

超音波溶融法による低耐熱基板上への有機薄膜の形成 Deposition of Organic Thin Film on Low-Thermal Resistant Plastic Film using Ultrasonic Welding Method

千葉大院工¹、日本化薬²

○ 佐々木 達彦¹、高 徳幸¹、山口 祥平¹、林 潤郎¹、山崎 陽太¹、酒井 正俊¹、
山内 博¹、国吉 繁一¹、貞光 雄一²、品村 祥司²、工藤 一浩¹

Chiba Univ.¹, Nippon Kayaku Co. Ltd.²,

[○]T. Sasaki¹, T. Ko¹, S. Yamaguchi¹, J. Hayashi¹, Y. Yamazaki¹,

M. Sakai¹, H. Yamauchi¹, S. Kuniyoshi¹, Y. Sadamitsu², S. Shinamura², and K. Kudo¹

E-mail: sakai@faculty.chiba-u.jp

フレキシブルな有機半導体デバイスの量産化に向け最も有望な方法と期待されているプロセスが印刷プロセスである。しかし、印刷プロセスでは有機半導体材料のインク化が必要で、その際に用いられる多くの有機溶媒は毒性があり、排出する際の環境負荷や、それを防ぐための無毒化処理によるコスト高が懸念されている。これまで我々は溶媒フリーで有機半導体薄膜を形成する手法として、有機半導体を加熱及び加圧で溶融・薄膜化する熱プレス法・ラミネート法を提案し、この方法により有機電界効果トランジスタ (OFET) の作製を行ってきた[1,2]。しかし熱プレス法・ラミネート法では基板全体を有機半導体材料の融点以上まで加熱する必要があるためプロセス温度が高くなる、またそれに伴い使用可能な基板材料が制限されるという課題が存在した。これらの課題を解決するため、新たな手法として超音波溶着技術を用い、ポリイミドフィルム上にフレキシブル OFET が作製できることを実証した[3]。超音波溶融技術では超音波振動によって発生する摩擦熱により局所的・瞬時に加熱することが可能であり、これによって熱プレス法・ラミネート法では使用が困難であった PET などの耐熱性の低い基板上へのデバイス作製が可能になることが期待される。

本研究の実験手順は以下の通りである。まず予め電極パターンやゲート絶縁膜などを形成した 2 枚の基板の間に有機半導体材料の粉末を配置し、更に基板をクッション材で挟み込む。続いて基板を設置する加熱ステージの温度を材料の融点以下の任意の温度まで加熱し、最後に超音波ウェルダーを用いて局所的な摩擦熱と圧力を加えることによって薄膜トランジスタを作製する。図 1 に示すように超音波溶融法では瞬時に基板境界面を昇温することが可能であり、プラスチック材料に熱ダメージを与えずに溶着する技術として広く利用されている。この特徴を利用し、PET (耐熱温度: ~110°C) 上に C₈-BTBT (融点: 126°C) の薄膜を形成した (図 2)。この結果から低耐熱性基板上に基板の耐熱温度よりも高い融点を有する有機材料の薄膜を形成することが可能であることが示された。更に高融点な有機半導体材料である C₁₀-DNNT に関しても、微粒子化することによって、よりソフトな超音波印加条件のもとでの溶融・薄膜化に成功した。

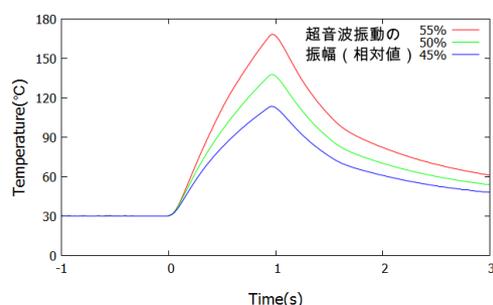


図 1 超音波印加時の温度変化

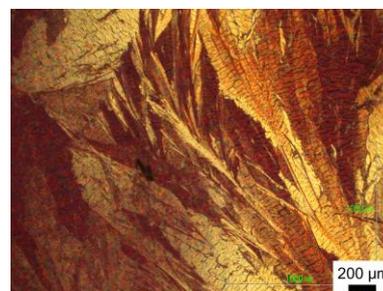


図 2 超音波溶融法により PET 上に形成された C₈-BTBT 薄膜

[1] Phys. Status Solidi A 210, 1353 (2013)., [2] Phys. Status Solidi RRL 7, 1093 (2013).

[3] 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会 17a-A4-3, 19p-PA7-14