

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
6. April 2006 (06.04.2006)

PCT

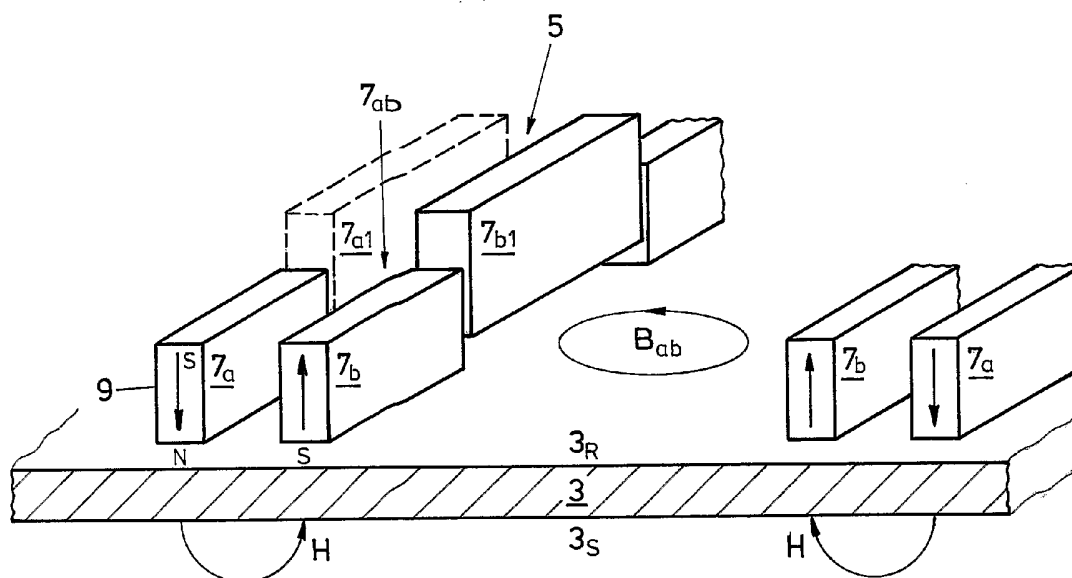
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2006/034598 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
H01J 37/34 (2006.01) C23C 14/35 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH2005/000441
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
26. Juli 2005 (26.07.2005)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
1578/04 28. September 2004 (28.09.2004) CH
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): UNAXIS BALZERS AG [LI/LI]; FL-9496 Balzers (LI).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): WEICHART, Jürgen [DE/LI]; Rietstrasse 7, FL-9496 Balzers (LI).
- (74) Anwalt: TROESCH, Jacques, J.; Troesch Scheidegger Werner AG, Schwättenmos 14, CH-8126 Zumikon (CH).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR THE PRODUCTION OF MAGNETRON-COATED SUBSTRATES AND MAGNETRON SPUTTER SOURCE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG MAGNETRONBESCHICHTETER SUBSTRATE UND MAGNETRONSPUTTERQUELLE



(57) Abstract: According to the invention, the sputter rate distribution along the sputter surface ( $3_S$ ) for a magnetron source may be adjusted during the sputter operation, whereby the separation of a piece ( $7_{a1}$ ,  $7_{b1}$ ) of the magnet arrangement ( $7_a$ ,  $7_b$ ), on the target reverse side ( $3_R$ ) may be correspondingly altered.

(57) Zusammenfassung: Um während des Sputterbetriebes die Sputterratenverteilung entlang der Sputterfläche ( $3_S$ ) an einer Magnetronquelle zu verstellen, wird der Abstand eines Teiles ( $7_{a1}$ ,  $7_{b1}$ ) der Magnetanordnung ( $7_a$ ,  $7_b$ ) auf der Targetrückseite ( $3_R$ ) diesbezüglich verändert.

WO 2006/034598 A1



**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.*

## **Verfahren zur Herstellung magnetronbeschichteter Substrate und Magnetronsputterquelle**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen magnetronbeschichteter Substrate sowie eine  
5 Magnetronquelle.

### **Definitionen**

In Fig. 1 ist schematisch der Aufbau einer Magnetronquelle dargestellt. Sie hat ein Target 3 mit einer Sputterfläche  $3_s$ , von welcher Targetmaterial abgesputtert wird und  
10 reaktiv oder nichtreaktiv auf das Substrat 4 abgelegt wird. Rückseitig  $3_R$  des Targets ist eine Magnetanordnung 5 vorgesehen. Sie hat mindestens ein Paar umlaufender Magnetschleifen  $7_a$  und  $7_b$ , welche, der Targetrückseite  $3_R$  zugewandt, Flächen inverser magnetischer Polarität haben.  
15 Die Magnetschleifen  $7_a$  bzw.  $7_b$  bilden je in sich geschlossene Schleifen, wobei "geschlossen" durchaus auch voneinander beabstandete Magnete umfasst, solange durch die beiden Magnetschleifen an der Sputterfläche  $3_s$  des Targets 3 in sich geschlossene Schleifen des Magnetronmagnetfeldes  
20 H erzeugt werden. Bezüglich der Erzeugung des umlaufenden, tunnelförmigen Magnetronmagnetfeldes H bilden die beiden Magnetschleifen  $7_a$  und  $7_b$  ein zusammenwirkendes Magnetschleifenpaar  $7_{ab}$ . Das Magnetronmagnetfeld H wird, wie schematisch dargestellt, durch ein zwischen einer Anode  
25 und dem als Kathode beschalteten Target 3 erzeugtes elektrisches Feld E gekreuzt. Aufgrund des Magnetronmagnetfeldes H sowie des elektrischen Feldes E ergibt sich der bekannte Elektronenfallen-Effekt im Bereich des tunnelförmigen Magnetronmagnetfeldes H, was dort zu

- 2 -

einer erhöhten Plasmadichte und einer erhöhten Sputterwirkung führt. Das Resultat ist im Bereich des Magnetronmagnetfeldes ein über der Betriebszeit zunehmend tiefer, umlaufender Erosionsgraben in der Sputterfläche  $3_s$ .

- 5 Wir nennen eine geschlossen umlaufende, wie auch immer geformte Schleife von Magneten, welche der Targetrückseite  $3_R$  eine der beiden magnetischen Polaritäten präsentiert, eine Magnetschleife. Gemäss Fig. 1 sind zwei solche Magnetschleifen  $7_a$ ,  $7_b$  vorhanden.
- 10 Zwei einander benachbarte, derartige Magnetschleifen bilden ein Magnetschleifenpaar gemäss  $7_{ab}$  von Fig. 1 wenn sie eine umlaufende Schleife des tunnelförmigen Magnetronmagnetfeldes  $H$  erzeugen. Die Magnetanordnung 5 kann eine oder mehrere umlaufende Magnetschleifen nebst zur
- 15 Formung der Magnetronmagnetfeldschleifen gesondert platzierter zusätzlicher Magnete enthalten. Das elektrische Feld  $E$  zwischen (nicht dargestellter) Anode und Targetkathode kann mit DC, gepulstem DC, überlagertem DC und AC sowie AC bis in den Hochfrequenzbereich erzeugt
- 20 werden. Wie erwähnt, kann der Beschichtungsprozess ausschliesslich mit dem einen oder den mehreren Targetmaterialien erfolgen, oder nach deren Reaktion mit einem in den Prozessraum zwischen Sputterfläche  $3_s$  und Substrat 4 eingelassenen Reaktivgas. An ein und demselben
- 25 Target 3 mit Bereichen unterschiedlicher Materialien können gleichzeitig mehrere Materialien in den Prozessraum gesputtert werden, direkt zur Beschichtung oder nach Reaktion mit einem Reaktivgas im Prozessraum.

- 3 -

Um die Lebensdauer des Targets 3 zu verlängern und/oder die Sputterrate (Menge abgesputterten Materials pro Zeiteinheit) trotz Bildung des oder der Erosionsgraben beispielsweise konstant zu halten und damit die Beschichtungsrate (Menge am Substrat 4 pro Zeiteinheit abgelegten Materials) ist es bekannt und verbreitet, mindestens Teile der Magnetanordnung 5, dabei insbesondere das eine oder die mehreren vorgesehenen Magnetschleifenpaare entlang der Targetrückseite zu bewegen, sei dies durch zyklische lineare Bewegungen oder durch Rotationsbewegungen oder Pendelbewegungen. Damit wird das Magnetronmagnetfeld H entlang der Sputterfläche bewegt, um möglichst keine ausgeprägten lokalen Erosionsgräben zu erzeugen.

Wir nennen eine Magnetronquelle eine Einkreisquelle, wenn sie nur ein Magnetschleifenpaar hat. Wir nennen eine Magnetronquelle eine Zwei- oder Mehrkreis-Quelle, wenn die Magnetanordnung zwei oder mehr Magnetschleifenpaare hat. Es ist zu beachten, dass durchaus mit drei Magnetschleifen zwei Magnetschleifenpaare gebildet werden können.

Die vorliegende Erfindung geht nun aus von einem Verfahren zur Herstellung magnetronbeschichteter Substrate, bei welchem entlang des Targets, auf dessen dem Substrat abgewandter Rückseite, eine Magnetanordnung vorhanden ist, mittels welcher, entlang der Sputterfläche des Targets, mindestens eine in sich geschlossene Schleife eines tunnelförmigen Magnetfeldes erzeugt wird.

Es ist ein notorisches Problem vor allem bei Einsatz grossflächiger Targets, an dem oder an den

sputterbeschichteten Substraten eine gewollte Schichtdickenverteilung zu erzielen und über der Zeit beizubehalten, dabei vor allem eine gleichförmige Schichtdickenverteilung. Dabei besteht eines der Probleme  
5 darin, dass aufgrund der Targeterosion die Beschichtungsverhältnisse dynamisch sind, d.h. während der Lebensdauer bzw. Einsatzdauer des Targets wechseln. Wenn während der Lebensdauer eines betrachteten Targets viele Substrate beschichtet werden, so wirkt sich die  
10 angesprochene Dynamik je nach Beschichtungszeit der einzelnen Substrate darauf möglicherweise nur wenig aus, während dann, wenn die Schichtdickenverteilung über die ganze Targetlebensdauer betrachtet wird, wie wenn nur ein einziges Substrat beschichtet würde, oft eine ausgeprägte  
15 Änderung der Schichtdickenverteilung beobachtet wird.

**Definition**

Wir definieren als Beschichtungszeit eine betrachtete Zeitspanne bis hin zur Targetlebensdauer, unabhängig davon, wie viele einzelne Substrate in der betrachteten Zeitspanne  
20 mit demselben Target beschichtet werden.

Drehende Einkreis-Magnetronquellen mit Herz- oder Mäanderförmigen Magnetschleifenstrukturen decken den grössten Teil der Anwendungen im Bereich des Magnetronsputterns ab. Verstellbare Einkreis-Magnetronquellen zur  
25 Verteilungsoptimierung der Sputterraten über der Beschichtungszeit werden z.B. in der US 5 188 717 beschrieben. Statische Zweikreis-Magnetronquellen sind beispielsweise aus der WO 98/03696 oder der US 5 997 697 bekannt. Zweikreis-Magnetronquellen mit Schaltmechanismus,

- 5 -

um von Sputtern durch eines der Magnetschleifenpaare auf Sputtern an einem zweiten umzuschalten, sind in der WO 01/63643 beschrieben.

Aufgrund der limitierten Abdeckung grosser Targetflächen beispielsweise von 1200 cm<sup>2</sup> ist es oft sehr schwierig, mittels drehenden Einkreis-Magnetronquellen eine erwünscht gleichmässige Verteilung der Sputterrate sowie der Beschichtungsrate und schliesslich der Schichtdicken am Substrat über die Beschichtungszeit zu erreichen. Dabei werden oft mäander- oder herzförmige Strukturen des Magnetschleifenpaars eingesetzt, die jedoch auf grossen Targetflächen den Nachteil haben, dass sie entweder mehrere Wendepunkte haben oder weite Bereiche des Targets nur ungenügend überstreichen. Insbesondere enge Radien der Magnetschleifenpaare führen zudem bei erhöhter Geschwindigkeit, wie Drehzahl des Magnetsystems, zu hohen Wirbelstromverlusten. Diese sind einerseits durch die Motorleistung auszugleichen und führen andererseits zu einer Abschwächung des Magnetronmagnetfeldes.

Statische Zweikreis-Magnetronquellen, wie in der WO 98/03696 oder der US 5 997 697 beschrieben, haben den Nachteil, dass statische Erosionsprofile in der Sputterfläche eingeprägt werden. Wie eingangs erwähnt wurde, zeigt sich vor allem, dass sich mit zunehmendem Abputtern des Targets die Sputterrate, Beschichtungsrate und damit auch Schichtdickenverteilung am Substrat ändern. Daher ist grundsätzlich ein Mechanismus erforderlich, welcher eine Verstellung primär der Sputterratenverteilung am Target und über dessen Lebensdauer erlaubt. Dies wird

- 6 -

häufig dadurch gelöst, dass Magnetgruppen der Magnetanordnung lateral, d.h. entlang der Targetrückseite  $3_R$ , verschoben werden, wie beispielsweise aus der WO 02/47110 bekannt. Nachteilig daran ist, dass dem drehenden System mit den Magnetschleifenpaaren ein weiterer Antrieb überlagert werden muss, für den die Energiezufuhr beispielsweise über elektrische Schleifringe zu realisieren ist. Durch Verschieben der erwähnten Magnetgruppen entstehen Unwuchten, die durch geeignete Massnahmen auszugleichen sind. Drehende Zweikreis-Magnetronquellen mit einem Schaltmechanismus für selektive Aktivierung der einen oder der anderen Magnetschleifenpaare, wie in der WO 01/63643 beschrieben, haben eine hohe Belastung der elektromechanischen Antriebe zur Folge.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren eingangs genannter Art bzw. eine Magnetronquelle vorzuschlagen, bei welchen bzw. woran während dem Sputterbetrieb - der Beschichtungszeit - die Sputterratenverteilung entlang der Sputterfläche in situ verstellt werden kann und dabei die Nachteile bekannter Verfahren bzw. Magnetronquellen mit den diesbezüglichen Ansätzen, vermieden werden. Hierzu zeichnet sich erfindungsgemäss das Verfahren eingangs genannter Art dadurch aus, dass zur Einstellung der Sputterratenverteilung der Abstand eines Teils der Magnetanordnung zur Targetrückseite verändert wird.

