

(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
5. April 2012 (05.04.2012)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/041920 A1

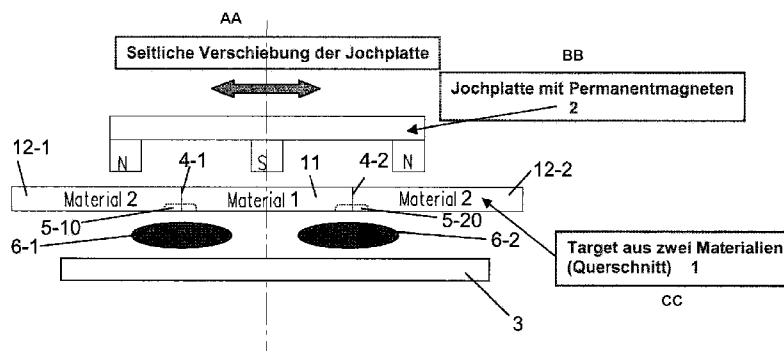
- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
C23C 14/34 (2006.01) H01J 37/34 (2006.01)
C23C 14/35 (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2011/066895
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
28. September 2011 (28.09.2011)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
10 2010 046 780.4
28. September 2010 (28.09.2010) DE
- (71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US):** SINGULUS TECHNOLOGIES AG [DE/DE]; Hanauer Landstraße 103, 63796 Kahl am Main (DE).
- (72) **Erfinder; und**
- (75) **Erfinder/Anmelder (nur für US):** MAASS, Wolfram [DE/DE]; Ulmenstr. 7, 63589 Linsengericht (DE). OCKER, Berthold [DE/DE]; Pferdslache 13, 63454 Hanau (DE). LANGER, Jürgen [DE/DE]; Lachwiesen 49a, 63075 Offenbach (DE).
- (74) **Anwalt:** VOSSIUS & PARTNER; Siebertstraße 4, 81675 München (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart):** AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) **Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart):** ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Veröffentlicht:**
— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** COATING SUBSTRATES WITH AN ALLOY BY MEANS OF CATHODE SPUTTERING

(54) **Bezeichnung :** BESCHICHTEN VON SUBSTRATEN MIT EINER LEGIERUNG MITTELS KATHODENZERSTÄUBUNG

Figur 4



AA Lateral movement of the yoke plate
BB Yoke plate having permanent magnets 2
CC Target made of two materials (cross-section) 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a target for coating a substrate with an alloy by means of cathode sputtering, said alloy having at least one first material and one second material as alloy components. The surface of the target has at least one first section made of the first material and one second section made of the second material. The two sections adjoin each other and form a common boundary line. The invention further relates to a device and method for coating a substrate with an alloy by means of cathode sputtering using the target according to the invention.

(57) **Zusammenfassung:** Durch die Erfindung wird ein Target zum Beschichten eines Substrats mittels Kathodenzerstäubung

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2012/041920 A1

mit einer Legierung bereitgestellt, die zumindest ein erstes und ein zweites Material als Legierungsbestandteile aufweist. Die Oberfläche des Targets weist zumindest einen ersten Abschnitt aus dem ersten Material und einem zweiten Abschnitt aus dem zweiten Material auf. Die beiden Abschnitte grenzen aneinander und bilden eine gemeinsame Grenzlinie. Weiterhin werden eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Beschichten eines Substrats mittels Kathodenerstäubung mit einer Legierung unter Verwendung des erfindungsgemäßen Targets bereitgestellt.

5 **Beschichten von Substraten mit einer Legierung mittels Kathodenzerstäubung**

Die vorliegende Erfindung betrifft die Herstellung von dünnen Schichten auf einem Substrat
10 mittels Kathodenzerstäubung, insbesondere Magnetron-Kathodenzerstäubung (Sputtern).
Die vorliegende Erfindung betrifft insbesondere das Beschichten eines Substrats mit einer
Legierung, die eine definierte Legierungszusammensetzung bzw. eine definierte Änderung
der Legierungszusammensetzung über die Fläche des Substrats, also einen definierten
Konzentrationsgradienten, der Materialien der Legierung aufweist.

15

Ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Beschichten eines Substrats durch
Kathodenzerstäubung ist beispielsweise aus der WO 03/071579 bekannt. Hier wird eine
Zerstäubungskathode offenbart, mit der eine Beschichtung eines Substrats insbesondere mit
magnetischen bzw. magnetisierbaren Werkstoffen hergestellt werden kann. Die
20 Zerstäuberkathode weist einen Kathodengrundkörper, ein darauf angeordnetes Target und
eine hinter dem Target angeordnete Magnetanordnung auf. Um die leichte
Magnetisierungsachse des aufzubringenden Werkstoffes ausrichten zu können, weist die
Zerstäubungskathode weiterhin eine Einrichtung zum Erzeugen eines externen Magnetfelds
mit im wesentlichen parallel verlaufenden Magnetfeldlinien in der Ebene des Substrats auf.
25 Die Kathode ist vorzugsweise eine Langkathode mit einer Länge, die zumindest einem
Durchmesser des Substrats entspricht. Zum Erreichen einer homogenen Beschichtung wird
das zu beschichtende Substrat während der Kathodenzerstäubung unter der Langkathode in
eine Richtung quer zu der Längsseite der Langkathode in der Substratebene bewegt.

30 Um in Anwendungen von derart aufgebracht dünnen Schichten bestimmte
Schichteigenschaften zu erreichen, kann eine ganz bestimmte Zusammensetzung der
abgeschiedenen Schicht erforderlich sein.

Beispiele für derartige Schichten sind $\text{Ni}_{(1-x)}\text{Fe}_x$, mit $x = 0.18 \dots 0.45$ oder $\text{Pt}_{(1-x)}\text{Mn}_x$, mit $x \approx$

0.5 wobei bestimmte Eigenschaften der Schichten vom genauen Wert x abhängen. Um solche Schichten herzustellen, werden Targets verwendet, die aus der aufzubringenden Legierung im gewünschten Verhältnis bestehen.

- 5 Im Bereich der Forschung und Entwicklung ist es aber in vielen Fällen gar nicht bekannt, welche Legierungszusammensetzung einer bestimmten Schicht für den speziellen Zweck die besten Ergebnisse erzielt. Ein weiteres Problem – vor allem in Fällen von Materialien mit stark unterschiedlicher Atom-Masse – besteht darin, dass sich bei der Kathodenzerstäubung die Legierungszusammensetzung während der Abscheidung ändern kann. Die
- 10 Legierungszusammensetzung der auf dem Substrat abgeschiedenen Schicht kann also im Vergleich zur Legierungszusammensetzung im Sputter-Target mehr oder minder verändert sein, z.B. bei PtMn. Darüber hinaus hängt diese Veränderung von den Parametern des Beschichtungsprozesses ab, z.B. dem Prozeß-Druck, der Beschichtungsrate, etc. Da es letztlich auf die Zusammensetzung der Legierung auf dem Substrat ankommt, ist es oft
- 15 schwierig die optimale Zusammensetzung der Legierung des Sputter-Targets festzulegen.

Eine häufig benutzte, aber sehr unflexible Methode, Legierungen von dünnen Schichten einzustellen, die mit Kathodenzerstäubung abgeschieden werden, beruht auf der Verwendung einer Reihe von Sputter-Targets mit unterschiedlichen, ggf. sehr eng

20 beieinander liegenden Legierungszusammensetzungen. Diese Methode ist vor allem bei teuren Materialien (PtMn, FePt, usw.) sehr kostspielig. Mehrere Targets mit entsprechenden Legierungen müssen hergestellt bzw. gekauft werden, wobei nach entsprechender Reihenversuchen mit den verschiedenen Targets letztlich nur ein Target davon in die Nähe der optimalen Legierung kommt und wirklich verwendet werden kann.

25

Bei diesen Reihenversuchen müssen die entsprechenden Targets in die entsprechenden Vakuum-Anlagen ein- und ausgebaut werden, mit einem damit verbundenen hohen Zeitaufwand.

- 30 Die Einstellung der Legierungszusammensetzung von Legierungsschichten auf einem Substrat mit Hilfe des Beschichtungsprozesses selbst, d.h. durch von außen einstellbare

Veränderungen des Beschichtungsprozesses und/oder der Beschichtungsgeometrie ist im Vergleich dazu ein deutlich einfacheres, schnelleres und in der Regel auch preiswerteres Verfahren.

5 Ein in diesem Sinne sehr häufig angewendetes Verfahren ist das sogenannte Co-Sputtern. Dabei wird das Substrat typischerweise gleichzeitig durch zwei (oder mehr) Sputterkathoden beschichtet, die jeweils mit unterschiedlichen Targetmaterialien arbeiten. Durch Ändern des Verhältnisses der Leistung beider Kathoden, wird auch das Verhältnis der beiden Materialmengen, d.h. die Legierungszusammensetzung, auf dem Substrat verändert. Vor
10 allem bei größeren Substraten ist es bei dieser Technik schwierig, eine homogene Legierung auf dem Substrat zu erzeugen und gleichzeitig eine homogene Schichtdicke zu erreichen. Zur Verbesserung der Schichtdickenhomogenität wird das Substrat während der Beschichtung rotiert.

15 Bei einem anderen Verfahren werden Mehrfachsichten der beiden (oder auch mehr als zwei) Materialien abwechselnd auf das Substrat aufgebracht und danach – typischerweise im Vakuum – einer geeignet hohen Temperatur ausgesetzt („getempert“). Dadurch soll ein Diffusionsprozeß in Gang gesetzt werden, der eine Mischung bzw. Homogenisierung der Materialien und damit letztlich die gewünschte Legierung erzeugt. Die
20 Legierungszusammensetzung wird durch die Wahl der anfänglichen Schichtdicken eingestellt. Voraussetzung für das Funktionieren dieses Verfahrens ist, dass der Diffusionsvorgang bei geeigneten Temperaturen und in sinnvoll kurzer Zeit durchgeführt werden kann. Dieses Verfahren ist daher auf eine begrenzte Auswahl von Materialien – auch unter den Metallen – beschränkt.

25

Weiterer Stand der Technik ist aus US 5 190 630 A, US 4 505 798 A, EP 1 626 432 A1, US 2005/0274610 A1 und WO 03/71579 A1 bekannt.

30 Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung und ein Verfahren bereitzustellen, mit der eine dünne Schicht einer homogenen Legierung auf ein Substrat aufgebracht werden kann, wobei die Legierungszusammensetzung eingestellt bzw. gesteuert verändert werden

kann. Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, die Legierungszusammensetzung auf dem Substrat örtlich zu variieren, also einen Legierungsgradienten herzustellen, so dass sich die jeweilige Konzentration der Legierungsbestandteile in der aufgebracht Schicht mit der Position auf dem Substrat kontrolliert ändert. Sowohl eine Veränderung der
5 Legierungszusammensetzung als auch das Einstellen des Legierungsgradienten führt zu einem Verändern des Legierungsverhältnis.

