

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
12. Februar 2004 (12.02.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/013374 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **C23C 14/35**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/008001

(22) Internationales Anmeldedatum:
22. Juli 2003 (22.07.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 34 859.6 31. Juli 2002 (31.07.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **FRAUNHOFER GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.** [DE/DE]; Hansastrasse 27c, 80686 München (DE).

[DE/DE]; Kopernikusstrasse 8, 01454 Radeberg (DE). **BARTZSCH, Hagen** [DE/DE]; Wittenberger Str. 43, 01309 Dresden (DE). **GOEDICKE, Klaus** [DE/DE]; Pfeifferhannsstrasse 18, 01307 Dresden (DE). **WINKLER, Torsten** [DE/DE]; Kopernikusstrasse 4, 01454 Radeberg (DE). **LIEBIG, Jörn-Steffen** [DE/DE]; Eichbuschweg 2, 01328 Dresden (DE). **KIRCHHOFF, Volker** [DE/DE]; Wettröer Str. 7, 01324 Dresden (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(72) Erfinder; und

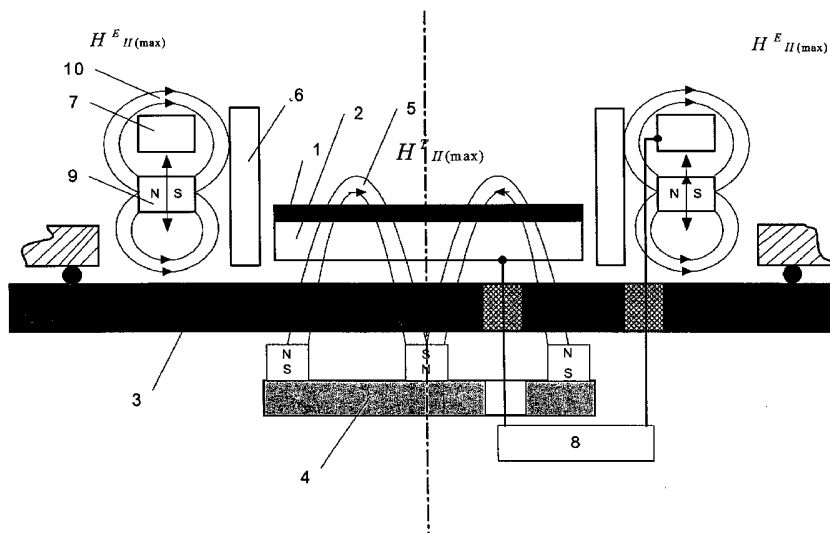
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **FRACH, Peter**

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR COATING SUBSTRATES

(54) Bezeichnung: EINRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM BESCHICHTEN VON SUBSTRATEN



(57) Abstract: The invention relates to a device for coating substrates by means of magnetron sputtering. Said device comprises at least one sputtering source according to the magnetron principle, at least one target (1) which can be placed on an optional electrical potential, a tunnel-shaped, closed magnetic field (5) which is located above the surface and is at least temporarily used as a cathode, at least one electrode which is at least temporarily used as an anode (7), and at least one power supply unit (8) for producing a voltage between the target(s) and the electrode or the associated electrodes, a device (9) for producing magnetic fields being associated with the electrode in such a way that the electrode surface is at least partially penetrated by a magnetic field. According to the invention, the maximum value of the magnetic field component parallel to the electrode surface $H^E_{II,max}$ is at least 5 % of the maximum value of the magnetic field component parallel to the target surface $H^T_{II,max}$.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

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.

Veröffentlicht:

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zum Beschichten von Substraten durch Magnetron-Sputtern mit mindestens einer Sputterquelle nach dem Magnetronprinzip mit mindestens je einem auf wahlfreies elektrisches Potential legbaren Target (1) mit in sich geschlossenem tunnelförmigen Magnetfeld (5) oberhalb der Oberfläche, welches mindestens zeitweise als Katode geschaltet ist, und mindestens einer zumindest zeitweise als Anode (7) geschalteten Elektrode und mindestens einer Stromversorgungseinheit (8) zur Erzeugung einer Spannung zwischen dem Target bzw. den Targets und der Elektrode bzw. den zugeordneten Elektroden, bei der der Elektrode eine magnetfelderzeugende Einrichtung (9) derart zugeordnet ist, dass die Elektrodenoberfläche zumindest teilweise von einem Magnetfeld durchdrungen wird, wobei der Maximalwert der Magnetfeldkomponente parallel zur Elektrodenoberfläche $H_{\parallel, \max}^E$ mindestens 5% des Maximalwertes der Magnetfeldkomponente parallel zur Targetoberfläche $H_{\parallel, \max}^T$ beträgt.