Ein gute Realisation dieses Verfahrens ergibt sich im Weiteren dadurch, dass mindestens ein Teil der Magnetanordnung entlang der Rückseite des Targets bewegt



- 7 -

wird. Dadurch ergibt sich eine Verteilung der Sputterwirkung des tunnelförmigen Magnetronmagnetfeldes entlang der Sputterfläche.

Eine weitere gute Realisation des erfindungsgemässen  
5 Verfahrens besteht darin, dass ein Teil einer umlaufenden Magnetschleife abstandsverändert wird. Damit ergibt sich eine Veränderung der Sputterintensität im Bereich des mit der Schleife miterzeugten Magnetronmagnetfelds.

Eine weitere gute Realisierung besteht darin, dass der  
10 Abstand einer ganzen Magnetschleife verändert wird, ggf. kombiniert mit der Veränderung eines Teils der betrachteten oder einer anderen Magnetschleife.

Eine weitere gute Realisierung besteht darin, ggf.  
kombiniert mit den vorerwähnten Realisierungen, den  
15 Abstand eines Magnetschleifenpaares zu verändern, vor allem angezeigt, wenn die Magnetronquelle eine Zwei- oder Mehrkreisquelle ist. Dann können die entsprechenden Abstände auch an mehr als einem der Magnetschleifenpaare verändert werden.

20 Soll die erfindungsgemässe Verstellung des erwähnten Abstandes bei Magnetronquellen realisiert werden, bei denen die Magnetanordnung entlang der Targetrückfläche rotiert wird, und soll eine homogene Schichtdickenverteilung während der Beschichtungszeit bis hin zur Lebensdauer des  
25 Targets erreicht werden, so besteht eine gute Realisation darin, mit zunehmender Beschichtungszeit den Abstand eines Teiles der Magnetanordnung, der näher am Targetrand ist als ein weiterer Teil der Magnetanordnung, zu vergrössern und/oder den Abstand des weiteren Teils zu verringern.

Bei allen erwähnten Realisationen ist es weiter gut, die Sputterleistung konstant zu halten. Eine weitere gute Idee ist es, bei konstant gehaltener Sputterleistung die Entladespannung zwischen einer Anode und dem Target zu erfassen, sie mit einem Sollwert zu vergleichen und in Funktion des Vergleichsresultates den Abstand des Teiles zu stellen. Im Weiteren ist es auch eine gute Idee, das Target in Zonen unterschiedlichen Materialien zu unterteilen und das Verhältnis der Sputterraten der beiden Materialien durch die erwähnte Abstandsverstellung einzustellen.

Eine erfindungsgemässe Magnetronquelle hat ein Target mit Sputterfläche und, entlang der der Sputterfläche abgewandten Targetrückfläche, eine Magnetanordnung. Die obgenannte Aufgabe wird daran gelöst dadurch, dass der Abstand eines Teils der Magnetanordnung zur Targetrückfläche mittels eines gesteuerten Hubantriebes verstellbar ist.

Ein gutes Konzept der erfindungsgemässen Magnetronquelle ist es, dass mindestens ein Teil der Magnetanordnung mit einem Bewegungsantrieb wirkverbunden ist, mittels welchem der Teil entlang der Targetrückfläche bewegt wird.

Ein weiteres gutes, mit den erwähnten ohne weiteres kombinierbares Konzept ist es, wenn ein Teil einer Magnetschleife mit dem gesteuerten Hubantrieb wirkverbunden ist. Eine weitere gute Idee für das Konzept der erfindungsgemässen Magnetronquelle, ggf. mit den vorerwähnten kombiniert, besteht darin, eine ganze Magnetschleife mit dem erwähnten gesteuerten Hubantrieb zu verstellen. Auch dieses Konzept lässt sich ggf. mit den

vorerwähnten kombinieren, ebenso wie das gute weitere Konzept, ein Magnetschleifenpaar mit dem gesteuerten Antrieb wirkzuverbinden. Ein gutes weiteres Konzept besteht darin, an der Quelle und bezüglich der Target rückfläche ein  
5 äusseres Magnetschleifenpaar sowie ein inneres Magnetschleifenpaar vorzusehen und mindestens eines der Schleifenpaare bezüglich einer Drehachse exzentrisch auszubilden und mit einem bezüglich der Drehachse wirkenden Drehantrieb wirdzuverbinden.

10 Eine weitere gute Idee ist es, eine Steuerung vorzusehen, mittels welcher der Abstand eines Teils der Magnetanordnung, der weiter aussen am Target positioniert ist als ein weiterer Teil der Magnetanordnung, während der Beschichtungszeit vergrössert wird und/oder der Abstand des  
15 weiteren Teiles verringert wird.

Die Erfindung wird anschliessend anhand von Beispielen und mit Hilfe von Figuren weiter erläutert.

Es zeigen:

- 20 Fig. 2a schematisch eine perspektivische Ansicht einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens bzw. einer erfindungsgemässen Magnetronquelle,
- Fig. 2b weiterhin schematisch eine Seitenansicht auf die in Fig. 2a dargestellte Anordnung,
- 25 Fig. 2c weiterhin schematisch zwei Varianten der Magnetanordnungen, z.B. an einer Anordnung gemäss Figur 2a, zur Bildung des Magnetronfeldes,

- Fig. 3 in einer Darstellung analog zu derjenigen von  
Figur 2a eine weitere Ausführungsform der  
Erfindung,
- Fig. 4 in einer Ansicht, analog zu derjenigen von Figur  
5 2b schematisch eine weitere Ausführungsform der  
Erfindung,
- Fig. 5 in einer Darstellung analog zu derjenigen von  
Figur 4 eine weitere Ausführungsform der  
Erfindung,
- 10 Fig. 6 weiterhin in einer Darstellung, analog zu  
denjenigen der Figuren 4 bzw. 5 eine weitere  
Ausführungsform der Erfindung,
- Fig. 7 weiterhin in Darstellung, analog zu denjenigen  
gemäss den Figuren 4 bis 6 eine noch weitere  
15 Ausführungsform der Erfindung,
- Fig. 8 in einer Darstellung, analog zu denjenigen der  
Figuren 4 bis 7 eine weitere  
Magnetschleifenanordnung, woran Vorkehrungen, wie  
sie anhand der Figuren 2 und 3 beschrieben  
20 wurden, realisiert werden,
- Fig. 9 weiterhin in der erwähnten Darstellung eine  
weitere Ausführungsform der Erfindung,
- Fig. 10 schematische eine Realisationsform einer  
erfindungsgemässen Sputterquelle, prinzipiell  
25 gemäss der Ausführungsvariante von Figur 9  
konzipiert,
- Fig. 11 eine Aufsicht auf eine erfindungsgemäss  
eingesetzte Magnetanordnung,

- Fig. 12 den Verlauf (a) des Erosionsprofils an einem kreisförmigen Target an der Anordnung gemäss Figur 10, bei einem konzentrischen Magnetschleifenpaar und einem exzentrischen, und  
5 den Verlauf (b) bei exzentrischer Anordnung beider Magnetschleifenpaare ohne Verstellung des Magnethubes,
- Fig. 13 Schichtdickenverteilungsverläufe (a, b) bei unterschiedlich eingestellten Hüben,
- 10 Fig. 14 schematisch ein Erosionsprofil an einem kreisscheibenförmigen Target zur Diskussion eines anzustrebenden Erosionsprofils,
- Fig. 15 in Darstellung analog zu derjenigen von Figur 10, eine erfindungsgemässe Anordnung in einer  
15 Ausführungsform prinzipiell gemäss Figur 7,
- Fig. 16 die normierte Schichtdickenverteilung an einem Substrat mit Sputterleistung als Parameter,
- Fig. 17 schematisch ein Signalfluss/Funktionsblock-Diagramm einer Ausführungsform zur elektrischen  
20 Führung der erfindungsgemässen Magnetronequelle,
- Fig. 18 beispielsweise in Aufsicht vereinfacht, die Magnetanordnung an einer erfindungsgemässen Einkreismagnetronequelle,
- Fig. 19 die sich mit der Magnetanordnung gemäss Figur 18  
25 ergebenden Schichtdickenverteilungen in Funktion der Abstandverstellung.

- 12 -

In Fig. 2a ist in schematisierter, perspektivischer Ansicht eine erste Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens bzw. der erfindungsgemässen Magnetronquelle dargestellt, in Fig. 2b, weiterhin schematisiert, die  
5 Seitenansicht auf die in Fig. 2a dargestellte Anordnung. Ein Target 3 hat substratseitig (Substrat nicht dargestellt) eine Sputterfläche  $3_s$  und, dem Substrat abgewandt, eine Rückseite  $3_R$ . Im Bereich der Rückfläche  $3_R$  ist eine Magnetanordnung 5 vorhanden, welche mindestens  
10 eine, gemäss den Figuren 2 eine, in sich geschlossene Schleife eines tunnelförmigen Magnetfeldes  $H$  an der Sputterfläche  $3_s$  erzeugt, das dem Fachmann durchaus geläufige Magnetronmagnetfeld  $H$ . In den Figuren 2 ist eine Einkreis-Magnetronquelle dargestellt. Hierzu hat die  
15 Magnetanordnung 5 eine erste, im Wesentlichen geschlossen umlaufende Magnetschleife 7a sowie eine zweite 7b, welche innerhalb der ersterwähnten liegt. Mindestens die eine der beiden Magnetschleifen 7a, 7b, ist mindestens weitestgehend mittels Permanentmagneten 9 aufgebaut, beispielsweise  
20 gemäss den Figuren 2 die äussere Magnetschleife 7a. Die erwähnte, beispielsweise äussere Magnetschleife 7a liegt mit der einen Magnetpolarität - beispielsweise N - der Targetrückfläche  $3_R$  gegenüber. Die zweite Magnetschleife 7b liegt jedenfalls der Targetrückfläche  $3_R$  mit der zweiten  
25 Magnetpolarität, beispielsweise S, gegenüber. Wie sich aus Fig. 2c ohne weiteres ergibt, ist die Realisation des Magnetschleifen-Paares  $7_{ab}$  so, dass entlang der Targetrückfläche  $3_R$  eine umlaufende Zone der einen magnetischen Polarität entsteht sowie eine diesbezüglich  
30 innen oder aussen umlaufende zweite Zone der zweiten

- 13 -

magnetischen Polarität. Hierzu sind an beiden Schleifen Permanentmagnete 9 vorgesehen, auf der der Targetrückseite 3R abgewandten Seite eine ferromagnetische Verbindung 10. Alternativ sind jeweils, ggf. auch abschnittsweise, entlang  
5 den Magnetschleifen betrachtet, an der einen, beispielsweise der äusseren, Permanentmagnete 9a vorhanden und die der Targetrückfläche 3R zugewandte zweite magnetische Polarität an der anderen Schleife, beispielsweise der inneren 7b, wird durch ein  
10 ferromagnetisches Joch 12 gebildet.

Betrachtet entlang dem Paar 7 können sich die Konstellationen gemäss Fig. 2c abwechseln, ebenso, mit Blick auf die Realisation mit Joch 12, die Anordnung der Permanentmagnete.

15 Gemäss den Figuren 2, insbesondere Fig. 2b, wird nach dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel mittels eines Antriebs 14, gesteuert an einem Steuereingang  $S_{14}$ , der Abstand  $d_{b1}(t)$  eines Teiles  $7_{b1}$  einer der Magnetschleifen des Paares 7 bezüglich der Targetrückfläche  $3_R$  gesteuert  
20 verändert. In Fig. 2b bezeichnet  $d_a$  den Abstand der Magnetpolfläche der einen Magnetschleife 7a von der Targetrückfläche  $3_R$ , der Abstand  $d_b$  derjenigen der zweiten Magnetschleife 7b und  $d_{b1}$  der gesteuert veränderliche Abstand des Teiles  $7_{b1}$  an mindestens einer der beiden  
25 Schleifen, beispielsweise an der inneren. Die Wirkung des durch das Paar  $7_{ab}$  gebildeten Magnetronmagnetfeldes  $H$  wird gesteuert verändert. Selbstverständlich ist es durchaus möglich, an der betrachteten Magnetschleife beide Teile relativ zueinander und beide Teile bezüglich der

- 14 -

Targetrückfläche  $3_R$  gesteuert abstandszubewegen, d.h. beispielsweise und mit Blick auf Fig. 2a, Teil 7b anzuheben und gleichzeitig den übrigen Teil der betrachteten Magnetschleife abzusenken. Wesentlich ist, dass betrachtet  
5 entlang dem Magnetschleifenpaar  $7_{ab}$  die Abstandsverhältnisse der Magnetpolflächen bezüglich der Targetrückseite durch gesteuerte Abstandsveränderung an den Magnetschleifen in der Zeit verändert werden.

