

ナノ粒子湿度センサのインピーダンス分光解析

Analysis of nanoparticle-based humidity sensor by impedance spectroscopy

神戸大院工 ○土橋 侑弥, 加納 伸也, 藤井 稔

Kobe Univ. °Yuya Dobashi, Shinya Kano, Minoru Fujii

E-mail: kano@eedept.kobe-u.ac.jp

湿度をモニタリングすることは現代の半導体産業、農業、医療といった分野において必要不可欠である。特に医療分野においては、皮膚病や脱水状態、ストレスといった生理学的な健康状態を知るために、経皮水分量や呼気に含まれる水分量を解析することが重要となる[1]。我々はこれまでにシリコンベースのナノ粒子塗布薄膜を用いた湿度センサを作製し、呼気に含まれる水分を検知することで労作時の呼吸数が測定できることを報告している[2]。今回は、ナノ粒子湿度センサの特性向上を目的としてセンサのインピーダンス分光解析を行い、ナノ粒子湿度センサの等価回路モデルを構成した。

シリカガラス基板上にフォトリソグラフィによりくし形電極(電極間隔: 20 μm)を形成した。本実験では、ナノ粒子塗布薄膜はシリコンナノ結晶のコロイドを塗布して形成した。平均粒径 7 nm のシリコンナノ結晶コロイド溶液をスピコートし、塗布薄膜をくし形電極上に成膜した。飽和塩法により調湿された環境下で、成膜した薄膜におけるインピーダンスの湿度依存性を測定し、等価回路モデルを用いて薄膜成分および電極界面のインピーダンスを解析した。

Figure 1 にシリコンナノ粒子湿度センサのインピーダンスの周波数特性を示す。湿度の変化に応じて、インピーダンスが変化している。この結果から、相対湿度を 23 % から 93 % に変化させた際に、電源周波数 100 Hz から 1 kHz の区間において、最大 3 桁のインピーダンス変化が起きていることが分かる。Figure 2 にシリコンナノ粒子湿度センサの Nyquist plot を示す。低周波数領域では反応物の拡散に由来するワールブルグインピーダンスが、高周波数領域では薄膜の抵抗成分と容量成分に由来する半円が表れている。当日は、得られたインピーダンス特性と湿度センサの構造から考えられる等価回路モデルを示す。

[1] T. Q. Trung and N. E. Lee, *Adv. Mater.*, vol. 28, no. 22, pp. 4338–4372, 2016.

[2] S. Kano, Y. Dobashi, and M. Fujii, *IEEE Sensors Lett.*, vol. 2, no. 1, pp. 24–27, 2018.

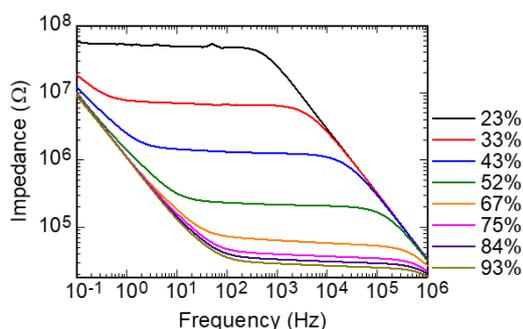


Figure 1: Frequency dependence of silicon nanocrystal thin film in humid air.

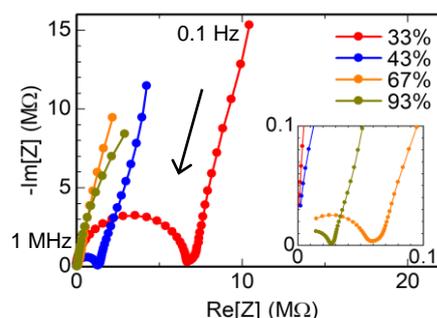


Figure 2: Nyquist plot of silicon nanocrystal thin film in humid air. (Inset) Enlarged plots.