

ナノインプリントとフォトリソグラフィを併用した積層型ポリマーマイクロリング光共振器の試作

Vertically-coupled polymer micro ring optical resonator fabricated by combined nanoimprint and photolithography

大阪市立大工, °辻 慎太郎, 徳原 敬男, 仲野 智紀, 會田 田人

Osaka City Univ., °Shintaro Tsuji, Takao Tokuhara, Tomoki Nakano, Tahito Aida

E-mail: a09tn017@ex.info.eng.osaka-cu.ac.jp

【はじめに】材料選択の多様性および加工と薄膜多層化の容易性はポリマーの特長である。我々は、ポリマー薄膜にナノインプリント(NIL)とフォトリソグラフィ(PL)を交互に適用して3次元・2次元微細構造を積層する、3次元積層化ポリマー微小光素子の研究を進めている[1][2]。本研究では、NILとPLでそれぞれ形成したSU-8マイクロリングとSU-8導波路をCYTOPクラッド中に積層した構造の、マイクロリング光共振器を作製し評価を行った。

【素子構造】図1のように、屈折率 $n_{\text{core}}=1.555$ のSU-8マイクロリングとSU-8導波路が屈折率 $n_{\text{clad}}=1.334$ のCYTOP中に積層され、マイクロリングと導波路はCYTOP層間膜を隔ててエバネッセント波結合する構造である。SU-8とCYTOPの大きな屈折率差 $n_{\text{core}} - n_{\text{clad}} = 0.221$ による高い光閉じ込め効果から、マイクロリングの曲がりに起因する放射損失を低減することができ、直径が数 $10\mu\text{m}$ のマイクロリングで高い $Q(>10000)$ と $\text{Finesse}(>100)$ が期待できる。

リング内の散乱・吸収による損失、リングの曲がりによる放射損失、入出力導波路への結合に起因する損失で制限される Q をそれぞれ Q_s , Q_r , Q_k とすると、共振器の Q は次式で表される。

$$Q \approx \left(\frac{1}{Q_s} + \frac{1}{Q_r} + \frac{1}{Q_k} \right)^{-1}$$

半径 $R>30\mu\text{m}$ のマイクロリングでは $Q_s, Q_r>10^5$ と見積もられ、 $Q \approx Q_k (<10^5)$ である。層間膜厚 t でマイクロリングと入出力導波路の結合度 κ を調整して、 Q 値を決定することが可能である。

【作製と実験】図2に作製工程を示す。初期膜厚 $6\mu\text{m}$ のCYTOPに $5 \times 1\mu\text{m}^2$ の矩形断面のリングの溝を熱NILで成型した。Arプラズマ処理でCYTOPの濡れ性を改善してSU-8を溝に充填し、マイクロリングを作製した。層間膜を塗布し、その上に $5 \times 1\mu\text{m}^2$ 矩形導波路をPLで

形成した。図3は $R=30\mu\text{m}$, $t=500\text{nm}$ のマイクロリング共振器の伝達特性である。波長 $1.55\mu\text{m}$ において $Q=590$, $\text{FSR}=6.11\text{nm}$, $\text{Finesse}=2.32$ であり、設計値とほぼ一致した。

【まとめ】コアとクラッドに屈折率差の大きいSU-8とCYTOPを用いたマイクロリング光共振器をNILとPLを併用して試作し、動作を確認した。本研究の一部は科研費・基盤研究21560369の助成により行われた。

【文献】[1] T. Tokuhara *et al.*, NNT2010, 70-71
[2] T. Aida *et al.*, MNE2012, P318-566

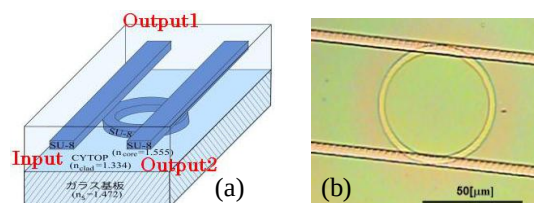


図1 (a)素子構造と(b)試作した素子

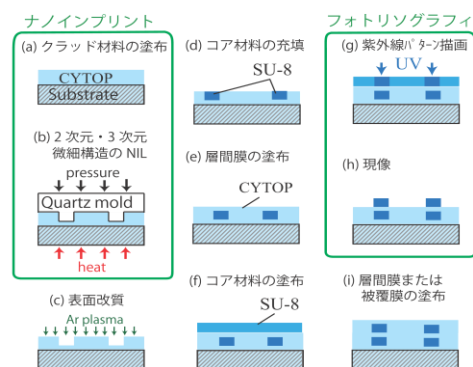


図2 素子の作製工程

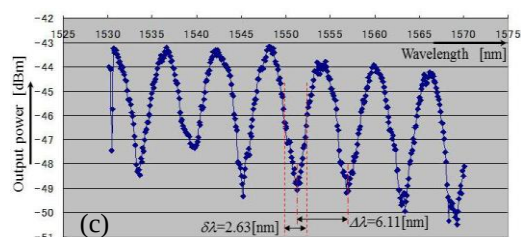


図3 入力から出力1への伝達特性