So ist es beispielsweise, wie in Fig. 2a dargestellt, eine  
10 gute Idee, in einem betrachteten Abschnitt entlang des Paares  $7_{ab}$  an beiden Magnetschleifen, gleich oder ungleich lange Teile,  $7_{a1}$ ,  $7_{b1}$ , gesteuert bezüglich ihres Abstandes zur Targetrückfläche  $3_R$  zu verändern, in gleicher Richtung gleich oder ungleich, oder in inverser Richtung gleich oder  
15 ungleich.

In einer Darstellung analog zur derjenigen von Fig. 2a ist in Fig. 3 eine weitere gute Ausführungsform der Erfindung dargestellt. Wie ohne weiteres ersichtlich, wird hierbei am Paar  $7_{ab}$  der Abstand zwischen der gesamten Polfläche und  
20 Target an der einen, z.B. der äusseren Magnetschleife 7a,  $d_a(t)$  mit dem Antrieb 14 gesteuert in der Zeit eingestellt und damit wiederum die Wirkung des erzeugten tunnelförmigen Magnetfeldes  $H$ . Auch hier können ggf. die Abstandsverhältnisse beider gesamten Magnetschleifen 7a und  
25 7b in gleicher Richtung gleich, in gleicher Richtung ungleich, in jeweils inverser Richtung gleich oder ungleich gesteuert eingestellt werden.

Die Ausführungsform gemäss Fig. 3 zeigt wiederum eine Einkreis-Magnetronquelle.



In Fig. 4 ist, in Ansicht analog zur Darstellung von Fig. 2b, eine weitere gute Ausführungsform der Erfindung dargestellt. Hier sind, allgemein, eine ungerade Anzahl, wie dargestellt drei, Magnetschleifen  $7_a$  bis  $7_c$  vorhanden, welche gemeinsam zwei Schleifenpaare  $7_{ab}$ ,  $7_{bc}$  der Magnetordnung 5 bilden. Die Polung der mittleren Magnetschleife  $7_b$  ist invers derjenigen der beiden benachbarten. Dadurch werden beim dargestellten Ausführungsbeispiel die zwei umlaufende Schleifen des tunnelförmigen Magnetronmagnetfeldes  $H_1$ ,  $H_2$  gebildet. In Analogie zu den Ausführungen zu Fig. 2 wird bei der Ausführungsform gemäss Fig. 4 der Abstand  $d_{b1}(t)$  mindestens eines Teils  $7_{b1}$  der mittleren Magnetschleife  $7_b$  mittels eines gesteuerten Antriebes (nicht dargestellt) verändert, während der oder die übrigen Teile der betrachteten Magnetschleife  $7_b$  bezüglich der Rückfläche 3R des Targets 3 auf konstantem Abstand gehalten werden.

Es zeigt Fig. 5 in Darstellung analog zu Fig. 4 eine weitere gute Ausführungsform - analog der in Fig. 3 dargestellten - bei welcher die ganze mittlere Magnetschleife 7, wie mit  $d_b(t)$  dargestellt, mit einem gesteuerten Antrieb (nicht dargestellt) bezüglich des Abstandes zur Rückfläche 3R des Targets 3 verändert wird.

Bei Vorgehen gemäss den Fig. 4 und 5 wird im Wesentlichen auf beide Magnetronmagnetfelder  $H_1$  und  $H_2$  durch gezielte Verstellung des Abstandes  $d_b(t)$  bzw.  $d_{b1}(t)$  gleich eingewirkt.

Gemäss der Ausführungsform nach Fig. 6 wird, wie nun ohne weiteres verständlich, ein Teil  $7_{a1}$  der äusseren

Magnetschleife 7a mit einem (nicht dargestellten) gesteuerten Antrieb bezüglich seines Abstands  $d_{a1}(t)$  bewegt, während der übrige Teil der Magnetschleife 7a auf konstantem Abstand gehalten ist, ebenso wie die Schleifen  
5 7b, 7c.

Bei der ebenfalls guten Ausführungsform gemäss Fig. 7 wird der Abstand  $d_a(t)$  der ganzen äusseren Magnetschleife 7a mittels eines gesteuerten Antriebes (nicht dargestellt) und bezüglich der Targetrückfläche 3R verändert.

10 Bei den Ausführungsformen nach den Figuren 4 bis 7 handelt es sich um Zweikreis-Magnetronquellen. Durch Vorsehen entsprechend gesteuerter Antriebe können alle einzelnen anhand der Figuren 2 bis 7 beschriebenen Ausführungsformen an einer Magnetronquelle ggf. kombiniert eingesetzt werden.

15 Während durch die Abstandsverstellung bei den Ausführungsformen gemäss den Figuren 4 bis 7, d.h. an Zweikreis-Magnetronquellen, die benachbarten Magnetronmagnetfelder H in gegenseitiger Abhängigkeit verstellt werden, nämlich generell gesprochen bei  
20 Schwächung des einen Feldes das andere verstärkt wird und umgekehrt, ist dies bei den nachfolgend dargestellten, guten Ausführungsformen weniger ausgeprägt der Fall. Bei der ebenfalls guten Ausführungsform nach Fig. 8 sind vier, allgemeiner eine gerade Anzahl, ineinander liegender  
25 Magnetschleifen vorgesehen, 7a bis 7d. Von der innersten oder äussersten Magnetschleife, dazu senkrecht fortschreitend, sind jeweils zwei sich folgende Magnetschleifen an der Bildung eines Magnetschleifenpaares beteiligt, wie in Fig. 8 mit 7<sub>ab</sub>, 7<sub>cd</sub> dargestellt, welche

- 17 -

ein Magnetronmagnetfeld, H1 bzw. H2, bilden. An beiden Paaren  $7_{ab}$ ,  $7_{cd}$  können je die anhand der Figuren 2 und 3 beschriebenen Ausführungsformen realisiert sein, an einem der Paare oder an beiden. Zudem kann aber in einer  
5 weiteren, guten Ausführungsform der Erfindung und wie in Fig. 9 dargestellt die mittels eines (nicht dargestellten) gesteuerten Antriebes der Abstand  $d_{cd}(t)$  eines ganzen Schleifenpaares, gemäss Fig. 9 des inneren  $7_{cd}$ , erfindungsgemäss verstellt werden. Es ist auch möglich und  
10 eine gute Idee, den Abstand beider vorgesehener Magnetschleifenpaare gesteuert verstellbar mit entsprechenden Antrieben auszubilden und diese Abstände richtungsgleich gleich, richtungsgleich ungleich, in Gegenrichtung gleich oder in Gegenrichtung ungleich zu  
15 verstellen, ggf. beliebig gezielt kombiniert.

Bisher wurden bei den Ausführungsformen gemäss den Figuren 2 bis 9 die vorgesehenen Magnetanordnungen mit den Magnetschleifen, abgesehen von der erfindungsgemässen Abstandsverstellung, als stationär bezüglich der  
20 Targetrückfläche 3R betrachtet. In allen Ausführungsformen ist es ein gutes Konzept, zusätzlich zur Realisation der erfindungsgemässen Abstandsverstellung, mindestens Teile der Magnetanordnung 5 entlang der Targetrückseite 3R mittels eines entsprechenden (nicht dargestellten) Antriebs  
25 zu bewegen. Demnach ist es ein gutes Konzept, gemäss Fig. 2a das Paar  $7_{ab}$  wie mit der Bewegungsbahn  $B_{ab}$  schematisch dargestellt zyklisch entlang der Magnetronrückfläche 3R zu bewegen. Dasselbe gilt bei der Ausführungsform gemäss Fig. 3. Dabei ist es ggf. auch ein gutes Konzept, bei den  
30 betrachteten Einkreis-Magnetronquellen nach Fig. 2 und 3,

die beiden das Paar bildenden Magnetschleifen auf entlang der Rückfläche  $3_R$  auf unterschiedlichen Bewegungsbahnen relativ zueinander zu bewegen.

Bei der Ausführungsform gemäss den Figuren 4 bis 7, d.h. bei der Realisation einer Zweikreis-Magnetronquelle mit Magnetschleifentrippeln, ergeben sich gute Konzepte durch

- Bewegen aller vorgesehener Magnetschleifen gleich entlang der Rückfläche  $3_R$ ;
- Bewegen der mittleren Magnetschleife bezüglich den benachbarten beiden Magnetschleifen;
- Bewegen einer oder beider der äussersten und innersten Magnetschleifen des Trippels gleich oder ungleich bezüglich der mittleren Magnetschleife des Trippels.

Bei den Ausführungsformen gemäss den Figuren 8 bzw. 9 ist es ein gutes Konzept

- alle vorgesehenen Magnetschleifenpaare gleich entlang der Targetrückfläche  $3_R$  zu bewegen, oder
- ein Magnetschleifenpaar bezüglich des anderen zu bewegen.

Je nach Wahl des Konzeptes, mit den Magnetschleifen das Magnetronmagnetfeld zu formen bzw. entlang der Sputterfläche  $3_S$  des Targets 3 zu bewegen, werden die erwähnten Bewegungsmöglichkeiten kombiniert eingesetzt und entsprechende, gesteuerte Antriebe vorgesehen.

Die anhand der Figuren 2 bis 9 vorgestellten Magnetschleifen können kreisförmig, oval, elliptisch, ja genähert rechteckförmig umlaufen, in Aufsicht auf die

- 19 -

Sputterfläche  $3_s$  betrachtet, oder herz- bzw. nierenförmig bzw. mäanderförmig.

In Fig. 10 ist schematisch eine gute Realisationsform einer erfindungsgemässen Quelle 20 prinzipiell gemäss Fig. 9 dargestellt. Sie hat ein Target 23 mit Sputterfläche  $23_s$  und Rückfläche  $23_R$ . Das äussere Magnetschleifenpaar  $7_{ab}$  gemäss Fig. 9 ist über ein ferromagnetisches Joch 10 gemäss Fig. 2a an einem äusseren Träger 25 montiert. Mittels eines Drehantriebes 27, nur schematisch dargestellt, wird der äussere Träger 25 um die Achse  $A_{25}$  in Drehung versetzt. Mittels eines weiteren Drehantriebes 29 bezüglich dem nur schematisch dargestellten Quellengehäuse wird ein innerer Träger 35 in Drehung versetzt, beim dargestellten Beispiel um die Achse  $A_{35}$ , welche hier mit der Drehachse  $A_{25}$  zusammenfällt. Der innere Träger 35 hat eine Rückplatte 33, dem Target 23 zugewandt, aus ferromagnetischen Material und trägt die Magnetschleifen  $7_c$  und  $7_d$ , welche gemeinsam das Paar  $7_{cd}$  bilden. Bezüglich der Drehachse  $A_{25}$  ist das Magnetschleifenpaar  $7_{ab}$  konzentrisch am äusseren Träger 25 montiert, während das Magnetschleifenpaar  $7_{cd}$  am inneren Träger 33 bezüglich der Drehachse  $A_{35}$  exzentrisch montiert ist. Mittels eines schematisch dargestellten steuerbaren Hubantriebes 37 wird der innere Träger 35 bezüglich des Abstandes  $d_{cd}(t)$  zur Rückfläche  $23_R$  des Targets 23 verstellt. Die Rotationsgeschwindigkeiten  $\omega_{35}$  und  $\omega_{25}$  bzw. Rotationsrichtungen des äusseren bzw. inneren Trägers 25, 35 können dabei gleich oder unterschiedlich gewählt werden. Ein gutes Konzept ergibt sich aber, wenn, wie in Aufsicht auf die Magnetanordnung in Fig. 11 dargestellt, das Magnetschleifenpaar  $7_{ab}$  am äusseren Träger 25 exzentrisch

- 20 -

und, wie dargestellt, beispielsweise kreisförmig realisiert ist, das Magnetschleifenpaar  $7_{cd}$  an dem um die Achse  $A_{35}$  drehenden Innenträger 35 ebenfalls exzentrisch. In Fig. 12 zeigt der Verlauf (a) an einem kreisförmigen Target 23 mit Durchmesser 400 mm das Erosionsprofil bei konzentrischer Anordnung eines der beiden Magnetschleifenpaare, gemäss Fig. 10 beispielsweise des äusseren  $7_{ab}$  und exzentrischer Anordnung des anderen Magnetschleifenpaares, gemäss Fig. 10 des Paares  $7_{cd}$ . Der Verlauf (b) zeigt das Erosionsprofil, wenn beide, Innen- und Aussenpaare  $7_{ab}$  und  $7_{cd}$ , gemäss Fig. 11 exzentrisch bezüglich der zusammenfallenden Drehachsen  $A_{25}$ ,  $A_{35}$  realisiert sind. Es zeigt sich, dass bei der Anordnung nach Fig. 11 im Zwischenbereich zwischen innerem Magnetschleifenpaar  $7_{cd}$  und äusserem  $7_{ab}$  kein wesentlich vermindert erodierter Bereich entsteht. Durch optimierte Exzentrizität der betrachteten Magnetschleifenpaare lässt sich eine optimale Erosionsprofil-Überdeckung erreichen. Bei Ausbildung gemäss Fig. 11 ergibt sich zwangsläufig, dass die Rotationsantriebe 27 und 29 gemäss Fig. 10 mit gleichen Drehgeschwindigkeiten betrieben werden. Durch den mit dem Antrieb 37 gesteuert eingestellten Hub und damit Veränderung des Abstandes  $d_{cd}(t)$  lässt sich, wie noch zu zeigen sein wird, eine noch gleichmässiger Erosions- bzw. Sputterverteilung realisieren und damit eine optimale erwünschte Schichtdickenverteilung am Substrat erreichen, oder es lässt sich die Targetnutzung optimieren durch möglichst uniformen Abtrag der Targetfläche.

