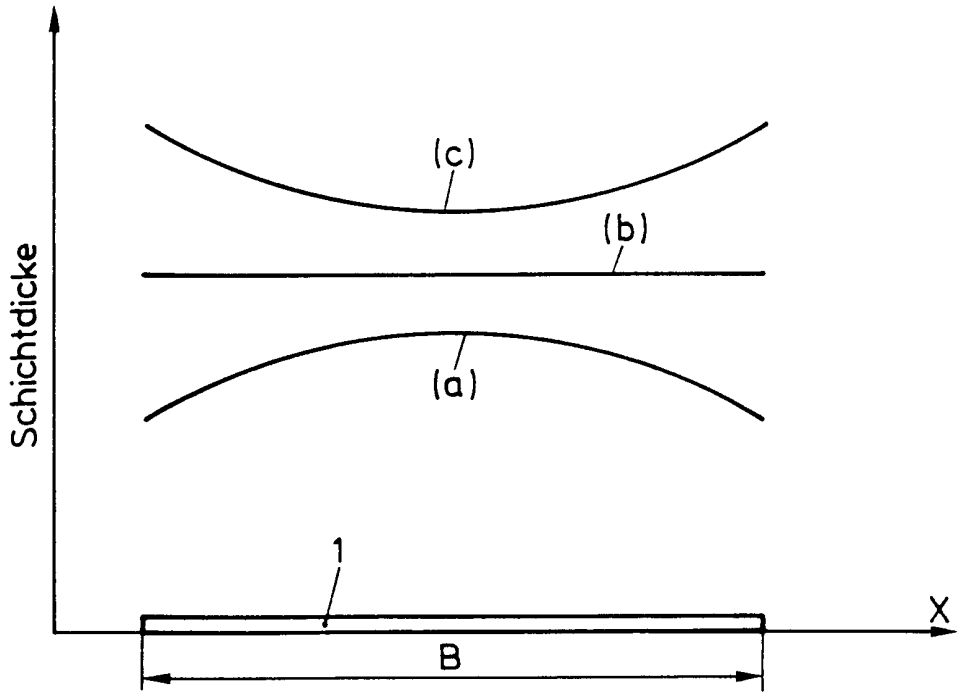


FIG.11

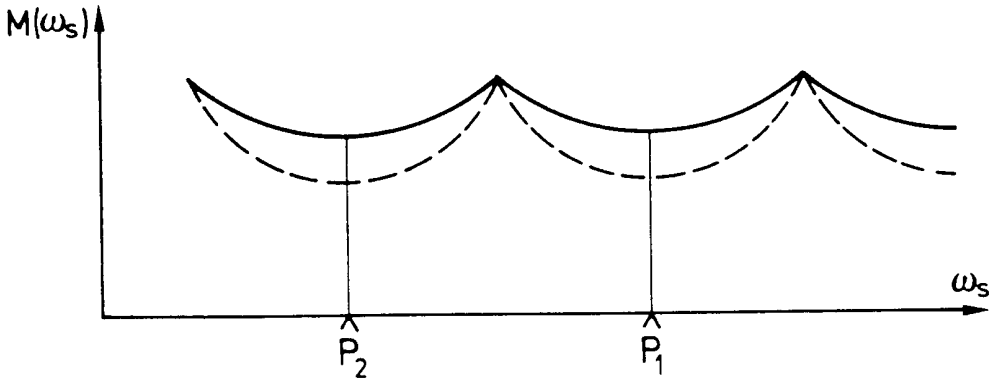


FIG.12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/CH 00/00286

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 C23C14/00 C23C14/54 H01J37/34

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 C23C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal, PAJ, WPI Data, IBM-TDB

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	GB 813 251 A (STANDARD TELEPHONES AND CABLES LTD) 13 May 1959 (1959-05-13) the whole document	1,5-7, 12-14,16 2-4, 8-11,15, 17-21
X A	US 5 225 057 A (LEFEBVRE PAUL M ET AL) 6 July 1993 (1993-07-06) cited in the application column 15, line 5 - line 64; figures 18-25	7,10,12, 13,17, 20,21 1-6,8,9, 11, 14-16, 18,19

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
10 August 2000	18/08/2000

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Ekhult, H

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/CH 00/00286

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication,where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 271 (C-1203), 24 May 1994 (1994-05-24) & JP 06 041732 A (MITSUBISHI KASEI CORP), 15 February 1994 (1994-02-15)	7
A	abstract	1-6,8-21
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 071 (C-0913), 21 February 1992 (1992-02-21) & JP 03 264667 A (SHIN MEIWA IND CO LTD), 25 November 1991 (1991-11-25) abstract	7
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 05, 31 May 1999 (1999-05-31) & JP 11 050239 A (KOBE STEEL LTD), 23 February 1999 (1999-02-23) abstract	1-21
A	US 5 423 970 A (KUEGLER EDUARD) 13 June 1995 (1995-06-13) cited in the application column 11, line 41 -column 12, line 64	1-21

