フォトニクス集積化のための MEMS

MEMS for photonics integration

東北大院工[1]，○羽根　一博[1]，佐々木　敬[1], B. Thubthimthong

Tohoku Univ.[1],○K. Hane[1], T. Sasaki[1], B. Thubthimthong

E-mail: hane2@hane.mech.tohoku.ac.jp

はじめに：MEMS の集積化は種々の分野で期待されている．中でも Si フォトニクスと LSI および MEMS との集積化は，それぞれの分野が Si 技術に基づいて発展していることより，それらの集積化システムには期待が高い．本稿では，MEMS のアクチュエータ技術および異種材料集積技術に関して，フォトニクス集積化の２，３の話題について，我々の研究を中心に紹介する．

Si 細線導波路スイッチ：MEMS のアクチュエータが発生できる小さい出力であっても有効な応用として，光通信分野が期待された．近年，インターネットの発達で大容量化するデータセンター内の通信に，光スイッチを利用する方法が，再び注目されている．特に，シリコン細線導波路による MEMS スイッチが期待されている[1]. シリコン細線導波路はサブミクロン断面で質量が軽いので，MEMS の駆動速度も速い．図 1 は我々が製作したカプラー導波路スイッチのである[2]. MEMS アクチュエータにより 10μ秒以下のスイッチ動作が可能である．スイッチ数を増やし，マトリクスサイズを大きくすると，大規模な制御系が必要になるが，制御回路を高密度で Si 基板に集積できるので，都合がよい．

異種フォトニック材料の集積：Si フォトニクスでは Si の細線導波路回路を基本にする．Si-PN 接合，Si 熱光学効果等によりアクティブ素子を実現できるが，電気光学効果の高い材料を MEMS 集積技術により，Si 回路に搭載できると，応用が広がる．我々は，光源および非線形光学材料として有望な GaN 半導体導波路を Si 細線導波路と，ウエハ張り合わせ技術により集積した．図２は，Si 直線導波路の上に，GaN マイクロリング導波路を，スピンオングラスにより張り合わせて形成した結果である[3]．Si 導波路から GaN マイクロリングに結合し，共振 Q 値として 40000 が得られた．また，電圧印加による電気光学効果により，リングの選択波長を可変にできることを確認した．消費電力の少ない光変調器等への応用が可能である．

ミラーアレイと LSI の集積による波面制御：大規模ミラーアレイの制御は，LSI との集積が不可避となる．デジタルマイクロミラーデバイスのような大規模集積化には，プロセスの低温化と複雑さの克服が重要である．MEMS ミラーアレイは，液晶に比べ高速であり，偏光依存も少ない．我々は 1 次元マイクロミラーアレイ(6000 個ミラー)の高さをアナログ電圧で制御し，回折により反射方向を制御する波長選択用光スイッチミラーを試作した[4]．各ミラーは 10μm 幅で 400μm 長さである．張り合わせた LSI の電圧制御により反射光を偏向できた．

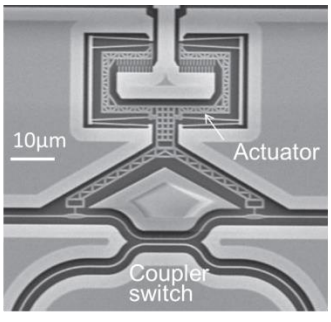

図 1 Si スイッチ素子[2]

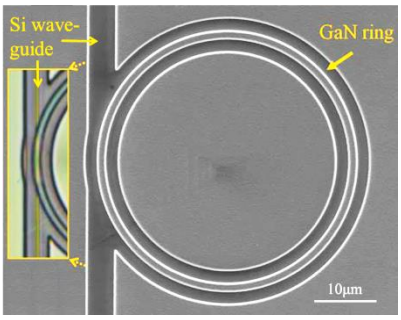

図 2 Si/GaN 集積光回路[3]

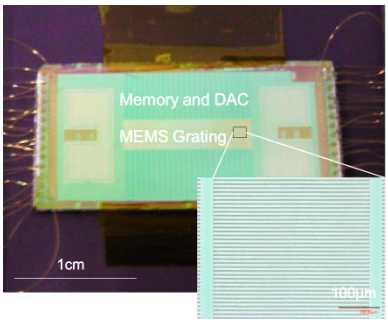

図 3 LSI 上の Si ミラー[4]

[1] T.J.Seok et.al., ECOC (2015) 0626, [2] Y.Munemasa et.al., Jpn.J.Appl.Phys. 52 (2013) 06GL15, [3] B.Thubthimthong et.al., IEEE Photonics J. 7 (2015) 7801511, [4] T. Sasaki el.al., Int. Conf. Opt. MEMS Nanophoton. (2016) in press.

© 2016年 応用物理学会