Die bei unterschiedlichen Huben bzw., mit Blick auf Fig. 10 des Abstandes  $d_{cd}(t)$ , erreichte Schichtdickenverteilung ist in Fig. 13 an einem kreisförmigen Substrat mit Durchmesser

- 21 -

300 mm erreichte Schichtdickenverteilung anhand des Flächenwiderstandes einer aufgesputterten Kupferschicht dargestellt. Demnach entspricht ein hoher Widerstandswert einer dünnen Schicht und umgekehrt. Als Magnetanordnung wurde die doppelt exzentrische Anordnung nach Fig. 11 eingesetzt. Das Resultat gemäss Verlauf (a), bei welchem im Zentrumsbereich des Substrates die Kupferschicht wesentlich dünner ist als im Peripheriebereich, wurde ein Hub des inneren Paares  $r_{cd}$  entsprechend dem Abstand  $d_{cd}(t)$  gemäss Fig. 10 eingestellt, der gleich ist wie der Abstand  $d_a$  des äusseren Paares  $r_{ab}$ . Dann wurde der Abstand  $d_{cd}(t)$  (inneres Schleifenpaar!) um 0,5 mm verringert, was zu einer Erhöhung der Sputterrate im Zentrumsbereich des Targets und damit zu einer Erhöhung der Beschichtungsrate am Substrat führte, mit dem Resultat einer gemäss Verlauf (b) von Fig. 13 wesentlich verbesserten Schichtdickenverteilung am Substrat.

Wurde (in Fig. 13 nicht dargestellt) der Hub  $d_{cd}(t)$  um weitere 0,5 mm reduziert, so ergab sich eine höchst gleichförmige Schichtdickenverteilung am Substrat, indem in der letzten Beschichtungsphase im Zentrum des Targets die Sputterrate nochmals erhöht wurde und dadurch im Zentrumsbereich des Substrates die resultierende Schichtdicke weiter erhöht wurde, mit gemäss Fig. 13 weiter reduziertem Flächenwiderstand der Kupferschicht im Substratzentrumsbereich.

Aus Fig. 13 ist ersichtlich, wie durch Zeitsteuerung des Abstandes an Teilen der Magnetfeld erzeugenden Magnetanordnung einerseits der Verlauf der Sputterrate und

- 22 -

damit Beschichtungsrate und damit der nach vorgegebener Zeit resultierendem Schichtdickenverteilung am Substrat fein eingestellt werden kann. Zum Erhalt der Resultate gemäss Fig. 13 wurde die Entladespannung an der

5 Magnetronsputterquelle nicht beeinflusst und die zugeführte elektrische Entladeleistung konstant gehalten.

Für die zeitabhängige Steuerung des Abstandes  $d_{cd}(t)$  an der Anordnung nach Fig. 10 mit zwei exzentrischen Magnetschleifenpaaren  $7_{ab}$  und  $7_{cd}$  gemäss Fig. 11 können

10 folgende Überlegungen hilfreich sein, wenn am Substrat eine möglichst homogene Schichtdickenverteilung erzielt werden soll, wobei sich dem Fachmann damit analoge Gedankengänge an anders ausgebildeten, erfindungsgemässen Magnetronquellen und zur erreichenden Verteilungen

15 eröffnen: Das an einem kreisscheibenförmigen Target für optimierte Schichtdickenverteilung am Substrat anzustrebende Erosionsprofil soll vorerst anhand von Fig. 14 diskutiert werden. Ohne gezielte Abstandssteuerung ergibt sich mit der Anordnung nach Fig. 10 und

20 Magnetanordnung nach Fig. 11 eine am Aussenbereich erhöhte Erosionsrate  $ER$ , die zur Randeffektkorrektur durchaus erwünscht ist. Es kommt aber in diesem Aussenbereich aufgrund der Bildung des ausgeprägten Erosionsgrabens zu einer immer höheren Sputterrate, so dass im Laufe der Zeit,

25 im Aussenbereich des Targets, die relative Erosionsintensität zurückzunehmen ist. Dies, um, über der Zeit, eine homogene Schichtdickenverteilung am Substrat zu erreichen. Rücknahme der Erosionsintensität im Aussenbereich des Targets ist relativ zur

30 Erosionsintensität im Zentrumsbereich des Targets zu



betrachten. Deshalb kann entweder die Erosionsintensität im Aussenbereich des Targets zurückgenommen werden oder die Erosionsintensität im Zentrumsbereich erhöht werden. Bei den Erläuterungen zu Fig. 13 wurde letzterwähnter Weg  
5 beschrieben.

Es ist also - mit Blick auf Fig. 14 - die relative Sputterintensität bzw. Sputterrate im Aussenbereich des Targets von einem zu Beginn höheren Wert ER1 auf einen gegen Ende der Beschichtungszeit tieferen Wert ER2  
10 zurückzunehmen. Als grober Ansatz, wie viel die Abstandsreduktion an  $d_{ca}(t)$  des inneren Trägers sein soll bzw. die Abstandserhöhung am äusseren Träger, lässt sich wie folgt vorab abschätzen: Es wird vorerst am Ende einer gegebenen Beschichtungszeit, z.B. der Targetlebensdauer,  
15 die Erosionstiefendifferenz von äusserem und innerem Erosionsgraben gemessen. Dies bei vorgegebenen fixen Abständen des äusseren und des inneren Trägers 25 bzw. 35 gemäss Fig. 10. Ist diese Erosionstiefendifferenz bestimmt,  
beispielsweise 7 mm höhere Erosionstiefe im  
20 Targetrandbereich, so wird während der selben Beschichtungszeit die Sputterintensität im Aussenbereich des Targets durch eine relative Hubveränderung von 7 mm, relativ zurückgenommen, d.h. eine Abstandserhöhung des Aussenträgers 35 um 7 mm bzw. eine Abstandsreduktion des  
25 Innenträgers 25 um 7 mm während der Beschichtungszeit angestrebt. Die Hubveränderung kann dabei lediglich am Aussenträger oder lediglich am Innenträger erfolgen oder kombiniert gegenläufig am Innen- und Aussenträger.

Die zu führende Hubänderung über der Zeit muss mit hoher Genauigkeit erfolgen und ist vom angestrebten Erosionsprofil-Verlauf über der Beschichtungszeit, dem Targetmaterial, der Targetdicke, den bezüglich

5 Schichtdickenverteilung gestellten Anforderungen am Substrat sowie der Sputterleistung abhängig. Zur Überwachung und Steuerung der angesteuerten Abstandsverhältnisse wird eine oder werden mehrere, direkte oder indirekte, In-situ-Abstandsmessungen vorgenommen. In

10 Fig. 10 ist schematisch eine Sensoranordnung 40 hierzu dargestellt. Weil bei dieser Ausführungsform der äussere Träger nicht hubverstellt wird, misst die Anordnung den momentan eingestellten Abstand zwischen äusserem Träger 25 und innerem Träger 35 und damit den Verlauf bzw. den

15 Momentanwert von  $d_{cd}(t)$ . Die Sensoranordnung 40 kann z.B. auf dem Prinzip der Triangulationsmessung arbeiten, kann als kapazitiver oder optischer Sensor ausgebildet sein, als mechanischer Fühler etc. Dabei ist es eine gute Idee, eine berührungslos messende Sensoranordnung einzusetzen, damit

20 die Magnetanordnung gegenüber dem Target nicht elektrisch isoliert sein muss, womit die Abstände zwischen den Polflächen der Magnetanordnung und der Targetrückseite auch minimal gewählt bzw. gestellt werden können.

Grundsätzlich wird mit dem erfindungsgemässen Vorgehen ein

25 erwünschter Sputterratenverteilungs-Verlauf über der Zeit einstellbar. Wenn somit beispielsweise mit einer Anordnung nach Fig. 10 das innere Magnetschleifenpaar  $7_{cd}$  entlang eines ersten Targetbereiches aus einem ersten Material geführt wird, hingegen das äussere Magnetschleifenpaar  $7_{ab}$

30 entlang eines Targetbereiches aus einem zweiten Material,

- 25 -

das Target aus zwei Zonen unterschiedlicher Materialien besteht, so kann mit dem erfindungsgemässen Vorgehen auch die relative Beschichtungsrate der beiden Materialien am Substrat eingestellt werden.

5 In Fig. 15 ist in einer Darstellung analog zu derjenigen von Fig. 10 eine Ausführungsform schematisch dargestellt, welche der prinzipiell in Fig. 7 dargestellten entspricht. Auch hier ist eine Zweikreis-Magnetronquelle dargestellt. Nur die äusserste Magnetschleife 7<sub>a</sub> wird bezüglich der zwei  
10 innen liegenden Magnetschleifen 7<sub>b</sub> und 7<sub>c</sub> abstandsverstellt. ES ist die äussere Magnetschleife 7<sub>a</sub> bezüglich des Quellengehäuses 31 fix montiert. Das innere Magnetschleifenpaar 7<sub>cb</sub> ist an einem drehgetriebenen Träger 35<sub>a</sub> montiert, bezüglich der Drehachse A<sub>35a</sub> exzentrisch.  
15 Aufgrund der Ausführungen zu Fig. 10 ist die vereinfacht dargestellte Ausführungsform gemäss Fig. 15 für den Fachmann ohne weiteres verständlich.

In Fig. 16 ist, mit der Sputterleistung als Parameter, die normalisierte Schichtdickenverteilung am Substrat und über  
20 die Lebensdauer des Targets als Beschichtungszeit dargestellt. Der Abstand des äusseren Magnetschleifenpaares 7<sub>ab</sub> gemäss Fig. 10 ist 1 mm grösser als der Abstand des inneren Magnetschleifenpaares 7<sub>cd</sub>. Der Verlauf (a) wurde bei einer Sputterleistung von 32 kW gemessen, (b) bei 28  
25 kW, Verlauf (c) bei 24 kW, (d) bei 16 kW und schliesslich der Verlauf (e) bei 20 kW.

Daraus ist eine starke Abhängigkeit der resultierenden Schichtdickenverteilung von der eingestellten Sputterleistung erkenntlich. Daraus folgt, dass es ein

gutes Konzept ist, bei Durchführung der erfindungsgemässen zeitlich gesteuerten Verstellung des Abstandes mindestens eines Teils der Magnetronfeld erzeugenden Magnetanordnung bezüglich der Targetrückfläche, die Sputterleistung  
5 konstant zu halten.

Im Weiteren besteht eine eindeutige Abhängigkeit zwischen Entladungsspannung  $U_E$  und momentaner Sputterratenverteilung am Target. Die Erfahrung zeigt, dass die Entladespannung mit zunehmender Targetnutzung abnimmt aufgrund der  
10 zunehmenden Erosion im Aussenbereich des Targets. Damit ergibt sich die Möglichkeit, die Entladespannung als gemessene Regelgrösse zu erfassen, mit einem Sollwert zu vergleichen und durch Nachführung des Abstandes des äusseren Magnetschleifenpaares in regelndem Sinne konstant  
15 zu halten.

Grundsätzlich ergibt sich die Aussage, dass die Entladespannung bei einer Mehrkreis-Sputterquelle im Wesentlichen durch die Sputterwirkung desjenigen Magnetschleifenpaares bestimmt wird, welches die höchste  
20 Sputterintensität am Target bewirkt.

Üblicherweise wird vorgängig, mit der Sputterleistung als Parameter, aufgenommen, wie die erfindungsgemässe Abstandsverstellung über der Zeit vorgenommen werden sollte, um in der Beschichtungszeit eine erwünschte  
25 Schichtdickenverteilung am Substrat zu erzielen. Die so gewonnenen Kennlinien werden als Tabellen abgespeichert. Die Abstandsverstellung wird dann, sputterleistungsabhängig, nach den abgespeicherten Verläufen geführt. Die Regelung der Entladespannung  $U_E$

- 27 -

durch Stellen des jeweiligen Abstandsverhältnisses erfolgt dann ggf. als Arbeitspunkt-Regelung.

In Fig. 17 ist anhand eines schematischen Signalfluss/Funktionsblock-Diagrammes ein mögliches Konzept zur elektrischen Führung der erfindungsgemässen Magnetronquelle dargestellt. Die Magnetronquelle 42 hat einen Steuereingang  $S_{42}$  für den erfindungsgemäss über der Zeit verstellten Abstand mindestens eines Teils der das Magnetromagnetfeld erzeugenden Magnetanordnung. Die Quelle wird elektrisch mit der einstellbaren konstanten Leistung  $P$  von einem Generator 44 gespeist. Die bei Betrieb eines betrachteten Targets eingestellte elektrische Leistung  $P$  wird einem Tabellenspeicher 46 zugeführt, worin für die verschiedenen Leistungseinstellungen die je als erforderlichlich vorab bestimmten, zeitlichen Abstandsfunktionen als  $d(t,P)$  abgespeichert sind. Ab Beginn des Sputterbeschichtens mit dem betrachteten Target steuert ein Zeitnehmer 48 das Auslesen des der aktuellen Beschichtungszeit entsprechenden Abstandswertes aus Tabellenspeicher 46. Über den Abstandsteuereingang  $S_{42}$  wird an der Magnetronquelle der geforderte Abstandswert eingestellt. Über den z.B. anhand von Fig. 10 beschriebenen Positionssensor 40 kann das exakte Einhalten des momentan geforderten Abstandes geregelt werden. Dieser Positions-Regelkreis ist in Fig. 17 nicht dargestellt. Im Weiteren wird die Entladespannung  $U_E$  als Istgrösse gemessen und mit einer vorgegebenen Sollentladespannung  $U_{SOLL}$  an einem Vergleicher 50 verglichen. Das Vergleichsresultat wird als Regeldifferenz  $\Delta$  über einen Regler 52 und eine Superpositionseinheit 54 als Stellsignal an den Eingang  $S_{42}$

der Quelle 42 gelegt. Damit wird der Arbeitspunkt durch Regelung der Entladespannung auf dem vorgegebenen Wert aus Tabelle 46 gehalten.

