



(10) **DE 10 2015 004 856 A1** 2016.10.20

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 004 856.2**

(22) Anmeldetag: **15.04.2015**

(43) Offenlegungstag: **20.10.2016**

(51) Int Cl.: **C23C 14/24 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Oerlikon Metaplas GmbH, 51427 Bergisch
Gladbach, DE**

(72) Erfinder:

Vetter, Jörg, Dr., 51429 Bergisch Gladbach, DE

(74) Vertreter:

**Misselhorn, Martin, Dipl.-Ing., 85049 Ingolstadt,
DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE 43 36 681 C2

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Bipolares Arc-Beschichtungsverfahren**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verdampfungsverfahren zur Beschichtung von Oberflächen mittels eines Lichtbogens, wobei im Verfahren zumindest zwei aktive Verbrauchstargets eingesetzt werden, dadurch gekennzeichnet, dass während des Beschichtungsprozesses die Verbrauchstargets abwechselnd als Kathode und Anode geschaltet werden.

Beschreibung

[0001] Beim sogenannten Lichtbogenverdampfen wird ein als Materiallieferant ein leitender Festkörper eingesetzt. Dieses sogenannte Target wird als Kathode betrieben, d. h. es wird, im Vergleich zu einer Anodenfläche eine negative Spannung angelegt. Kathode und Anode sind in einer Beschichtungskammer angeordnet. Für den Beschichtungsprozess wird die Beschichtungskammer evakuiert. Anschliessend werden aus der Kathode Elektronen in Form eines Lichtbogens (im Weiteren auch Arc genannt) herausgezogen. Die Elektronen wandern im Wesentlichen zur Anodenfläche. Die Zündung des Lichtbogens kann auf unterschiedliche Art und Weise stattfinden. Beispielsweise kann hierzu ein dem Fachmann bekannter Zündfinger eingesetzt werden. An der Stelle, an der die Elektronen dem Target entzogen werden, am sogenannten Elektronenfleck kommt es zu erheblichem Energieeintrag der bewirkt, dass Targetmaterial in die Gasphase übergeht, also verdampft. Während des Verfahrens wird mit unterschiedlichen Mitteln darauf geachtet, dass dieser Fleck möglichst keine Stelle der Targetoberfläche bevorzugt sondern beständig auf dieser umhertanzt. Dies kann beispielsweise mit geeigneten Magnetfeldern erreicht werden.

[0002] Das Verdampfte Material ist zu einem sehr hohen Prozentsatz ionisiert, so dass es sich beispielsweise mit einem an zu beschichtenden Substraten angelegten negativen Bias auf diese Substrate hin beschleunigen lässt. Die führt zu einer Beschichtung der Substrate, wobei die Dichte der Schicht eine sehr hohe sein kann. Ein solches Verfahren wird auch Arcverdampfen oder Lichtbogenverdampfen genannt. Ein mit dem Arcverdampfen einhergehendes Phänomen sind die sogenannten Spritzer. Dies sind aufgrund des plötzlichen Energieeintrags an der Targetoberfläche sich spontan ablösende grössere, aufgeschmolzene Materialmengen. Wenn diese sich auf den zu beschichtenden Substraten ablegen so führt dies zu einer beträchtlichen Rauheit der Beschichtung.

[0003] Das Arcverdampfen wird auch häufig als reaktiver Prozess betrieben. Dabei wird in die Kammer ein sogenanntes Reaktivgas, wie beispielsweise Stickstoff oder Sauerstoff eingeleitet. Auf ihrem Weg zu den zu beschichtenden Substraten reagieren dann die Ionen mit dem Reaktivgas, so dass sich eine Verbindung auf den Substraten ablegt. Teilweise reagiert dieses Reaktivgas aber bereits mit der Targetoberfläche selbst. Dies ist dann im Wesentlichen nicht problematisch, wenn die entstehende Verbindung wiederum ein elektrisch leitfähiges Material bildet.

