

第9回光学シンポジウム

音響光学偏向器 (AOD) を用いた高速
レーザー偏向と円筒レンズ効果補正

保坂純男・瀬谷英一・原田達男・高梨明紘
(株)日立製作所中央研究所
〒185 国分寺市東恋ヶ窪 1-280

レーザービームを用いた描画法は '70 年ごろから活発に研究されてきた¹⁾。しかし、従来のレーザー偏向には機械式偏向が採用されていたため、電磁偏向を採用している電子ビーム偏向より制御性が悪いのでレーザービームを用いた描画装置は実用に至っていない。本報告では AOD に注目し、従来から問題視されている円筒レンズ効果²⁾ およびその補正方法を検討するとともに、高速レーザー偏向の可能性について述べる。とくに、ここでは円筒レンズ効果について偏向時の焦点位置の変化により検討する。

実験装置は、AOD を用いたレーザー偏向光学系、ラスタ走査用偏向回路および XYZ 移動台から構成されている。レーザー源より出射されたレーザーは AOD で偏向され、2 個のレンズより成るリレーレンズを通過した後、対物レンズで試料上に集光かつ走査される。なお、AOD には TeO₂ の異方ブラッグ回折を利用した素子³⁾ を、対物レンズには NA 0.25 の顕微鏡用対物レンズを用いた。光学系の駆動条件は、(1)レーザー波長: 488 nm, (2) AOD 入力周波数: 70~120 MHz (回折角: 約 3.0~5.2°), (3) 走査量: 試料上, 約 300 μm (ビーム径: 約 2.5 μm) である。また、Z 方向位置検出器には空気マイクロメータを採用し、偏向に伴う焦点位置の変化を測定した。また、ビーム偏向位置は試料の送り量から測定

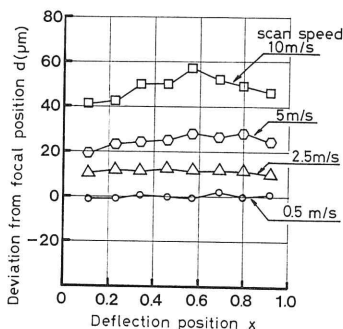


Fig. 1 Variations of best focus position in scan direction with deflection position as a parameter of scan speed without a correction.

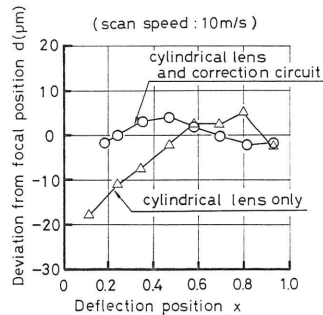


Fig. 2 Variations of best focus position in scan direction with deflection position using cylindrical lens only and both cylindrical lens and correction circuits.

した。

Fig. 1 に走査速度をパラメータとした偏向位置に対する焦点位置の変化を示す。図より、高速偏向時の焦点位置の変化と低速偏向時の変化とを比較すると、次のことが明らかとなる。(1) 焦点位置の変化量は偏向位置に無関係な平行移動量と偏向位置に関する変化量とに大別できる。(2) 前者は従来から報告されている円筒レンズ効果であり、後者は本実験で明らかにすることができた動的な円筒レンズ効果であると考えられる。(3) とくに、後者は高速偏向時に顕著に現われる。

後者の発生原因としては AOD 駆動回路の周波数変調 (VCO) 特性の直線性の歪であると考えられる。そこで、補正用円筒レンズおよび補正回路を用いて、補正方式の検討を行なった。Fig. 2 は従来から採用されている補正用円筒レンズのみを用いた場合および補正用円筒レンズと補正回路を用いた場合の高速偏向時の偏向位置に対する焦点位置の変化を示す。前者の場合、平行移動量は補正できるが、偏向位置に関係した変化量は補正できない。一方、後者は VCO 特性の直線性の歪を約 40% から 0.5% に改善した場合であり、焦点位置変化が ±5 μm 以内に補正できることを示している。また、ホトレジストを用いて、ラスタ走査描画実験を行ない、高速偏向時において描画可能であることを確認した。以上のように、本報告では AOD を用いた高速レーザー偏向の可能性を示し、補正方法の有効性を明らかにした。

文 献

- 1) M. J. Cowan, D. R. Herriott, A. M. Johnson and A. Zacharias: Bell Syst. Tech. J., **49** (1970) 2033.
- 2) L. D. Dickson: Appl. Opt., **11** (1970) 2196.
- 3) M. Kawabuchi, A. Fukumoto and H. Hayami: Appl. Opt., **14** (1975) 15.