In Fig. 18 ist die Magnetanordnung 5 an einer Einkreis-  
5 Magnetronquelle dargestellt, mit mäanderförmigen  
Magnetschleifen  $7_a$  und  $7_b$ . Beide Magnetfeldschleifen  $7_a$  und  $7_b$ , das Paar  $7_{ab}$ , drehen um die Achse A. In Fig. 19 sind die resultierenden Schichtdickenverteilungen an einem 300 mm Durchmesser Substrat dargestellt, wenn, gemäss Verlauf (a),  
10 der Abstand der Schleife  $7_b$  von der Targetrückseite 2 mm grösser ist als der Abstand des äusseren Magnetkreises  $7_a$  und sukzessive gemäss den Verläufen (b), (c), (d) um 2 mm verringert wird. Daraus ist erkenntlich, dass auch bei einer Einkreis-Quelle resp. bei erfindungsgemäsem Vorgehen  
15 an einer Einkreis-Quelle, wie anhand der Figuren 2 und insbesondere 3 gezeigt, eine Steuerung der momentanen Sputterrate und mithin der momentanen Beschichtungsrate am Substrat möglich ist und damit, über eine betrachtete Beschichtungszeit bis hin zur Targetlebensdauer, die  
20 Einstellung bzw. Beibehaltung einer erwünschten Schichtdickenverteilung am Substrat, dabei insbesondere einer homogenen, d.h. gleichförmigen, sichergestellt werden kann.

Mit Blick auf die Ausführungsform nach Fig. 10 realisiert  
25 nach Fig. 11 wurde im Weiteren festgestellt, dass sich bei dieser Konfiguration einer Zweikreis-Magnetronquelle eine Reduktion der Wirbelstromverluste, verglichen mit der Einkreis-Quelle nach Fig. 18, ergibt, die eine Verringerung der notwendigen Antriebsmotorenleistung für den jeweiligen

- 29 -

Drehantrieb von ca. 20 % ermöglicht. Zusätzlich wird durch die Reduktion von Wirbelströmen das resultierende Streufeld im Umkreis der drehenden Magnetanordnung reduziert und damit die potentielle Gefahr der Störung umliegender  
5 Anlagenkomponenten vermindert.

**Patentansprüche:**

1. Verfahren zur Herstellung magnetronbeschichteter Substrate, bei welchem entlang des Targets auf dessen dem Substrat abgewandten Rückseite eine Magnetanordnung  
5 vorhanden ist, mittels welcher entlang der Sputterfläche des Targets mindestens eine in sich geschlossene Schleife eines tunnelförmigen Magnetronmagnetfeldes erzeugt wird, dadurch gekennzeichnet, dass zur Einstellung der Sputterratenverteilung der Abstand eines Teiles der  
10 Magnetanordnung zur Targetrückseite verändert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Teil der Magnetanordnung entlang der Targetrückseite bewegt wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch  
15 gekennzeichnet, dass ein Teil einer umlaufenden Magnetschleife abstandsverändert wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand einer ganzen Magnetschleife verändert wird.
- 20 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand eines Magnetschleifenpaares verändert wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass mit zunehmender Beschichtungszeit der  
25 Abstand eines Teiles der Magnetanordnung, der näher am Targetrand ist als ein weiterer Teil der Magnetanordnung, vergrößert wird und/oder der Abstand des weiteren Teils verringert wird.



7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die der Quelle zugeführte elektrische Leistung konstant gehalten wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass bei konstant gehaltener Sputterleistung die Entladespannung erfasst wird, mit einem Sollwert verglichen wird und der Abstand in Abhängigkeit vom Vergleichsresultat verstellt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass, mit der Sputterleistung als Parameter, die Funktion der zeitabhängigen Abstandseinstellung ermittelt und abgespeichert wird und die Abstandsverstellung mit der Funktion in der Zeit gesteuert wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Target Zonen unterschiedlicher Materialien hat und das Verhältnis der Sputterraten der Materialien mit der Abstandsverstellung eingestellt wird.

11. Magnetronquelle mit einem Target mit Sputterfläche, entlang der der Sputterfläche abgewandten Targetrückfläche einer Magnetanordnung, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand zur Targetrückfläche eines Teil der Magnetanordnung mittels eines gesteuerten Hubantriebes verstellbar ist.

12. Magnetronquelle nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Teil der Magnetanordnung mit einem Bewegungsantrieb wirkverbunden ist, mittels welchem der Teil entlang der Targetrückseite getrieben bewegt wird.

13. Magnetronquelle nach einem der Ansprüche 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass ein Teil einer Magnetschleife mit dem gesteuerten Hubantrieb wirkverbunden ist.

14. Magnetronquelle nach einem der Ansprüche 11 bis 13, 5 dadurch gekennzeichnet, dass eine ganze Magnetschleife mit dem gesteuerten Hubantrieb wirkverbunden ist.

15. Magnetronquelle nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass ein Magnetschleifenpaar mit dem gesteuerten Hubantrieb wirkverbunden ist.

10 16. Magnetronquelle nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei Magnetschleifenpaare vorhanden sind und mindestens eines der Paare bezüglich einer Drehachse exzentrisch ausgebildet ist und mit einem Bewegungsantrieb um die Drehachse 15 wirkverbunden ist.

17. Magnetronquelle nach einem der Ansprüche 11 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass der gesteuerte Hubantrieb mit einer Steuerung wirkverbunden ist, welche in Funktion der Beschichtungszeit den Hubantrieb so steuert, dass der 20 Abstand eines Teils der Magnetanordnung, der am Target weiter aussen liegt als ein weiterer Teil, mit der Zeit vergrößert wird und/oder der Abstand des weiteren Teils verringert wird.

18. Magnetronquelle nach einem der Ansprüche 11 bis 17, 25 dadurch gekennzeichnet, dass mit dem Teil eine Hubmesseinrichtung wirkverbunden ist.

19. Magnetronquelle nach einem der Ansprüche 11 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass sie an einen elektrischen

Generator angeschlossen ist, der im Wesentlichen konstante Leistung abgibt.

20. Magnetronquelle nach einem der Ansprüche 11 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass eine Messanordnung für die  
5 Entladespannung zwischen einer Anode der Quelle und dem Target vorgesehen ist, deren Ausgang mit einem Vergleicher wirkverbunden ist, dessen zweitem Eingang eine Vorgabeeinheit zugeschaltet ist, wobei der Ausgang des  
Vergleichers mit einem Steuereingang des gesteuerten  
10 Hubantriebes wirkverbunden ist.

21. Magnetronquelle nach einem der Ansprüche 11 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass das Target aus mindestens zwei Zonen unterschiedlicher Materialien besteht.