[0004] Problematisch wird es allerdings dann, wenn die entstehende Verbindung ein elektrisch isolierendes Material bildet und die sich auf dem Target bildende isolierende Schicht zu dick wird, so dass dem

Target keine Elektronen mehr entzogen werden können. In solchen Fällen spricht der Fachmann von einer Vergiftung der Targetoberfläche, die zur Folge hat, dass der Beschichtungsprozess zunächst instabil wird. Insbesondere besteht die Gefahr, dass sich der Elektronenfleck an einer Stelle des Targets festfrisst und dort lokal zu erheblichem und dauerhaftem Materialabtrag führt, so dass das Target im wahrsten Sinne des Wortes ein Loch bekommt.

[0005] Es gibt unterschiedliche Massnahmen gegen eine solche Targetvergiftung. Beispielsweise haben Ramm et al in WO???? festgestellt, dass der ein einer Gleichspannung überlagerter gepulster Betrieb eine solche Targetvergiftung weitgehend verhindert.

[0006] Das Pulsen von Arcquellen ist aus dem Stand der Technik schon länger bekannt, so beispielsweise beschreibt WO 02/070776 sehr allgemein das Pulsen von Funkenquellen, um verschiedene Superhartschichten u. a. TiSiN abzuscheiden.

[0007] In WO 03/057939 ist eine Funkenquelle beschrieben, bei der das Zünden des Funkens über eine gepulste Hochspannungsversorgung, die Speisung des Funkens über eine gepulste Hochstromversorgung erfolgt. Der Betrieb des Funkens erfolgt hier diskontinuierlich. Ausgangsmaterialien sind metallisch leitenden Kathoden, leitfähige Legierungen und zusätzlich Kohlenstoff, beziehungsweise verdampfbare Halbleiter. Die hier gezeigte Arcquelle ist jedoch auf Grund der sehr komplexen Geometrie des Targetkörpers, besonders für schwer zu bearbeitende Kathodenmaterialien aufwändig zu fertigen und teuer im Betrieb.

[0008] In US 6361663 wird eine Arcquelle mit einer Kathode aus elektrisch leitfähigem Material beschrieben, die gepulst bzw. moduliert gepulst mit Spitzenströmen von bis zu 5 kA und einem Basisstrom von beispielsweise 100 A betrieben wird. Auch diese Quelle ist auf Grund ihrer Bauweise mit magnetischem Tunnel und einer von der Kathode vollständig umgebenen Anode aufwändig zu fertigen und teuer im Betrieb.

[0009] Dem gesamten Stand der Technik gemeinsam ist jedoch die Problematik, dass bei der reaktiven Abscheidung welche zu elektrisch isolierenden Materialien führt, die Anode ebenfalls beschichtet wird und diese dadurch mit der Zeit ebenfalls eine elektrisch isolierende Oberfläche bildet. Hierdurch wird der Beschichtungsprozess wiederum instabil.

[0010] Eine im Stand der Technik bekannte Gegenmassnahme ist es, die Oberfläche einer Heizwendel zur Anode zu machen. Dann kann durch rasches zyklisches Aufheizen erreicht werden, dass zumindest Teile der sich auf der Anode, d. h. der Heizwendel abgelagerten isolierenden Materialien von dieser ab-

platzen und somit die elektrisch leitende Oberfläche freigeben. Dieser Prozess ist allerdings selten vollständig, so dass im Wesentlichen eine nicht reproduzierbare Anodenoberfläche vorliegt.

[0011] Es besteht daher ein Bedürfnis, ein Verfahren anzugeben, bei dem es nicht zu einer dauerhaften Isolationsbelegung der Anodenoberfläche während des Beschichtungsprozesses kommt.

[0012] Erfindungsgemäss wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass für den Beschichtungsprozess zumindest zwei Targets vorgesehen sind. Während der Beschichtung wird dann abwechselnd eines der Targets als materialliefernde Kathode und das andere Target als Anode geschaltet. Vorzugsweise erfolgt die Umschaltung so schnell, dass das sich während der Beschichtung aufbauende Plasma nicht erlischt und der über der aktuellen Kathode aufzubauende Lichtbogen sich in einfacher Weise bilden kann. Es wird erfindungsgemäss durch zumindest zwei aktive Verbrauchstargets, die abwechselnd als Anode und Kathode geschaltet sind vermieden, dass es zu einem Anodenverlust kommt. Der Beschichtungsprozess wird somit stabilisiert.

