

楕円形マイクロフレネルレンズの 集光特性

塩野照弘・瀬恒謙太郎・山崎 攻・和佐清孝

松下電器産業(株)中央研究所
〒570 守口市八雲中町 3-15

マイクロフレネルレンズ¹⁾は、薄膜レリーフ構造を有するため複製が容易であり、使用波長に合わせた最適設計により回折限界の集光特性が得られ、ブレース化により100%に近い集光効率実現も可能である。筆者らは、マイクロフレネルレンズを含めた薄膜微小光学素子作製に適した機能をもつコンピュータ制御の電子ビーム描画装置を設計試作し、電子ビーム描画による薄膜微小光学素子の実現可能性を検討してきた^{2,3)}。今回、楕円形のブレース化マイクロフレネルレンズを作製し、集光特性について理論的、実験的に基礎検討を行なった。

楕円形フレネルレンズは、同心楕円の鋸歯形状レリーフ構造をしており、長軸、短軸方向にそれぞれ個々の焦点距離が存在する、いわゆる非点収差レンズである。長軸、短軸方向にそれぞれ X 軸、 Y 軸をとり、レンズのサイズをそれぞれ S_x, S_y 、焦点距離をそれぞれ f_x, f_y とし、 X 軸方向パラメータ S_x, f_x 一定の条件で、 S_y (同時に f_y) を変化させ、

$$e = \sqrt{1 - (S_y/S_x)^2} = \sqrt{1 - f_y/f_x} \quad (1)$$

で与えられる離心率の異なる楕円形フレネルレンズを、6種類 ($e=0$ から 0.42 まで) 作製した。Fig. 1 に作製した楕円形フレネルレンズの顕微鏡写真を示す。フレネルレンズはガラス基板上に CMS 電子ビームレジストを用いて形成したものであり、 $S_x=200 \mu\text{m}$ 、 $f_x=1 \text{mm}$ (波長 $0.6328 \mu\text{m}$)、最大膜厚 $1.1 \mu\text{m}$ でブレース化したものである。Fig. 1 のレンズの離心率は 0.42 で、描画

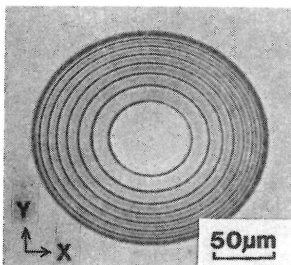


Fig. 1 Microphotograph of a fabricated elliptical micro Fresnel lens (eccentric ratio $e=0.42$).

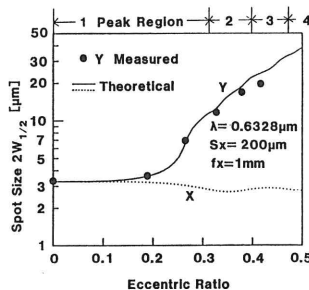


Fig. 3 Relation between eccentric ratio and half width of light spot.

作製に要した時間は2分程度であった。

Fig. 2 に、作製したレンズに波長 $0.6328 \mu\text{m}$ の He-Ne レーザー光を入射させて、 X 軸方向の焦点面で観測された光スポットの写真と Y 軸方向の光強度分布の測定結果を示す。離心率が大きくなるに伴い、スポット形状は Y 軸方向に広がった。Fig. 3 に、光スポット半値全幅と離心率の関係を、理論計算と実験結果について示す。理論計算の結果、 X 軸方向半値幅はほぼ一定であるが、 Y 軸方向半値幅は離心率に依存しており、とくに離心率が 0.2 を越えると急激に大きくなるということ、スポット形状としても、 Y 軸方向では、単峰特性から双峰特性、さらには多峰特性へと変化するということがわかった。光学実験の結果、光スポット半値幅はほぼ理論値と一致した。スポット形状は、理論特性と同じ傾向を示したが、離心率の小さいほうにシフトしたように観測された。集光効率は、72%と測定された。

文 献

- 1) T. Fujita, *et al.*: Opt. Lett., 7 (1982) 578.
- 2) 塩野照弘, ほか: Micro-Opt. News, 3 (1985) 40.
- 3) 塩野照弘, ほか: 昭和60年信学会半導体・材料部門全国大会 443 (1985).
- 4) 塩野照弘, ほか: 昭和61年春季応物講演会, 3a-H-5 (1986).
- 5) 西原 浩, ほか: 光波電子工学 (コロナ社, 東京, 1978) 第3章.

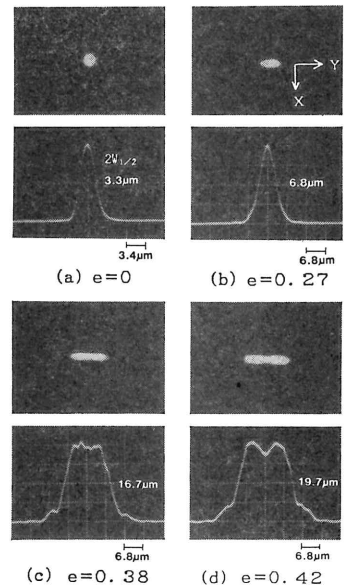


Fig. 2 Measured focusing characteristics of fabricated elliptical micro Fresnel lenses.