Diese Aufgaben werden erfindungsgemäß mit den Merkmalen der Patentansprüche gelöst.

10 Die vorliegende Erfindung basiert auf dem Grundgedanken, ein Substrat, das eine Breite und eine Länge hat, wobei Breite und Länge gleich sein können, mittels Magnetron-Kathodenzerstäubung mit einer Legierung zu beschichten, wobei ein Target und eine von dem zu beschichtenden Substrat aus gesehen hinter dem Target angeordneten Magnetron-Magnetanordnung verwendet werden. Erfindungsgemäß wird ein spezielles Target
15 verwendet, dessen Oberfläche aus zumindest zwei Abschnitten jeweils aus unterschiedlichen Materialien aufgebaut ist, die die Legierung der Schicht bilden sollen. Die unterschiedlichen Materialien sind auf der Oberfläche des Targets dabei so angeordnet, dass im Betrieb in einem Erosionsabschnitt bzw. -graben Material aus beiden Abschnitten gleichzeitig abgetragen wird. Durch geeignete Positionierung des Erosionsabschnitts bzw. -grabens
20 relativ zur Grenzlinie zwischen den beiden Materialabschnitten des Targets wird der Anteil der beiden durch den Erosionsabschnitt bzw. -graben erfassten Targetabschnitte und damit entsprechend das Legierungsverhältnis auf dem Substrat verändert. Diese Positionierung erfolgt erfindungsgemäß durch Verschieben, Verdrehen und/oder Verkippen der
Magnetanordnung relativ zur Materialgrenzlinie des Targets.

25 Verläuft die Grenzlinie zwischen den beiden Abschnitten parallel zur Richtung des Verlaufs des Erosionsabschnitts, werden über die Länge des Erosionsabschnitts konstante Anteile der beiden Materialien abgetragen, und es entsteht auf dem Substrat eine konstante Legierung in der Längsrichtung des Erosionsabschnitts. Durch Verschieben des Erosionsabschnitts quer
30 zur Grenzlinie kann das Legierungsverhältnis verändert werden. Findet das Verschieben des Erosionsabschnitts zeitlich vor der Substratbewegung statt, so wird die

Legierungszusammensetzung eingestellt. Ein Verschieben des Erosionsabschnitts bei gleichzeitiger Substratverschiebung im laufenden Betrieb führt zur Ausbildung eines Legierungsgradienten auf dem Substrat entlang der Bewegungsrichtung des Substrats.

- 5 Verläuft die Grenzlinie zwischen den beiden Abschnitten in einem spitzen Winkel, beispielsweise kleiner als 20° , zur Richtung des Erosionsabschnitts, so entsteht auf dem zu beschichteten Substrat ein Legierungsgradient in der Richtung des Erosionsabschnitts, da entlang des Verlaufs des Erosionsabschnitts unterschiedliche Mengen der beiden Materialien abgetragen werden und so auf einer Seite mehr von dem Material des einen Abschnitts und
10 auf der anderen Seite mehr von dem Material des anderen Abschnitts abgetragen wird, wobei dazwischen ein kontinuierlicher Übergang der Legierungszusammensetzung erreicht wird.

- Eine Veränderung des Legierungsverhältnisses kann auch dadurch erreicht werden, dass ein
15 Winkel β zwischen der Oberfläche der Magnetanordnung und der dem Substrat zugewandten Oberfläche des Targets eingestellt wird.

Erfindungsgemäß kann das Plasma im Querschnitt auch kreisförmig oder elliptisch sein, so dass der Erosionsabschnitt sich auch entsprechend kreisförmig bzw. elliptisch ausbildet.

- 20 Durch Verschieben des Plasmas quer zur Targetgrenzlinie wird die Legierungszusammensetzung auf dem beschichteten Substrat verändert. Soll eine Schicht aus einer Legierung mit mehr als zwei Materialien gebildet werden, sind verschiedene Anordnungen der Abschnitte aus den verschiedenen Materialien auf der Targetoberfläche denkbar. Beispielsweise können die Abschnitte aus den verschiedenen Materialien
25 sternförmig auf der Targetoberfläche angeordnet sein. Durch Verschieben des kreisförmigen bzw. elliptischen Erosionsabschnitts bezüglich einer solchen sternförmigen Anordnung parallel zur Oberfläche des Targets können die jeweiligen Anteile der die Legierung bildenden Materialien frei gewählt werden.

- 30 Die Veränderung des Legierungsverhältnisses kann gemäß einer Ausführungsform der Erfindung durch Verschieben der Magnetanordnung bezüglich der Oberfläche des Substrats

und/oder Verschieben des Substrats bezüglich der Oberfläche der Magnetanordnung, vorzugsweise durch Verschieben in zueinander senkrechte Richtungen erfolgen. Findet das Verschieben der Magnetanordnung vor dem Verschieben des Substrats statt, so wird die Legierungszusammensetzung eingestellt. Ein Verschieben der Magnetanordnung bei
5 gleichzeitiger Substratverschiebung führt zur Ausbildung eines Legierungsgradienten auf dem Substrat entlang der Relativbewegung.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung erfolgt das Verändern des Legierungsverhältnisses im Falle einer langgestreckten Magnetron-Zerstäubungskathode, d.h. Langkathode, die sich über die Breite des Substrats erstreckt und einer langgestreckten
10 Magnetanordnung, die eine Breite und eine Länge hat, durch Ausrichten der Länge der Magnetanordnung parallel oder in einem spitzen Winkel α zur Grenzlinie auf der Targetoberfläche.

Erfindungsgemäß kann das Verändern des Legierungsverhältnisses durch Verkippen der Magnetanordnung um eine Achse bezüglich der Targetoberfläche um einen Winkel β erfolgen. Das Verkippen der Magnetanordnung verändert die Rate des Targetabtrags auf den beiden längs des Targets ausgebildeten Erosionsgräben relativ zueinander, so dass die Zusammensetzung bzw. Konzentration der Legierung und/oder der Legierungsgradient
20 variiert werden kann.

In einer Magnetron-Zerstäubungskathode werden häufig Permanentmagnete für die Magnetanordnung verwendet. Erfindungsgemäß ist es alternativ auch möglich, Elektromagneten anstelle von Permanentmagneten zu verwenden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das Target im wesentlichen rechteckig. Beim Beschichten wird das zu beschichtende Substrat unter dem Target auf der der Magnetanordnung abgewandten Seite in einer Richtung parallel zur Querrichtung des Targets bewegt.
25

30

Damit die Grenzlinie zwischen den beiden Abschnitten in einem spitzen Winkel α zur Richtung des Erosionsabschnitts verläuft, können die Abschnitte der Oberfläche des Targets trapezförmig sein, wobei diese trapezförmigen Abschnitte derart angeordnet sind, dass sich auf der Oberfläche des rechteckigen Targets Streifen unterschiedlicher Materialien ergeben, deren Grenzlinien gegenüber der Längsseite des Targets um einen Winkel verkippt sind. Beim Aufbau einer typischen Vorrichtung zur großflächigen Kathodenzerstäubung und insbesondere zur Magnetron-Kathodenzerstäubung mit Langkathode bildet sich auf dem Target ein „Rennbahn“-förmiger Erosionsabschnitt („Race track“) aus, wobei zwei langgestreckte Gräben in der Längsrichtung des Targets entstehen. Für diese beiden Gräben sollte ein gleichartiger Übergang zwischen den Materialien bereitgestellt werden. Vorzugsweise werden daher drei trapezförmige Abschnitte vorgesehen. Auf diese Weise kann ein Aufbau erzielt werden, bei dem jeweils die Grenzlinien zwischen den Abschnitten unterschiedlicher Materialien in einem spitzen Winkel α zur Richtung der geraden Abschnitte des Rennbahn-förmigen Erosionsabschnitts überstreichen, so dass an einem Ende mehr Material des einen Abschnitts und am anderen Ende mehr Material des anderen Abschnitts abgetragen wird. Bei einer Relativbewegung des Substrats im wesentlichen senkrecht zur Längsrichtung der Langkathode erhält man eine entsprechende unterschiedliche Legierungszusammensetzung in Querrichtung des Substrats.

Um dagegen eine konstante Legierungszusammensetzung über die Länge des Targets und damit über die Breite des Substrats zu erreichen, muss sichergestellt werden, dass der Erosionsabschnitt im wesentlichen parallel zur und entlang der Grenzlinie zwischen den beiden Abschnitten verläuft. Hierzu ist es bevorzugt, ein Target mit einer Oberfläche zu verwenden, die aus mehreren einzelnen rechteckförmigen Abschnitten zusammengesetzt ist, so dass sich die Materialien der Abschnitte abwechseln. So ergeben sich auf der Oberfläche des Targets Streifen unterschiedlicher Materialien, deren Grenzlinien sich parallel zur Längsrichtung des Targets erstrecken. Bei Verwendung von vier Abschnitten, von denen jeweils zwei aus dem gleichen Material sind, können auf dem Target zwei gleichartige Grenzlinien zwischen den beiden Materialien erreicht werden, was bei einem Rennbahn-förmigen Aufbau des Erosionsabschnitts erwünscht ist. Durch Verschieben des Erosionsabschnitts in der Querrichtung des Targets, also senkrecht zu den Grenzlinien

zwischen den Abschnitten, kann das Verhältnis zwischen den beiden Materialien eingestellt werden, je nachdem wie groß der Anteil des Erosionsabschnitts ist, der auf dem einen bzw. dem anderen Materialabschnitt des Targets liegt.

- 5 Um den Aufbau der Targetoberfläche aus verschiedenen Abschnitten zu erreichen, kann das Target aus mehreren Einzelstücken zusammengesetzt sein, deren Oberflächen die Abschnitte der Oberfläche des Targets bilden. Hierbei besteht zumindest eines der Einzelstücke aus dem ersten Material und zumindest ein weiteres der Einzelstücke aus dem zweiten Material. Statt eines Aufbaus aus verschiedenen Target-Einzelstücken ist es auch möglich, ein Target aus
10 einem der Materialien herzustellen und an den entsprechenden gewünschten Stellen eine Schicht aus dem zweiten Material aufzubringen und so die verschiedenen Abschnitte zumindest an der Targetoberfläche zu bilden. Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn eines der beiden Materialien der gewünschten Legierung nicht-ferromagnetisch ist. In diesem Fall wird das Target aus dem ferromagnetischen Material hergestellt und das zweite
15 nicht-ferromagnetische Material auf das Grundmaterial aufgebracht.

Auch ist es möglich, Legierungen aus mehr als zwei Materialien herzustellen. Hierzu müssen mehrere Abschnitte aus den gewünschten Materialien geeignet auf dem Target angeordnet werden.