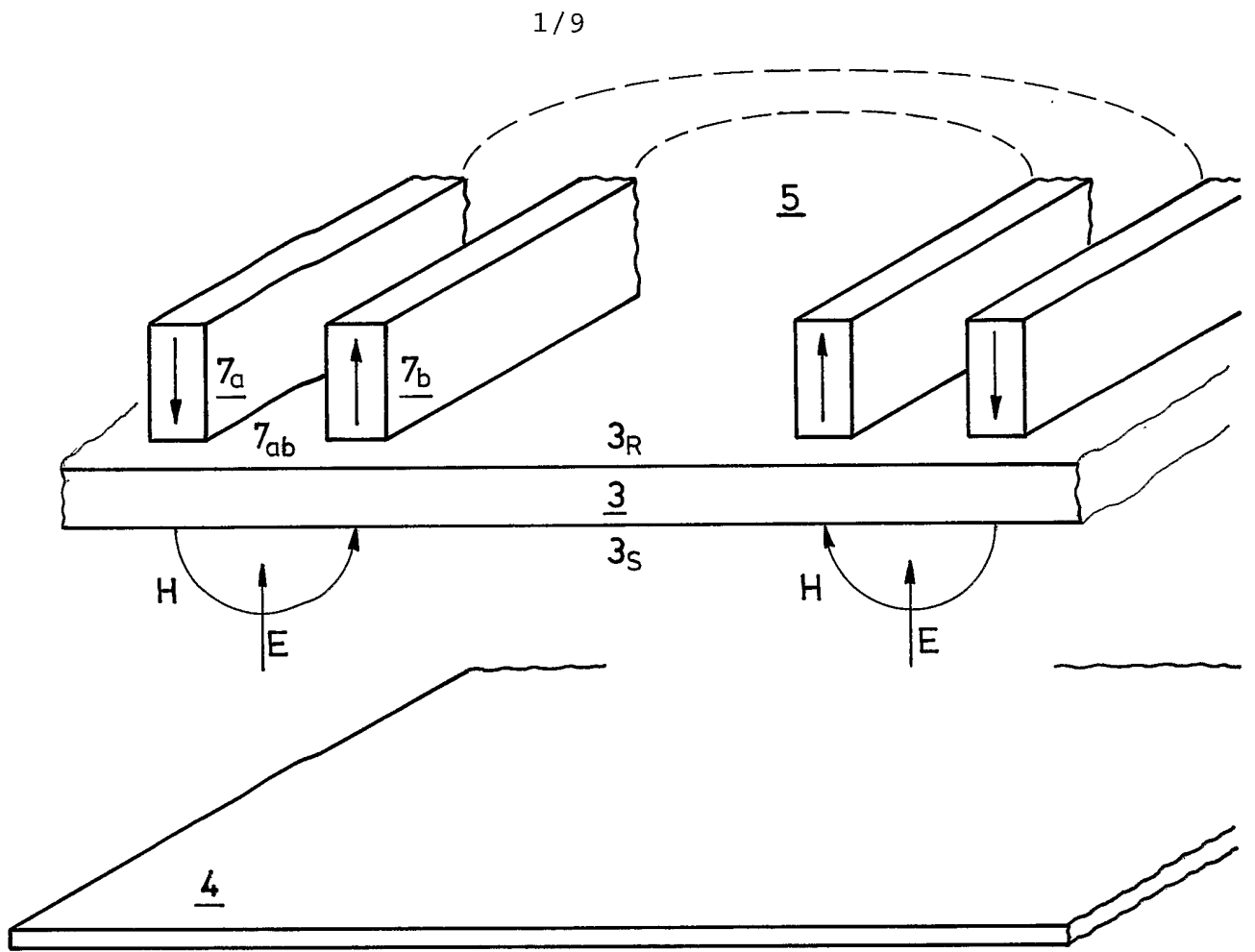


FIG.1

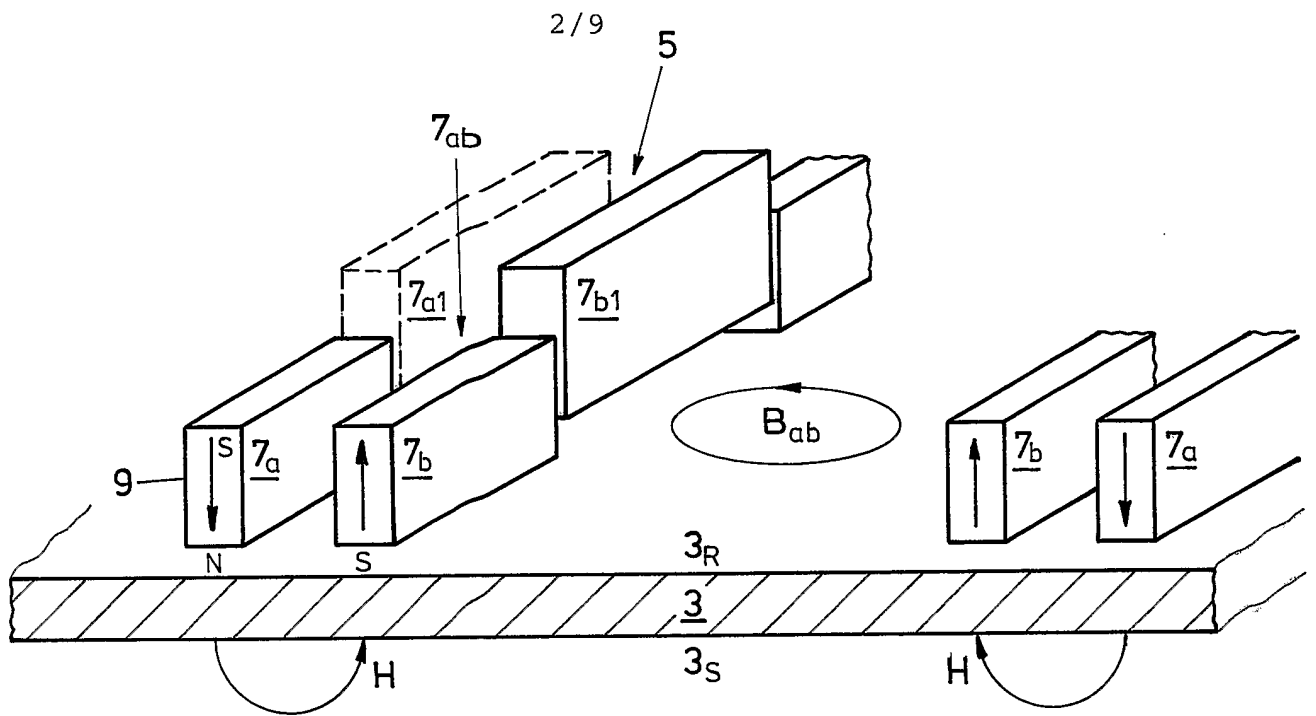


FIG. 2a

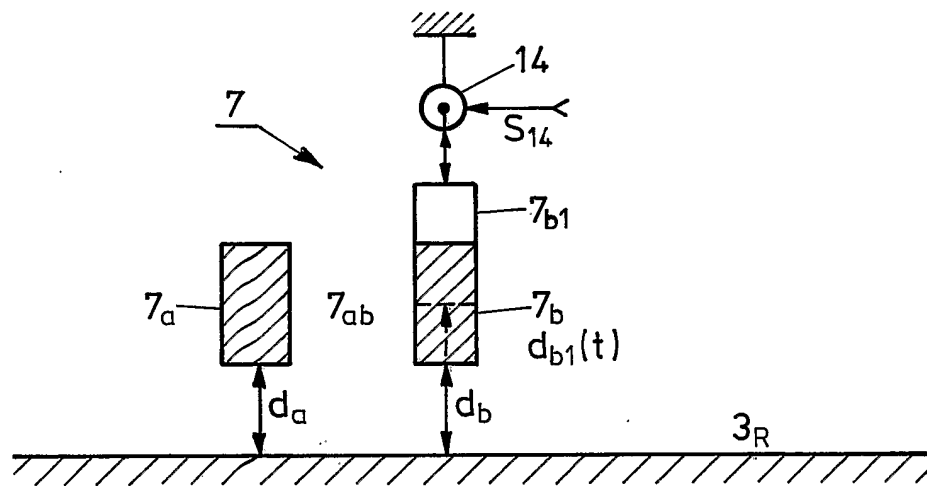


FIG. 2b

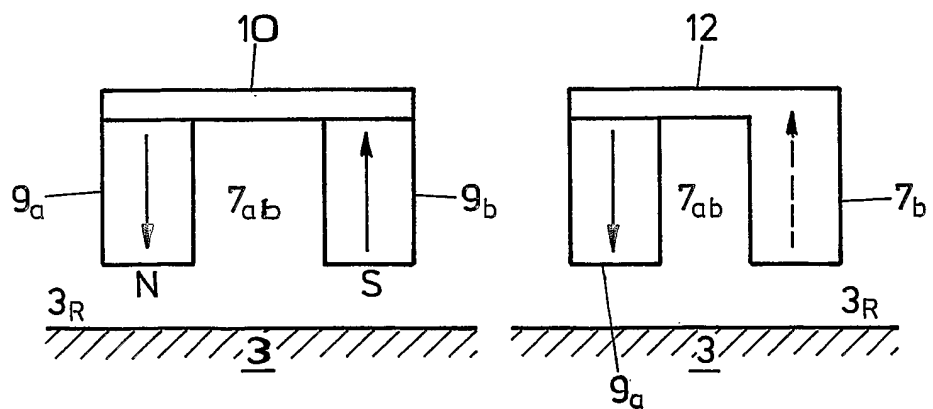


FIG. 2c

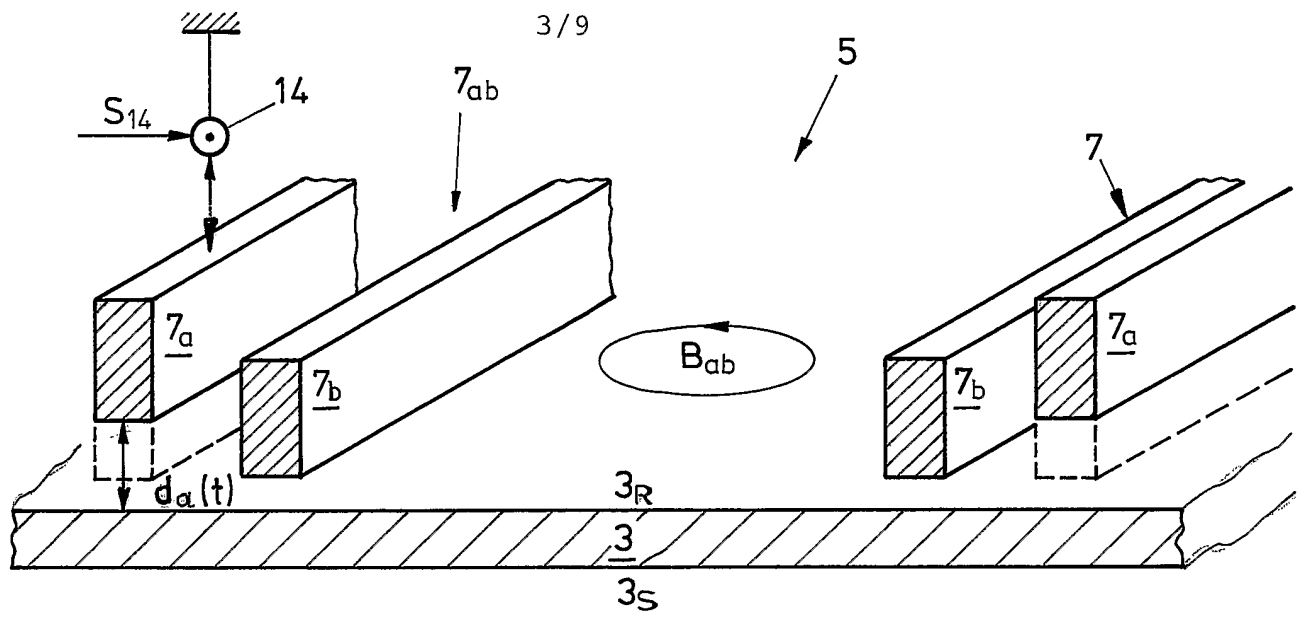


FIG. 3

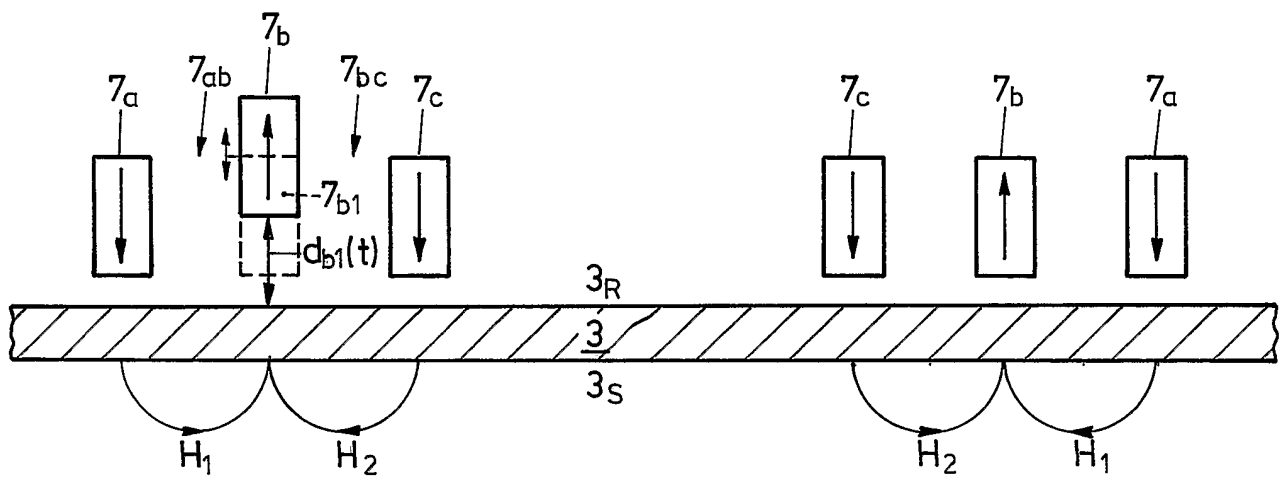


FIG. 4

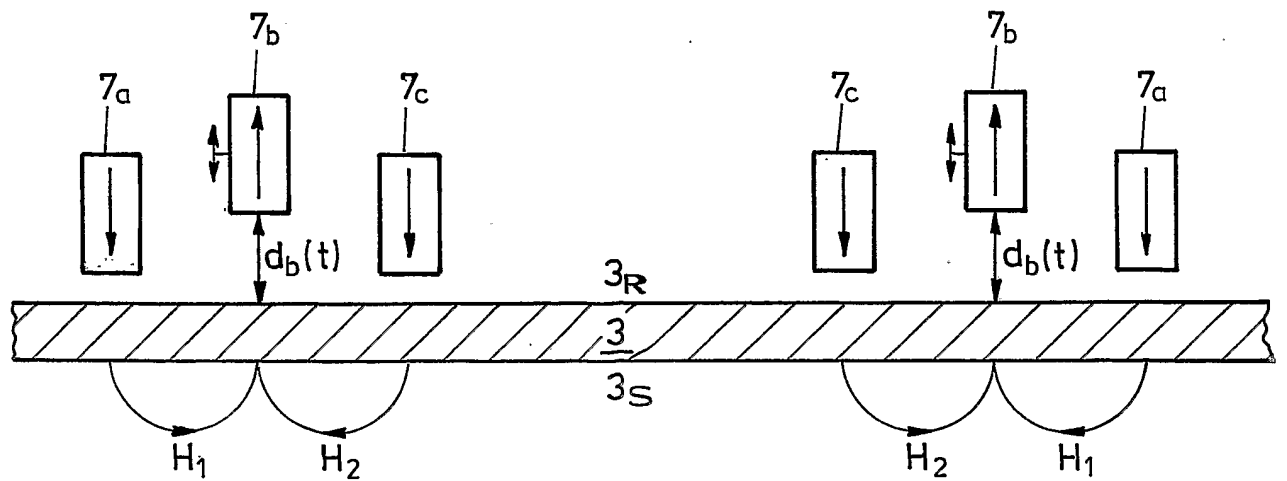


FIG. 5

4/9

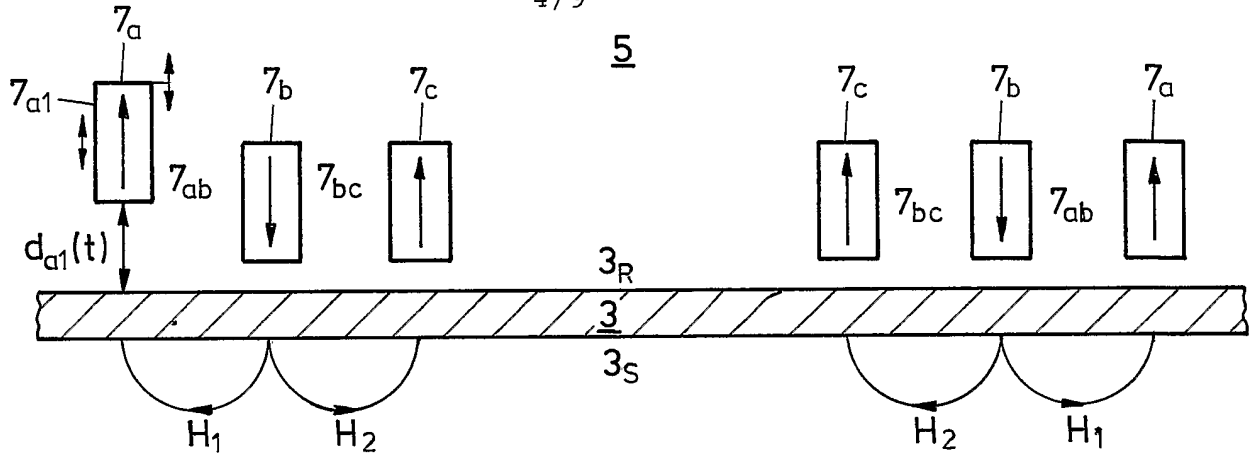


FIG. 6

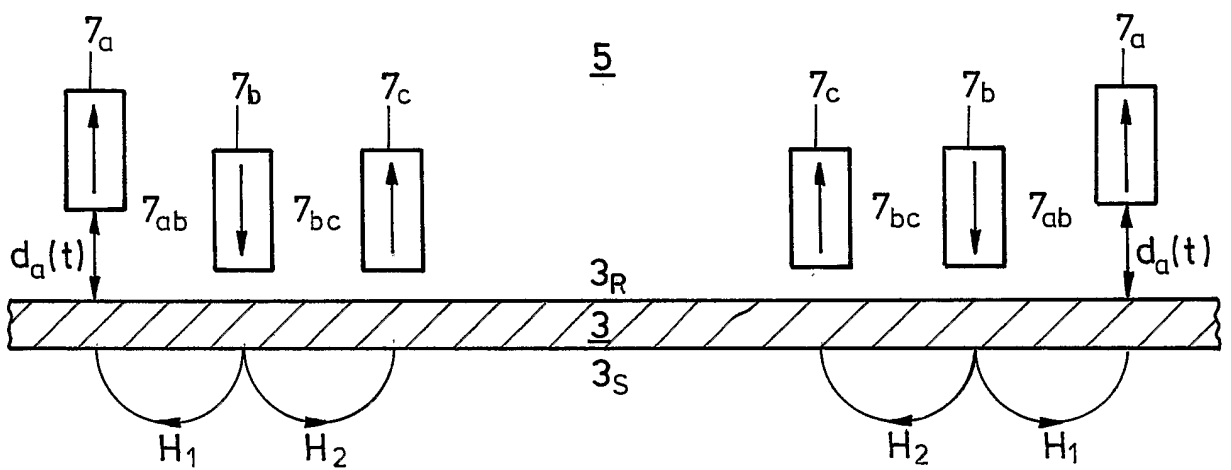


FIG. 7

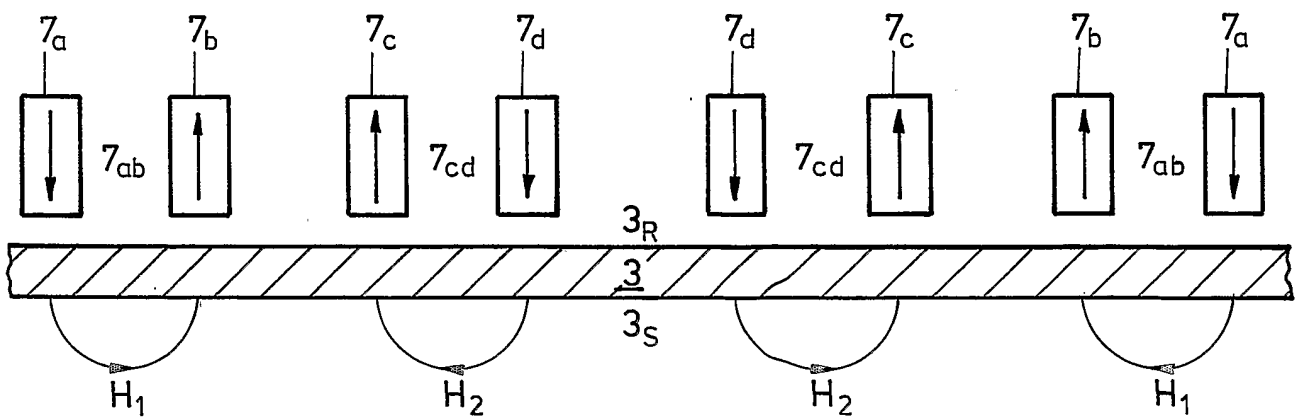


FIG. 8





6/9

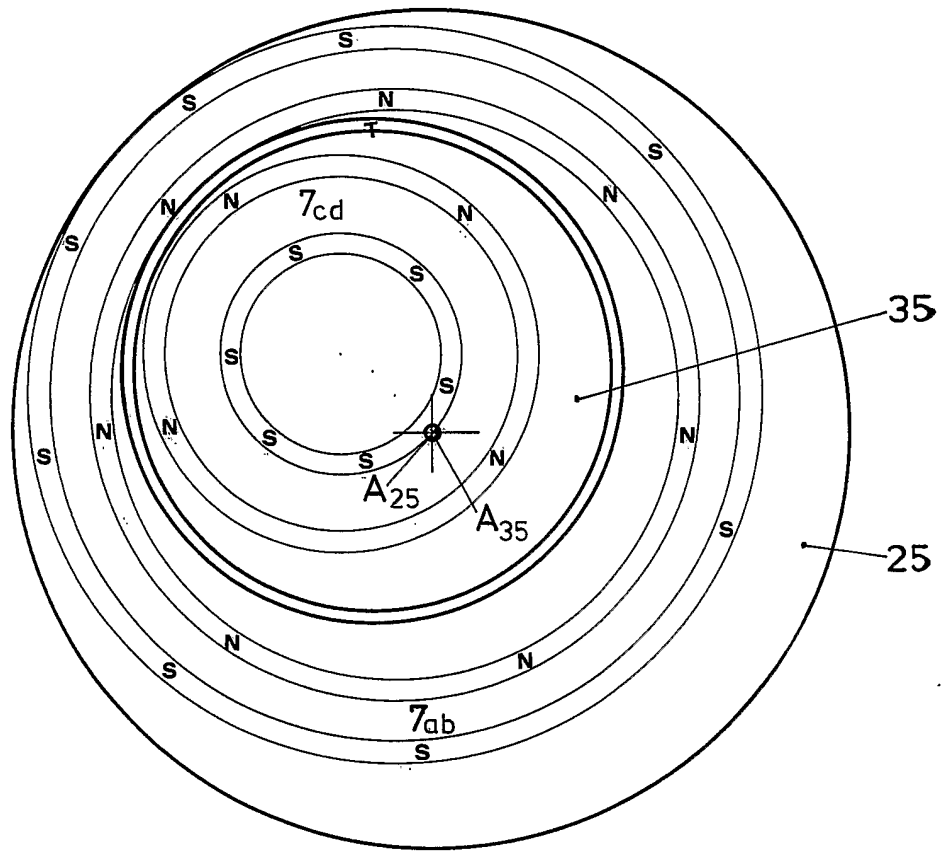


FIG.11

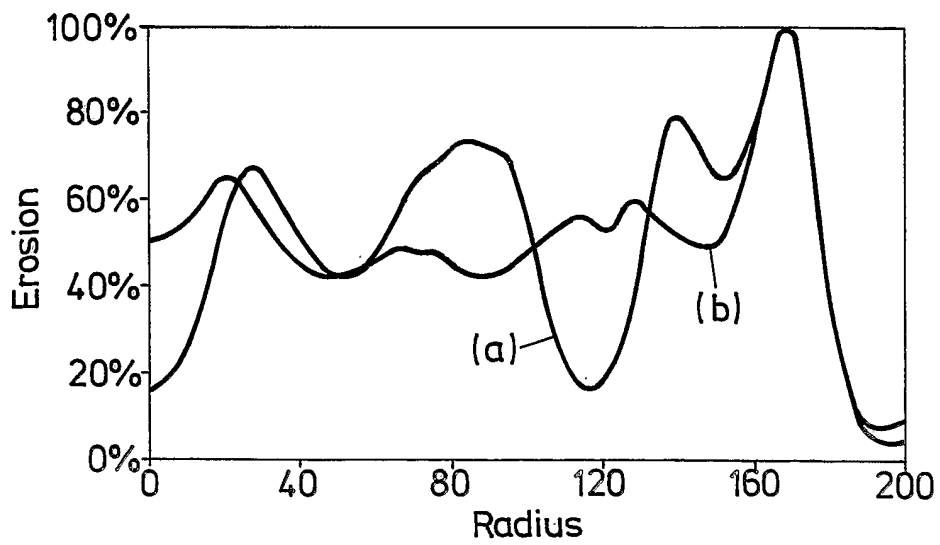


FIG.12

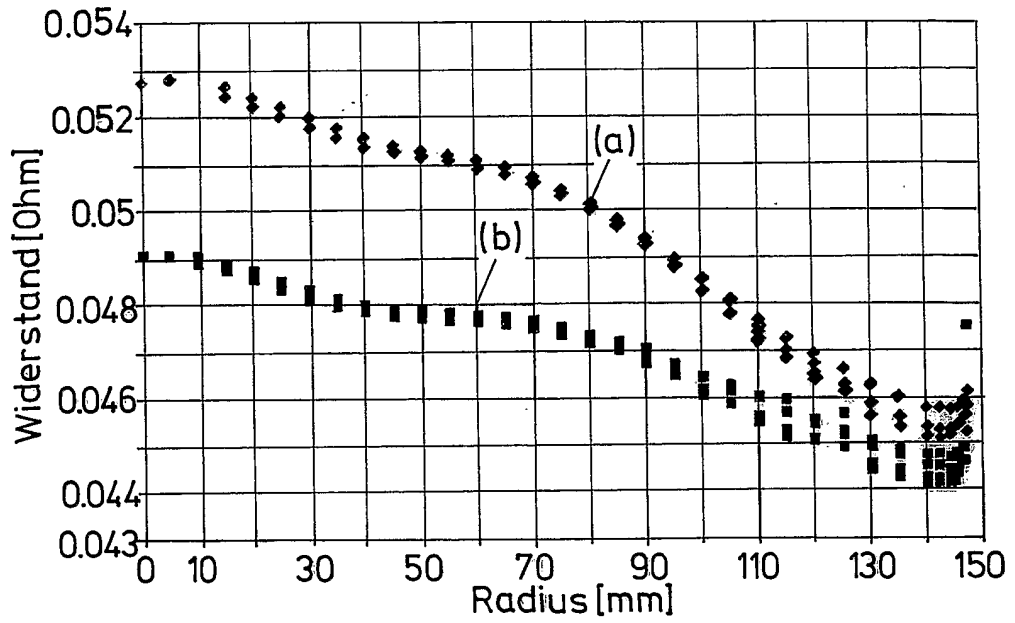


FIG.13

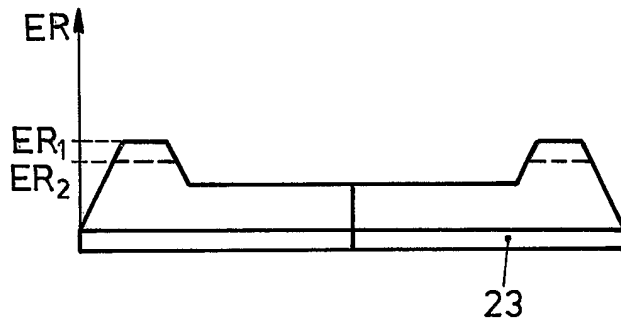


FIG.14

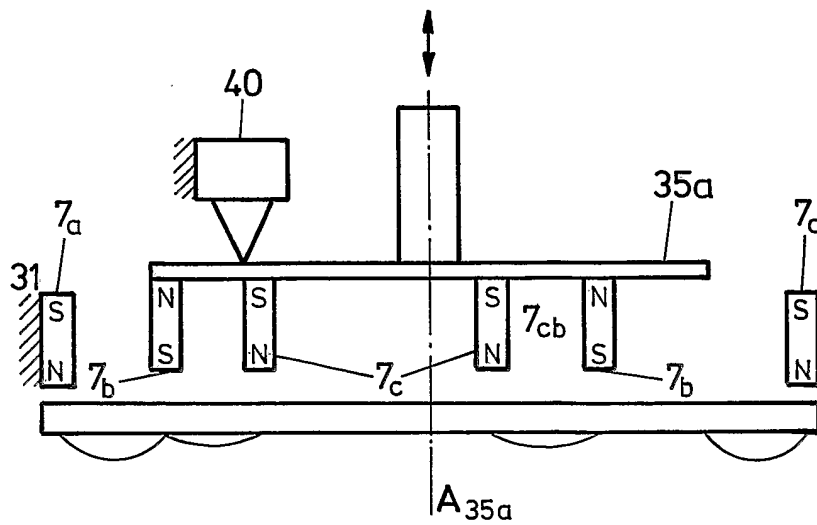


FIG.15

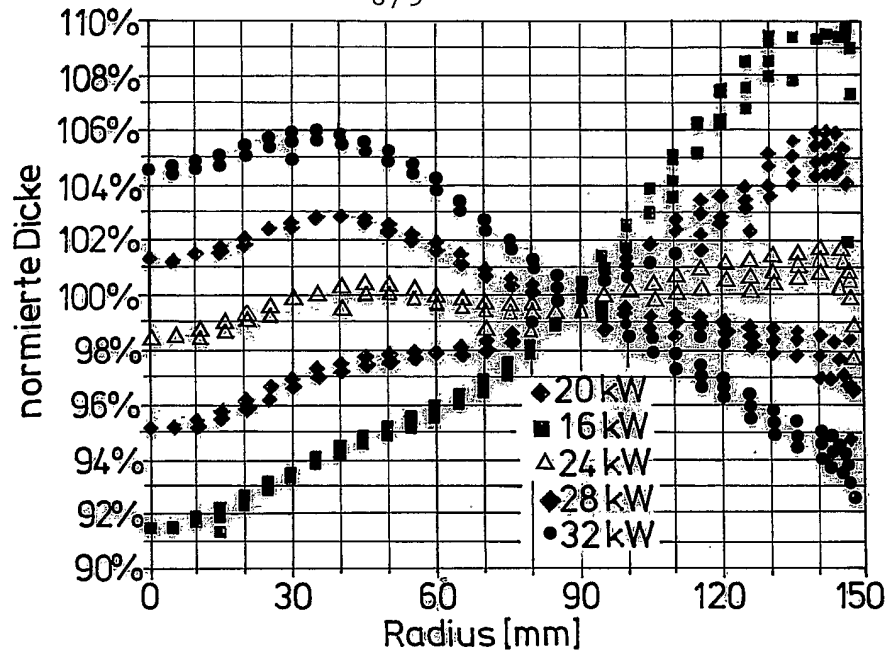


FIG.16

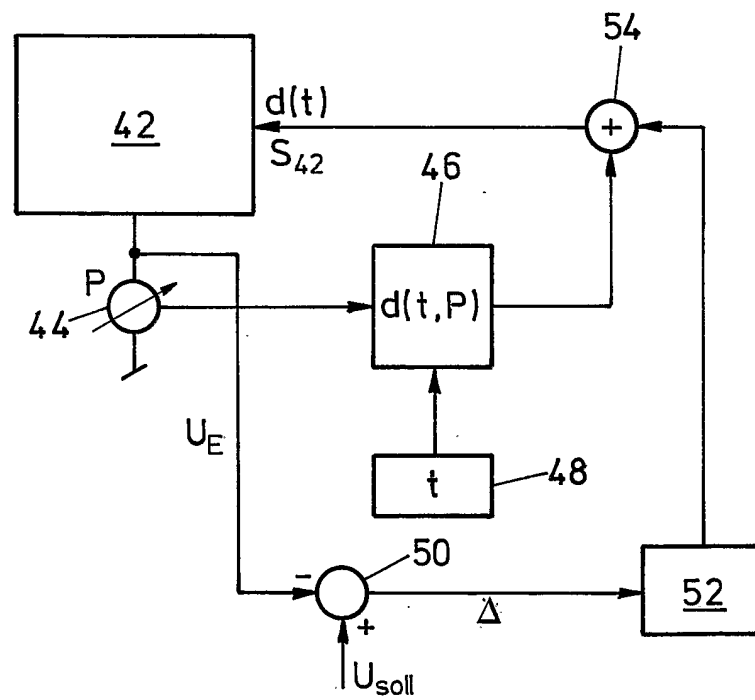


FIG.17

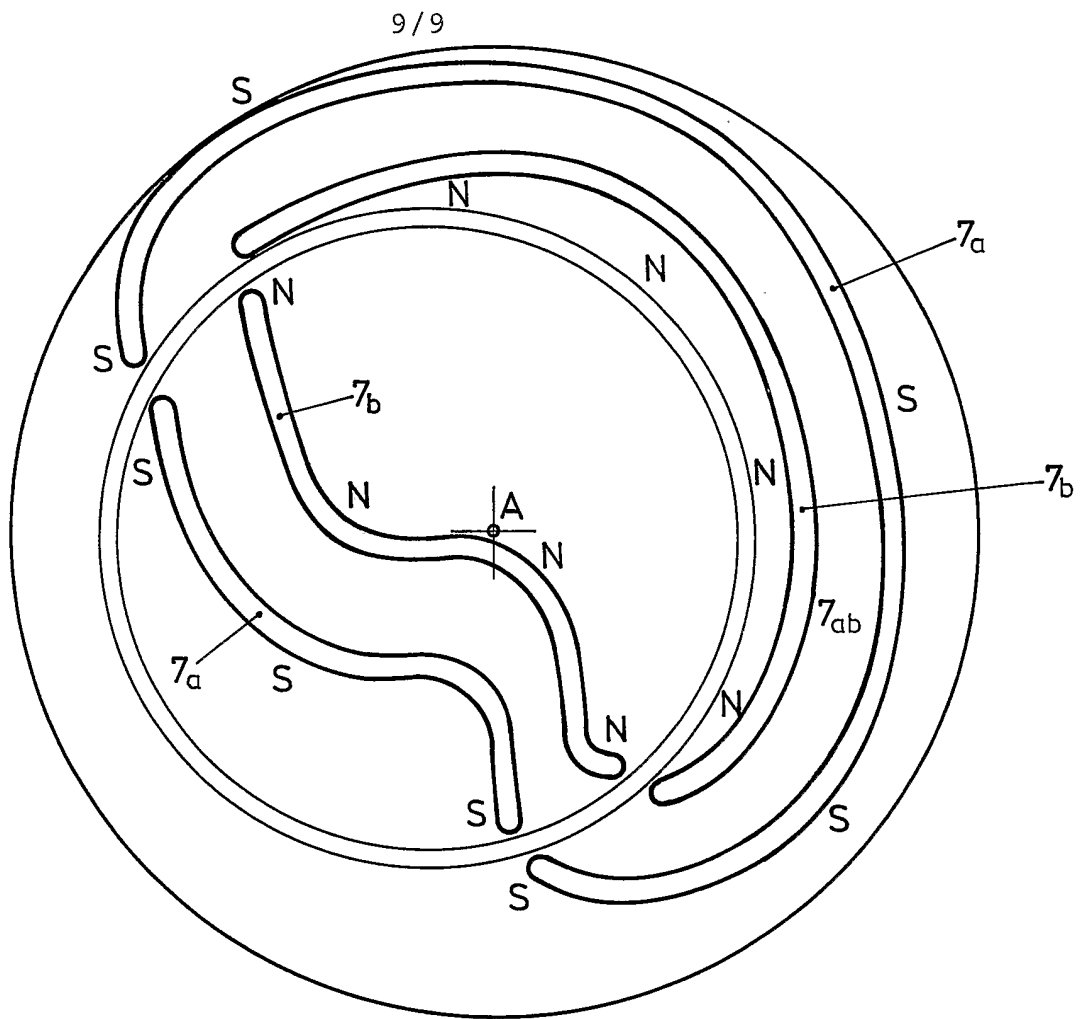


FIG. 18

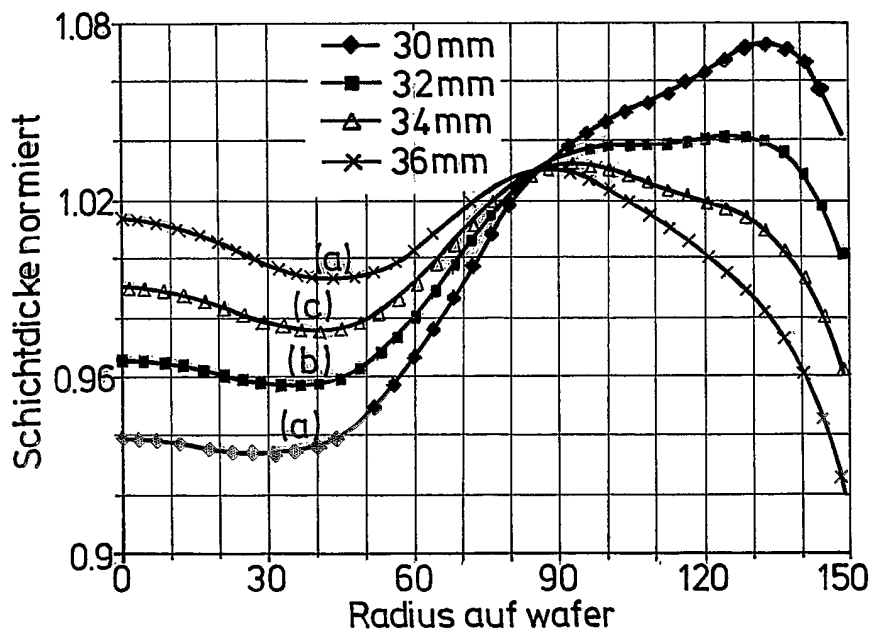


FIG. 19

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International Application No  
PCT/CH2005/000441

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
H01J37/34 C23C14/35

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)  
H01J 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, WPI Data, PAJ

<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	US 2004/050690 A1 (GREEN GORDON ROBERT ET AL) 18 March 2004 (2004-03-18)  paragraphs '0007!, '0011! paragraph '0012! paragraphs '0025! - '0027!; figure 1 paragraphs '0036!, '0037! claims 1,3,4	1-4,7-9, 11-14, 18,19 21 5,6, 15-17,20.
X	EP 0 820 088 A (APPLIED KOMATSU TECHNOLOGY, INC) 21 January 1998 (1998-01-21) abstract column 11, line 40 - column 12, line 20; figure 9	1-3, 11-13

Further documents are listed in the continuation of box C.       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	*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
*E* earlier document but published on or after the international filing date	*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
*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)	*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.
*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	*Z* document member of the same patent family
*P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  7 November 2005	Date of mailing of the international search report  20/12/2005
Name and mailing address of the ISA 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	Authorized officer  Hofmann, K

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/CH2005/000441