[0013] Bei dem erfindungsgemässen Verfahren ist klar, dass sich während ein Target als Anode geschaltet ist, auf dessen Oberfläche Beschichtungsmaterial, d. h. sich gegebenenfalls eine elektrisch isolierende Schicht bildet. Daher sollte darauf geachtet werden, dass der Wechsel von Anode zu Kathode häufig genug erfolgt um diese elektrisch isolierende Schicht nicht zu dick werden zu lassen. Erstaunlicher Weise hat sich gezeigt, dass eine sehr dünne isolierende Schicht auf der Targetoberfläche für den Beschichtungsprozess förderlich ist. Insbesondere scheint der Elektrodenfleck tendenziell eher zu Stellen zu wandern, an denen bereits eine sehr dünne isolierende Schicht vorliegt. Dies ist einem gleichmässigen Abtragen der Targetoberfläche zuträglich.

[0014] Als Betriebsweisen kommen u. a. DC, DC gepulst min/max, Hochstrompulsung und auch die Überlagerung von mehreren Pulsquellen in Frage.

[0015] Als Targets können zylinderförmige, rechteckige, kreisförmige, oder sonstige geeignete Geometrien gewählt werden.

[0016] Zur Zündung des/der Lichtbogen sind beispielsweise mechanische Trigger, Triggerelektroden oder die Unterstützung durch Laser denkbar.

[0017] Es wurde ein Verdampfungsverfahren zur Beschichtung von Oberflächen mittels eines Lichtbogens offenbart, wobei im Verfahren zumindest zwei aktive Verbrauchstargets eingesetzt werden, wobei während des Beschichtungsprozesses die Verbrauchstargets abwechselnd als Kathode und Anode

geschaltet werden. Bei dem Verfahren kann ein Reaktivgas eingesetzt wird. Das Reaktivgas kann zumindest einen Bestandteil umfasst, welcher mit dem Targetmaterial eine elektrisch isolierende Verbindung eingeht. Die zumindest zwei unterschiedlichen Verbrauchstargets können sich in ihrer Zusammensetzung unterscheiden, wodurch es bei der Beschichtung zum Aufbau eines Nanolayer-Vielschichtsystems kommt. Die zumindest zwei aktiven Verbrauchstargets können in unmittelbarer Nachbarschaft angeordnet werden, dergestalt dass das sich über einem Target aufbauende Plasma während dieses als Kathode betrieben wird, sich teilweise über das andere, zu diesem Zeitpunkt als Anode betriebenen Target überstreckt.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- WO 02/070776 [0006]
- WO 03/057939 [0007]
- US 6361663 [0008]

Patentansprüche

1. Verdampfungsverfahren zur Beschichtung von Oberflächen mittels eines Lichtbogens, wobei im Verfahren zumindest zwei aktive Verbrauchstargets eingesetzt werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass während des Beschichtungsprozesses die Verbrauchstargets abwechselnd als Kathode und Anode geschaltet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei dem Verfahren ein Reaktivgas eingesetzt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Reaktivgas zumindest einen Bestandteil umfasst, welcher mit dem Targetmaterial eine elektrisch isolierende Verbindung eingeht.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest zwei unterschiedlichen Verbrauchstargets sich in ihrer Zusammensetzung unterscheiden, wodurch es bei der Beschichtung zum Aufbau eines Nanolayer-Vielschichtsystems kommt.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest zwei aktiven Verbrauchstargets in unmittelbarer Nachbarschaft angeordnet werden, dergestalt dass das sich über einem Target aufbauende Plasma während dieses als Kathode betrieben wird, sich teilweise über das andere, zu diesem Zeitpunkt als Anode betriebenen Target überstreckt.

Es folgen keine Zeichnungen