20

- Die Position des Erosionsabschnitts, die durch die Position der Magnetron-Magnetanordnung bestimmt wird, kann durch Bewegungen dieser Magnetanordnung relativ zur Oberfläche des Targets verschoben werden, beispielsweise in einer Richtung quer zur Längsrichtung bzw. zur Grenzlinie des Targets. Durch eine solche Bewegung kann bei
25 Erzeugung eines Konzentrationsgradienten mit dem entsprechend ausgebildeten Target die Steilheit des Konzentrationsgradienten eingestellt werden.

- Erfindungsgemäß kann auf dem Substrat bezogen auf die Längsrichtung der Langkathode ein Legierungsgradient in der Legierungsschicht erzeugt werden, d.h. eine Änderung der
30 Legierungszusammensetzung, z.B. einer binären Legierung, bezogen auf die Position im beschichteten Substrat. Erfindungsgemäß kann die Steilheit des Legierungsgradienten bzw.

der Wert des Mittelwerts der Materialkonzentration durch eine Verstellung von Maschinenparametern eingestellt werden. Weiterhin kann auch eine definierte homogene Legierungs-Konzentration über die Fläche des Substrats mit verschiedenen Werten eingestellt werden. Das Legierungsverhältnis wird in Abhängigkeit von der Position der
5 Magnetron-Zerstäubungskathode über dem Substrat verändert.

Die vorliegende Erfindung wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

10 Fig. 1a eine schematische Ansicht der erfindungsgemäß verwendeten Kathodenzerstäubungs-Vorrichtung und Fig. 1b in Draufsicht die Bewegung des zu beschichtenden Substrats während der Beschichtung;

Fig. 2a den bei der Magnetron-Kathodenzerstäubung entstehenden Erosionsabschnitt auf
15 der Oberfläche des Targets, Fig. 2b einen Abschnitt des Erosionsabschnitts auf der Oberfläche des erfindungsgemäßen Targets und Fig. 2c eine Darstellung zur Erläuterung der Relativbewegung des zu beschichtenden Substrats und der Magnetanordnung während der Beschichtung in einer Draufsicht gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung;

20 Fig. 3a und 3b jeweils eine Draufsicht des Aufbaus eines Targets gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 4 eine schematische Seitenansicht der erfindungsgemäßen Beschichtungsvorrichtung zur Darstellung der Verschiebung der Magnetanordnung;

25

Fig. 5 eine schematische Seitenansicht der erfindungsgemäßen Beschichtungsvorrichtung zur Darstellung der Verkippung der Magnetanordnung;

Fig. 6 eine schematische Draufsicht eines kreisförmigen Substrats mit einer
30 erfindungsgemäß hergestellten Beschichtung mit einem Konzentrationsgradienten;

Fig. 7a und 7b zwei Beispiele der Legierungszusammensetzung bezüglich der Substratposition mit zwei verschiedenen Steigungen;

5 Fig. 8 die Legierungszusammensetzung bezüglich der Substratposition mit einem definierten Mittelwert;

Fig. 9a eine Draufsicht des Aufbaus eines Targets einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform und Fig. 9b eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Beschichtungsvorrichtung mit diesem Target;

10

Fig. 10 zwei bezüglich der Substratposition konstante Legierungszusammensetzungen; und

Fig. 11 schematisch den Querschnitt eines Targets gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

15

Bei der vorliegenden Erfindung wird von der sogenannten Linear Dynamic Deposition (LDD) Technologie ausgegangen, wie sie beispielsweise auch in Beschichtungsanlagen vom Typ TIMARIS der Singulus Technologies AG angewendet wird. Das verwendete Grundprinzip ist beispielsweise aus der oben bereits genannten WO 03/071579 bekannt. Fig.

20

1 zeigt schematisch einen hierbei verwendeten Aufbau einer Anlage zur Kathodenzerstäubung, wie sie auch gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann. Die Vorrichtung in Form einer Langkathode weist ein Lang-Target 1 und eine darüber angeordnete entsprechend langgestreckte Magnetron-Magnetanordnung 2 auf. Durch die Magnetanordnung 2 mit Magnetpolen N-S-N wird ein Magnetfeld erzeugt, das in der Figur 25 1a durch die unter dem Target 1 angedeuteten Magnetfeldlinien M dargestellt wird. Auf ein aus Richtung der Magnetfeldanordnung gesehen unter dem Target 1 angeordnetes Substrat 3 kann eine Schicht aus dem Material des Targets 1 aufgebracht werden. Fig. 1b illustriert in einer Draufsicht die in einer Beschichtungsregion unter dem Target 1 erreichte statische Beschichtungsrate. Um eine homogene Schicht auf dem Substrat 3 zu erzeugen, wird das 30 Substrat 3 in seiner Ebene unter dem Target verfahren, wie es in den Figuren 1a und 1b durch Pfeile angedeutet ist.

In Fig. 2a ist ein Target gezeigt, wie es in der Beschichtungsvorrichtung gemäß Fig. 1a verwendet werden kann. Das Target hat in der in Fig. 2a gezeigten Draufsicht eine rechteckige Form und weist entsprechend eine Längsseite und eine Querseite auf, die eine Längsrichtung der Längskathode und eine Querrichtung definieren. Durch die Anordnung der Magnetanordnung 2 hinter dem Target, wie es in Fig. 1a gezeigt ist, ergibt sich im Betrieb ein „Rennbahn“-förmiger Erosionsabschnitt bzw. -graben 5, der auch als Race Track bezeichnet wird. In dieser Position bzw. in dem sich ergebenden Graben wird Material vom Target abgetragen, das dann auf dem Substrat abgeschieden werden kann.

10

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird in der Kathodenzerstäubungs-Vorrichtung ein Target verwendet, dessen Oberfläche zumindest zwei verschiedenen Materialien aufweist. Fig. 2b zeigt beispielhaft eine Draufsicht auf die Oberfläche eines solchen Targets 1 mit einem ersten Abschnitt 11 aus einem ersten Material und einem zweiten Abschnitt 12 aus einem zweiten Material. Die beiden aneinander angrenzenden Abschnitte 11 und 12 bilden eine Grenzlinie 4. Im Betrieb bildet sich ein Erosionsabschnitt (Race Track) 5 auf der Oberfläche des Targets, wobei ein Abschnitt des Erosionsabschnitts 5 in Fig. 2b gezeigt ist, dessen Ausdehnung in Breitenrichtung durch strichpunktierte Linien angedeutet ist. Um eine Legierung auf dem Substrat zu bilden, muss der Erosionsabschnitt 5 so angeordnet sein, dass beide Materialien gleichzeitig abgetragen werden, d.h. die Grenzlinie 4 liegt im Bereich des Erosionsabschnitts 5. Dieser Erosionsabschnitt 5 wird durch die Grenzlinie 4 des Targets in zwei Erosionsteilabschnitte 5-1 und 5-2 (in Fig. 2b oberhalb bzw. unterhalb der Grenzlinie 4) unterteilt, in denen das erste bzw. zweite Legierungsmaterial abgetragen wird. In Fig. 2b ist die Situation gezeigt, bei der der Erosionsabschnitt etwa symmetrisch zur Grenzlinie liegt und die beiden Erosionsteilabschnitte etwa gleich breit sind, so dass jeweils im Wesentlichen gleich viel der beiden Materialien abgetragen wird.

Wird die Position des Erosionsabschnitts 5 relativ zur Grenzlinie 4 verschoben, bevor die Bewegung des Substrats im laufenden Betrieb stattfindet, so kann erreicht werden, dass das eine oder andere Material vermehrt abgetragen und die Legierungszusammensetzung eingestellt wird. Gleichzeitiges Verschieben der Magnetanordnung 2 und somit des

30

Erosionsabschnitts und des Substrats im laufenden Betrieb, vorzugsweise in zueinander senkrechte Richtungen, führt zu einem Legierungsgradienten in Bewegungsrichtung des Substrates, wie in Fig. 2c gezeigt. Die Konzentration des ersten Materials nimmt kontinuierlich ab, während die Konzentration des zweiten Materials kontinuierlich zunimmt.

5

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 3a ist die Richtung des Erosionsabschnitts 5 auf dem Target 1 gegenüber der Grenzlinie 4 um einen spitzen Winkel α geneigt, so dass die Breite der Erosionsteilabschnitte 5-1 und 5-2 in Längsrichtung des Targets 1 variiert. Dadurch ergibt sich je nach Position auf dem Target 1 eine unterschiedliche Zusammensetzung der

10 Legierung.

In Fig. 3b ist ein Target gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gezeigt, das aus drei Einzelstücken 11, 12-1, 12-2 aufgebaut ist, die in der in Fig. 3b gezeigten Draufsicht jeweils eine trapezförmige Form haben; jeweils aneinandergrenzende

15 Teilstücke sind aus einem unterschiedlichen Material hergestellt: Teilstück 12-1 (Material 2), Teilstück 11 (Material 1) und Teilstück 12-2 (Material 2). Die so gebildeten Grenzlinien 4-1 und 4-2 zwischen den Abschnitten mit unterschiedlichen Materialien sind um einen spitzen Winkel α gegenüber dem Erosionsabschnitt 5 geneigt. Durch die Trapezform der Einzelstücke, aus denen das Target gemäß Fig. 3 zusammengesetzt ist, und deren

20 Anordnung werden auf den langen Teilstücken des Race Tracks 5 beide Materialien gleichzeitig, jedoch in unterschiedlichen Mengen abgetragen. Insbesondere wird zunächst bezüglich der Längsrichtung auf der einen, nämlich der in den Fig. 3a und 3b rechten Seite des Targets mehr vom Material 1 zerstäubt und auf der anderen, der linken Seite, mehr vom Material 2. Wird nun ein Substrat, dessen Durchmesser höchstens der Länge des Targets

25 entspricht, während der Beschichtung entlang der Querrichtung des Targets, also in der in Fig. 3b eingezeichneten Y-Richtung unter dem Target hindurch bewegt, ergibt sich auf dem Substrat in X-Richtung ein Gradient der Konzentration der beiden Materialien, wobei im Bild der Fig. 3b auf der linken Seite das Material 2 und auf der rechten Seite das Material 1 überwiegt. Von links nach rechts nimmt die Konzentration des Materials 2 kontinuierlich ab,

30 während die Konzentration des Materials 1 kontinuierlich zunimmt.

