

専攻		学籍番号		指導教官氏名	
申請者氏名	Kalantari Khalil カラントリ・カリル				

## 論文要旨

論文題目	屈折率分布型光ファイバにおけるコヒレント像伝送 と空間フィルタリング
------	---------------------------------------

(要旨 1,200字以内)

一本の屈折率分布型光ファイバ (GRINファイバ) で 2次元画像の長距離直接伝送を行うために、今まで無視されてきた、屈折率分布における4次及び6次項まで考慮に入れ、GRINファイバにおける2次元空間画像伝送特性を調べた。GRINファイバの屈折率分布の4次及び6次項が伝搬モードに与える影響を調べるために、伝搬定数、カットオフ周波数及び電界分布を明らかにした。そして、空間的なインパルス応答を調べるためにGRINファイバの断面にデルタ関数状の画像を入力させ、任意のファイバ断面における点像分布 (PSF) を計算すると共にファイバ中の長さ方向に対する電界強度分布を求めた。さらにファイバを伝送される画像の空間周波数特性を評価するため、点像分布を用いてそのコヒーレント伝達関数 (CTF) を計算した。

GRINファイバの屈折率分布の4次項の係数  $D_4$  の最適値は0.8であり、このとき隣接する2つの伝搬定数の差のモードによる変化が最小になることが分かった。

また、屈折率分布の6次項の係数  $D_6$  が結像に与える影響は非常に小さい。コアの中心とその周辺の任意の点の画像伝送特性から、 $D_4=0.8$  であるGRINファイバにおいて2次元画像を50 m以上伝送できることが示された。そのときの結像点における点像の広がりを入力力の1.3倍になった。

2次元カラー画像を長距離直接伝送するために、GRINファイバ伝送画像の2次元空間画像伝送特性を調べた。GRINファイバには色収差が存在するが、GRINファイバの入力側で3原色光を出射するレーザのパワーの調整及び出力側に色消し光学系を用いることによって、GRINファイバでカラー画像を伝送できることを示した。

一般にはGRINファイバの屈折率分布がモノクロ画像伝送のための最適な分布とは異なるため、伝送された2次元画像に劣化が生じる。この劣化した2次元画像を復元するために必要な空間フィルタの設計、及びそのフィルタリング特性について検討した。

画像伝送用に作製されたGRINファイバは直径  $300 \mu\text{m}$ 、集束パラメータは  $0.304 (1/\text{mm})$  で屈折率分布の4次と6次の係数はそれぞれ2.3と-20である。このGRIN ( $D_4=0.8$ ) ファイバに対して空間的なインパルス応答を表す点像分布とファイバ固有のコヒーレント伝達関数を、屈折率分布の6次の係数まで考慮して計算し、最適な屈折率分布を有するGRINファイバにおける結果と比較することにより、出力画像の劣化について評価した。

劣化出力画像の復元を行うためにGRINファイバ中心軸上と出力面における任意点のPSFの差をノイズとして考慮に入れ、空間ウィナーフィルタの設計を行った。空間ウィナーフィルタを用いることにより、通過後の点像分布の解像度を表す最大値の  $1/e^2$  幅は、フィルタのない場合と比べて軸上では0.39倍、軸から  $25 \mu\text{m}$  の点では0.20倍と非常に小さくなり、解像度が改善された。さらにサイドピークの減少により、ノイズが低下し、コントラストも向上することが分かった。すなわちこのウィナーフィルタによって出力面の任意の点における点像分布の劣化が改善されることが示された。

実際の画像伝送用GRINファイバ(4次項の係数  $D_4=20.7$ 、長さ  $50.3 \text{ cm}$ ) で2次元空間画像の直接伝送を行った。このファイバの出力画像はファイバ中の伝搬モード分散によって劣化する。この出力画像を復元するために2次元空間ウィナーフィルタを設計した。ウィナーフィルタの空間伝達関数を求めるためにマイコンシミュレーションによって得られたPSFとその空間原画像を利用した。得られた伝達関数をフィルタとしてフィルム上に記録し、ファイバからの劣化した出力画像を通すことによって、解像度が改善されることを示した。