耐熱性を有する液晶素子の作製及び評価

Fabrication and evaluation of heat-resistant liquid crystal cell

兵県大工[1]，パナソニックデバイス SUNX 株式会社[2]，
○(M1)釘宮 渉[1]，吉木 啓介[1]，伊藤 杏奈[2]，高御堂 美佑紀[2]，古田 裕正[2]
University of Hyogo[1],Panasonic Industrial Devices SUNX Co., Ltd[2],
○Wataru Kugimiya[1], Keisuke Yoshiki[1],Anna Ito[2], Miyuki Takamido[2], Hiromasa Furuta[2]
E-mail: yoshiki@eng.u-hyogo.ac.jp

1 緒 言

軸対称ビームがレーザー加工の加工効率に影響を与えることはよく知られている. 例えば, ラジアル偏光は光軸を中心に電場の向きが放射方向になるように振動しており, 照射面に対して常に p 偏光入射となるためレーザーによる溝加工の効率が上がる. 一方, アジマス偏光は光軸を中心に電場の向きが円周方向に振動しており, 照射面に対して常に s 偏光となるためレーザーによる穴加工の効率が上がる[1]. しかしこれらの偏光状態を作り出すにはレーザー共振器の大規模な改造が必要となるため, 既存の加工機に対物レンズに着脱するだけでこれらの軸対称偏光ビームを始め, 様々な偏光, 位相分布を作り出す液晶デバイスの開発を行った[2]. しかし, 液晶は熱に対する耐久性が低く, 加工用の高出力レーザーへの適用に問題がある. そこで本研究では, 耐熱性液晶素子の開発及び耐熱性の評価を行った.

2 耐熱性液晶の原理

液晶素子は Fig. 1 に示すとおり, 基板, ITO 電極, 配向膜, スペーサー, シール剤, 液晶から構成されている. これらのうち, レーザー照射時の主たる発熱源は, 透明度が比較的低い配向膜, ITO 電極である. これらの吸収率を下げることが第一の課題となる. 一方, 基板は放熱板として機能し, 発熱を速やかに冷却できる素材とする必要がある. 一般的に液晶基板として採用されているガラスの場合, 熱伝導率は 0.75 W/m・K にとどまるが, サファイアでは 42 W/m・K, とガラスに対し約 56 倍, ダイヤモンドでは 2000 W/m・K 程度と, 金属をも凌ぐ熱伝導率を有している. そのため, 熱は速やかに大気中へ排出され, その結果, 液晶の温度はが下がり, 熱による損傷を回避することが出来る. 本実験では, ITO 電極, 配向膜, 基板を変えることによって液晶素子の耐熱性の向上を試みた.

3 液晶素子の作製

液晶素子の作製は, まず基板に ITO 電極を成膜し, 500℃×1h のアニールを行った. 次にエッチング加工により ITO 電極を 8 分割パターンに加工した. その上にポリイミド系樹脂を成膜し, ラビング処理を行って配向膜を作製した. その後, スペーサーを基板上に散布した. ここまでの工程により作成された基板 2 枚の片方にスクリーン印刷を用いてシール剤を塗布し貼り合わせを行った. 貼り合わせた基板内部には真空注入法を用いて液晶を注入し, 液晶の均一化を行ったのち, 液晶注入口をシール剤により封止を行う. 最後に紫外線により 2 種類のシール剤を硬化させる. これらの工程をもって液晶素子を作製する.

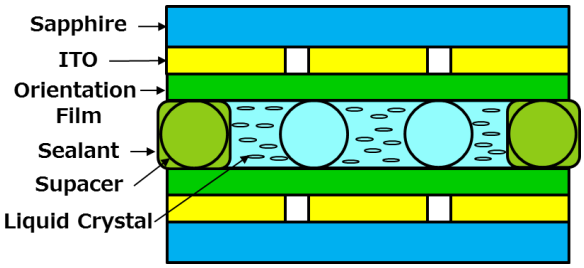

Fig.1 Heat-resistant liquid crystal cell

4 耐光性評価

これらの工程で作製された液晶素子の電極, 配向膜, 基板を変更し, 耐光性試験を行った. 照射条件は, 波長 1064 nm, 周波数 50 kHz, パルス幅 120 ns, 照射時間を 15 分とし, ビーム径を 0.5～2.5 mm, 出力を 1～40.5W まで変化させて液晶素子に照射されるエネルギー密度を変化させた. その結果, 通常のガラス基板製の液晶素子の損傷閾値は 178 mJ/cm^2 であるところ, 耐熱性を向上させた液晶素子の損傷閾値は 2.45 mJ/cm^2, と約 72.7 倍の耐光性を有することが分かった.

5 参考文献

[1] M. Meier, H. Glur, E. Wvss, Th. Feurer, V. Romano : “Laser microhole drilling using Material processing Q-switched radially and tangentially polarized beams”,Proc. Of SPIE Vol. 6053 605312-2 (2006)
[2] 吉木 啓介, 偏光制御装置および偏光制御装置, 特願 2016-230675(2016)

© 2017年 応用物理学会