

溶媒キャスト法を用いた LED 素子分離用透明ポリイミド絶縁膜の形成 Fabrication of transparent polyimide insulating films using solvent cast method for isolating LED chips

工学院大 °佐藤 滉太*, 尾沼 猛儀, 山口 智広, 本田 徹
Kogakuin Univ., °K. Sato, T. Onuma, T. Yamaguchi, and T. Honda
*E-mail: cm19020@ns.kogakuin.ac.jp

1. はじめに 液晶ディスプレイ(LCD)は、輝度が低く、太陽光下での視認性が低いため、屋外での使用には適さない[1]。その解決策として、高輝度、高発光効率な 100 μm 以下の LED を画素に用いたマイクロ LED ディスプレイが注目を集めている[2]。我々のグループでは、Si マイクロカップ基板を用いたマイクロ LED ディスプレイの製作検討を行っている[3]。Si 基板を用いた理由には、加工が容易であり、ディスプレイを Si ベースの集積回路に融合できる可能性がある。しかし、チップ実装、駆動回路形成など、製造プロセスに多くの技術的課題が残る。耐熱性、機械的特性、電気特性に優れる透明ポリイミド(PI)は、LCD や有機 EL ディスプレイ等、幅広く利用されている[4]。本研究では、PI を用いた LED チップの電気絶縁に関して検討を行ったため報告する。

2. 実験方法 1.5 cm 角の(100)p-Si 基板をフォトリソグラフィーによりパターニングした後、 SF_6 ガスと C_4F_8 ガスを交互に供給して、エッチングと保護膜形成を 100 サイクル行い、220 $\mu\text{m} \times 320 \mu\text{m} \times$ 深さ約 100 μm の Si マイクロカップ基板を製作した。次に、200 $\mu\text{m} \times 300 \mu\text{m} \times$ 厚さ 90 μm の LED チップを Si マイクロカップに埋め込んだ。また、透明 PI 粉末(川村産業:KPI-MX300F)0.09 ~ 0.27 g を 10 ml の酢酸エチルに溶解し、1.0 ~ 3.0 wt% の溶液を製作した。p-Si 基板と Si マイクロカップ基板上に、スピンコート法と溶媒キャスト法を用いて成膜した。溶媒キャスト法では、基板をシャーレに入れた後、1.0 wt% の PI 溶液を 5 ml 注ぎ、室温で溶媒を乾燥させて成膜した。塗布後の膜の表面状態と膜厚と表面粗さは、それぞれ光学顕微鏡、分光エリプソメトリー、レーザー顕微鏡により評価を行った。

3. 結果と考察 表 1 に PI 溶液の濃度を変化させ、スピンコートしたときの膜厚や表面粗さの変化を示す。ただし、回転数は 2000 rpm に固定した。電極間の層間絶縁として用いるためには、0.5 μm 以上の厚さが要求されるが、膜厚を増加させるために濃度を高くすると、図 1(a)に示すように表面にスジ状の凹凸が現れ平坦性が著しく低下した。高濃度溶液では粘度が増加する上に、酢酸エチルの揮発性が高いことに起因したと考えられる。そこで、新たな手法として、溶媒キャスト法を試みた。図 1(b)に示すように、厚さ 21 μm の PI 絶縁膜の形成に成功した。表面粗さは 35 nm と、厚膜にも関わらず高い平坦性を得ることができた。図 2 に示すように、同手法を用い、LED を埋め込んだ Si マイクロカップ基板に塗布した結果、LED を覆うように、均一で平坦な透明 PI 絶縁膜を形成することができた。

謝辞 本研究を行うにあたり、LED チップを提供頂いた豊田合成(株)牛田泰久様に感謝申し上げます。本研究の一部は、高橋産業経済研究財団の援助を受けた。

参考文献 [1] J. Day *et al.*, Appl. Phys. Lett. **99**, 10 (2011). [2] J. Hermsdorf *et al.*, IEEE Trans. Electron Devices **62**, 6 (2015). [3] K. Sato *et al.*, in APWS 2019, MoP-OD-15. [4] M. Wilson, ELECTRONICS and OPTICS **83**, 7 (2015).

Table 1. Thickness and root mean square surface roughness for PI films as a function of mass concentration of PI solutions

Mass concentration (wt%)	1.0	2.0	3.0
Film thickness (nm)	68.7	203	308
Root mean square surface roughness (nm)	24	43	60

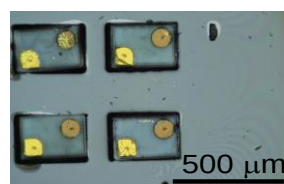


Fig. 2. Surface pictures of LEDs embedded in Si micro-cup substrate after coating with PI film using solvent cast method.

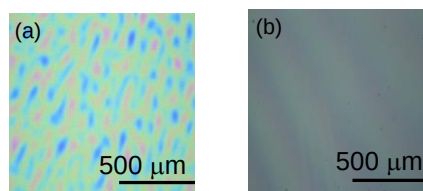


Fig. 1. Surface pictures of PI films fabricated by (a) spin coating method at 2000 rpm (3.0 wt%) and (b) solvent cast method.