

S. Weißmantel, D. Rost, G. Reißer

Magnetfeldgestützte Laserpulsabscheidung von Bornitridschichten

Ein Problem bei der Laserpulsabscheidung dünner Schichten ist der Einbau von Partikulaten bzw. Tröpfchen (Droplets) in die Schichten. Diese Teilchenverbände besitzen abhängig von der Laserfluenz auf dem Target Durchmesser von einigen μm oder einigen hundert nm und werden während des Ablationsprozesses in fester (Partikulate) oder flüssiger (Tröpfchen) Form vom Target abgesprengt. Mechanische Teilchenfilter, die off-axis-Abscheidung, die Verwendung flüssiger Targets und der Einsatz zweier sich kreuzender Laserplasmen sind bekannte Ansätze, das Problem zu lösen. Die Nachteile dieser Verfahren bestehen in den zum Teil aufwendigen Apparaturen sowie in einer starken Verringerung der Aufwuchsrate der Schichten.

Wir haben begonnen, die Möglichkeiten des Einsatzes von inhomogenen Magnetfeldern zur Vermeidung von Partikulaten in Schichten, die mittels KrF-Laserpulsabscheidung abgeschieden werden, zu untersuchen. Ausgangspunkt hierfür ist, dass bei den von uns verwendeten hohen Laserfluenzen von größer 30 J/cm^2 ein großer Teil der vom Target ablatierten Teilchen ionisiert ist (nach eigenen Abschätzungen 80 bis 90 %). Ziel ist die Ablenkung dieser ionisierten atomaren Teilchen um 90° auf seitlich angebrachte Substrate (siehe Abb.). Bei gleichzeitiger Verwendung einer Partikulatblende, die die neutralen oder ionisierten jedoch viel schwereren und daher vom Magnetfeld nur wenig beeinflussten Partikulate auf ihrer direkten Flugbahn vom Ablationsort zum Substrat stoppt, ist es möglich, nahezu partikulatfreie Schichten zu erzeugen. Demonstriert wurde dies in der Literatur am Beispiel der Laserpulsabscheidung partikulatfreier Titankarbid-Schichten [1].

Unsere bisherigen Experimente zeigten darüber hinaus, dass sich die Aufwuchsrate von hexagonalen Bornitrid-(h-BN-)schichten bei Ablenkung der Ionen um 90° auf seitlich angebrachte Substrate aufgrund der Inhomogenität der verwendeten Magnetfelder von maximal 80 nm/min ohne Magnetfeld auf 200 nm/min erhöhen lassen. Die homogen beschichteten Flächen blieben dabei nahezu gleich groß. Wie die Berechnung der Teilchentrajektorien zeigte, ist hierfür von wesentlicher Bedeutung, dass infolge der Wirkung des inhomogenen Magnetfeldes auch Teilchen zum Substrat gelangen, die ohne Magnetfeld vorbei fliegen würden. Beispielsweise beträgt das Verhältnis von zum Substrat gelangen-

den Teilchen zu ablatierten Teilchen bei einer Substratgröße von 60 mm mal 60 mm ohne Magnetfeld auf einem 60 mm über dem Target angeordneten Substrat (entsprechend Substrat 1 in der Abb.) 20 % und mit Magnetfeld auf dem 60 mm seitlich vom Target angeordneten Substrat (siehe Abb. Substrat 2) 40 bis 45 %.

Unter Verwendung von zwei sich gegenüberstehenden Permanentmagneten ist die Erhöhung der Auf-

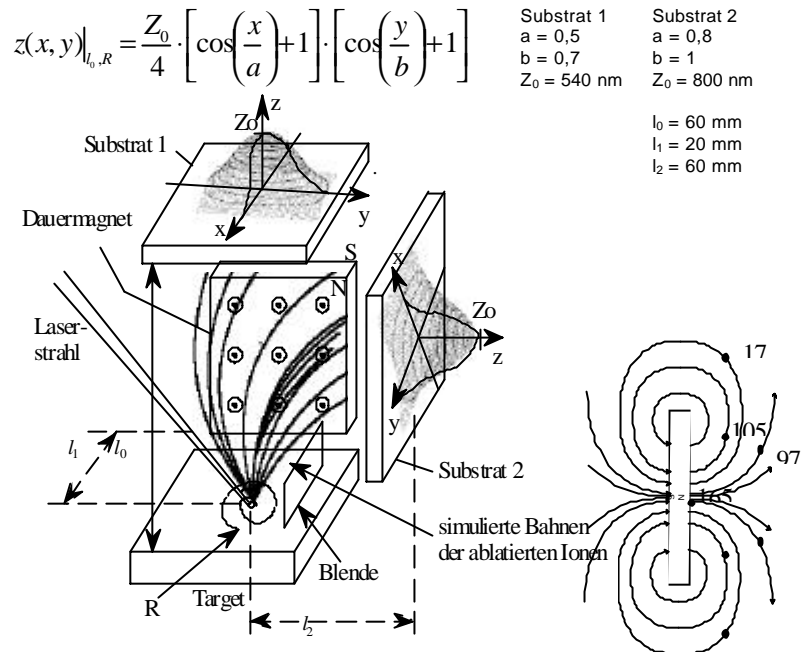


Abb. Anordnung zur magnetfeldgestützten Laserpulsabscheidung dünner Schichten. Zusätzlich sind die mit dieser Anordnung experimentell ermittelten Schichtdickenverteilungen ($H_0=35 \text{ J/cm}^2$, 6000 Pulse) sowie der gemessene Magnetfeldverlauf angegeben.

wachsrate auf das 2,5 bis 3-fache auch auf den in gleicher Weise wie bei der Laserpulsabscheidung ohne Magnetfeld oberhalb des Targets angebrachten Substraten möglich. In entsprechenden Experimenten konnten wir die Reduzierung der Partikulatflächendichte in c-BN-Schichten gleicher Dicke demonstrieren. Bei dieser Variante ist die Reduzierung der Partikulatflächendichte auf die geringere Anzahl an Laserpulsen, die mit Magnetfeld für gleich dicke Schichten benötigt werden, zurückzuführen. Das Verfahren kann mit 90° -Ablenkung und Partikulatblende zur Erzeugung partikulatfreier kubischer BN-Schichten eingesetzt werden.

[1] G.Radhakrishnan, P.M.Adams, Appl. Phys. A 69, 7 (1999) 33-38.

Kontakt: Dr. rer. nat. Steffen Weißmantel
Tel.+Fax: 03727-581 449
e-mail: steffen@htwm.de