

SPR Mikrosensor als universelle Plattform für Chemo- und Biosensoren

Björn Grunwald und Gerhard Holst

Max-Planck-Institut für marine Mikrobiologie, Mikrosensoren, Celsiusstr. 1, 28359 Bremen

Tel. 0421-2028 834

bgrunwal@mpi-bremen.de

Registriernummer der Online-Anmeldung: 133

Poster

Die Messung des Brechungsindex mittels der Oberflächenplasmonen-Resonanz (Surface Plasmon Resonance, kurz: SPR) hat sich im Laufe der letzten Jahre zu einem universellen Meßprinzip in der chemischen Sensorik sowie der Biosensorik entwickelt. Das Prinzip beruht auf der Anregung von Elektronenschwingungen auf der Oberfläche von dünnen Metallschichten, vielfach Gold oder Silber, durch einfallendes Licht. Das reflektierte Licht wird entweder über einen Winkelbereich gemessen oder spektral aufgelöst. Eine Meßkurve (siehe Abbildung 1) weist ein charakteristisches Minimum auf, dessen Position vom Brechungsindex an der Oberfläche der Goldschicht abhängt.

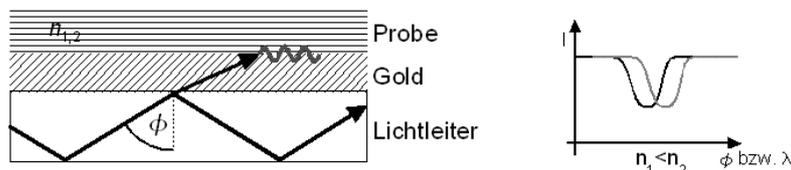


Abbildung 1: Funktionsprinzip einer Brechungsindexmessung mittels SPR und charakteristische Meßkurve zweier Brechungsindizes

Am Max-Planck-Institut für marine Mikrobiologie wurde ein faseroptischer Mikrosensor für den Brechungsindex auf der Basis von SPR entwickelt. Dieser Sensor findet zunächst Einsatz in der Charakterisierung der optischen Verhältnisse in Sedimenten. Die Lichtverhältnisse im Sediment sind maßgeblich für die Entwicklung von photosynthetisch aktiven Organismen verantwortlich. Um die Verteilung des Lichts zu messen, ist sowie die Kenntnis der Lichtintensität am Meßort als auch die des Brechungsindexes notwendig. Derzeit ist es möglich die Lichtintensität mit Hilfe eines faseroptischen Sensors mit einer Ortsauflösung von $100\mu\text{m}$ zu messen [1]. Mit dem hier vorgestellten Sensor wird eine präzise Brechungsindexmessung mit vergleichbarer Ortsauflösung möglich [2]. Desweiteren kann er als Plattform für chemische und Biosensoren dienen.

Der Sensor besteht aus einer angespitzten („getaperten“) $110/125\mu\text{m}$ Multimode-Glasfaser. An einem Ende wurde das Cladding entfernt und die Faser in einem modifizierten Spleißgerät angespitzt. Ein Schlitten des Spleißers ist mit einem Motor verbunden, der nach dem Zünden eines Lichtbogens, der

das Faserende schmilzt, die Glasfaser mit definierter Geschwindigkeit auseinanderzieht und somit eine Spitze formt. Die Länge der Spitze kann durch die Temperatur des Lichtbogens und die Zuggeschwindigkeit variiert werden, so daß Taper mit einer Länge von etwa 150µm hergestellt werden können. Nach dem Tapern wird die Spitze mit 2nm Chrom als Haftvermittlerschicht und mit 50nm Gold als sensitive Schicht besputtert. Eine Verspiegelung der Endfläche ist nicht notwendig.

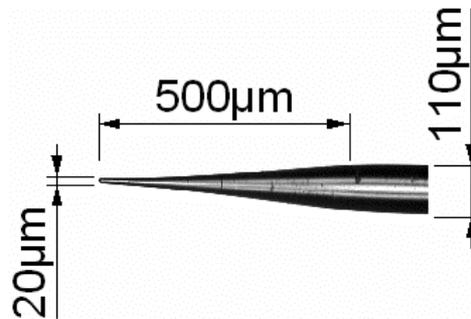


Abbildung 2: Dimensionen einer Sensorspitze

Zur Messung wird das Licht einer Halogenlampe in die Meßfaser eingekoppelt und das reflektierte Licht mit Hilfe eines Spektrometers gemessen. Die gemessenen Spektren werden anschließend mit Hilfe eines Computers in Brechungsindexwerte umgerechnet. Komerziell erhältliche Proben mit definiertem Brechungsindex werden zur Kalibration verwendet. Als Kalibrierverfahren kommen einerseits die Minimumsuche und andererseits die lokal gewichtete parametrische Regression zur Anwendung. Mit Hilfe der Minimumsuche wird der Tiefpunkt in der Reflexionskurve gefunden und als Meßwert für den Brechungsindex identifiziert. Im Gegensatz dazu berücksichtigt die parametrische Regression die gesamte Kurvenform. Damit ist diese Methode zwar rechenintensiver, weist aber eine größere Robustheit gegenüber Rauschen auf [3].

Der hier vorgestellte Sensor ist in der Lage, den Brechungsindex im Bereich von 1.30 bis 1.38 RIU (Refractive Index Units, Brechungsindex-Einheiten) mit einer Genauigkeit von 10^{-4} RIU zu messen. Mit dieser Auflösung, der miniaturisierten Geometrie und der einfachen Herstellung, erfüllt er die Bedingungen, als Plattform für chemische Sensoren und Biosensoren mit hoher Ortsauflösung zu dienen. Hierfür muß eine geeignete sensitive Schicht auf den Sensor aufgebracht werden, die ihren Brechungsindex in der Anwesenheit des nachzuweisenden Stoffes ändert. Für diese Anwendung bieten sich schwellende, spezifisch bindende Polymere an, die ihre Schichtdicke in Abhängigkeit von der Konzentration des nachzuweisenden Stoffes ändern, wie sie bereits für die Messung von pH und Metallionenkonzentrationen entwickelt wurden [4].

Literatur

- [1] Kühl, M., Lassen, C. und Revsbach, N.P. (1997) *Aquatic Microbial Ecology*, **13**, S. 197-207
- [2] Grunwald, B. und Holst, G. (1999) *Proceedings of SPIE*, **3860**, S. 472-479
- [3] Johnston, K.S., Yee, S.S. und Booksh, K.S. (1997) *Analytical Chemistry*, **69**, S. 1844-1851
- [4] Seitz, W.R., Rooney, M.T.V., Miele, E.W., Wang, H.M., Kaval, N., Zhang, L., Doherty, S., Milde, S. und Lenda, J. (1999) *Analytica Chimica Acta*, **400**, S. 55-64