In Fig. 4 ist schematisch eine Querschnittsansicht der Beschichtungsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung gezeigt. Der in Fig. 4 gezeigte Querschnitt des in Fig. 3b gezeigten Targets ist ein Schnitt entlang der Y-Achse aus Fig. 3b. Durch die über dem Target angeordnete Magnetanordnung 2, die eine Jochplatte mit Permanentmagneten mit Polschuhen N, S und N aufweist, wird ein Magnetfeld erzeugt. Unter dem Target entsteht ein Niederdruck-Plasma 6-1 und 6-2 aus den Materialien des Targets. Dort wird das Substrat 3 zum Beschichten angeordnet. Durch eine Bewegung der Permanent-Magnete 2, wie sie durch die Teile oberhalb der Magnetanordnung gezeigt ist, können die auf dem Substrat entstehenden Erosionsabschnitte 5-10 und 5-20, die durch die Magnetanordnung erzeugt werden, senkrecht zur Längsausdehnung des Targets (in der Fig. 4 nach links oder rechts) verschoben werden.

Gemäß Fig. 5 kann die Jochplatte 2 mit der Magnetanordnung um die Längsachse L der Langkathode (d.h. um eine Achse senkrecht zur Bildebene der Fig. 5) verkippt werden. Durch diese Verkipfung kann die Rate des Targetabtrags auf den beiden längs des Targets 1 ausgebildeten Erosionsabschnitt 5-10 und 5-20 relativ zueinander und dementsprechend das Legierungsverhältnis und dessen Gradient auf dem Substrat verändert werden.

In Fig. 6 ist beispielhaft eine durch die oben beschriebene Anwendung und der vorliegenden Erfindung auf ein Substrat sich ergebende Materialverteilung gezeigt. Durch eine Beschichtung mit einem Target, wie es in Fig. 3 gezeigt ist, wobei das Material 1 in diesem Falle Palladium und das Material 2 Eisen ist, ergibt sich auf der Oberfläche des Substrats 3 nach der Beschichtung die in Fig. 6 gezeigte Konzentrationsverteilung. Während auf der linken Seite des Substrats hauptsächlich Eisen abgeschieden wird, ist auf der rechten Seite die Palladiumkonzentration hoch. Dazwischen ergibt sich ein kontinuierlicher Übergang, der durch eine Abnahme der Eisenkonzentration und einer Zunahme der Palladiumkonzentration gekennzeichnet ist.

Die Figuren 7a und 7b zeigen die Konzentration eines der Materialien der Legierung entlang des Durchmessers eines Substrats, wie es in Fig. 6 am Beispiel von Palladium gezeigt ist. Gemäß den Figuren 7a und 7b nimmt die Konzentration (z.B. die Pd-Konzentration)

kontinuierlich von links nach rechts zu. Die unterschiedliche Steigung der Konzentration ist durch eine seitliche Verschiebung der Magnetanordnung erreicht worden, wie sie in Fig. 4 gezeigt ist. In Fig. 8 ist gezeigt, dass durch Verkippen der Magnetanordnung, wie sie in Fig. 5 gezeigt ist, der relative Anteil eingestellt werden kann.

5

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann auch eine homogene Legierungsschicht über die gesamte Breite des Substrats erzeugt werden. Hierzu kann ein Target 1 verwendet werden, wie es in Fig. 9a gezeigt ist. Das Target gemäß Fig. 9a wird z.B. aus vier anstelle von drei Materialstücken zusammengesetzt, wobei je zwei Stücke 11-1 und 11-2 aus Material 1 und zwei Stücke 12-1 und 12-2 aus Material 2 hergestellt sind. Die jeweiligen Targetstücke sind rechteckig, so dass sich Materialgrenzen 4-1, 4-2 und 4-3 ergeben, die in Längsrichtung des Targets 1 und des Substrats 3 verlaufen. Die Vorrichtung gemäß Fig. 9b entspricht der in den Figuren 4 und 5 gezeigten Vorrichtung, jedoch wird im Falle der Fig. 9b das Target gemäß Fig. 9a verwendet. Durch eine Verschiebung der Jochplatte 2 kann der Anteil an Material 1 und Material 2 in der auf dem Substrat entstehenden Legierung eingestellt werden. Bei einer Einstellung, wie sie in Fig. 9b gezeigt ist, wird im Wesentlichen lediglich Material 2 vom Target abgelöst, so dass sich eine homogene Schicht aus diesem Material auf dem Substrat ergibt. Durch Verschieben der Magnetanordnung nach links, wie sie in Fig. 9b angedeutet ist, kann der Anteil an den Materialien 1 und 2 in der sich ergebenden Legierung gezielt und über einen großen Bereich gesteuert werden. Eine sich dadurch ergebende Konzentration in zwei verschiedenen Legierungszusammensetzungen ist in Fig. 10 gezeigt. Die Legierungszusammensetzung ist über die Position auf dem Substrat 3 konstant, der Anteil eines der die Legierung aufbauenden Materialien kann jedoch gezielt eingestellt werden.

25

Durch einen geeigneten Aufbau des Targets können auch andere Legierungszusammensetzungen bzw. Gradienten erzeugt werden. So ist beispielsweise auch ein Einsatz von trapezförmigen Targetabschnitten bei einem vierteiligen Target möglich, um Legierungsgradienten abzuschneiden und einzustellen. Auch ist möglich, durch Verwendung von mehr als zwei Materialien Legierungen aus drei oder mehr Bestandteilen zu erzeugen.

30

Gemäß der Erfindung kann statt des Einsatzes von Permanentmagneten auf der Jochplatte auch die Verwendung von Elektromagneten vorgesehen werden.

5 Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung (Fig. 11) ist es auch möglich, das Target 1 aus einem einzigen Grundabschnitt 12 herzustellen und das erste Material 1 lediglich auf den gewünschten Abschnitten 11-1 und 11-2 der Oberfläche des Grundabschnitts 12 aufzubringen. Ein solcher Aufbau ist beispielhaft in Fig. 11 gezeigt; in diesem Beispiel besteht der Grundabschnitt 12 aus ferromagnetischem Material 2. Das Material 1 kann z.B. nicht-ferromagnetisch sein.

10

Bei der Herstellung einer Schicht auf einem Substrat mittels Kathodenzerstäubung kann mit der vorliegenden Erfindung also eine Legierung aufgetragen werden, die zumindest zwei Legierungsbestandteile aufweist. Bei Verwendung von trapezförmigen Targetstücken gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung kann bezüglich der Position auf dem Substrat ein Gradient in der Legierungszusammensetzung erzeugt werden, wobei die Steilheit des Trapezes die Grundfunktion des Konzentrationsgradienten ergibt. Bei Verwendung von rechteckigen Targetstücken anstelle von trapezförmigen Targetstücken kann eine bestimmte homogene Konzentration über dem Substratdurchmesser erzeugt werden. Eine Bewegung des Erosionsabschnitts senkrecht zur Längsausdehnung des Targets, die durch eine Bewegung der Magnetanordnung in der Querrichtung des Targets erzeugt werden kann, ist eine Veränderung der Steilheit des Gradienten bei Verwendung trapezförmiger Targetstücke möglich. Bei rechteckigen Targetteilstücken kann durch eine solche Bewegung der Magnetanordnung eine Veränderung der homogenen Legierungszusammensetzung erreicht werden, wobei der Effekt besonders signifikant bei Verwendung von vier anstelle von drei Targetteilstücken ist. Durch Verkippen der Magnetanordnung um eine Achse parallel zur Längsrichtung des Targets kann die Abtragraten in den Erosionsgräben senkrecht zur Längsausdehnung des Targets verändert werden; dadurch kann die mittlere Rate oder auch die homogene Legierungszusammensetzung bei rechteckigen Target-Teilstücken verschoben werden. Durch derartiges Verkippen ist auch eine Kompensation unterschiedlicher spezifischer Sputter-Raten der Legierungsbestandteile möglich. Alternativ zur Ausbildung des Targets aus Targeteinzelstücken kann auch eines der verwendeten Materialien in den

15
20
25
30

erwünschten Abschnitten auf einen Grundabschnitt des Targets aufgebracht werden. Dies ist insbesondere zweckmäßig bei Verwendung eines ferromagnetischen Grundabschnitts als eines der Materialien und eines weiteren nicht-ferromagnetischen Materials.

Patentansprüche

- 5 1. Verfahren zum Beschichten eines Substrats (3), das eine Breite und eine Länge hat, mit einer Legierung aus mindestens einem ersten und einem zweiten Material als Legierungsbestandteile und mit variablem Legierungsverhältnis durch Magnetron-Kathodenzerstäubung, mit
- 10 (a) einer Magnetron-Zerstäubungskathode mit
- (a1) einem die Legierungsbestandteile aufweisendem Target (1) und
- (a2) einer von dem Substrat (3) aus gesehen hinter dem Target (1) angeordneten Magnetanordnung (2) zur Ausbildung mindestens eines Erosionsabschnitts (5) auf der Oberfläche des Targets (1),
- wobei
- 15 (b) die Oberfläche des Targets (1) zumindest einen ersten Abschnitt (11) aus dem ersten Material und einem zweiten Abschnitt (12) aus dem zweiten Material aufweist,
- (c) der erste Abschnitt (11) und der zweite Abschnitt (12) aneinander angrenzen und eine gemeinsame Grenzlinie (4) auf der Oberfläche des Targets (1)
- 20 bilden, und
- (d) der Erosionsabschnitt (5) im Bereich der Grenzlinie (4) positioniert ist, so dass ein erster Teil (5-1) des Erosionsabschnitts (5) auf dem ersten Targetabschnitt (11) und ein zweiter Teil (5-2) des Erosionsabschnitts (5) auf dem zweiten Targetabschnitt (12) liegt,
- 25 gekennzeichnet durch
- (e) Verändern des Legierungsverhältnisses durch
- (e1) Verschieben des Erosionsabschnitts (5) im wesentlichen quer zur Grenzlinie (4),
- und/oder
- 30 (e2) Einstellen eines spitzen Winkels α zwischen der Grenzlinie (4) und der Längsrichtung des Erosionsabschnitts in einer Ebene parallel zur

- Oberfläche des Targets (1),
und/oder
- (e3) Einstellen eines Winkels β zwischen der Oberfläche der
Magnetanordnung und der dem Substrat (3) zugewandten Oberfläche
des Targets (1).
- 5
2. Verfahren nach Anspruch 1, mit einem Schritt zum Ändern der Relativposition
zwischen der Magnetanordnung (2) und der Oberfläche des Substrats (3) durch
Verschieben des Substrates (3) und/oder der Magnetanordnung (2) parallel zur
10 Oberfläche des Substrats, vorzugsweise durch Verschieben in zueinander senkrechte
Richtungen.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, mit einer langgestreckten Magnetron-
Zerstäubungskathode, die sich über die Breite des Substrats (2) erstreckt, durch
15 Ausrichten der Magnetanordnung (2) mit ihrer Längsrichtung parallel oder in einem
spitzen Winkel α zur Grenzlinie (4) in einer Ebene parallel zur Oberfläche des
Targets (1).
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, durch Verkippen der Magnetanordnung
20 (2) um eine Achse bezüglich der Targetoberfläche um einen Winkel β .
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Legierungsverhältnis in
Abhängigkeit von der Position der Magnetron-Zerstäubungskathode über dem
Substrat (3) verändert wird.
- 25
6. Vorrichtung zum Beschichten eines Substrats (3) mit einer Legierung aus mindestens
einem ersten und einem zweiten Material als Legierungsbestandteile und mit
variablen Legierungsverhältnis durch Magnetron-Kathodenzerstäubung, mit
- (a) einer Magnetron-Zerstäubungskathode, mit
- 30 (a1) einem Target (1), und
(a2) einer von dem Substrat (3) aus gesehen hinter dem Target (1)

angeordneten Magnetanordnung zur Ausbildung eines Erosionsabschnitts (5) auf der Oberfläche des Targets (1), dadurch gekennzeichnet, dass

