

ハイブリッド有機デバイスの開発

機械システム課 寺澤 孝志*、佐伯 和光**

電子技術課 高林 外広***

1. 緒言

有機薄膜トランジスタを、水蒸気や酸素から保護するためのガスバリア膜の開発を行った。有機薄膜トランジスタを試作し、ガスバリア膜で被覆し、デバイスの特性評価を行った結果、有機デバイスの特性劣化を抑えることができたので報告する。

2. 実験方法

図 1 に作製した有機薄膜電界効果トランジスタ (Organic thin film Field Effect Transistor : O-FET) の構造を示す。O-FET は、ゲート(G)に電圧(V_G)を印加することにより、ソース(S)ードレイン間(D)に流れる電流(I_D)を制御するデバイスである。O-FET の作製は以下のとおりである。パイレックスガラス基板の上に、アルミニウム (Al:150nm) ゲート電極と、酸化シリコン (SiO_2 :300nm)絶縁膜を、順次スパッタリングで作製した。次いで p 型有機半導体であるポリアニリン (PAn:~500nm)をスピコートで成膜、乾燥した。さらに、S 電極と D 電極を、Al(150nm)のスパッタリングにより作製した。ガスバリア膜(Gas Barrier Film: GB-F)は、適宜、O-FET 上に作製した。

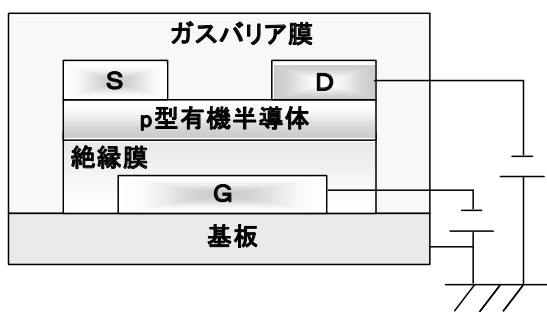


図 1 O-FET の構造

3. 実験結果と考察

図 2 に O-FET の概観写真を示す。S(D)電極の幅と間隔はそれぞれ、520 μm (設計 500 μm)、170 μm (設計 200 μm)であった。これはメタルマスクを用いたため、精度、密着性の関係から、Al が廻り込んだものである。

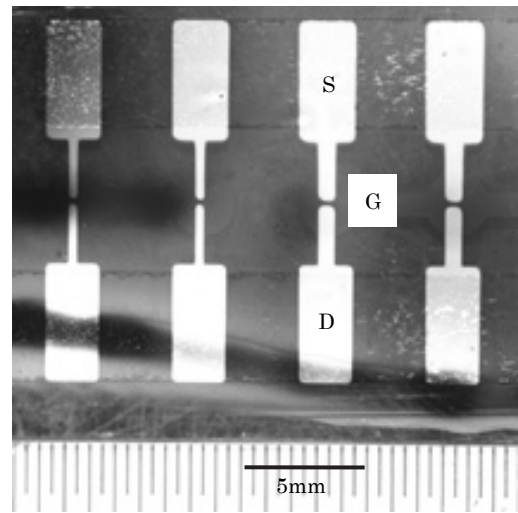


図 2 O-FET の概観

ガスバリア膜(GB-F)は、一般に窒化シリコンが多用されるが、成膜に CVD などの大掛かりな装置が必要となる。そこで本研究では、図 2 に示すように、成膜が容易な酸化シリコン(SiO_2)膜を用いてフッ素系単分子 (FC)膜と積層することにより高ガスバリア化を図った。 SiO_2 膜は緻密性を持たせ酸素等をブロックするためであるが、クラックが入りやすい。純水の撥水角は、 SiO_2 (300nm)膜で 55 度であった。FC 膜は、ナノレベルで水分をブロックする目的で用いた。FC は末端の(-OH)基により SiO_2 とシロキサン結合を形成し基板に密着する。撥水角は、FC(~5nm)膜で 110 度であった。図 3 にガスバリア膜の構成を示す。

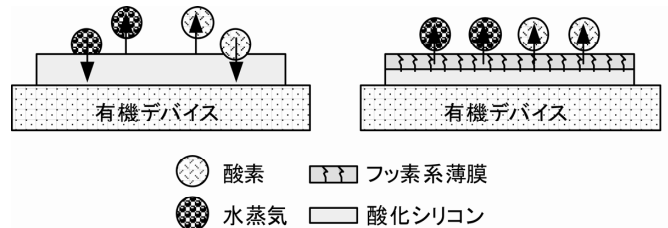


図 3 ガスバリア膜の構成

検討した GB-F は、① SiO_2 (300nm)膜、② SiO_2 (300nm)膜+FC 膜(~5nm)である。作製直後の O-FET(Initial)を(I)とした。これに GB-F の①または②で覆ったものをそれぞれ(S)、(SF)とした。