Einrichtung und Verfahren zum Beschichten von Substraten

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung und ein Verfahren zum Beschichten von Substraten durch Magnetron-Sputtern, auch Kathodenzerstäubung genannt. Vakuumbeschichtungs-
5 verfahren mittels Magnetron-Sputtern finden breite Anwendung in vielen Branchen, wie Elektrotechnik/Elektronik, Optik, Maschinenbau und Glasindustrie, zur Veredelung von Oberflächen und zur Erzeugung bestimmter Funktionen der Oberfläche.

Es ist allgemein bekannt, dass die Struktur und zahlreiche Eigenschaften der durch Sputtern
10 hergestellten Schichten von den gewählten Prozessbedingungen abhängen. Den größten Einfluss haben der Druck der Gasentladung und die Temperatur des Substrates. Für zahlreiche Anwendungen können diese Prozessbedingungen nicht frei gewählt werden, weil z. B. hoher Druck die Schichtstruktur nachteilig beeinflussen oder zu Gaseinschlüssen führen kann oder eine hohe Temperatur nicht mit der thermischen Beanspruchbarkeit des
15 Substrates vereinbar ist. Deshalb wird durch Ladungsträgerbeschuss während oder anschließend an die Beschichtung häufig eine Verbesserung der Struktur und der Schichteigenschaften angestrebt. Zahlreiche Verfahren und Anordnungen nutzen das Vorspannen des Substrates durch eine negative elektrische Spannung, um einen Strom energiereicher Ionen zum Substrat zu erzeugen („Bias-Sputtern“). Für zahlreiche Anwendungen werden
20 damit gute Ergebnisse erreicht [vgl. z. B. „Dünnschichttechnologie“ H. Frey, G. Kienel (Hsg.) VDI-Verlag Düsseldorf 1987, S. 119 bis 121 und „Vakuumbeschichtung“ G. Kienel (Hsg.) Bd. 4 VDI-Verlag Düsseldorf 1993, S. 26 bis 33].

Für kompliziert geformte Teile entstehen jedoch durch Verzerrungen des elektrischen Feldes
25 am Substrat örtlich sehr unterschiedlich Bias-Wirkungen, die vor allem an Spitzen und Kanten der Substrate zu Problemen führen. Werden elektrisch isolierende Schichten durch Magnetron-Sputtern erzeugt, so entstehen durch das Anlegen einer geeigneten Bias-Spannung zusätzliche Schwierigkeiten. Wird eine Hochfrequenzspannung (z. B. mit 13,56 MHz) angelegt, so ergeben sich Probleme der Ankoppelung und Gleichverteilung.
30 Es sind auch Verfahren mit mittelfrequent gepulster Bias-Spannung (10 ... 100 kHz) bekannt (DE 44 12 906 C1), die den Aufwand gegenüber einer Hochfrequenz-Bias-Spannung verringern, aber nicht allgemein anwendbar sind, da die Bias-Wirkung nur für dünne isolierende Schichten auf elektrisch leitfähigen Substraten erreicht wird.

In allen Fällen erfordert das Bias-Sputtern eine spezielle Stromversorgungseinheit zur
35 Bereitstellung der Bias-Spannung und Einrichtungen zur Kontaktierung der Substrate. Die

