



## マイクロフレネルレンズ内蔵半導体レーザー

山下 牧

立石電機(株)中央研究所 〒617 長岡京市下海印寺伊賀寺 20

### 1. ま え が き

光エレクトロニクスの急速な進歩に伴い、マイクロレンズをはじめとする微小光学デバイスの果たす役割は、ますます重要になってきている。とくに、光情報処理、光通信ならびに光計測分野においては、その小型、軽量、高集積性などの特長から、微小光学デバイスの実用化に寄せる期待は、年々高まっている。最近、微小光学デバイスを素子単体としてだけでなく、発光素子あるいは受光素子などの他のデバイスと組み合わせて利用しようとする技術の開発が盛んに行なわれており、実用性の向上、さらには、新しいさまざまな応用展開の拡大に期待がもたれている。ここでは、その一例として、最近開発されたマイクロフレネルレンズ内蔵半導体レーザーを中心に、その基本デバイスであるマイクロフレネルレンズならびに今後の技術展望について紹介する。

### 2. マイクロフレネルレンズ

マイクロフレネルレンズ<sup>1,2)</sup>は光の回折を利用した光学素子であり、そのため、小型、軽量、薄形、集積性に富む、設計変更が比較的容易である等の長所を有し、次世代光産業を担う重要な光学素子の一つとして非常に有望視されている。しかしながら、回折型レンズであるため効率が低い、高 NA になると波面収差が生じる、微細な周期構造をもつため量産化が難しいなどの課題があり、実用には至っていなかった。ところが、最近の微細加工技術の進歩に伴い数々の技術課題が解決されつつある。電子線描画の際のドーズ量分布の最適化により、図 1 に示すように良好なブレース型グレーティングが作製でき、それにより NA 0.45 のレンズにおいて 65% 以上の効率が得られている<sup>3)</sup>。また波面収差も NA 0.25 において 0.03  $\lambda$  とほぼ無収差のものが得られ、さらにはコンパクトディスクなどの複製に用いる 2P (photopolymerization) 法を用いることで複製技術も確立されつつあり、ほぼ実用に耐えうる段階にきているといえる。

また、ほかにも数百~数万個のレンズを 1 枚の基板に並べた 2 次元レンズアレー<sup>4,5)</sup>、レンズ機能と光路変換機能を併せもつオフアキスレンズ<sup>6)</sup>、レンズに非点収差をもたせた楕円フレネルレンズ<sup>7)</sup>、レンズ表裏が全く平らな完全平板フレネルレンズ<sup>8)</sup>、など回折型レンズの特長を生かしたさまざまな新しいデバイスが提案されており、さらなる応用分野の拡大が期待できる。

### 3. マイクロフレネルレンズ内蔵半導体レーザー

図 2 にマイクロフレネルレンズ内蔵半導体レーザー<sup>9)</sup>の写真を示す。マイクロフレネルレンズはレンズ径 0.5 mm $\phi$ 、焦点距離 1.0 mm と非常に小型であるため半導体レーザーのパッケージ内に内蔵することが可能となり、それにより、従来の半導体レーザーと同等形状のコリメートレーザー光源が実現できている。図 3 に示すように、出射ビームプロファイルはほぼガウシアンであり、その拡がり角も 5 mrad と回折限界性能に近い。また、出射ビーム強度も、レーザー出射強度 3 mW に対して、1 mW とほぼ実用を満足する性能が得られている。さらに一体化することによって、量産性、温度特性、ならびに信頼性も向上している。

今後の応用分野としては、図 4 に示すように、小型、軽量化が望まれている光ピックアップやレーザービームプリンタなどの光情報処理分野、ならびに小型化、高精度化のニーズが高い光計測分野が有力と考えられる。さらには、光ファイバとのアクセス性を向上させれば、光通信分野への応用も可能であると思われる。なかでも、グレーティング一体型<sup>10)</sup>など小型・軽量化に向けての開発が盛んな光ピックアップについては、ニーズとシーズの整合性から見てその応用分野としては最も適しており、光利用効率の向上と、レンズ、ビームスプリッタなどの光学部品のオールグレーティング化による超軽量化が図られれば、次世代光ディスク用ピックアップとして非常に有望であると考えられる。