- 5 (b) die Oberfläche des Targets (1) zumindest einen ersten Abschnitt (11) aus einem ersten Material und einen zweiten Abschnitt aus einem zweiten Material aufweist, wobei der erste Abschnitt (11) und der zweite Abschnitt (12) aneinander angrenzen und eine gemeinsame Grenzlinie (4) auf der Oberfläche des Targets (1) bilden, und
- 10 (c) die Magnetanordnung (2)
- (c1) in einer Richtung parallel zur Targetoberfläche und senkrecht zur Grenzlinie des Targets (1) oder unter einem Winkel α gegenüber der Grenzlinie (4) verschiebbar ist,
- und/oder
- 15 (c2) um eine Achse bezüglich der Targetoberfläche um einen Winkel β verkippar ist oder die Targetoberfläche um eine Achse bezüglich der Magnetanordnung (2) um einen Winkel β verkippar ist,
- und/oder
- (c3) bezüglich der Grenzlinie (4) unter einem Winkel α einstellbar ist.
- 20
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei die Magnetron-Zerstäubungskathode als Langkathode ausgebildet ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, wobei die Magnetanordnung (2)
- 25 Permanentmagnete oder Elektromagnete aufweist.
9. Target zum Beschichten eines Substrats (3) mit einer Legierung aus mindestens einem ersten und einem zweiten Material als Legierungsbestandteile und mit variablem Legierungsverhältnis durch Magnetron-Kathodenzerstäubung unter
- 30 Ausbildung eines Erosionsabschnitts (5) auf der Targetoberfläche, wobei die Oberfläche des Targets (1) zumindest einen ersten Abschnitt aus einem ersten

Material und einen zweiten Abschnitt (12) aus einem zweiten Material aufweist, wobei der erste Abschnitt (11) und der zweite Abschnitt (12) aneinander angrenzen und eine gemeinsame Grenzlinie (4) auf der Oberfläche des Targets (1) bilden, wobei der Erosionsabschnitt (5) parallel oder in einem spitzen Winkel α zur Grenzlinie (4) liegt.

5

10. Target nach Anspruch 9, wobei die Oberfläche des Targets (1) rechteckig ist.

11. Target nach Anspruch 9 oder 10, wobei die Abschnitte (11, 12) der Oberfläche des Targets (1) trapezförmig angeordnet sind, um auf der Oberfläche des Targets (1) Streifen unterschiedlicher Materialien zu bilden, deren Grenzlinie (4) gegenüber der Längsseite des Targets um einen Winkel α geneigt sind.

10

12. Target nach Anspruch 11, wobei die Oberfläche des Targets (1) drei Abschnitte (11, 12) aufweist, wobei ein Abschnitt (11) aus dem ersten Material und zwei an den ersten Abschnitt (11) angrenzende Abschnitte (12) aus dem zweiten Material gebildet sind.

15

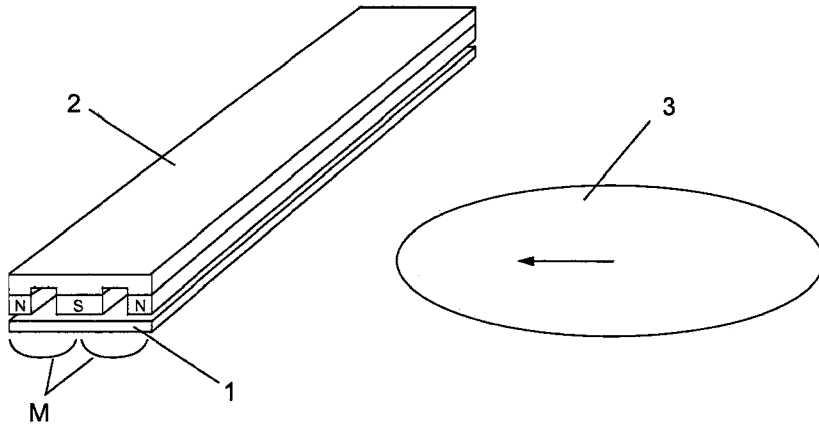
13. Target nach Anspruch 12, wobei die Oberfläche des Targets (1) vier Abschnitte (11, 12) aufweist, wobei zwei der Abschnitte (11) aus dem ersten Material und die anderen beiden Abschnitte (12) aus dem zweiten Material gebildet sind und die Abschnitte aus den unterschiedlichen Materialien alternierend angeordnet sind.

20

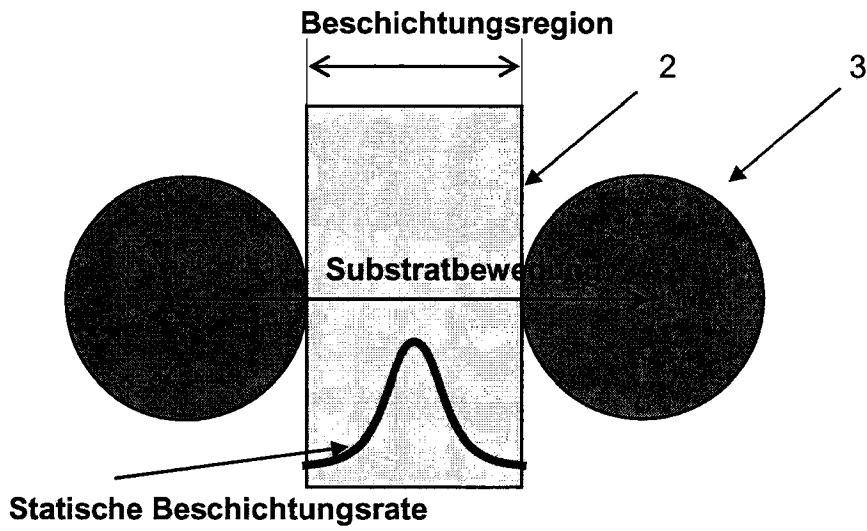
14. Target nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das Target (1) aus mehreren Einzelstücken zusammengesetzt ist, deren Oberflächen die Abschnitte der Oberfläche des Targets bilden, und wobei zumindest eines der Einzelstücke aus dem ersten Material und zumindest ein weiteres der Einzelstücke aus dem zweiten Material besteht.