- Kontaktierung kann sich bei der Beschichtung von Substraten, die typischerweise relativ zur Magnetronquelle bewegt werden, als aufwändig und technisch unzuverlässig erweisen. Es werden deshalb auch Einrichtungen zur separaten Erzeugung beschleunigter Ladungsträger, z. B. Ionenstrahlquellen, benutzt, um eine Verbesserung der Struktur und der
- 5 Eigenschaften abgeschiedener Schichten zu erreichen [vgl. z. B. „Dünnschichttechnologie“ H. Frey, G. Kienel (Hsg.) VDI-Verlag Düsseldorf 1987, S. 145 und G.Kienel loc.cit. S. 27 bis 32]. Sie erfordern im Allgemeinen einen noch höheren apparativen Aufwand. Außerdem erweist sich eine gleichmäßige Beaufschlagung großer oder dreidimensionaler Substratoberflächen oft als schwierig oder gar nicht durchführbar.
- 10 Die Möglichkeiten zur Beeinflussung der Schichteigenschaften durch Ladungsträgerbeschuss werden außerdem begrenzt durch die damit verbundene thermische Belastung des Substrates und mögliche Strahlenschäden, erhöhte innere Spannungen oder andere Nebenwirkungen auf die Schichteigenschaften.
- 15 Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Einrichtung und ein zugehöriges Verfahren zum Magnetron-Sputtern anzugeben, die zu einer verbesserten Struktur der abgeschiedenen Schicht, z. B. zu einer dichteren Schicht, bzw. zu besseren damit im Zusammenhang stehenden Schichteigenschaften führen, wobei die thermische Substratbelastung oder die Wirkungen energiereicher Spezies des Plasmas beim Magnetron-Sputtern auf die Schicht
- 20 begrenzt bzw. der Energieeintrag beim Magnetron-Sputtern innerhalb bestimmter Grenzen eingestellt werden können.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einer Einrichtung gelöst, die die Merkmale gemäß Anspruch 1 aufweist. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Ansprüchen 2 bis 9

25 angegeben. Anspruch 10 gibt ein Verfahren zum verbesserten Magnetron-Sputtern an. Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens ist in Anspruch 11 angegeben.

Der Kern der Erfindung bezieht sich auf eine Beeinflussung der an sich bekannten Magnetronntladung durch ein zusätzliches Magnetfeld, das den Fluss der Elektronen aus

30 dem dichten Katoden-Plasma in Targetnähe zu einer als Anode geschalteten Elektrode verändert. Mit der Veränderung der Elektronenbahnen ist offensichtlich eine Verschiebung der Potentialverhältnisse in der Beschichtungsanordnung verbunden. Als Folge dessen wird der Fluss energiereicher Teilchen aus dem Plasma zum Substrat durch Stärke und Form des Magnetfeldes, das die Elektrode durchdringt, bestimmt. Schichtstruktur und andere

35 Schichteigenschaften sind durch diesen Fluss energiereicher Teilchen beeinflussbar.

Die Erfindung wird im Folgenden näher beschrieben, wobei die Figuren der Erläuterung dienen.

Es zeigen Fig. 1 bis 3 erfindungsgemäße Einrichtungen, deren wesentlicher Unterschied in der Ausgestaltung des zusätzlichen die Anode durchdringenden Magnetfeldes besteht.

Fig. 1: Schnitt durch eine erfindungsgemäße Einrichtung zum Magnetron-Sputtern. Die Einrichtung beinhaltet ein Target 1 mit Kühlplatte 2, einen Vakuumflansch 3 und eine magnetfelderzeugende Einrichtung 4, die ein tunnelförmiges, das Target durchdringendes Magnetron-Magnetfeld 5 erzeugt, sowie einen Plasmaschirm 6, eine Elektrode 7 und eine Stromversorgungseinrichtung 8. Die Stromversorgungseinrichtung 8 bewirkt, dass das Target zumindest teilweise als Katode und die Elektrode zumindest zeitweise als Anode geschaltet wird. Die erfinderische Lehre wird durch eine magnetfelderzeugende Einrichtung 9 in der Umgebung der Elektrode verwirklicht. Sie erzeugt auf Teilen der Oberfläche der Elektrode ein Magnetfeld 10, dessen Maximalwert dem Betrage nach mindestens 5 % der maximalen Stärke des am Target wirkenden Magnetfeldes 5 beträgt. In vielen Anwendungsfällen ist es zweckmäßig, die Magnetfeldstärke an der Elektrode wesentlich höher einzustellen. So kann die magnetische Feldstärke in Elektrodennähe einen Wert aufweisen, der dem Wert des Magnetronfeldes in Targetnähe entspricht oder diesen sogar übersteigt. Das führt zu einer Abschirmung der Elektrode, die umso effektiver erfolgt, je größer die Feldstärke der zur Elektrodenoberfläche parallelen Feldkomponente ist. Das wiederum bewirkt eine Erhöhung der Plasmaimpedanz und ermöglicht somit höhere Teilchenenergien. Vorteilhaft ist es, wenn der Elektrode eine magnetfelderzeugende Einrichtung derart zugeordnet ist, dass die Elektrodenoberfläche zumindest teilweise von einem Magnetfeld durchdrungen wird, wobei der Maximalwert der Magnetfeldkomponente parallel zur Elektrodenoberfläche $H_{ll,max}^E$ mindestens 5% des Maximalwertes der Magnetfeldkomponente parallel zur Targetoberfläche $H_{ll,max}^T$ beträgt. Vorteilhaft ist es außerdem, wenn das Magnetfeld zumindest teilweise ringförmig um die Elektrode geschlossen ist.

