

S. Weißmantel, D. Rost, G. Reißer

Laserpulsabscheidung von diamantartigen Kohlenstoffschichten bei hohen Energiefluenzen

In unserem Institut werden seit einer Reihe von Jahren diamantartige Kohlenstoffschichten mittels Excimerlaserablation (Wellenlänge 248 nm, Pulsdauer 30 ns) erzeugt und ihre Eigenschaften untersucht, worüber an dieser Stelle bereits berichtet wurde [1]. Im folgenden stellen wir einige neue Ergebnisse zur Abscheidung bei hohen Energiefluenzen und zum Abbau der inneren Spannungen infolge UV-Laserpulsbestrahlung vor.

Bei den verwendeten Energiefluenzen im Bereich von 15 – 30 J/cm² besitzen die ablatierten zur Schichtbildung verwendeten Kohlenstoffteilchen mittlere kinetische Energien von 80 – 130 eV, wobei mehr als die Hälfte ionisiert ist. Unter diesen Bedingungen bilden sich bei Substrattemperaturen unterhalb von 100 °C amorphe Kohlenstoffschichten mit überwiegend diamantartigen (sp³-) Bindungen (gemäß unseren EELS-Untersuchungen 90 - 95 %). Aufgrund ihrer hohen inneren Spannungen von 8 – 10 GPa treten jedoch bereits bei 200 nm dicken Schichten Haftfestigkeitsprobleme auf. Durch 10 minütiges Tempern bei 500 – 600 °C lassen sich die Spannungen, wie auch aus der Literatur bekannt [2], nahezu vollständig beseitigen und es gelingt durch sukzessives Abscheiden und Tempern, dicke Schichten im µm-Bereich mit guter Haftfestigkeit auf Si und WC-Hartmetallsubstraten zu erzeugen. Auf diese Weise auf WC-Hartmetallsubstraten hergestellte 1 µm dicke Schichten besaßen die folgenden Eigenschaften: Vickersmikrohärte 90 – 100 GPa (dynamisches Nanoindenterverfahren), Elastizitätsmodul 750 – 770 GPa (Akustische Oberflächenwellenspektroskopie), Dichte 3,3 g/cm³, mittlere Oberflächenrauigkeit 1,2 – 1,9 nm (Oberflächenprofilometrie an 1 – 2 µm dicken Schichten auf poliertem Silizium), kritischen Lasten 25 – 30 N (Ritztest).

Eine weitere Möglichkeit der Spannungsreduzierung ist das von uns entwickelte Lasertempern (siehe Abbildung), das entweder durch kontinuierliche Bestrahlung der aufwachsenden Schicht mit Laserpulsen eines zusätzlichen Lasers oder alternierend zum Abscheidungsprozess mit dem für den Targetabtrag eingesetzten Laser durchgeführt werden kann, wobei dieses Verfahren neben der Zeiteinsparung auch bei der Beschichtung von temperaturempfindlichen Substraten geeignet ist.

Die Anwendungsmöglichkeiten dieser diamantartigen Kohlenstoffschichten könnten neben den bekannten Anwendungen auf dem Gebiet der Reibungs- und Verschleißminderung insbesondere in der Hartstoffbeschichtung von Kunststoffen für optische Anwendungen und im Einsatz als Barrierschichten liegen.

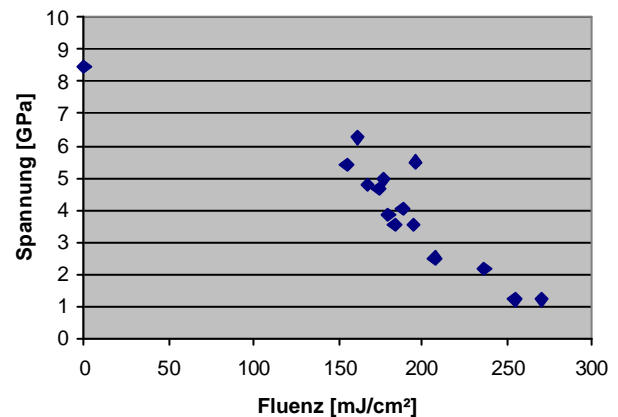
[1] S. Weißmantel, B. Keiper, G. Reißer, Lasermagazin 3/2000, S. 19.

[2] T.A. Friedmann, J.P. Sullivan, J.A. Knapp, D.R. Tallant, D.M. Follstaedt, D.L. Medlin, P.B. Mirkarimi, Appl. Phys. Lett. 71, 26 (1997) 3820.

Wir danken Herrn Dr. Schulze von der TU Chemnitz für TEM- und EELS-Untersuchungen, Herrn Dr. Schneider vom IWS Dresden für die Messung der Elastizitätsmoduln mittels SAWS sowie den Herren Dr. Chudoba und Kühn von der TU Chemnitz für die Härtemessungen.

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

Abbildung:



Verringerung der inneren Schichtspannungen von 200 nm dicken diamantartigen Kohlenstoffschichten durch UV-Laserpulstempen (5000 Pulse, 248 nm Wellenlänge, 30 ns Pulsdauer, 50 Hz Pulsfrequenz).

Vorstand:

Prof. Dr. Horst Exner / Direktor
Prof. Dr. habil. Günter Reißer
Prof. Dr. Bernhard Steiger

Vereinsregister:

Hainichen VR 851

☎ 03727 581413

☎ 03727 581322

☎ 03727 581274

Bankverbindung:

Forschungszentrum Mittweida e.V. / Commerzbank Mittweida / BLZ 870 40000 / KO 522383902

Anschrift:

Laserinstitut Mittelsachsen e.V. an der Hochschule Mittweida (FH)
Technikumplatz 17
09648 Mittweida