Targetpräparation

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Beschichten von Substraten.

Die Erfindung bezieht sich insbesondere auf ein Verfahren zur Vorbereitung eine Abscheidung aus der Gasphase unter Vakuum, bei dem ein Target als Materialquelle verwendet wird von dessen Oberfläche Partikel zum Substrat fliegen und sich auf diesem ablagern. Häufig kommt dabei noch ein Reaktivgas zum Einsatz dessen Atome und oder Moleküle mit den Partikel reagieren, so dass sich die entsprechende chemische Verbindung auf dem Substrat ablagert. In diesem Fall liegt ein reaktiver Beschichtungsprozess vor.

Es sind einige solcher Beschichtungsprozesse bekannt. Beispielhaft sind hier lediglich das Magnetronsputtern und das Funkenverdampfen genannt. Die entsprechenden Targetoberflächen sind unterschiedlichen Umwelteinflüssen ausgesetzt. Beispielsweise muss zum Be- und Entladen der Beschichtungskammer in vielen Fällen eine Kammertüre geöffnet werden, so dass die Targetoberfläche der normalen Raumatomsphäre ausgesetzt ist. Manchmal, wenn eine Targetvergiftung aufgrund des Reaktivgases vorliegt muss die Targetoberfläche auch speziellen mechanischen Behandlungen ausgesetzt werden, wie zum Beispiel Sandstrahlen. Dies alles sind Umstände die dazu führen, dass die Targetoberfläche sich aufgrund unterschiedlicher Umwelteinflüsse von Beschichtungslauf zu Beschichtungslauf unterscheidet. Würde mit einer solchen Targetoberfläche sofort angefangen zu beschichten, so ergäben sich nicht reproduzierbare Ergebnisse. Da vor allem der Anfang der Beschichtung nicht reproduzierbar ist hat dies unter anderem wesentlichen Einfluss auf die Schichthaftung. Vor allem im Bereich des Verschleissschutzes sind jedoch solch unkalkulierbaren Unterschiede in der Haftung und der sonstigen Schichteigenschaften nicht tolerierbar.

Um dem entgegen zu wirken wird nach Schliessen und Evakuation der Beschichtungskammer zunächst die Beschichtung dergestalt gestartet, dass mittels einer Abdeckung für eine gewisse Zeit verhindert wird, dass die

BESTÄTIGUNGSKOPIE

Beschichtungsmaterial auf dem Substrat niederschlägt und ablegt. Einen solchen Vorgang nennt man Targetkonditionierung.

Dabei kann die Targetkonditionierung mitunter eine halbe Stunde und länger in Anspruch nehmen. Figur 1 zeigt während dieser Konditionierung das optische Signal eines Plasmas das vor einem Chrom enthaltenden Target brennt. Deutlich erkennbar ist dass sich erst nach ca. 30min das OES Signal stabilisiert, was ein Zeichen dafür ist, dass die Konditionierung fertig ist und sich nichts wesentliches mehr an der Targetoberfläche ändert. Entsprechend führt die dafür benötigte Zeit zu einer Verlängerung der Beschichtungszeit, gerechnet vom Beladen der Beschichtungsanlage bis zum Entladen nach dem Beschichten.

Dass für viele Anwendungen eine gute Schichthaftung notwendig ist, wurde bereits angesprochen. Um eine gute Schichthaftung zu erreichen muss beispielsweise das Substrat eine saubere Oberfläche besitzen. Die Reinigung des zu beschichtenden Substrates wird dabei grundsätzlich ausserhalb der Beschichtungskammer vorgenommen. Allerdings werden einige vorbereitende Behandlungsschritte der Substratoberfläche erst bei geschlossener Beschichtungskammer in der Kammer und unter Vakuum durchgeführt. Es ist besonders vorteilhaft die Substratoberfläche kurz vor der Beschichtung einem Ätzverfahren und besonders bevorzugt mittels Plasma, d.h. einem Plasmaätzverfahren auszusetzen. Dabei ist es durchaus üblich bis knapp 1 µm von der Oberfläche zu entfernen. Auf diese Weise werden letzte Schmutzpartikel entfernt und es kommt bezüglich bestimmter Substratmaterialien zu einer oberflächennahen Konzentrationsverarmung, wodurch die Haftung des Schichtmaterials welches im anschliessenden Beschichtungsschritt aufgebracht wird stark erhöht wird. In manchen Fällen wird durch die Vorbehandlung und insbesondere durch das Plasmaätzen die Oberfläche des Substrates aktiviert was wiederum zu einer besseren Haftung beiträgt. Nachteilig hierbei ist allerdings, dass auch dieser Verfahrensschritt erheblich Zeit in Anspruch nimmt, so dass nachdem die Beschichtungskammer geschlossen wurde und mit der Evakuation begonnen wurde manchmal durchaus eine Stunde einkalkuliert werden muss, bevor mit dem eigentlichen Beschichten begonnen werden kann. Die langen Wartezeiten schlagen direkt auf die Gesamtdauer des Verfahrens und damit auf die Herstellungskosten solcher Schichten durch.

Es wäre daher wünschenswert ein Verfahren zur Verfügung zu haben, deutlich weniger Zeit in Anspruch nimmt ohne dass sich die Produktqualität und insbesondere die Haftung der Schicht auf dem Substrat verschlechtert.