30

Das die Elektrode durchdringende Magnetfeld wird zweckmäßigerweise durch Permanentmagnete erzeugt, die fest oder in Bezug auf die Elektrode bewegbar angeordnet sind.

Es kann auch zweckmäßig sein, dieses Magnetfeld elektromagnetisch zu erzeugen. Besonders vorteilhaft ist dabei eine Unterbringung einer magnetfelderzeugenden Einrichtung im Inneren einer hohlen Elektrode.

- 5 Fig. 2 zeigt einen Schnitt durch eine rotationssymmetrische Ausführungsvariante mit zwei konzentrisch angeordneten Targets. Eine elektromagnetische Spule befindet sich im Inneren einer hohlen, den Plasmaschirm 6 umgebenden Elektrode. Diese Elektrodenvariante ist jedoch auch auf andere, z. B. rechteckige Bauformen übertragbar. Die Stärke des Magnetfeldes auf der Elektrodenoberfläche ist bei elektromagnetischer Erregung durch eine Ver-
10 änderung der Stromstärke einstellbar.

- In einer zweckmäßigen Ausführungsform bildet das Magnetfeld in sich geschlossene Feldlinien, die nicht senkrecht aus der Oberfläche der Elektrode austreten. Eine andere Ausführungsform beinhaltet magnetfelderzeugende Mittel, die zu einem senkrechten Aus-
15 und/oder Eintritt von Magnetfeldlinien auf definiert vorgegebenen Teilen der Elektrodenoberfläche führen. Dadurch wird unter anderem ein zusätzlicher, vorteilhafter Reinigungseffekt für die Elektrode bewirkt. Da die Lage der Aus- und/oder Eintrittsstellen von Feldlinien auf der Elektrodenoberfläche ebenfalls die lokale Potentialverteilung im Plasma der Magnetronentladung beeinflusst, ist eine Ausgestaltung der Erfindung vorteilhaft, bei der
20 eine Einstellbarkeit der Lage der Ein- und/oder Austrittsstellen der Feldlinien bzw. der durch diese modellhaft veranschaulichten Feldverhältnisse ermöglicht wird.

- Fig. 3 zeigt einen schematischen Querschnitt durch eine erfindungsgemäße Einrichtung zum Magnetronsputtern, bei der Permanentmagneten in Bezug auf die Elektrode so
25 angeordnet sind, dass das Magnetfeld eine wesentliche Komponente senkrecht zur Elektrodenoberfläche aufweist.

- Die Erfindung umfasst gemäß Anspruch 10 weiterhin ein Verfahren zum Magnetronsputtern unter Verwendung der erfindungsgemäßen Einrichtung, bei dem der Maximalwert der auf der Elektrodenoberfläche wirkenden Komponente der Magnetfeldstärke und/oder
30 die Lage der Austrittsstellen der Magnetfeldlinien **schrittweise variiert wird, bis eine angestrebte Eigenschaft der abgeschiedenen Schicht erreicht wird**. Das kann beispielsweise die Korngröße, die Härte, die Oberflächenrauheit oder der elektrische Widerstand der Schicht sein. Erfindungsgemäß kann das Verfahren weiterhin beinhalten, dass der
35 Maximalwert der Magnetfeldstärke bzw. die Lage der Polstellen des Magnetfeldes auf der

Elektrodenoberfläche nach einer vorgegebenen Zeitfunktion geführt werden. Eine solche Verfahrensweise ist z. B. für die Herstellung von Schichten mit einem Gradienten der Schichteigenschaften in Abhängigkeit vom Abstand von der Substratoberfläche vorteilhaft. Das Verfahren kann weiterhin beinhalten, dass die zumindest zeitweise als Anode geschaltete Elektrode auch zeitweise, z. B. periodisch, auf ein in Bezug auf die Targetfläche negatives Potential gelegt wird. Damit kann gegebenenfalls eine höhere Überschlagesicherheit erreicht werden.

An einem Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Einrichtung wird die Erfindung mit Bezug auf Fig. 3 näher erläutert:

Die Einrichtung ist für die Abscheidung von Schichten aus Titandioxid mit kristalliner Struktur und hoher Härte ausgestaltet.

