

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 4 月 20 日現在

機関番号：32644

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24560417

研究課題名(和文) マスク転写自己形成による光配線のための接続技術と光デバイスの研究

研究課題名(英文) Optical interconnecting technologies and devices applying Mask-transfer Self-written method with light curable resin

研究代表者

三上 修 (MIKAMI, Osamu)

東海大学・工学部・教授

研究者番号：30266366

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、光硬化樹脂を用いた自己形成光導波路による革新的な光接続技術の確立をはかった。これらの研究開発によって、従来の課題の抜本的な解決をはかり、光インタコネクション技術の普及を目指す。具体的には、光ピンの作製技術の確立、ポリマーV溝の作製技術の確立とピッチ変換機構の付与に成功した。さらにマイクロプリズム内に4チャンネルの90度光路変換技術の作製技術を確立した。

これらの研究成果によって、従来の課題の抜本的な解決をはかり、光インタコネクション技術の普及へ貢献することが期待される。

研究成果の概要(英文)：To develop practical optical interconnects, sophisticated packaging and coupling technologies are needed that can achieve both high coupling efficiency and easy alignment. Innovative optical interconnecting technologies have been established by applying self-written waveguide (SWW) fabrication method with UV-curable resin. We devised a new technology called the mask-transfer SWW method. This method involves contact exposure of UV-curable resin through a photomask. A unique aspect of this method is that SWWs having two-dimensional array patterns can be fabricated by a single shot of UV irradiation.

We have succeeded in establishment of technologies of fabricating smart polymer optical pins, polymer V-grooves, and a polymer micro prism in which 4-channel waveguides having 90-degree light path conversion are built-in.

With these remarkable research achievements, we can expect optical interconnection technology will spread further by drastic solution of conventional problems.

研究分野：光インターコネクション

キーワード：光配線 自己形成光導波路 光硬化樹脂 光ピン V溝 光路変換 光接続 光インターコネクション

1. 研究開始当初の背景

マルチメディア時代を迎えるとともに、ユビキタス社会の実現が目前に迫っている。クラウドコンピューティングの普及に伴い、ネットワークで取り扱われる情報量は指数関数的に増大している。この膨大な情報を処理するためには、ICT(情報通信)、NW(ネットワーク)機器等の能力を飛躍的に向上させる必要がある。現在、これらの情報ネットワークに用いられている信号伝達システムの金属(電気)配線では、輻射やクロストークといった問題がシステム性能向上のボトルネックとなっている。このボトルネックを解消するために、無誘導・高速大容量伝送が可能などの特徴を活かした「光インタコネクション」が注目されている。しかし現状では、実装技術の困難さやコスト面で既存の電気技術に比べて非常に劣っている。

2. 研究の目的

電気配線のボトルネック解消のために光配線の導入が急務であり、導入の妨げになっている光固有の実装技術の困難さを超えることが不可欠である。本研究では、光硬化樹脂を用いた自己形成光導波路と独自のマスク転写法による革新的な光接続技術の確立をはかり、アライメントフリーで高効率な光実装技術の普及に寄与する。具体的には、光配線板間、光配線板とファイバ、光ファイバとモジュール間の接続をアライメントフリーかつ高い結合効率を可能にする接続技術の可能性を追求する。これらの技術によって、アライメントフリーで高効率な光実装技術の普及に貢献する。

3. 研究の方法

本研究では、光硬化樹脂を用いた自己形成光導波路による革新的な光接続技術の確立をはかる。これらの研究開発によって、従来の課題の抜本的な解決をはかり、光インタコネクション技術の普及を目指す。本研究のキーテクノロジーは、自己形成技術を用いたフォ

トマスク転写法であり、その方法の概略を図1に示す。従来のファイバからの直接照射ではなく、UV光源と光硬化樹脂との間に遮蔽版フォトマスクを介し、UV照射を行う。光硬化樹脂はフォトマスクの持つ開口パターンに従い硬化する。開口パターンの設計次第で様々な端面形状の導波路を一括で作製できる特徴がある。本研究による、具体的な目標は以下の通りである、

