

PDMS スタンプを用いたペロブスカイトナノ粒子薄膜転写法の開発

Development of PDMS stamp-based transfer technique for perovskite nanocrystal films

九大先導研 °田中 悠太, 梶野 祐人, 相田 裕輝子, 有馬 祐介, 玉田 薫

Kyushu Univ. °Yuta Tanaka, Yuto Kajino, Yukiko Aida, Yusuke Arima, Kaoru Tamada

E-mail: yuta_tanaka@ms.ifoc.kyushu-u.ac.jp

鉛ハライドペロブスカイトナノ結晶(LHP NC)は、優れた光学特性から次世代半導体材料として注目を集めている[1]。これをマイクロ LED などのナノ光デバイスへ応用するためには、均一薄膜の作製および膜光学特性に悪影響を与えない微細加工が必要である。これまでに我々は、ガラス基板表面を Hexamethyldisilazane(HMDS)で疎水処理した後に LHP NC 分散溶液をスピコートすることで、均一な単層膜の作製に成功した[1]。一方で、極性溶媒や熱に対する脆弱性から、従来の微細加工技術を LHP 薄膜に対して適用することはできない。そこで本研究では、新しいマイクロパターニング技術として、粘弾性スタンプを用いた完全ドライな転写プロセスと膜形状加工手法を提案する。また、材料表面エネルギーの評価による転写工程の最適化を行う。

転写全工程は図 1 で示される 3 step により行った。hot injection 法により CsPbBr₃ NC を合成し、スピコートによりガラス基板上へ単層膜を作製した(step 1)。従来の HMDS による疎水処理では LHP 薄膜との接着力が強く、他の基板への転写ができなかった。そのため、疎水処理を Octadecyltrimethoxysilane(ODTMS)へ変更することで改善を試みた。次に、粘弾性スタンプとして Polydimethylsiloxane(PDMS)を用いて、LHP 薄膜をスタンプ表面にピックアップした(step 2)。最後に、ターゲット基板へ転写することでパターニングされた膜形成を行った(step 3)。各工程において、蛍光顕微鏡による転写前後の光学特性評価、Attenuated Total Reflection(ATR)測定による LHP 薄膜上残留物の同定を行った。また、二種類の溶媒を用いた接触角測定から基板及び LHP 薄膜の表面エネルギーを見積もった。

ODTMS 処理においても、HMDS 処理と同様に空間均一な単層膜作製を確認した(図 2a, b)。加えて、膜発光特性への影響なしに(図 2e)、他材料への転写が可能となった。これは、表見疎水処理の変更により、基板と LHP 薄膜表面間の接着力のみが弱められたためである(図 2c, d)。しかしながら、最終的なターゲット基板への高効率な転写のためには、表面接着力の弱い PDMS への転写が必要であり、ガラス基板表面の改善のみでは不十分であった。そこで LHP 薄膜と PDMS スタンプ間にポリマー層を導入することで、更なる表面接着力改善を試みた。その結果、効率的なピックアップとその後の転写が可能となり、LHP NC 薄膜の転写に成功した。講演では、蛍光測定、表面エネルギーおよび ATR 測定の結果と共に、各転写プロセスの詳細について示す。

[1] L. Protesescu et al., Nano Lett. 15, 3692 (2015).

[2]第 83 回応用物理学会秋季学術講演会、梶野他

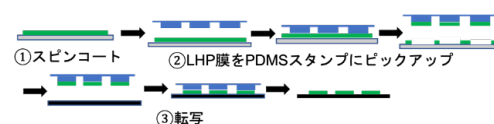


Fig.1 転写プロセスの模式図

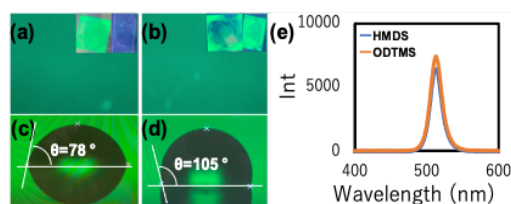


Fig.2 HMDS(a, c), ODTMS(b, d)表面処理基板における蛍光顕微鏡観察像 (a, b)、接触角測定(c, d)、及び発光スペクトル(e). (a, b)挿入図は転写後のガラス基板上(左)とテープ表面(右)の写真