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/CH 00/00286

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 813251 A		NONE	
US 5225057 A	06-07-1993	US 4851095 A	25-07-1989
		US 5798027 A	25-08-1998
		AT 151119 T	15-04-1997
		AT 183245 T	15-08-1999
		DE 68927920 D	07-05-1997
		DE 68927920 T	17-07-1997
		DE 68929053 D	16-09-1999
		DE 68929053 T	03-02-2000
		EP 0328257 A	16-08-1989
		EP 0655515 A	31-05-1995
		JP 2004967 A	09-01-1990
		KR 9204846 B	19-06-1992
		US 5618388 A	08-04-1997
		US 5124013 A	23-06-1992
		US 5879519 A	09-03-1999
		CA 2021367 A	19-01-1991
		EP 0409451 A	23-01-1991
		JP 2695514 B	24-12-1997
		JP 3229870 A	11-10-1991
JP 06041732 A	15-02-1994	NONE	
JP 03264667 A	25-11-1991	NONE	
JP 11050239 A	23-02-1999	NONE	
US 5423970 A	13-06-1995	AT 144004 T	15-10-1996
		DE 59207306 D	14-11-1996
		EP 0508359 A	14-10-1992
		ES 2093133 T	16-12-1996
		JP 6128742 A	10-05-1994
		US 5292417 A	08-03-1994

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Ir. ..nationales Aktenzeichen
PCT/CH 00/00286

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 C23C14/00 C23C14/54 H01J37/34

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 C23C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, PAJ, WPI Data, IBM-TDB

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X A	GB 813 251 A (STANDARD TELEPHONES AND CABLES LTD) 13. Mai 1959 (1959-05-13) das ganze Dokument	1,5-7, 12-14,16 2-4, 8-11,15, 17-21

X A	US 5 225 057 A (LEFEBVRE PAUL M ET AL) 6. Juli 1993 (1993-07-06) in der Anmeldung erwähnt Spalte 15, Zeile 5 - Zeile 64; Abbildungen 18-25	7,10,12, 13,17, 20,21 1-6,8,9, 11, 14-16, 18,19

	-/--	

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

[X] Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
10. August 2000	18/08/2000
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	**Bevollmächtigter Bediensteter** Ekhult, H

1

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Juli 1992)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In..ationales Aktenzeichen
PCT/CH 00/00286

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 271 (C-1203), 24. Mai 1994 (1994-05-24) & JP 06 041732 A (MITSUBISHI KASEI CORP), 15. Februar 1994 (1994-02-15)	7
A	Zusammenfassung	1-6,8-21

X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 071 (C-0913), 21. Februar 1992 (1992-02-21) & JP 03 264667 A (SHIN MEIWA IND CO LTD), 25. November 1991 (1991-11-25) Zusammenfassung	7

A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 05, 31. Mai 1999 (1999-05-31) & JP 11 050239 A (KOBE STEEL LTD), 23. Februar 1999 (1999-02-23) Zusammenfassung	1-21

A	US 5 423 970 A (KUEGLER EDUARD) 13. Juni 1995 (1995-06-13) in der Anmeldung erwähnt Spalte 11, Zeile 41 -Spalte 12, Zeile 64	1-21

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/CH 00/00286

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
GB 813251	A		KEINE		
US 5225057	A	06-07-1993	US	4851095 A	25-07-1989
			US	5798027 A	25-08-1998
			AT	151119 T	15-04-1997
			AT	183245 T	15-08-1999
			DE	68927920 D	07-05-1997
			DE	68927920 T	17-07-1997
			DE	68929053 D	16-09-1999
			DE	68929053 T	03-02-2000
			EP	0328257 A	16-08-1989
			EP	0655515 A	31-05-1995
			JP	2004967 A	09-01-1990
			KR	9204846 B	19-06-1992
			US	5618388 A	08-04-1997
			US	5124013 A	23-06-1992
			US	5879519 A	09-03-1999
			CA	2021367 A	19-01-1991
			EP	0409451 A	23-01-1991
			JP	2695514 B	24-12-1997
			JP	3229870 A	11-10-1991
JP 06041732	A	15-02-1994	KEINE		
JP 03264667	A	25-11-1991	KEINE		
JP 11050239	A	23-02-1999	KEINE		
US 5423970	A	13-06-1995	AT	144004 T	15-10-1996
			DE	59207306 D	14-11-1996
			EP	0508359 A	14-10-1992
			ES	2093133 T	16-12-1996
			JP	6128742 A	10-05-1994
			US	5292417 A	08-03-1994