- (1) レーザダイードやフォトダイード等の光デバイスからのレーザ光入出力を高効率でかつ容易に行うためのスマート光ピン製作技術を確立する。
- (2) 光配線板と光ファイバとの接続を効率的に行うために、ファイバアライメント用のポリマーV溝の可能性を追求する。
- (3) 多芯一括接続用に標準化されているファイバコネクタと、光硬化樹脂を用いた光ピンによるマイクロサイズの90度光路変換素子とを一体化を検討する。

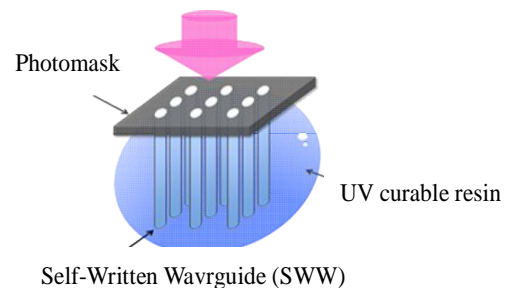


図1 フォマスク転写法

4. 研究成果

(1) フォトマスク転写技術によって、直径 30 μm から 50 μm 、長さ 300 μm から 500 μm の光ピンを多数本、ピンポイントで所定の位置に一括作製する技術を確立した。図2にその結果の一例を示す。散乱等の光損失が十分に小さい光ピンを効率よく作製することができた。

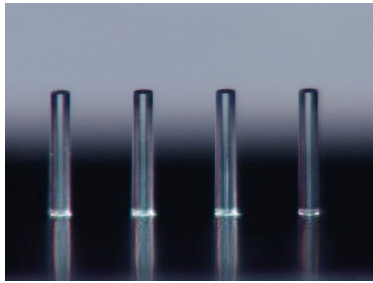


図2 4チャンネルの光ピン

(2) フォトマスク転写法を応用し、ポリマーV溝基板とピッチ変換用ポリマーV溝の作製に成功した。三角プリズムを用いることで照射光源を1個に減らし、作製プロセスの簡略化と柔軟性を与えることが出来た。V溝の角度はプリズムの頂角に依存することも確認した。図3に90度頂角のプリズムを用いた場合の結果を示す。

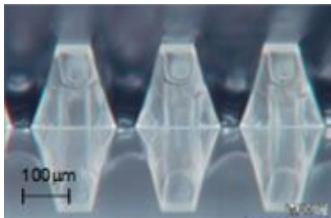


図3 作製されたV溝

またピッチ変換の機能を付与できることを確認した。その結果を図4に示す。



図4 ピッチ変換機能付きV溝

(3) ファイバ端面からのブルーレーザ光照射による自己形成技術と、マスク転写による自己形成技術を併用して、90度光路変換機能を有する4チャンネルの光導波路を内蔵したマイクロプリズムをファイバコネクタ面に作製することに成功した。そのサイズは約1mm

立方であり、実験によってその有効性を確認することができた。図5にその結果を示す。

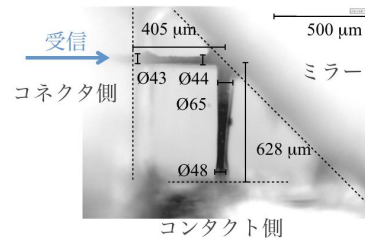


図5 作製したマイクロプリズム

これらの研究成果によって、高い結合効率を有する光接続技術を簡易にかつ低コストで実現できる可能性を見出した。これによって、光インタコネクション技術の普及におおきく貢献すると期待される。今回の研究成果は主としてマルチモード系を対象としている。今後、システムやアプリケーションのニーズとして、シングルモード系が増えることが予測される。このためには斬新なアイデアで、対処することが必要であろう。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計3件)

Osamu Mikami, Tadayuki Enomoto, Yukinobu Soeda, Chiemi Fujikawa, Self-Written Waveguide Technology with Light-Curable Resin for Easy Optical Interconnection, Transactions of The Japan Institute of Electronics Packaging, 査読有、Vol. 7, No.1, pp. 46-51, 2015.