Ein Titantarget 11 der Abmessung $160 \times 600 \times 10 \text{ mm}^3$ ist auf eine Kühlplatte 12 gebondet. Ein Vakuumflansch 13 dient als Vakuum- und Trägerflansch. Außerhalb der Vakuumkammer ist eine magnetfelderzeugende Einrichtung 14 zur Erzeugung eines Feldes vom Magnetrontyp montiert. Das Feld durchdringt in allgemein bekannter Weise das Target 11 und erzeugt auf der Targetoberfläche ein Magnetfeld 15 mit einer maximalen Komponente parallel zum Target $H_{II(\max)}^T = 18 \text{ kA/m}$. Target und Kühlplatte sind von einem Plasmaschirm 16 umgeben, der die Entladung räumlich begrenzt und die Elektrode 17 gegen direkte Beschichtung schützt. Unterhalb dieser in sich geschlossenen, rechteckig gestalteten Elektrode und in einem freien Abstand von 5 mm befindet sich eine ununterbrochene Reihe von Permanentmagneten 19 mit hier nicht dargestellten Halteelementen. Diese erzeugen ein Magnetfeld 20. Entlang von Pollinien 21 treten die Feldlinien in die Oberfläche der Elektrode 17 ein bzw. dort aus. Die zur Oberfläche der Elektrode parallele Komponente des Magnetfeldes $H_{II(\max)}^E$ ist durch Lage und Stärke der Permanentmagnete auf den Wert 20 kA/m festgelegt. Die Stromversorgungseinheit 18 erzeugt einen mit einer Frequenz von 30 kHz pulsierenden Gleichstrom zur Aufrechterhaltung der Magnetronentladung. Mit Ausnahme der Pulspausen sind dabei das Target 11 als Kathode und die Elektrode 17 als Anode geschaltet.

Das Beschichtungsverfahren mit der beschriebenen Einrichtung beinhaltet eine Reihe von Vorversuchen mit Variation des freien Abstandes zwischen der Elektrode 17 und den Permanentmagneten 19, in dessen Ergebnis der geeignete Wert der Magnetfeldstärke

$H_{ll(max)}^E$ ermittelt wurde. Die anschließend durchgeführte Serie von Beschichtungen führte zu den in der Tabelle, Spalte 1, aufgeführten und mit der Zielstellung übereinstimmenden Schichtparametern. Zum Vergleich sind in Spalte 2 diejenigen Schichtparameter aufgeführt, die ohne das erfindungsgemäße Magnetfeld auf der Oberfläche der Elektrode 17 erreicht werden.

	Spalte 1	Spalte 2
Härte	16,6 GPa	7,9 GPa
Elastizitätsmodul	256 GPa	180 GPa
Kristallstruktur	Rutil	Anatas
mittlere Korngröße	14 nm	6 nm

Patentansprüche

1. Einrichtung zum Beschichten von Substraten durch Magnetron-Sputtern mit
mindestens einer Sputterquelle nach dem Magnetronprinzip mit mindestens je einem
5 auf wahlfreies elektrisches Potential legbaren Target (1) mit in sich geschlossenem
tunnelförmigen Magnetfeld (5) oberhalb der Oberfläche, welches mindestens zeit-
weise als Katode geschaltet ist, und mindestens einer zumindest zeitweise als Anode
(7) geschalteten Elektrode und mindestens einer Stromversorgungseinheit (8) zur
Erzeugung einer Spannung zwischen dem Target bzw. den Targets und der Elektrode
10 bzw. den zugeordneten Elektroden, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Elektrode
eine magnetfelderzeugende Einrichtung (9) derart zugeordnet ist, dass die
Elektrodenoberfläche zumindest teilweise von einem Magnetfeld durchdrungen wird,
wobei der Maximalwert der Magnetfeldkomponente parallel zur Elektroden-
oberfläche $H_{||,max}^E$ mindestens 5 % des Maximalwertes der Magnetfeldkomponente
15 parallel zur Targetoberfläche $H_{||,max}^T$ beträgt.
2. Einrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Erzeugung des
die Elektrode durchdringenden Magnetfeldes Permanentmagneten dienen.
- 20 3. Einrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Erzeugung des
die Elektrode durchdringenden Magnetfeldes mindestens ein Elektromagnet dient.
4. Einrichtung gemäß Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Magnetfeld
durch stromdurchflossene Mittel innerhalb der Elektrode erzeugt wird.
- 25 5. Einrichtung gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Maximalwert
der Parallelkomponente des auf der Elektrodenoberfläche wirkenden Magnetfeldes
 $H_{||,max}^E$ durch Lageveränderung der Permanentmagneten veränderbar ist.
- 30 6. Einrichtung gemäß Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Maximalwert
der Parallelkomponente des auf der Elektrodenoberfläche wirkenden Magnetfeldes
 $H_{||,max}^E$ durch Stromstärkeänderung des Elektromagneten veränderbar ist.

7. Einrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Magnetfeld zumindest teilweise ringförmig um die Elektrode geschlossen ist.
8. Einrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf Teilbereichen der Elektrodenoberfläche Magnetfeldlinien im Wesentlichen senkrecht austreten.
9. Einrichtung gemäß Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Position der Austrittsstellen auf der Elektrodenoberfläche durch Lageveränderung der Permanentmagneten oder durch Änderung des Stromes mindestens eines Elektromagneten veränderbar ist.
10. Verfahren zum Beschichten von Substraten durch Magnetronspütern mit einer Einrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Maximalwert der Parallelkomponente des auf der Elektrodenoberfläche wirkenden Magnetfeldes $H_{ll,max}^E$ und/oder die Lage der Austrittsstellen des Magnetfeldes derart eingestellt wird, dass eine Schichteigenschaft der auf einem Substrat abgeschiedenen Schicht einen gewünschten Wert annimmt.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stärke des Magnetfeldes und/oder die Lage der Austrittsstellen des Magnetfeldes zum Zweck der Beschichtung von Substraten nach einer vorgegebenen Zeitfunktion geführt wird.

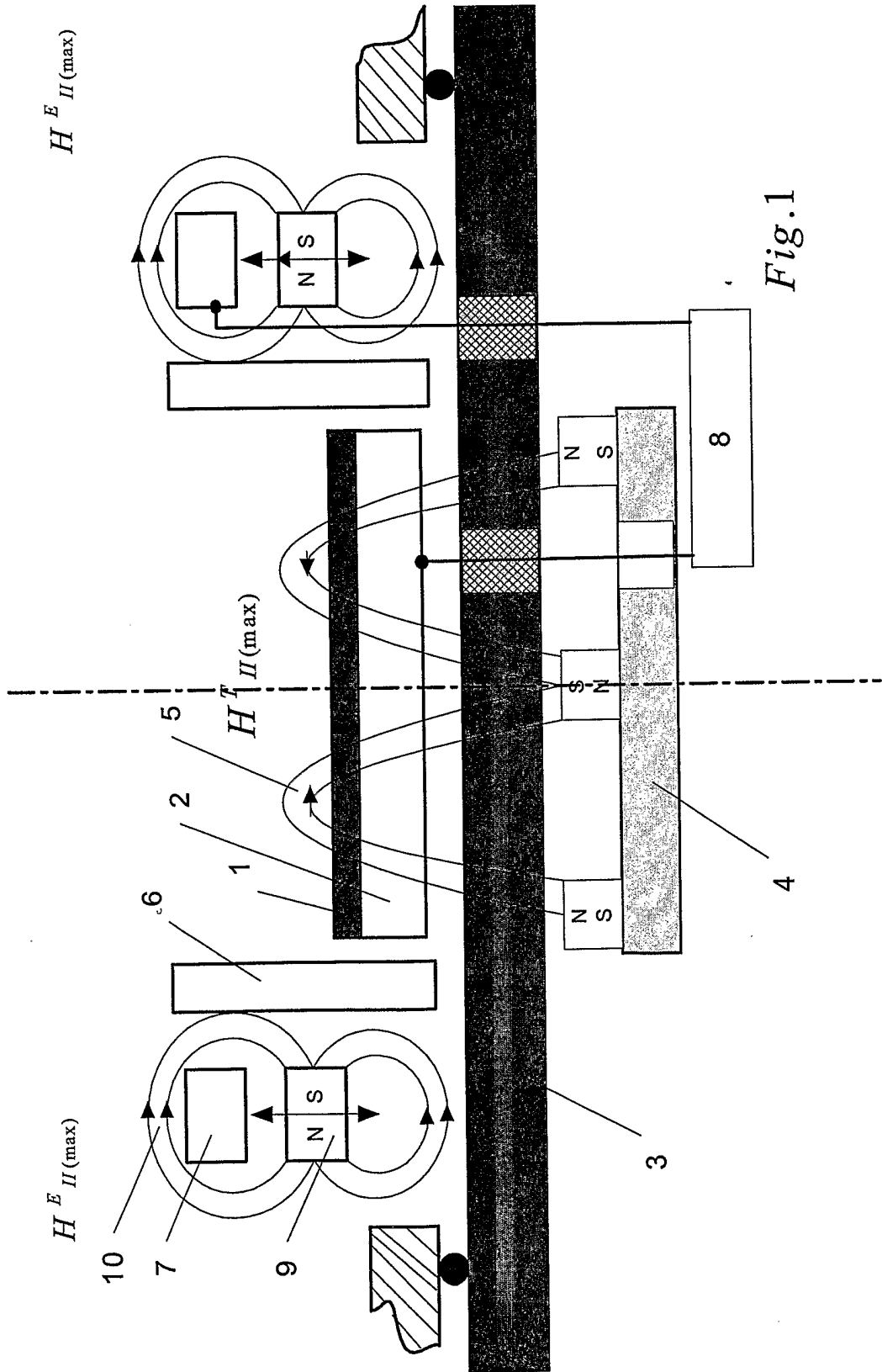
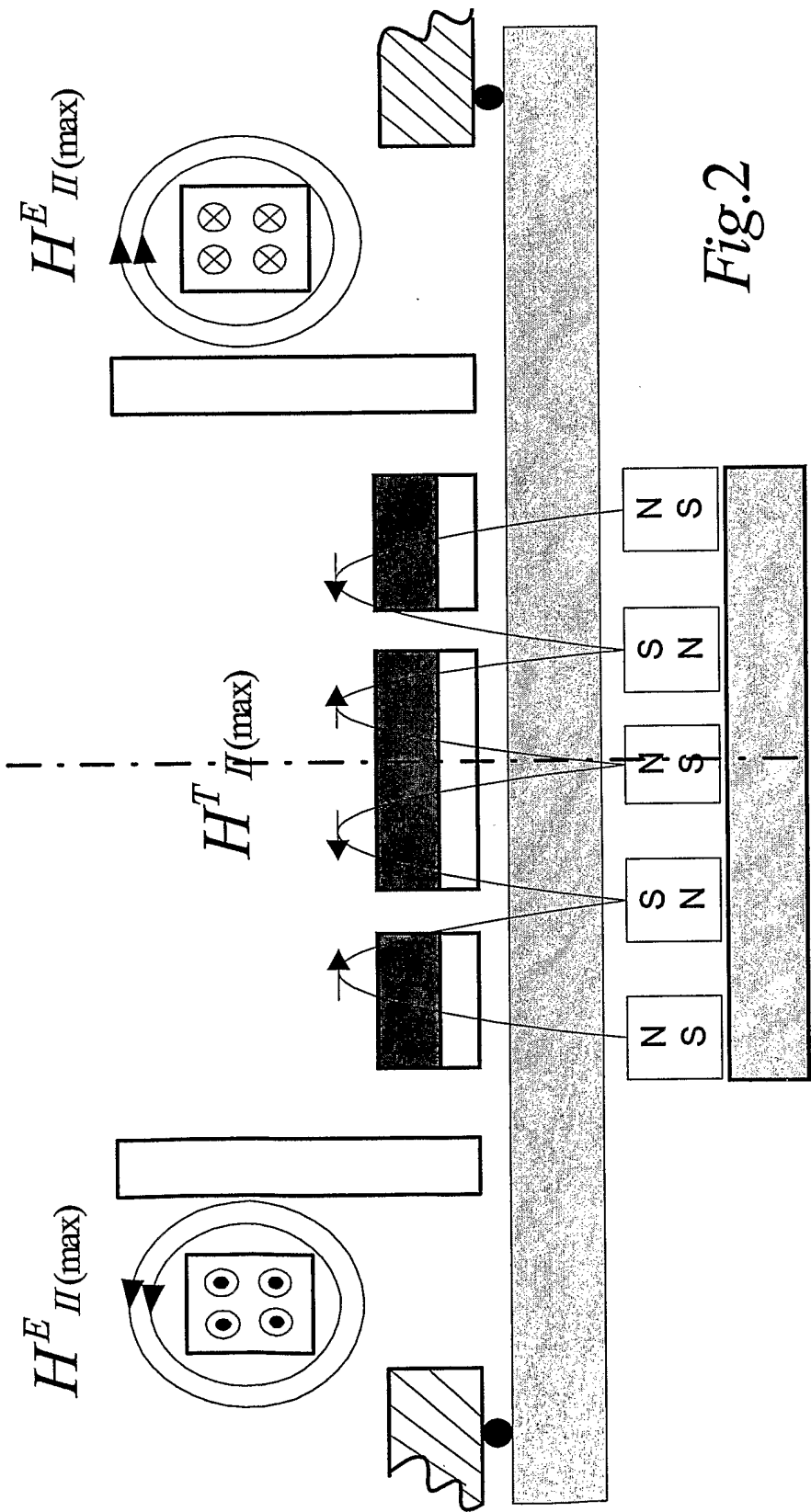


