



## 光配線集積回路の開発

～マイクロリング共振器型光スイッチのチップ内集積～

ナノデバイス・システム研究センター  
大学院先端物質科学研究科 半導体集積科学専攻  
教授

横山 新

e-mailアドレス yokoyama@sxsys.hiroshima-u.ac.jp  
Homepageアドレス <http://www.rcis.hiroshima-u.ac.jp/>

### ● はじめに

トランジスタの超微細化・高速化に伴い、LSIの性能は配線の信号伝達スピードが支配するようになってきた。そのため、金属配線に代わって無線や光配線を用いるLSIが注目されている。本21世紀COEプログラムでは光・無線複合インターコネクション技術の研究を行うが、筆者は光配線LSIの開発を担当する。

### ● これまでの研究と成果

筆者は、これまでに(1)Si窒化膜のプラズマCVD、(2)光化学反応を用いた薄膜形成・エッチング、(3)Si基板上GaAsのヘテロエピタキシー、(4)高温超伝導薄膜のMBEなどの研究を行ってきた。現在は次の3項目の研究を行っている。

- 1) 光配線LSIに関する研究
- 2) 超微細デバイス・プロセス技術の研究
- 3) 超清浄空間創出法・評価に関する研究

1) は、本COEプログラムにおける筆者の分担研究テーマである。2) は、ナノデバイス・システム研究センターにおける主要研究テーマであり、これまでに自己停止機構をもつ「Si窒化膜の原子層成長技術」を開発した。3) は、過去8年間民間企業と共同研究を続けてきたテーマであり、超清浄化機能(UV/光電子・光触媒法)付きウェア保管ボックスを開発・評価してきた。その成果により、平成12、13年度に日本空気清浄協会と日本エアロゾル学会から、会長奨励賞、学会論文賞などを受賞した。

光配線LSIに関しては、(1)コンパクトな光導波路、(2)高精度な積層型分岐導波路、(3)発光素子と導波路を結合させるグレーティングカプラ、(4)発光素子の高速剥離とLSI上への搭載技術などを開発してきた。図1は、これまでの開発技術と、それらを統合して試作した光配線画像認識集積回路の写真である。

### ● 研究概要とインパクト

今後開発する光配線LSIの概要を図2に示す。化合物半導体発光素子をLSI上に多数集積する方法は技術的に難しく生産性も低いと考えられる。そこで貼り合わせる発光素子は最小限に抑え、チップ上にモノリシックに多数集積した光スイッチによって、分岐した光をON、OFFする方法を用いる。LSI上に集積可能な超小型高速光スイッチの候補として、最近注目されているマイクロリング共振器を用いた光スイッチを研究中である。電界によって屈折率が変化するLiNbO<sub>3</sub>や(Ba, Sr)TiO<sub>3</sub>など

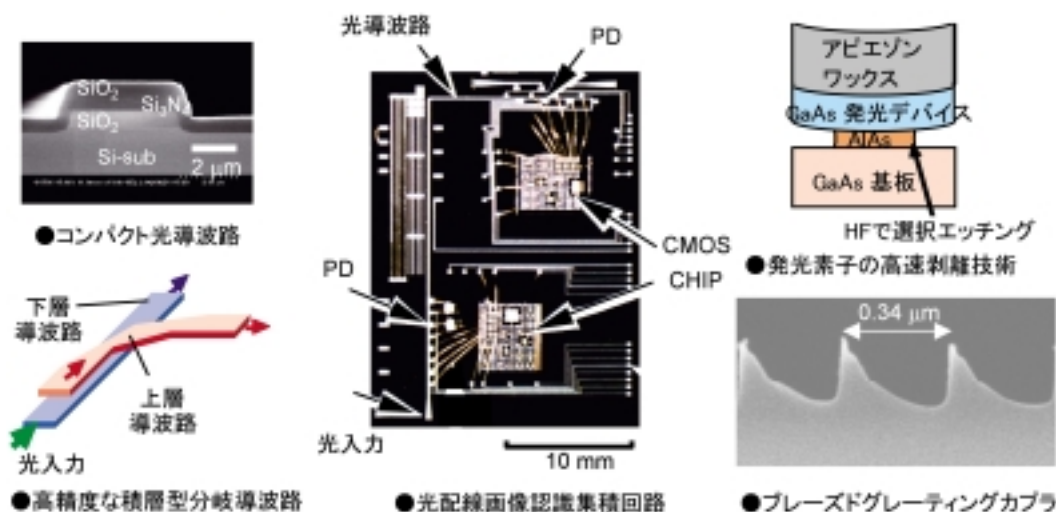


図1 これまでに開発した光配線LSI技術

の電気光学材料を用いてマイクロリング共振器を構成すれば、数十ミクロン以下の大きさの光スイッチが実現できる。特に(Ba, Sr)TiO<sub>3</sub>はメモリ用強誘電体材料として研究が進んでおり、LSI内への集積化が期待できる。

この技術が完成すれば、現在問題になっている金属配線の速度限界を打ち破ることができ、超高速・高機能なLSIが実現できる。さらに、光インターネット網で使用されている、波長多重通信デバイスの超小型化、高機能化が可能になり、情報社会の発展に大きく貢献できる。

## ● 研究計画

具体的な研究計画を以下に示す。

### I. マイクロリング共振器の設計・製作技術の確立

準備的な研究として、Si窒化膜を用いたマイクロリング共振器の設計・製作技術を開発中である。すでに共振現象の観測に成功している。

### II. 電気光学材料を用いたチューナブルマイクロリング共振器の研究

- ・ LiNbO<sub>3</sub>や(Ba, Sr)TiO<sub>3</sub>などの電気光学係数の大きな薄膜の形成技術
- ・ これらの材料をLSIプロセスに導入するためには、拡散係数の大きなLi等の金属元素の拡散を抑制する必要がある。筆者らがこれまでに開発した、原子層成長Si窒化膜をバリア層として用いる。
- ・ 低電圧で光スイッチを動作させるためには、(1)大きな電気光学係数と共に、(2)急峻な共振特性を持つマイクロリング共振器が必要である。多重連結リング共振器や、構造の工夫によりこれを達成する。(3)また、透明電極の導入も低電圧動作に有効と考えられる。

### III. SiGe高速フォトディテクタの開発

- ・ 1.3μmおよび1.5μm帯で高速動作するSiGe pinフォトディテクタを三浦グループと協力して開発する。

### IV. これらの技術を総合して、最終的には図2に示す光配線LSIを試作・改良し、光配線LSIの優れた特徴をデモンストレーションしたい。

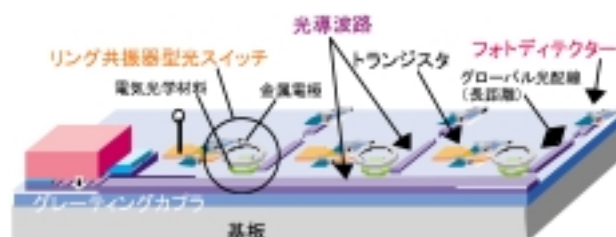


図2 本研究で開発する光配線LSIの概略構造