三上修、光配線実現への課題、エレクトロニクス実装学会誌、査読有、Vol. 18, No.1, pp.31-34. 2015.

松澤雄介、三上修、光硬化樹脂を用いたプラグイン光接続法、東海大学紀要工学部、査読有、Vol. 52, No.2, pp.139-142, 2012.

〔学会発表〕(計13件)

三上修、光配線実現への歩み、エレクトロニクス実装学会 光回路実装技術研究会、11.7, 2014, 慶應義塾大学(横浜市).

Osamu Mikami, Self-Written Waveguide Technologies and Application to Optical Interconnect Devices, 14th International Symposium on Advanced Organic Photonics (ISAOP-14), 3-4, Nov. 2014, Osaka Univ. (Osaka, Suita-shi).

榎本忠幸、三上修、低コスト光実装を可能とする光硬化樹脂を用いたマスク転写技術とV溝実装への応用、エレクトロニクス実装学会、修善寺ワークショップ、10.23-24, 2014, ラフォーレ修善寺(静岡、伊豆市).

Osamu Mikami, Self-Written Waveguide Technology with Light-Curable Resin Enabling Easy Optical Interconnection, 5th International Conference on Photonics 2014, 2-4, Sept. 2014, Kuala Lumpur (Malaysia).

榎本忠幸、添田幸伸、三上修、フォトマスク転写法を用いた光インターコネクト向けポリマーV溝基板の作製、第28回エレクトロニクス実装学会春季講演大会、3.5-7, 2014, 拓殖大学(東京都).

添田幸伸、榎本忠幸、三上修、光硬化樹脂を用いた90度光路変換素子付き光コネク、第28回エレクトロニクス実装学会春季講演大会、3.5-7, 2014, 拓殖大学(東京都).

Tadayuki Enomoto, Yukinobu Soeda, Osamu Mikami, Optical connecting devices fabricated by self-written waveguide technology for smart optical interconnect, SPIE Photonics West, 4-9, Feb. 2014, San Francisco (USA).

Yukinobu Soeda, Tadayuki Enomoto,

Osamu Mikami, Self-Written Waveguide Technology with Light-curable Resin Enabling Easy Optical Interconnection, IEEE CPMT Symposium Japan 2013, 11-13, Nov. 2013, Kyoto Univ. (Kyoto, Kyoto-shi).

Tadayuki Enomoto, Yukinobu Soeda, Osamu Mikami, Fabrication of V-groove for optical interconnects from UV-curable resin by the mask-transfer self-written method, MJIT-JUC Joint International Symposium 2013 (MJJIS2013), 6-8, Nov. 2013. Tokai Univ. (Kanagawa, Hiratsuka-shi).

三上修、3次元フォトマスクを用いたマスク転写自己形成技術による光プラグの試作、エレクトロニクス実装学会、修善寺ワークショップ、10.17-18, 2013, ラフォーレ修善寺(静岡、伊豆市).

榎本忠幸、添田幸伸、三上修、フォトマスク転写法による光インタコネクト向け光硬化樹脂V溝の作製、電子情報通信学会2013年ソサエティ大会、10.17-20, 2013, 福岡工業大学(福岡、福岡市).

三上修、光配線接続のための自己形成光導波路技術、第27回エレクトロニクス実装学会春季講演大会、3.13-15, 2013, 東北大学(宮城、仙台市).

Yusuke Matsuzawa, Chiemi Fujikawa, Osamu Mikami, Plug - In Optical Connecting Method Applying UV-Curable Resin, Symposium-MJJS 2012, 21-23, Nov. 2012, Kuala Lumpur (Malaysia)..

6. 研究組織

(1) 研究代表者

三上修 (MIKAMI Osamu)

東海大学・工学部・教授

研究者番号：30266366