

レーザ色素 DCM を使用したポリマー複合材料の光屈折効果

The study of photorefractive properties in polymer composites blended with a laser dye DCM

光システム学科 張公儉 (ZHANG Gongjian)

A laser dye DCM was used as a nonlinear optical composition in blended polymer photorefractive material, and the degenerate two wave energy coupling experiments were performed on a thick polymer film. By introducing a vibration on the test sample, it was found that the observed periodic oscillations of the energy couplings between the two pump beams were related to the gratings phase shift with respect to the beam interference pattern. The gratings can be considered as a mixed type of the refractive index gratings and the absorption gratings.

レーザ色素 DCM (4- Dicyanomethylene- 2- methyl- 6- p- dimethyl amino styryl- 4H- pyran) はレーザ色素として知られている。630–680 nm の波長範囲で広くチューニングできるという特徴がある。また、大きな光学非線形性も示している。本研究では DCM 色素とフォトトリフラクティブポリマーとの複合材料の光屈折効果について実験研究を行った。格子形成のダイナミクスを調べるために、2 光波混合の実験でその屈折率格子の位相を測定した。使用した化合物の分子構造を図 1 に示す。

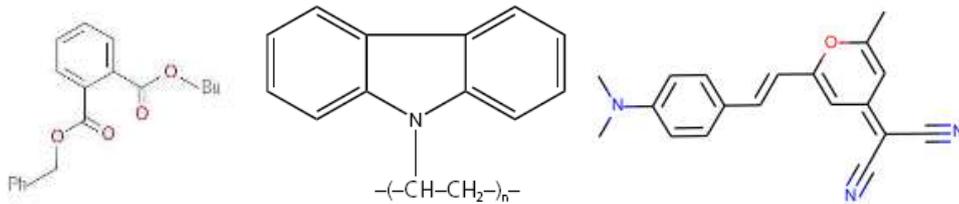


図 1 複合材料の組成 (BBP, PVK, DCM)

サンプルの作成：有機溶剤で各化合物を溶かして、導電性ガラス基板に塗布して、溶剤を蒸発、乾燥のプロセスを経て約 50 μm の薄膜試料が得られる。

光屈折効果の測定：2 光波混合実験系でフォトトリフラクティブ効果の測定をした。大きな非対称のエネルギー交換が観察できた。

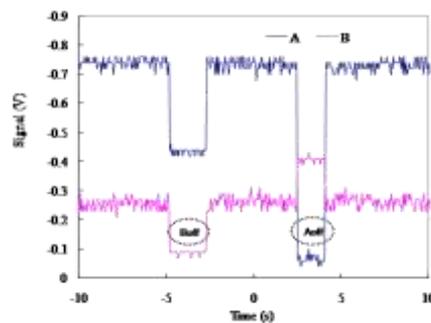


図 2 2 ビーム結合によるエネルギー交換の測定

実験では初期の両ビームの強度が等しくなるように設定した。一定の時間を経て、ほぼ定

常状態になったのち、図 2 に示すように非対称のエネルギー交換が大きく現れる。その 2 ビーム結合のゲイン係数はおよそ 170cm^{-1} となることが分かった。通常ではフォトリフラクティブ効果は光の照射による材料中でのキャリアの発生、その不均一な分布がさらに移動により、キャリアおよび電界の分布ができる。結局内部電界による電気光学効果で屈折率の分布ができる。屈折率分布は光干渉パターンより $\pi/2$ の位相差が生じる。しかし、一般的にはこのような単純な格子ではなく、例えば吸収型の格子も考えられる。それを調べるために試料に振動を加え、格子の回折光と書き込み光の位相差を測定し、この格子の位相差が分かる。本研究では位相差は約 70 度の前後であることが測定結果から分かった。格子はいわゆる混合格子である。ホログラムの記録は図 3 に示したような系で行った。色素 DCM を用いたポリマー混合材料は大きなフォトリフラクティブゲイン係数を持つ、良好な画像記録を示している。しかし、応答時間は数分間も必要としている。これからの課題は応答時間の改善である。

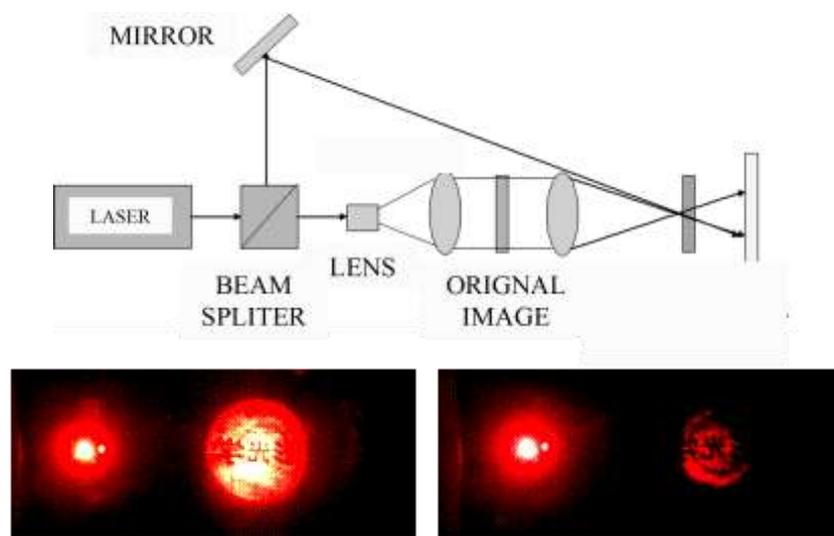


図 3 ホログラムの記録と再現

参考文献：

- 1) G. J. Zhang, T. Tabata, N. Onuma and S. Kobayashi, "The study of photorefractive properties in polymer composites blended with a laser dye DCM ", in proceeding of "Polymer photonics, and novel optical technologies", eds. by Y. Kawabe, M. Kawase , p100-103(2010, Chitose).