

S. Weißmantel, D. Rost, G. Reiß

In-situ Spannungsmessungen an Hartstoffschichten

Am Laserinstitut sind in den letzten Jahren Untersuchungen zur Laserpulsabscheidung von Hartstoffschichten auf der Basis von kubischem Bornitrid und Kohlenstoff durchgeführt worden. In Abhängigkeit von den Abscheideparametern können derartige Schichten beträchtliche innere Spannungen besitzen, deren Minimierung ein Ziel der Untersuchungen ist. Zu diesem Zweck wurde die in Abb. 1 dargestellte Messvorrichtung konzipiert und für die Messung der Spannungen während des Schichtwachstums eingesetzt.

Die Messung basiert dabei auf der Ablenkung zweier paralleler Sondenlaserstrahlen infolge der spannungsinduzierten Verbiegung der Si-Substratungen, die mittels positionsempfindlicher Detektoren registriert und ausgewertet wird. Die Berechnung der Gesamtspannungen σ_{tot} , das heißt der Spannungen der bis zu den jeweiligen Messzeitpunkten abgeschiedenen Schichten, aus den Biegeradien des Substrates erfolgt unter Anwendung der Stoneygleichung. Die hierfür erforderlichen Schichtdicken d_i sowie die momentanen Aufwachs-raten werden aus der interferenzbedingten Abhängigkeit der reflektierten Laserstrahlintensität von der Schichtdicke bestimmt. Die reflektierte Laserstrahlintensität wird ebenfalls mittels der positionsempfindlichen Detektoren gemessen. Durch die Verwendung von zwei Sondenlaserstrahlen können äußere Einflüsse kompensiert werden.

Die Bestimmung der momentanen Spannungen $\sigma(z)$, das heißt der Spannungen der jeweiligen Schichtzunahmen dz , aus dem Gesamtspannungsverlauf erfolgt gemäß:

$$\sigma(z) = \frac{d}{dz}(d_f \cdot \sigma_{tot}).$$

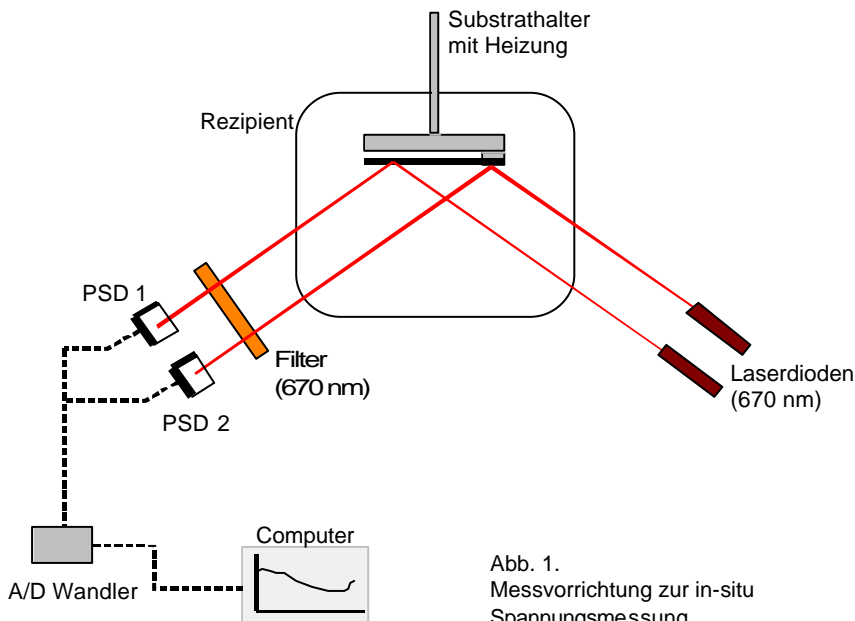


Abb. 1. Messvorrichtung zur in-situ Spannungsmessung

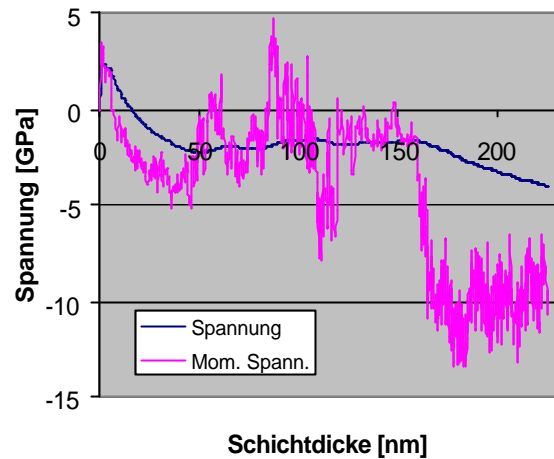


Abb.2. Verlauf der Gesamtspannung und der momentanen Spannung in einem h-BN/c-BN-Schichtsystem.

Als Beispiel sind in Abb. 2. die in situ an einem c-BN/h-BN-/Si-System gemessene Gesamtspannung und die momentane Spannung in Abhängigkeit von der Schichtdicke dargestellt. Zunächst wurde eine 45 nm dicke h-BN-Haftschrift bei Raumtemperatur und ohne Ionenbeschuss abgeschieden. Anschließend wurde eine 115 nm dicke h-BN-Schicht bei einer Substrattemperatur von 250 °C mit zusätzlichem Ionenbeschuss ($E_i=600$ eV, $j_s=150$ $\mu\text{A}/\text{cm}^2$) aufgebracht. Der Ionenbeschuss bewirkte eine signifikante Verringerung der inneren Spannungen der h-BN-Schicht. Die cBN-Nukleation und das cBN-Wachstum erfolgten nach 160 nm Gesamtschichtdicke und sind mit einem sprunghaften Anstieg der momentanen Schichtspannungen verbunden.

Kontakt:
 Dr. rer. nat. Steffen
 Weißmantel
 Hochschule Mittweida (FH) /
 Laserinstitut Mittelsachsen e.V.
 Technikumplatz 17
 D-09648 Mittweida
 Tel.+Fax: 03727-581 449
 e-mail: steffen@htwm.de