25

30

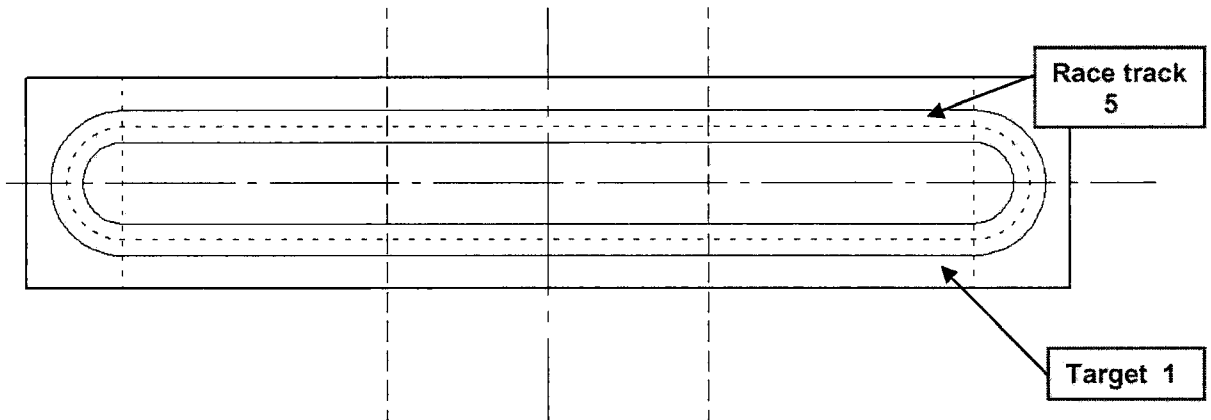


Figur 1a

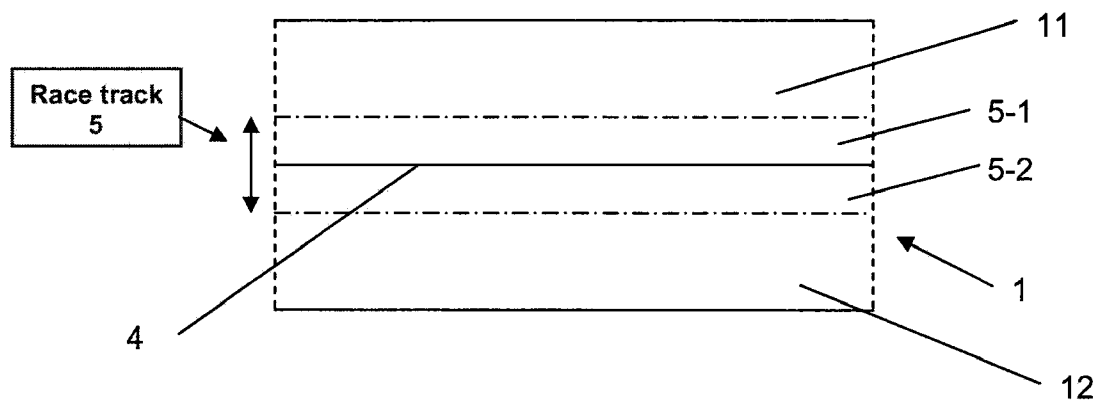


Figur 1b

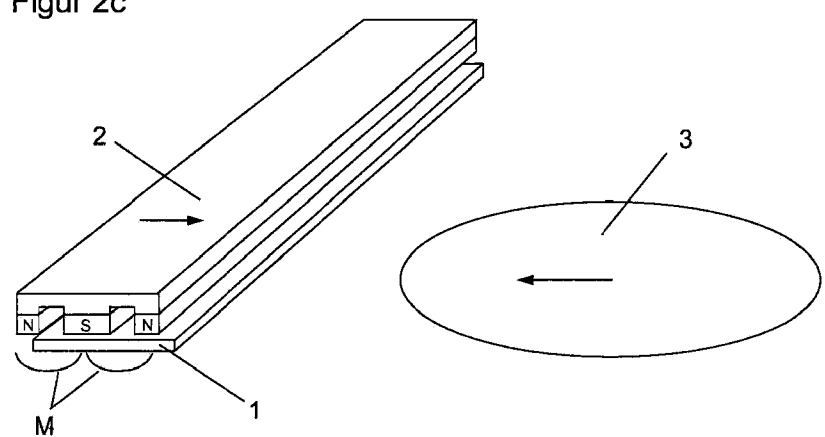
Figur 2a



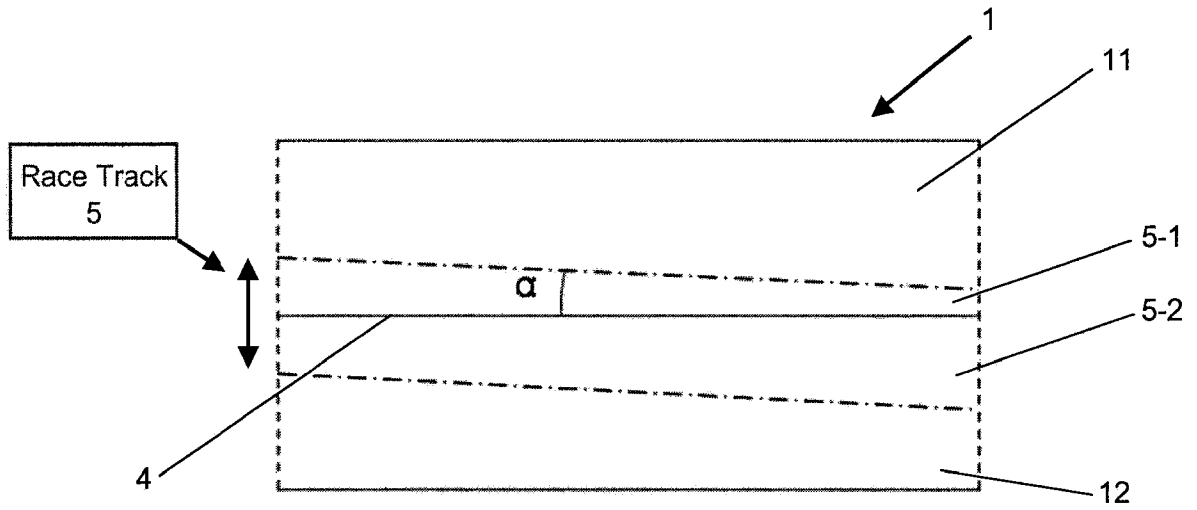
Figur 2b



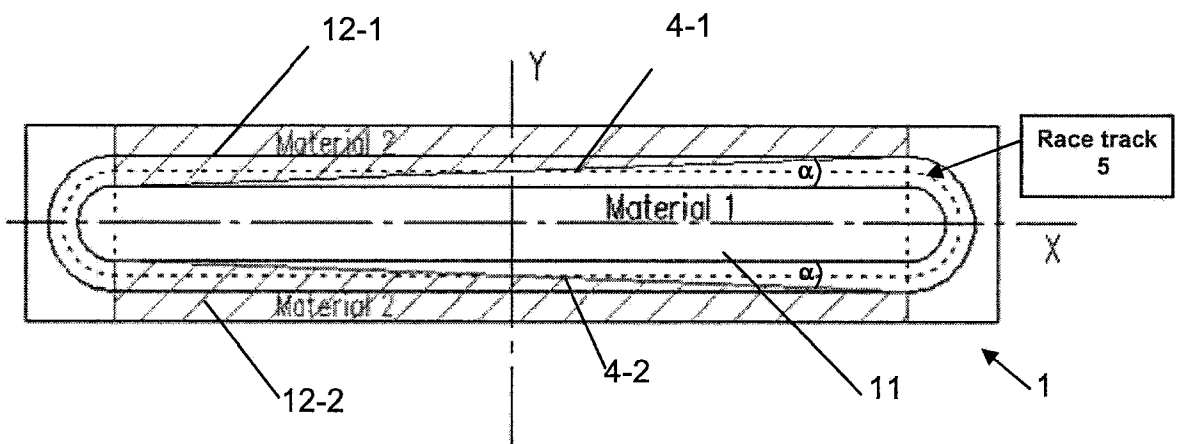
Figur 2c



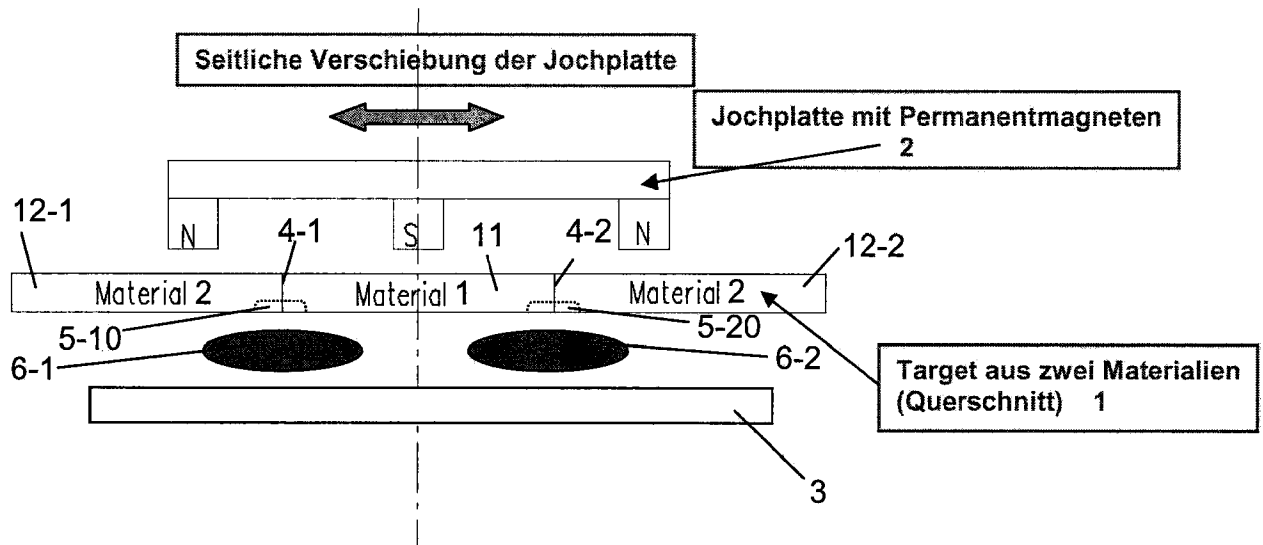
Figur 3a



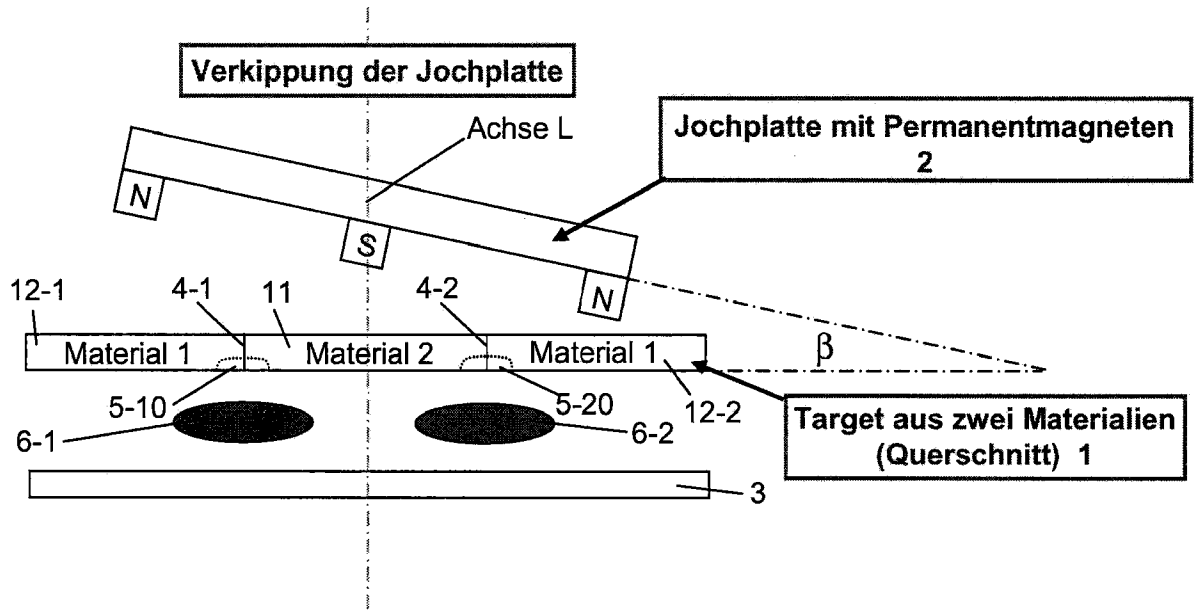
Figur 3b



Figur 4

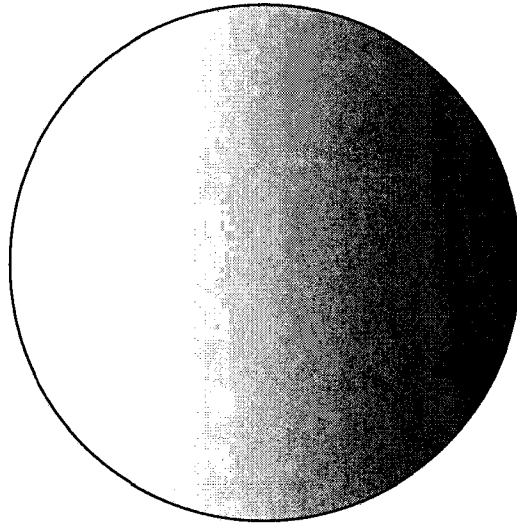


Figur 5

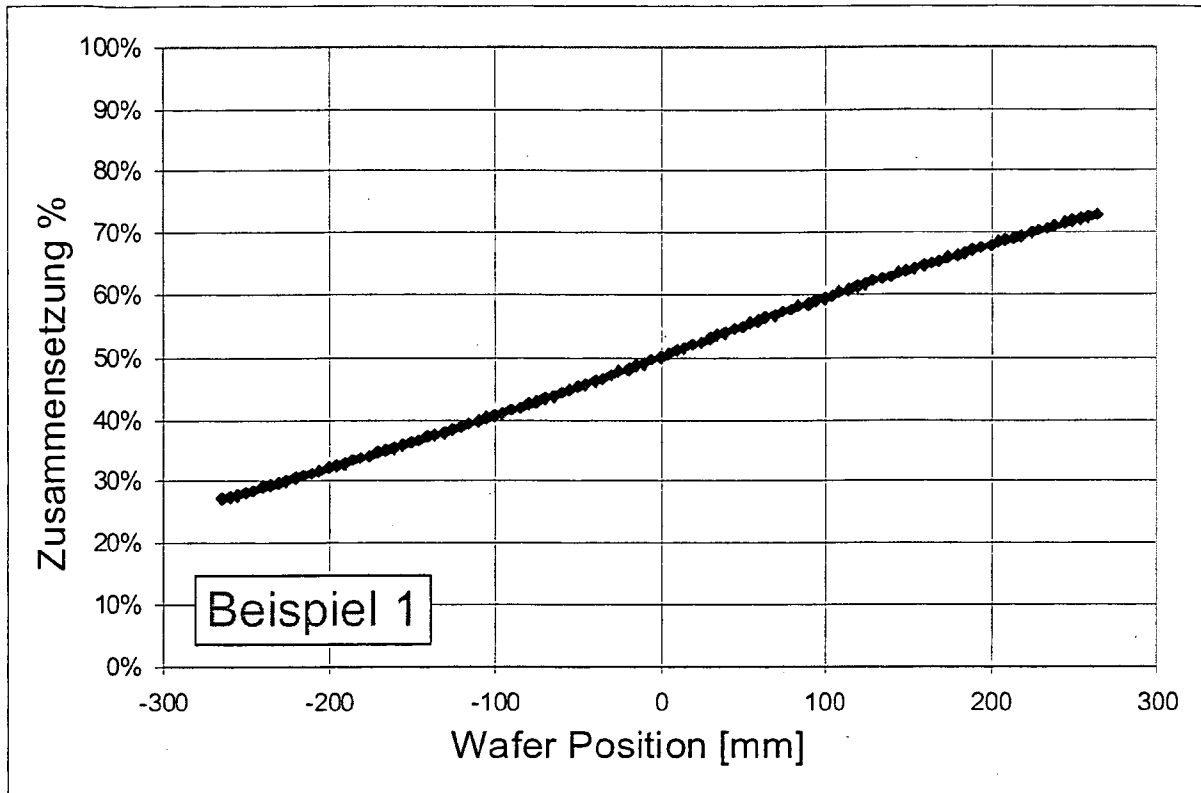


Figur 6

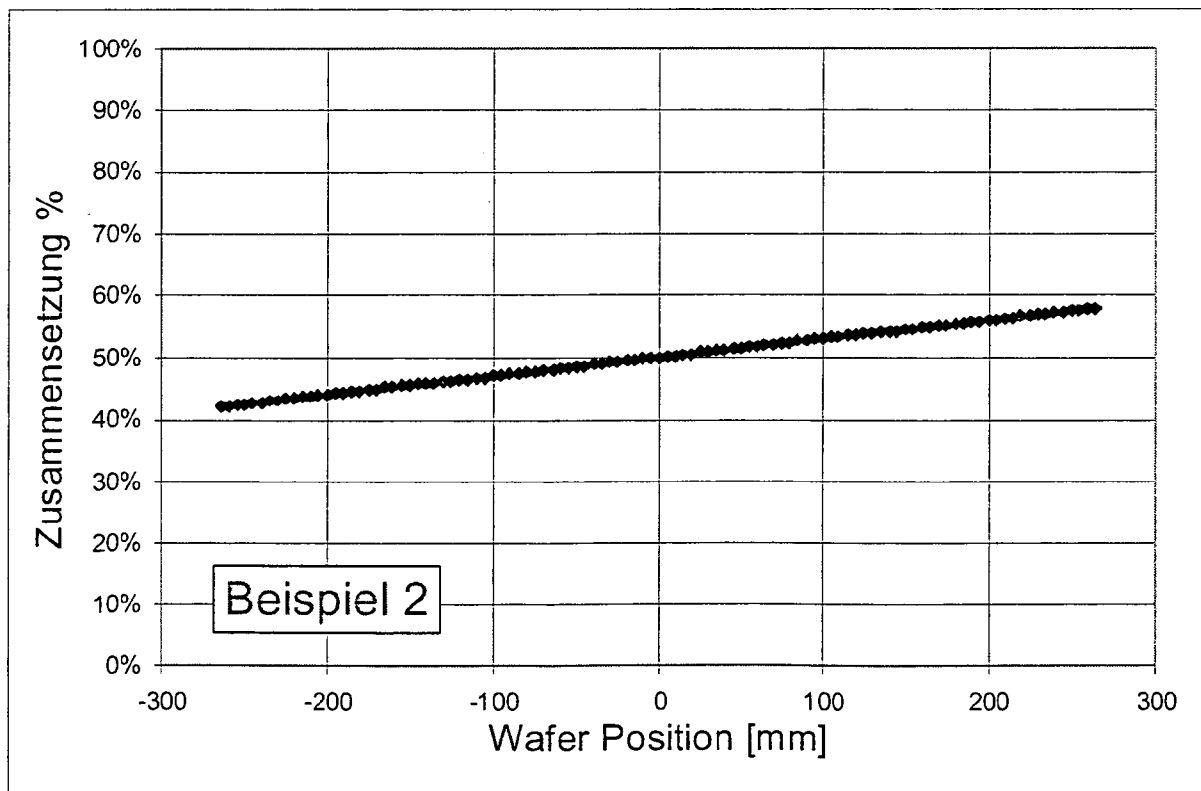
**Fe –
dominiert**



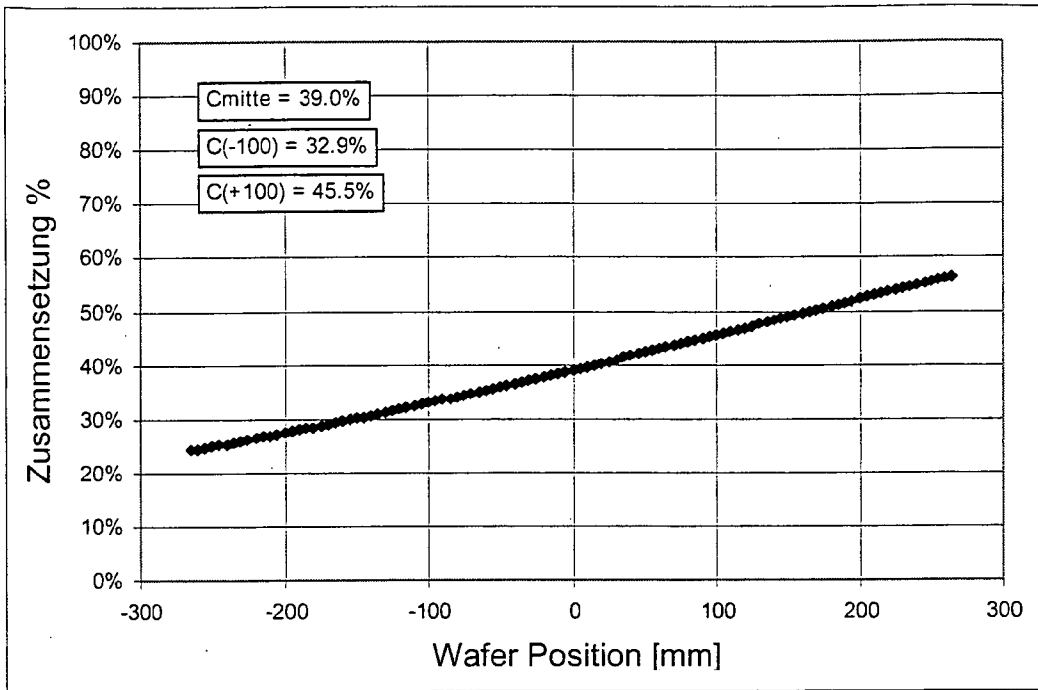
**Pd –
dominiert**



Figur 7a

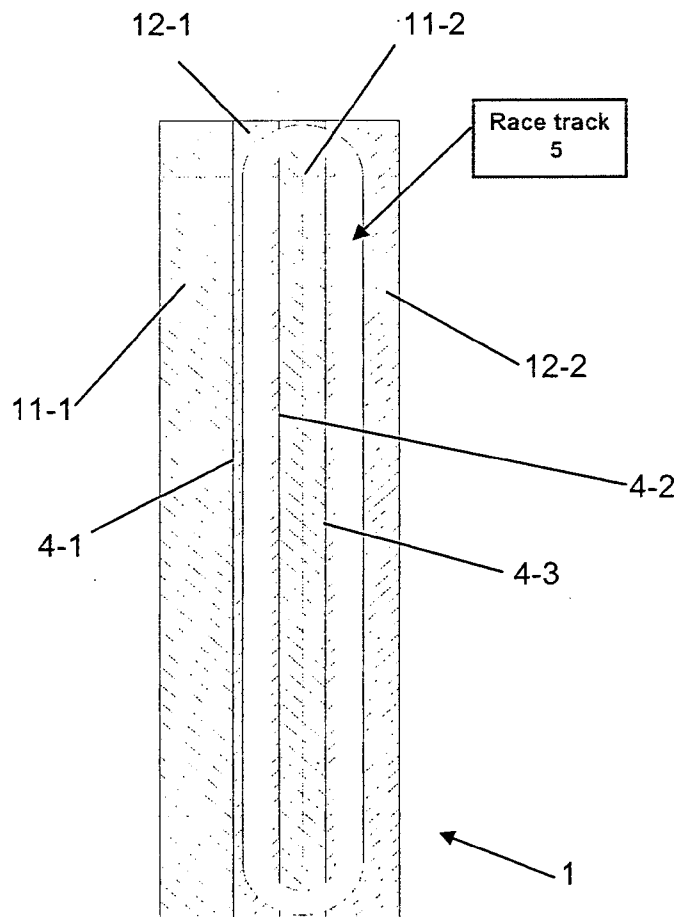


Figur 7b

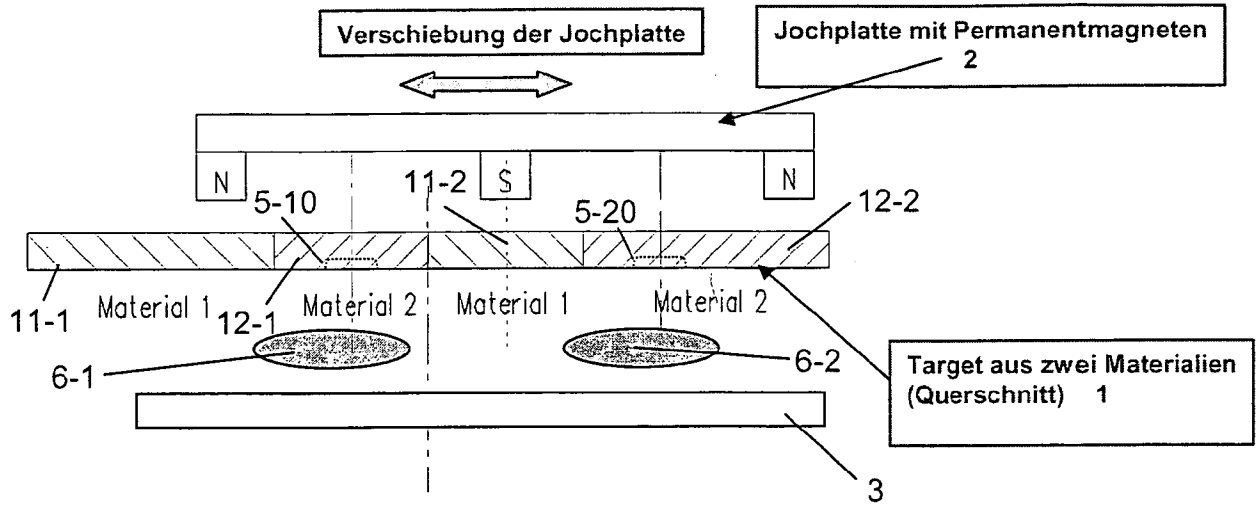


Figur 8

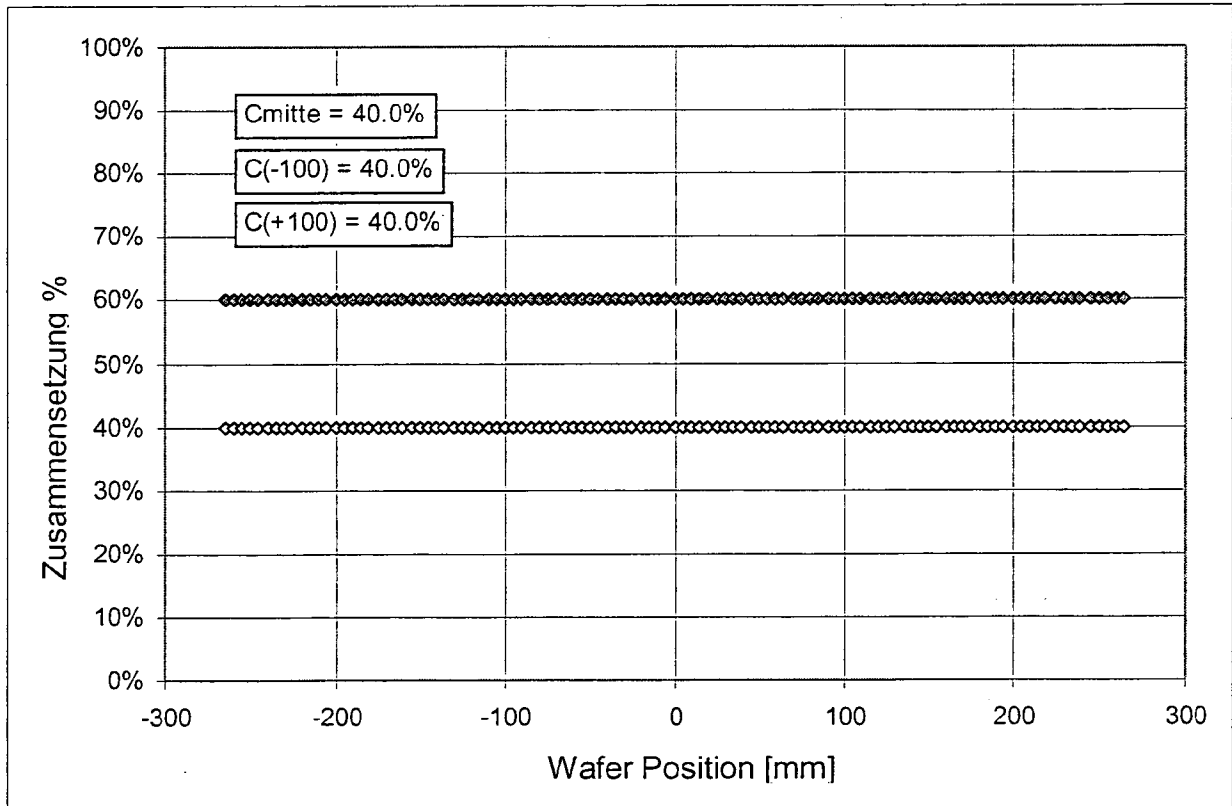
Figur 9a



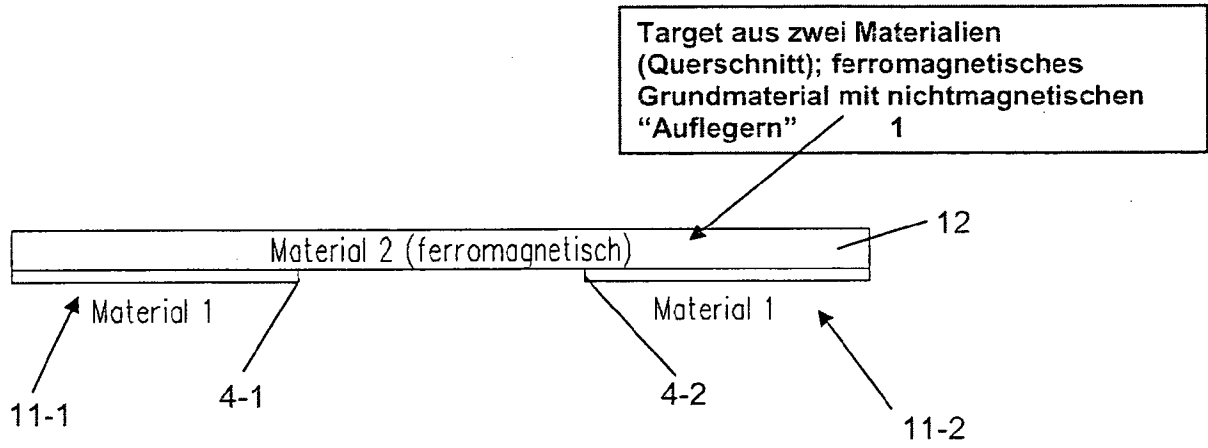
Figur 9b



Figur 10



Figur 11



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/066895

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. C23C14/34 C23C14/35 H01J37/34
 ADD.

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)
 C23C H01J

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 692 619 B1 (CHEN QIXU [US] ET AL) 17 February 2004 (2004-02-17) column 2, line 58 - line 65 figure 4; example 4 column 7, line 7 - line 10 -----	9,10
X	US 6 464 844 B1 (PICHULO ROBERT O [US] ET AL) 15 October 2002 (2002-10-15) column 4, line 49 - line 64; figure 1 -----	9
X	US 2004/206620 A1 (WANG HONG [US] ET AL) 21 October 2004 (2004-10-21)	6,7,9,14
Y	paragraphs [0022], [0025]; figures 2,3 -----	3
X	EP 1 254 970 A1 (UNAXIS BALZERS AG [LI]) 6 November 2002 (2002-11-06) paragraphs [0010], [0024]; figure 1 -----	6,8,9
