

第10回光学シンポジウム

ガラス角柱ファイバーを用いた画像伝送法

庄野裕夫*・犬塚直夫

青山学院大学理工学部

〒157 東京都世田谷区千歳台 6-16-1

画像の直接伝送法としてすでに幾つかの方法が提案されており、エンドスコープとして実用化され医学、工学の分野で広く利用されているものも多い¹⁾。ここでは、細径化の可能性をもつ新しい方法として、ガラス薄板内で全反射を繰り返しながら伝播する光ビームを用いて画像情報の伝送ができることを示し²⁾、この場合の伝送画像の解析を行ない、微細径ファイバースコープへの応用を目的としてガラス角柱(〜0.3mm角)を作製し画像伝送の実験を行なったのでこれらの結果について報告する。

まず簡単のため、図1に示すような2次元の伝送路(IG)を考える。Oを物体、Iを観察される虚像とし、伝送路IGの長さをL、屈折率をn、厚さをd、物体までの距離をlとする。物体上のP₀付近は、その領域から出発した光線が伝送路内で反射することなく通過するので、I₀なる虚像として観察される。P₁近傍は光線が伝送路内で1回全反射しI₁として、P₂近傍は2回全反射しI₂として観察される。このように物体は光軸上部分より遠ざかるにつれて順次上下に振り分けられた形で、ブラインド越しに見たかのような層状の画像とし観察される。簡単な計算によって物体と像上で対応する各層の厚さは同じであり、また物体上で一つの層として見える領域は隣の層として見える領域とdだけ重なり合っているが、像面上ではそれらがdだけ引き離されることがわかる。よって伝送像は見掛け上拡大されることになる。このときの拡大率Mは、 $M=1+L/(nl)$ である。

この伝送路を角柱(0.3×0.3×50mm³)にした場合(図2)は、元の画像は上下左右に引き離されて振り分けられた相補的な4枚の画像となる。前述したように、物体上で重なり合っていた各層は虚像上で分離し引き離されるが、実際に画像伝送路として用いるためには、この引き離し効果のない連続画像として観察できる必要がある。このためには、角柱ファイバの対向する面を角度δ=(1+8ρ²d²/nlL)(d/nl)だけわずかに傾け、楔型(δ:半

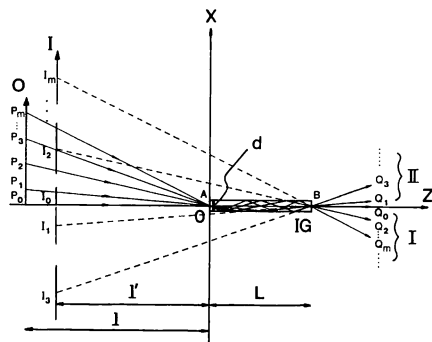


図1 相補的な像への分離(I, II)および層(I₀, I₂, …, と I₁, I₂, …,) 形成モデル

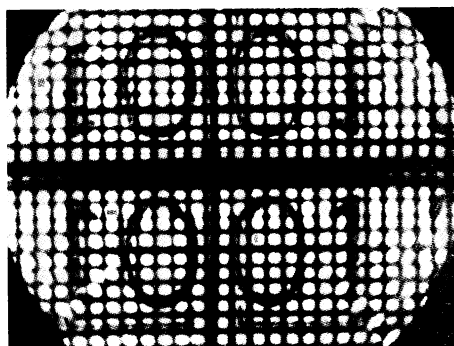


図2 角柱ファイバーを用いた画像の伝送例

頂角)にすればよいことがわかった。この補正にもとづいて作製した伝送路(入射端面: 0.25mm角, 出射端面: 0.30mm角, 長さ50mm)を用いた結果、各層に分かれた画像で引き離されるといふ欠点はなくなくなったが、各層の両端で光量が減少するという現象があるためにまだ暗い縞が残っている。この暗い縞は、2次元伝送路の実験で確認されているように、伝送路の厚さと長さを適切にとればよい。以上のように楔型の角柱を作製すれば、微細径のイメージガイドを実現できる可能性があることがわかった。

文 献

- 1) N. S. Kapany: *Fiber Optics* (Academic, New York, 1967); T. Uchida, *et al.*: IEEE J. Quantum Electron., 5 (1969) 331; Y. Shono, *et al.*: Jpn. J. Appl. Phys., 21 (1982) L135; H. Osterberg, *et al.*: J. Opt. Soc. Am., 54 (1964) 1078; A. A. Friesem, *et al.*: Opt. Lett., 2 (1978) 133.
- 2) Y. Shono, *et al.*: Appl. Opt., 24 (1985) 361.

* 現在: (株) 東芝電子技術研究所 〒235 横浜市磯子区新杉田町8