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 858 095 A (INTEVAC, INC) 12 August 1998 (1998-08-12)  column 7, lines 18,19 column 9, lines 55-17 - column 10, lines 40-44; figure 9 claims 1,2,7,8	1-3,6, 11-13
X	DE 39 08 252 A1 (LEYBOLD AG, 6450 HANAU, DE; LEYBOLD AG, 63450 HANAU, DE) 20 September 1990 (1990-09-20) column 6, lines 4-28,40-47; figures 2,4	1,3,5, 11,13
X	US 5 399 253 A (GRUENENFELDER ET AL) 21 March 1995 (1995-03-21) column 2, lines 31,44-48,56-59 column 3, lines 1-11 column 3, line 60 - column 4, lines 5,11,20,21,23,24 column 6, line 49 - column 7, line 15; figures 3,3a-c figures 4a-c	1,3-5
X	EP 0 945 524 A (BALZERS UND LEYBOLD DEUTSCHLAND HOLDING AG) 29 September 1999 (1999-09-29) paragraphs '0007!, '0008! paragraphs '0015!, '0016!; figure 1	1,11,13
X	WO 98/02597 A (NOVELLUS SYSTEMS, INC) 22 January 1998 (1998-01-22) page 4, lines 6,7 page 6, lines 5-17; figure 1 page 7, lines 1-3; figure 1	1,3,4,11
Y	WO 2004/036616 A (UNAXIS BALZERS AG; ZUEGER, OTHMAR) 29 April 2004 (2004-04-29)	21
A	abstract page 10, lines 17-19 page 17, lines 10-12; figure 2	2,3,12, 13

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No  
PCT/CH2005/000441

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2004050690	A1	18-03-2004	AU 1726102 A 18-06-2002
			DE 10196963 T0 20-11-2003
			WO 0247110 A1 13-06-2002
			GB 2386128 A 10-09-2003
EP 0820088	A	21-01-1998	JP 10096078 A 14-04-1998
			TW 425590 B 11-03-2001
			US 5855744 A 05-01-1999
EP 0858095	A	12-08-1998	JP 10219443 A 18-08-1998
			US 5873989 A 23-02-1999
DE 3908252	A1	20-09-1990	NONE
US 5399253	A	21-03-1995	AT 143528 T 15-10-1996
			DE 59303966 D1 31-10-1996
			EP 0603587 A1 29-06-1994
			JP 3566327 B2 15-09-2004
			JP 6228749 A 16-08-1994
EP 0945524	A	29-09-1999	AU 2134099 A 07-10-1999
			DE 19813075 A1 30-09-1999
			JP 11310875 A 09-11-1999
WO 9802597	A	22-01-1998	EP 0873430 A1 28-10-1998
			JP 2000500188 T 11-01-2000
WO 2004036616	A	29-04-2004	AU 2003266908 A1 04-05-2004
			EP 1552544 A1 13-07-2005

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PC1/CH2005/000441

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
H01J37/34 C23C14/35

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

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
H01J 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, WPI Data, PAJ

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X Y A	US 2004/050690 A1 (GREEN GORDON ROBERT ET AL) 18. März 2004 (2004-03-18)  Absätze '0007!, '0011! Absatz '0012! Absätze '0025! - '0027!; Abbildung 1 Absätze '0036!, '0037! Ansprüche 1,3,4	1-4, 7-9, 11-14, 18, 19 21 5, 6, 15-17, 20