また、図 5 に示すように、フレネルレンズではないが

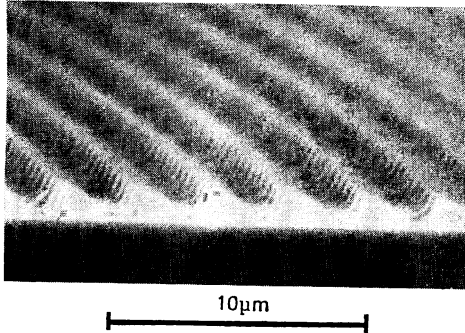


図1 マイクロフレネルレンズ断面 SEM 写真

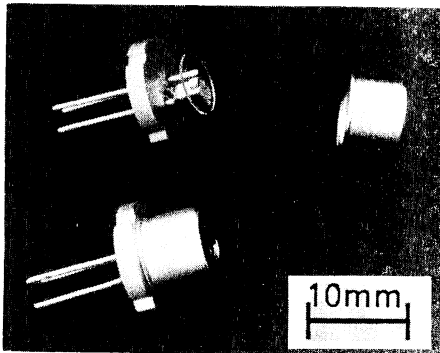


図2 マイクロフレネルレンズ内蔵半導体レーザー

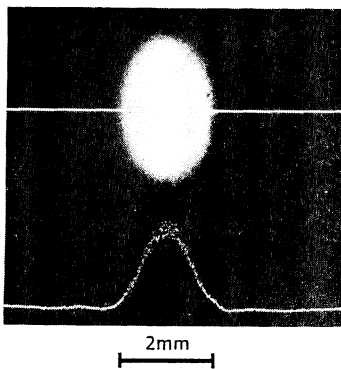


図3 コリメート出射ビーム

マイクロレンズアレー内蔵半導体レーザーの例として、数百本のビームを一度に出射するマルチビームプロジェクト<sup>11)</sup>も開発されており、エリアセンサーや、形状認識センサーなど光計測用光源としての応用が期待されている。

#### 4. む す び

以上、マイクロフレネルレンズ内蔵半導体レーザーを中心に、マイクロフレネルレンズならびに今後の応用技

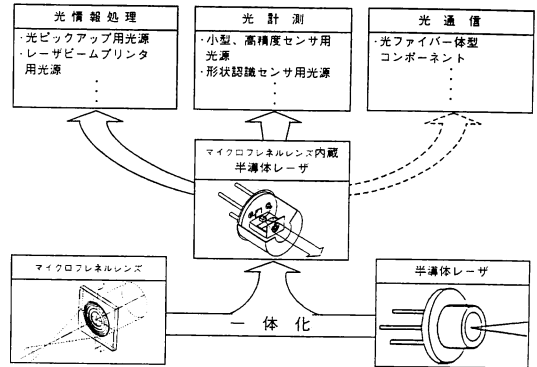


図4 マイクロフレネルレンズ内蔵半導体レーザーの応用分野

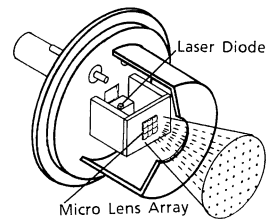


図5 マルチビームプロジェクタ

術展開について、簡単に紹介した。今後の応用分野としては、光情報処理ならびに光計測分野が有望であり、とくに、ニーズとシーズの整合性からみて、光ピックアップへの応用がきわめて重要である。今後は光ピックアップへの応用に必要な、より多くの光学部品の一体集積化による小型、軽量化、ならびに光利用効率の向上が、よりいっそう重要視されると考える。

#### 文 献

- 1) T. Fujita, *et al.*: Opt. Lett., **6** (1981) 613-615.
- 2) T. Fujita, *et al.*: Opt. Lett., **7** (1982) 578-580.
- 3) S. Aoyama, *et al.*: Tech. Dig., CLEO '88, THM 49 (1988).
- 4) K. Iga, *et al.*: Appl. Opt., **21** (1982) 3456-3460.
- 5) S. Aoyama, *et al.*: Tech. Dig., CLEO '89, WF61 (1989).
- 6) G. Hatakoshi, *et al.*: Appl. Opt., **24** (1985) 4307-4311.
- 7) T. Shiono, *et al.*: Tech. Dig., MOC '87, F5 (1987) pp. 150-153.
- 8) H. Hosokawa, *et al.*: Tech. Dig., MOC/GRIN '89, F4 (1989) pp. 130-133.
- 9) 関井 宏, ほか: 第14回光学シンポジウム講演予稿集 (1989) pp. 11-12.
- 10) Y. Kimura, *et al.*: Proc. of the Int. Symp. on Optical Memory, Tokyo (1987), Jpn. J. Appl. Phys., **26**, Suppl. 26-4 (1987) pp. 131-134.
- 11) 青山 茂, ほか: 第36回春季応用物理学会関係連合講演会, la-PA-3 (1989).

(1989年7月29日受理)