O-FET の信頼性の確認のために、環境試験を実施した。環境条件は、温度 85 $^{\circ}\text{C}$ 、湿度 85%、暴露時間(1, 24,

*現 電子技術課 **現 生活工学研究所 ***現 商工企画課

96h)とした。

O-FET の評価は、ゲート電圧(V_G)とドレイン電流(I_D)の関係測定した。 V_G は $-30(V)$ とした。電流値の比 $I_{D(V_G=-30V)}/I_{D(V_G=0V)}$ を比較した。図 4 に、初期状態と環境試験 1 時間後の $I_{D(V_G=-30V)}/I_{D(V_G=0V)}$ を示す。

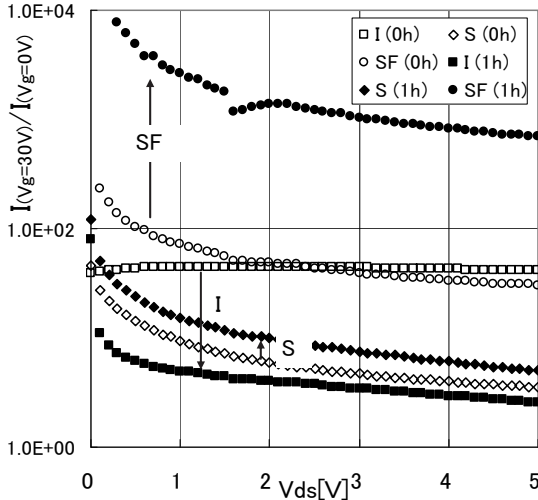


図 4 初期状態および環境試験後の O-FET の特性

O-FET(I,0h)は、ガスバリア膜が無く S 電極、D 電極がむき出しのものであるが、1 時間後 O-FET(I,1h)には、デバイスが破壊された。これは、温度 85°C、湿度 85% の環境下で、下地の PAn が吸湿、膨潤し、Al 電極が剥離したためである。O-FET(S,0h)、O-FET(SF,0h)については、O-FET(I,0h)に比較して初期の特性が劣るものの、1 時間後では、共に特性の向上が見られた。初期の特性劣化については、 SiO_2 で PAn を被覆するため、界面での特性が劣化するものと考えられる。環境試験後に特性が向上するのは、 SiO_2 で両界面を挟まれた(拘束)PAn が、85°C の温度により、適正に再配置するためと考えられる。O-FET(S,1h)、O-FET(SF,1h)の特性の向上は、O-FET(S,1h)では若干の改善、O-FET(SF,1h)では大幅な改善であった。このことより、PAn 高分子の再配置に伴

キーワード：有機薄膜電界効果トランジスタ、ガスバリア膜、ハイブリッドデバイス、環境試験

Development of Hybrid Organic Device

Takashi TERASAWA, Kazumitsu SAEKI, Sotohiro TAKABAYASHI

Gas barrier film for protecting Organic thin film Field Effect Transistor (O-FET) from steam and oxygen was developed. O-FET was produced experimentally, and it was covered in new gas barrier composite membrane. As a result of evaluation of O-FET in before and after of environmental test, it was possible to drastically hold characteristic degradation.

う SiO_2 のクラックの発生と水分の浸入が推察される。O-FET(SF,1h)については、最表層の FC 膜が、水分の浸入を防いでおり、特性の大幅な向上に寄与しているものと考えられる。

図 5 に、試作したハイブリッド有機デバイス (O-FET+GB-F)の概観 (50mm×50mm に 24 個配置)を示す。

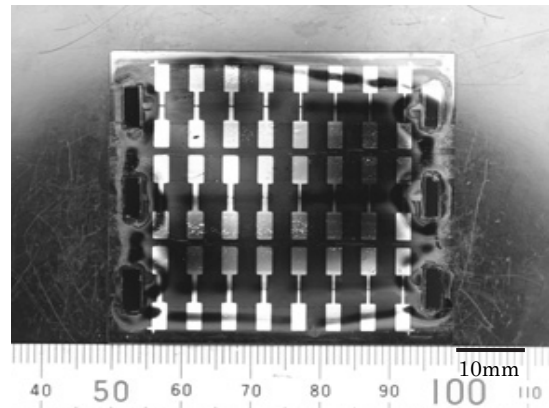


図 5 ハイブリッド有機デバイス (O-FET+GB-F)の概観

4. まとめ

有機薄膜トランジスタ(O-FET)を、水蒸気や酸素から保護するためのガスバリア膜の開発を行った。ガラス基板上に O-FET を試作し、新規のガスバリア膜で被覆し、O-FET の特性評価を行った結果、特性劣化を大幅に抑えることができた。

「参考文献」

- [1] K.Yoshino *et al.*, IEEE Trans. Electron Devices, **44**, (1997) No. 8, 1315.
- [2] A.Fujii *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys., **43**, (2004) No. 12, 8312.
- [3] T.Terasawa, JSAP, M&BE5, ABSTRACTS, A-P3 (Mar. 2009)