

上下電極に塗布形成した CNT を使用した全塗布型ポリイミド静電容量型湿度センサの作製  
Fabrication of polyimide capacitive-type humidity sensors sandwiched by solution processed CNTs.

信州大工, °(M1)井口 丞太郎, 伊東栄次

Shinshu Univ., °Jotaro Iguchi, Eiji Itoh

E-mail: [22w2007b@shinshu-u.ac.jp](mailto:22w2007b@shinshu-u.ac.jp)

【はじめに】高分子材料を感湿層とした静電容量型湿度センサは0~100%RHの広い湿度範囲で相対湿度に対する線形性に優れることから抵抗式湿度センサに置き換わっている。我々はこれまでに感湿膜をフッ素化ポリイミド(FPI)薄膜とし、上部電極をガス透過性のCNTとした縦型の静電容量型湿度センサを開発してきた。このセンサは感湿膜を薄膜化することで高感度化と数十msオーダーの高速化が期待できるが、FPIを100nm程度に薄くすると加湿状態から乾燥状態に変化する際の応答時間が長くなる問題があった。これは下部電極に親水性のITO電極を用いたことで電極界面に薄い水の膜が出来たことによって起きたと考えた。そこで本研究では下部電極にガス透過性を持ち、撥水処理したカーボンナノチューブ(CNT)を用いて上下電極をCNTとした全塗布型のポリイミド静電容量型湿度センサを作製した。また、CNT電極のFPIとの複合化による効果や電極に単層CNT(SWCNT)と多層CNT(MWCNT)を用いた場合の性能の違いなど比較・検討した。

【実験方法】PDMSスタンプに希釈したMWCNTまたはSWCNTのアルコール分散液を複数回に分けてスピコートし、その上にとフッ素化ポリアミド酸(FPAA)をスピコートした後、予めパッド電極を形成した基板上に転写後、350°Cでイミド化して下部電極とした。比較のためITO電極に3-Phenylaminopropyltrimethoxysilaneで表面処理したものを下部電極とした素子も用意した。続いて5~7wt%のFPAAを製膜し、イミド化して感湿膜とした。最後に下部電極と同様の方法でCNTとFPAAの複合膜をPDMS上に塗布して、転写した後、イミド化して上部電極とした。電極面積は4mm<sup>2</sup>である。センサ応答の測定は自作の湿度制御システムを用いて加湿した空気と乾燥空気を交互に入れ替えて静電容量を評価して行った。

【実験結果】Fig.1にMWCNTのみの電極とMWCNTとFPIの複合電極の接触角を示す。今回使用したMWCNTは単独では水の接触角が28°でPDMSスタンプから基板に転写することは出来なかった。そこでPDMSスタンプのMWCNTの上に薄めたFPAAを製膜すると、基板への密着性が改善して転写可能になり、イミド化後は接触角が128°に上昇した。尚、SAM処理したITO電極の接触角は83°であった。Fig.2に感湿膜の厚さが約1.1μmとして下部電極をITO及びMWCNTとした素子の80%RHに対する加湿時と除湿時の時間応答を比較した結果を示す。加湿時はほぼ同じ応答であったが、除湿時において下部電極がMWCNTの素子は加湿時とほぼ同じ時間で速やかに容量が回復しており、下部電極ITOの素子と比較して応答が改善されたことが分かる。詳細は当日報告する。

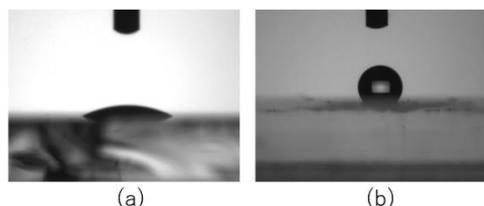


Fig1.CNTの接触角(a)とCNT+FPiの接触角(b)

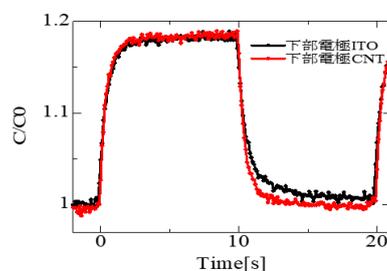


Fig.2 下部電極の違いによる応答比較(80%RH)

【参考文献】

Hamid Farahani et.al. Sensors **14**, 7881-7939(2014).

Eiji Itoh et.al. Jpn. J. Appl. Phys. **56** 05EC03(2017).

Myung Jin Lee et.al. Sensors and Actuators B. **185**, 97-104(2013).