課題番号　　　　　　　　:F-13-UT-0001
利用形態　　　　　　　　:技術代行
利用課題名（日本語）　　:モード多重光ファイバ伝送におけるモード変換用位相板の試作
Program Title (English)　:Fabrication of phase plates for mode conversion in mode-multiplexed optical fiber transmission

利用者名(日本語)　　　　:五十嵐浩司, 相馬大樹, 釣谷剛宏
Username (English)　　　:K. Igarashi, D. Souma, T. Tsuritani
所属名(日本語)　　　　　:KDDI 研究所
Affiliation (English)　　:KDDI R&D Laboratories

1. 概要（Summary）

光ファイバ中を伝搬する光波のモードを活用した信号多重化伝送研究のため、モード変換用の位相板を試作した。膜厚が急峻に変化する位相板を試作し、それを用いて 10 モードファイバに極めて良好な LP_{21} および LP_{31} モードを励起した。5 月下旬から東大 VDEC 微細加工拠点の利用をスタートしたが、これら成果は 7 月上旬の国際会議で報告することができた。

2. 実験（Experimental）

光ファイバの LP_{21} および LP_{31} モードの強度・位相分布を Fig.1(a)(b)に示す。これら分布を実現する位相板のパターンを Fig.1(c)に示す。4 分割および 6 分割された平面内で位相がπ変化している。大面積高速電子線描画装置により、石英フォトマスクブランクスに Fig.1(c)に示すパターンを描画、現像・エッチング装置によりクロム薄膜をエッチングした。マスクをダイシングソーにより切断し汎用プラズマ ICP エッチング装置でエッチングして位相板を作製した。

試作位相板を用いてモード変換実験を行った。その実験系を Fig.2 に示す。単一モードファイバ(SMF)からのガウシアン状光ビームを位相板に通過させ、10 モードファイバ(10MF)に集光することで所望のモードを励振する。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

位相板後の光ビーム強度パターンを Fig.3(a)と(b)に示す。LP_{21} と LP_{31} に対応した 4 つおよび 6 つのピークを有する対称なパターンが得られている。位相板の膜厚変化の急峻性が悪いと、非対称なパターンとなり良好なモード変換が得られない。今回試作した位相板の膜厚変化が十分に急峻であるために、対称なパターンが得られている。これらビームを 10MF に入力した後、その出力で測定したパターンが Fig.3(c)と(d)である。Fig.1(a)と(b)に示した理想的なパターンと同様なものが得られた。

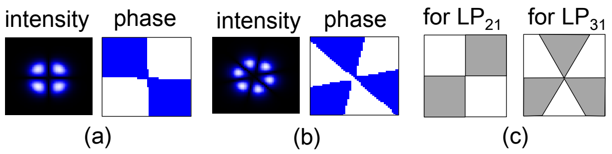

Fig. 1　Intensity and phase patterns of fiber modes of (a) LP_{21}, (b) LP_{31}. (c) Phase patterns of phase plates.

4. その他・特記事項（Others）

なし

5. 論文・学会発表（Publication/Presentation）

(1) K. Igarashi, T. Tsuritani, and I. Morita, 18th Optoelectronics and Communications Conference (OECC2013), MR2-3, Kyoto, July 2013.
(2) 五十嵐浩司、釣谷剛宏、森田逸郎、2013 年電子情報通信学会ソサイエティー大会、B-10-42、福岡、2013 年 9 月 17 日～20 日。

6. 関連特許（Patent）

なし

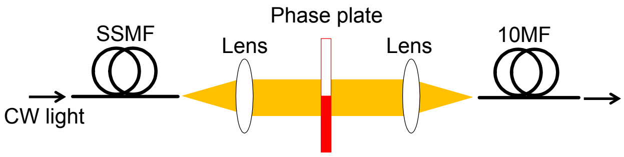

Fig. 2　Experimental setup of mode conversion based on phase plates.

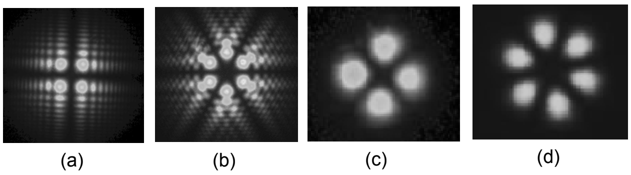

Fig. 3 Far-field patterns of (a)LP_{21} and (b)LP_{31} after phase plates. Output patterns from 10MF of (c) LP_{21} and (d) LP_{31}.