GI 型円形コアマルチモードポリマーテーパ光導波路

戸田　帆志彦[†]　　石榑　崇明[‡]

†慶應義塾大学大学院　理工学研究科 〒223-8522 神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1
‡慶應義塾大学　理工学部 物理情報工学科　〒223-8522 神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1

1.緒言

クラウドコンピューティング技術を支えるハイエンドサーバのさらなる高速・高性能化が求められている．その一つの解として，光インターコネクションが注目されており，昨今では光配線技術を基板上の LSI 近傍に導入するオンボード光インターコネクト技術に期待が寄せられている．そのデバイスの一つとしてポリマー光導波路が検討されており,当研究室では Mosquito 法を用いた,屈折率分布（GI）型光導波路の検討を進めてきた．これまでに様々な紫外線硬化樹脂原料が Mosquito 法に適用可能であることがわかってきたが，その屈折率分布形成過程は，コア・クラッドモノマーの相溶性に支配され，相溶性の高いモノマーの組み合わせでは，理想的な放物線状分布が容易に形成されることがわかってきた．そこで本研究では屈折率分布形成機構である相互拡散を，拡散方程式を用いて解析し，理想屈折率分布形成に要する作製条件を明らかにした．

2.屈折率分布理論

GI 型ポリマー光導波路の作製手法に Mosquito 法を採用した．Mosquito 法では，未硬化，液体状のコア・クラッドモノマー同士を拡散させ，その後に紫外光を照射し硬化させることで屈折率分布を形成する．そのモノマー拡散現象を定量的に評価するために，拡散現象を数学的に表現した拡散方程式を用い，さらに Mosquito 法に適用するために，式(1)へと変形した．

$$C = \int_0^{2\pi}\int_0^{r} \frac{1}{(2\sqrt{\pi Dt})^2} r\exp\left(-\frac{(x-r\cos\theta)^2+(y-r\sin\theta)^2}{4Dt}\right) dr d\theta \quad (1)$$

ここで，D, t, r は拡散係数，拡散時間，初期コア半径である．計算された屈折率分布に対して，ベキ乗則近似式(2)にて近似した．

$$n(r) = n_{core}\sqrt{1-2\Delta\left(\frac{r}{\frac{a}{2}}\right)^g} \quad (2)$$

Δ は比屈折率差，g は屈折率分布係数，a はコア直径である．異なる初期コア直径($2r$=100,200,300)を与え，拡散時間 t を変化させた時(t=100~2000)の，屈折率分布の g 値，NA(開口数)の推移を Fig.1 に示す．g 値，NA はそれぞれ拡散時間が増えるにつれ減少していることがわかる．但し g 値は，ある一定値に収束している．

また初期コア直径が大きいほど g, NA 量の減少量が少ない．これは，時間当たりの拡散量は材料によって一定のため，初期コア径が大きいほどコア全量に対する拡散量の割合が小さいためである．

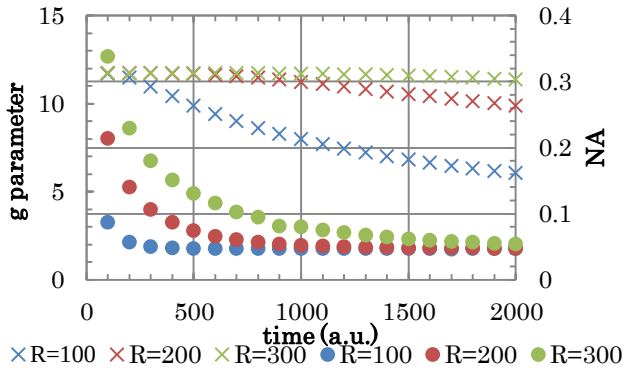
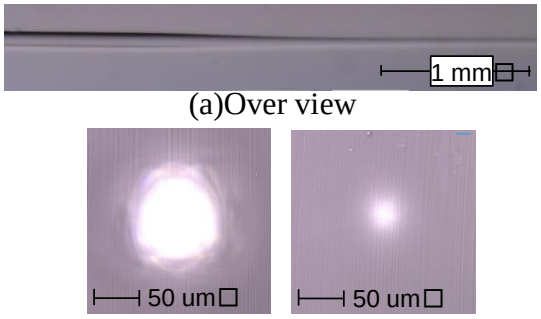


Fig. 1　g 値，NA の拡散時間依存性

3.光導波路作製への適用

得られた計算結果に基づいて，実際に Mosquito 法を用いて光導波路を作製した．その導波路の上面図及び断面図を fig. 2 に示す．測定した屈折率分布を，最小自乗法を用いて (2)式で近似したところ，g 値は 2.79，近似コア径は 106.7 μm であることが分かった．GI 型の屈折率分布を持つテーパ光導波路を作製でき、これによりトレランスの許容量増加が期待できる．



(a)Over view

(b)Large core　　(c)Small core

Fig. 2　作製導波路の上面写真及び断面写真

コメント　この度は，光エレクトロニクス研究会学生優秀研究賞をいただき，大変嬉しく思います．
研究を進めるにあたりお世話になった石榑崇明准教授や研究室の仲間たちにこの場を借りて感謝申し上げます．
この賞の名に恥じぬように今後も研究に取り組んでいきたいと考えております．