X	EP 0 820 088 A (APPLIED KOMATSU TECHNOLOGY, INC) 21. Januar 1998 (1998-01-21) Zusammenfassung Spalte 11, Zeile 40 - Spalte 12, Zeile 20; Abbildung 9	1-3, 11-13

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

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

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

7. November 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

20/12/2005

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

Hofmann, K



C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 858 095 A (INTEVAC, INC) 12. August 1998 (1998-08-12)  Spalte 7, Zeilen 18,19 Spalte 9, Zeilen 55-17 - Spalte 10, Zeilen 40-44; Abbildung 9 Ansprüche 1,2,7,8 -----	1-3,6, 11-13
X	DE 39 08 252 A1 (LEYBOLD AG, 6450 HANAU, DE; LEYBOLD AG, 63450 HANAU, DE) 20. September 1990 (1990-09-20) Spalte 6, Zeilen 4-28,40-47; Abbildungen 2,4 -----	1,3,5, 11,13
X	US 5 399 253 A (GRUENENFELDER ET AL) 21. März 1995 (1995-03-21) Spalte 2, Zeilen 31,44-48,56-59 Spalte 3, Zeilen 1-11 Spalte 3, Zeile 60 - Spalte 4, Zeilen 5,11,20,21,23,24 Spalte 6, Zeile 49 - Spalte 7, Zeile 15; Abbildungen 3,3a-c Abbildungen 4a-c -----	1,3-5
X	EP 0 945 524 A (BALZERS UND LEYBOLD DEUTSCHLAND HOLDING AG) 29. September 1999 (1999-09-29) Absätze '0007!, '0008! Absätze '0015!, '0016!; Abbildung 1 -----	1,11,13
X	WO 98/02597 A (NOVELLUS SYSTEMS, INC) 22. Januar 1998 (1998-01-22) Seite 4, Zeilen 6,7 Seite 6, Zeilen 5-17; Abbildung 1 Seite 7, Zeilen 1-3; Abbildung 1 -----	1,3,4,11
Y	WO 2004/036616 A (UNAXIS BALZERS AG; ZUEGER, OTHMAR) 29. April 2004 (2004-04-29) -----	21
A	Zusammenfassung Seite 10, Zeilen 17-19 Seite 17, Zeilen 10-12; Abbildung 2 -----	2,3,12, 13

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH2005/000441

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2004050690	A1	18-03-2004	AU 1726102 A	18-06-2002
			DE 10196963 T0	20-11-2003
			WO 0247110 A1	13-06-2002
			GB 2386128 A	10-09-2003
EP 0820088	A	21-01-1998	JP 10096078 A	14-04-1998
			TW 425590 B	11-03-2001
			US 5855744 A	05-01-1999
EP 0858095	A	12-08-1998	JP 10219443 A	18-08-1998
			US 5873989 A	23-02-1999
DE 3908252	A1	20-09-1990	KEINE	
US 5399253	A	21-03-1995	AT 143528 T	15-10-1996
			DE 59303966 D1	31-10-1996
			EP 0603587 A1	29-06-1994
			JP 3566327 B2	15-09-2004
			JP 6228749 A	16-08-1994
EP 0945524	A	29-09-1999	AU 2134099 A	07-10-1999
			DE 19813075 A1	30-09-1999
			JP 11310875 A	09-11-1999
WO 9802597	A	22-01-1998	EP 0873430 A1	28-10-1998
			JP 2000500188 T	11-01-2000
WO 2004036616	A	29-04-2004	AU 2003266908 A1	04-05-2004
			EP 1552544 A1	13-07-2005