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family 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 23 December 2011	Date of mailing of the international search report 04/01/2012
-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Kudelka, Stephan
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/066895

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 610 774 A (SAKATA MASAO [JP] ET AL) 9 September 1986 (1986-09-09)	1
Y	column 3, line 6 - line 33; figure 14 figure 2	3

X	US 6 709 557 B1 (KAILASAM SRIDHAR K [US] ET AL) 23 March 2004 (2004-03-23) figure 2b	9

A	US 2003/085114 A1 (JOHNSON PAUL MARKOFF [US] ET AL) 8 May 2003 (2003-05-08) figure 5	1,9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2011/066895

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6692619	B1	17-02-2004	US 6692619 B1 17-02-2004 US 2004045809 A1 11-03-2004
US 6464844	B1	15-10-2002	NONE
US 2004206620	A1	21-10-2004	US 2004206620 A1 21-10-2004 WO 2004092438 A1 28-10-2004
EP 1254970	A1	06-11-2002	EP 1254970 A1 06-11-2002 JP 2002356772 A 13-12-2002 TW I229143 B 11-03-2005 US 2002162737 A1 07-11-2002
US 4610774	A	09-09-1986	NONE
US 6709557	B1	23-03-2004	NONE
US 2003085114	A1	08-05-2003	CN 1639381 A 13-07-2005 EP 1448806 A1 25-08-2004 JP 4763966 B2 31-08-2011 JP 2005508447 A 31-03-2005 US 2003085114 A1 08-05-2003 WO 03040428 A1 15-05-2003

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. C23C14/34 C23C14/35 H01J37/34 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) C23C H01J		
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		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 692 619 B1 (CHEN QIXU [US] ET AL) 17. Februar 2004 (2004-02-17) Spalte 2, Zeile 58 - Zeile 65 Abbildung 4; Beispiel 4 Spalte 7, Zeile 7 - Zeile 10 -----	9,10