Fig.1



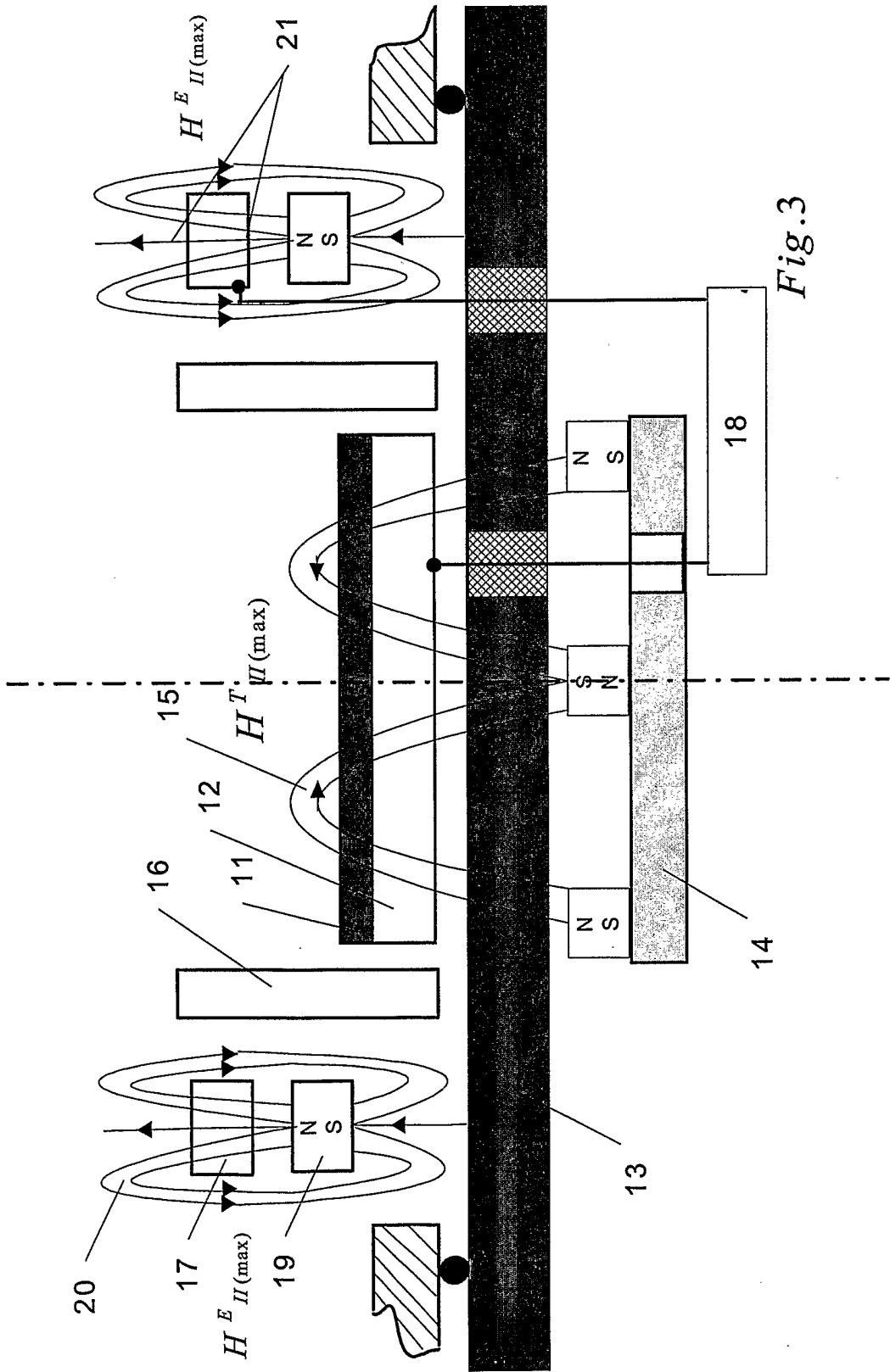


Fig.3