Diesem Wunsch liegt die Aufgabe der vorliegenden Erfindung zugrunde.

Bei ihren Entwicklungsarbeiten haben die Erfinder zu ihrer Überraschung festgestellt, dass sich einige der Verfahrensschritte was die Konditionierung des Targets und die Vorbehandlung der Substrate in der Beschichtungskammer betrifft parallelisieren lassen. Genauer gesagt konnten die Erfinder nachdem die Beschichtungskammer auf das benötigte Mass evakuiert war die Targetkonditionierung starten und gleichzeitig mit der Vorbehandlung der Substrate beginnen. Obwohl beide Prozesse in der Regel ein in der Kammer brennendes Plasma benötigen, beeinflussen sich diese beiden Prozesse nicht negativ. Noch viel erstaunlicher war, dass dies nicht lediglich für eine Substratposition zutrifft sondern über die gesamte Höhe über die in der Beschichtungskammer Substrate in der Regel auf einem Karussell angeordnet sind, seine Gültigkeit hat. Dementsprechend zeigt Figur 2 die Dicke der im Rahmen der Substratvorbehandlung entfernten Schicht in Abhängigkeit von der Substratposition und zwar einmal ohne dass gleichzeitig die Targets konditioniert wurden und einmal bei gleichzeitiger Targetkonditionierung. Gemessen wurde Substratabtrag und Karussell. Wie der Figur 2 zu entnehmen ist, wird die Effizienz und Homogenität des Plasmaätzens nur in sehr geringem Masse davon beeinflusst ob gleichzeitig die Targets konditioniert werden oder nicht.

Damit kann das erfindungsgemässe Verfahren zur Beschichtung von Werkstücken folgende Schritten umfassen:

- Beladen einer Beschichtungskammer mit den zu beschichtenden Werkstücken
- Schliessen und evakuieren der Beschichtungskammer auf einen vorbestimmten Prozessdruck
- Starten einer Beschichtungsquelle welche als Materialquelle ein Traget umfasst und wodurch Teilchen aus der Oberfläche des Targets in Richtung Substrate beschleunigt werden

dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Targetoberfläche und Substrat so lange eine Abschirmung vorgesehen bis das Target konditioniert ist, wobei währenddessen zumindest teilweise die zu beschichtenden Substrate einer Vorbehandlung unterzogen werden.

Die Vorbehandlung der Substrate kann ein Ätzverfahren umfassen.
Gemäss einer weiteren Ausführungsform kann die Vorbehandlung als einen Verfahrensschritt das Nitrieren der Substratoberfläche umfassen. Beispielsweise kann hierzu ein Gasgemisch aus Stickstoff, Argon Wasserstoff in die Kammer eingelassen werden.

Die Konditionierung des Targets kann zum Beispiel dann beendet werden, wenn das von den Teilchen ausgesandte optische Signal sich im Wesentlichen nicht mehr ändert. Das optische Signal kann mittels einer OES Messung gemessen werden

Besonders geeignet ist das Verfahren für Beschichtungsquellen die Magnetronsputterquellen sind.

Die die Beschichtungskammer kann mehrere Magnetronsputterquellen umfassen welche sequenziell periodisch in überlappenden Zeitintervallen an einen DC Leistungsgenerator mit hoher Leistungsabgabe angeschlossen werden, so dass es auf den Targetoberflächen zeitweise periodisch zu Stromdichten von mehr als $0.2A/cm^2$ kommt.

Beim erfindungsgemässen Verfahren kann als Beschichtungsquelle aber auch eine Lichtbogenverdampfungsquelle eingesetzt werden.

Ansprüche:

1. Verfahren zur Beschichtung von Werkstücken mit folgenden Schritten:
- Beladen einer Beschichtungskammer mit den zu beschichtenden Werkstücken
- Schliessen und evakuieren der Beschichtungskammer auf einen vorbestimmten Prozessdruck
- Starten einer Beschichtungsquelle welche als Materialquelle ein Traget umfasst und wodurch Teilchen aus der Oberfläche des Targets in Richtung Substrate beschleunigt werden

dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Targetoberfläche und Substrat so lange eine Abschirmung vorgesehen bis das Target konditioniert ist, wobei währenddessen zumindest teilweise die zu beschichtenden Substrate einer Vorbehandlung unterzogen werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorbehandlung der Substrate ein Ätzverfahren umfasst.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Konditionierung des Targets dann beendet wird wenn das von den Teilchen ausgesandte optische Signal sich im Wesentlichen nicht mehr ändert.

4. Verfahren nach Anspruch 3 dadurch gekennzeichnet, dass das optische Signal mittels einer OES Messung gemessen wird.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtungsquelle eine Magnetronsputterquelle ist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtungskammer mehrere Beschichtungsquellen umfasst welche sequenziell periodisch in überlappenden Zeitintervallen an einen DC Leistungsgenerator mit hoher Leistungsabgabe angeschlossen werden so dass es auf den Targetoberflächen zeitweise periodisch zu Stromdichten von mehr als $0.2A/cm^2$ kommt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtungsquelle eine Lichtbogenverdampfungsquelle ist.

8 Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorbehandlung einen Verfahrensschritt umfasst in Zuge dessen die Werkstücke nitriert werden.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet dass zum Nitrieren ein Gasgemisch in die Kammer eingelassen wird welches die Elemente Stickstoff, Argon und Wasserstoff enthält.