X	US 6 464 844 B1 (PICHULO ROBERT O [US] ET AL) 15. Oktober 2002 (2002-10-15) Spalte 4, Zeile 49 - Zeile 64; Abbildung 1 -----	9
X	US 2004/206620 A1 (WANG HONG [US] ET AL) 21. Oktober 2004 (2004-10-21)	6,7,9,14
Y	Absätze [0022], [0025]; Abbildungen 2,3 -----	3
X	EP 1 254 970 A1 (UNAXIS BALZERS AG [LI]) 6. November 2002 (2002-11-06) Absätze [0010], [0024]; Abbildung 1 -----	6,8,9
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
23. Dezember 2011		04/01/2012
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Kudelka, Stephan

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 610 774 A (SAKATA MASAO [JP] ET AL) 9. September 1986 (1986-09-09)	1
Y	Spalte 3, Zeile 6 - Zeile 33; Abbildung 14 Abbildung 2	3

X	US 6 709 557 B1 (KAILASAM SRIDHAR K [US] ET AL) 23. März 2004 (2004-03-23) Abbildung 2b	9

A	US 2003/085114 A1 (JOHNSON PAUL MARKOFF [US] ET AL) 8. Mai 2003 (2003-05-08) Abbildung 5	1,9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/066895

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6692619	B1	17-02-2004	US 6692619 B1 17-02-2004
			US 2004045809 A1 11-03-2004

US 6464844	B1	15-10-2002	KEINE

US 2004206620	A1	21-10-2004	US 2004206620 A1 21-10-2004
			WO 2004092438 A1 28-10-2004

EP 1254970	A1	06-11-2002	EP 1254970 A1 06-11-2002
			JP 2002356772 A 13-12-2002
			TW I229143 B 11-03-2005
			US 2002162737 A1 07-11-2002

US 4610774	A	09-09-1986	KEINE

US 6709557	B1	23-03-2004	KEINE

US 2003085114	A1	08-05-2003	CN 1639381 A 13-07-2005
			EP 1448806 A1 25-08-2004
			JP 4763966 B2 31-08-2011
			JP 2005508447 A 31-03-2005
			US 2003085114 A1 08-05-2003
			WO 03040428 A1 15-05-2003
