

偏光依存性のない回折型分光素子の開発

Polarization-independent light-dispersing device based on diffractive optics

東洋大理工¹, セイコーエプソン² ° 尼子 淳¹, 藤井 永一²

Toyo Univ.¹, Seiko Epson Corp.², ° Jun Amako¹, Eiichi Fujii²

E-mail: amako@toyo.jp

序論

分光用途の回折格子には、①回折効率が高いこと、②角度分散が大きいこと、③効率の偏光依存性がないことが求められる。偏光依存性の大小は光波長 λ と格子周期 p の比で決まる[1]。角度分散と偏光依存性の間にはトレードオフがあるため、格子の設計では従来どちらかを優先させていた。ここでは、筆者らが考案した偏光依存性のない回折型分光素子について報告する。

実験と結果

Fig.1 に本素子の構成を示す[2]。二枚の透過型回折格子 G1、G2 で波長板 WP を挟み、入射光の TE 偏光成分を G1 で、TM 偏光成分を G2 で回折させる。G1、G2 には 1 次回折効率の偏光依存性が大きい Bragg 格子を用いる。WP は斜入射の光に対して $\lambda/2$ 板として作用し、透過光と回折光の偏光方位を変換する。G1、G2 と WP の間に接着層を置き、屈折率の整合をとっている。

評価のために、波長域 $680 \pm 50\text{nm}$ で機能する素子を試作した。格子の設計には厳密結合波解析を使い、波長板の設計にはミューラー行列解析を使った。レーザー干渉露光とドライエッチングで石英基板へ格子を作製した。格子周期を 400nm に選び、波長 680nm に対して $\lambda/p=1.7$ とした。格子深さを 800nm に選び、TE 偏光の効率として $\geq 80\%$ を得た。格子 fill factor を 0.45 と選び、TM 偏光の効率をほぼゼロとした。y-cut 水晶から成る二枚の位相差板を貼り合わせて波長板とした。位相差板の光学軸の方位を格子ベクトルに対して 40° と 140° に設定した。回折光を利用して、二枚の格子の方位を合わせた。試作した素子は、大きさ $20\text{mm} \times 20\text{mm}$ 、厚さ $\sim 2\text{mm}$ である。

Fig.2 は、測定した 1 次回折効率と入射偏光方位の関係である。波長 633nm のレーザーを 58° (波長 680nm に対する Bragg 角) で格子面から入射した。効率の偏光依存性が十分に小さいことがわかる。主な変動要因は格子間の効率差である。比較のために、格子単体の結果も図示した。白色光に対する素子の透過率は、TE、TM 偏光ともに、上記波長範囲で 5%以下であった。

結論

回折効率が入射偏光に依存しない回折型分光素子を提案し、その原理を実証した。今後の課題は、貼り合わせる二枚の格子の効率差をなくすことである。格子の作製法を見直したい。

参考文献

1. 例えば、E. R. Petit, *Electromagnetic Theory of Gratings* (Springer-verlag, Berlin, 1980).
2. J. Amako and E. Fujii, *Appl. Opt.* 53, 3656-3662 (2014).

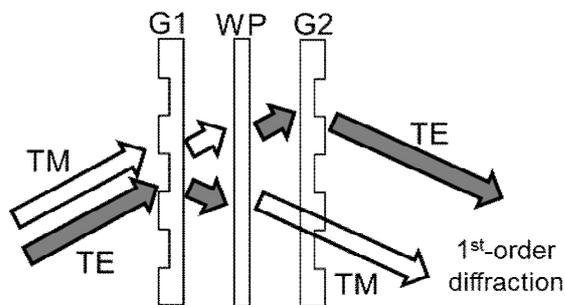


Fig. 1. Configuration of the proposed light-dispersing device.

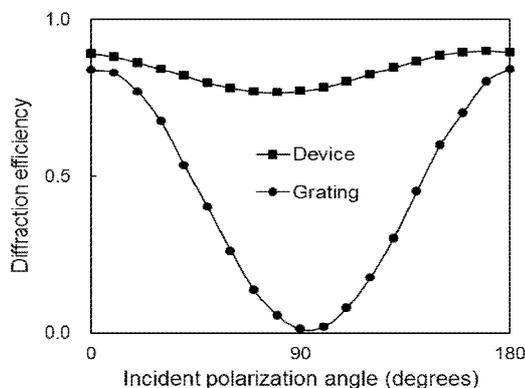


Fig. 2. Measured diffraction efficiency vs. incident polarization angle ($\lambda=633\text{nm}$).