

100Gbit/s超級歪SiGe光変調器 の研究開発 (112103007)

竹 中 充

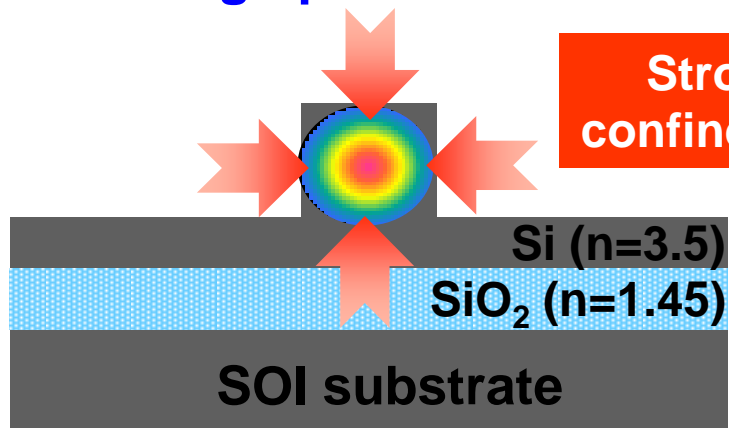
東京大学

大学院工学系研究科電気系工学専攻

takenaka@mosfet.t.u-tokyo.ac.jp

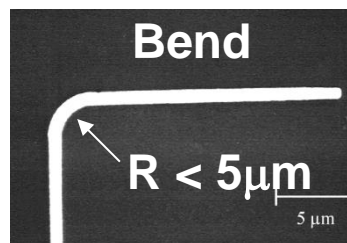
Siフォトニクス

Strong optical confinement in SOI-based waveguides

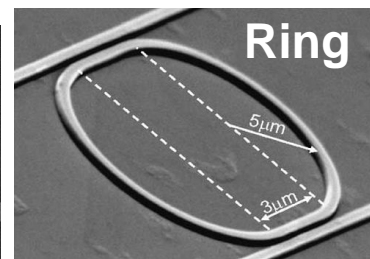


Strong confinement

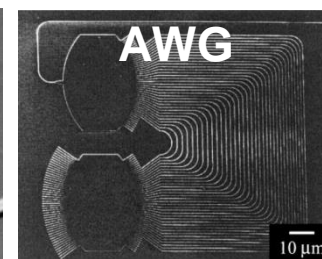
Device size reduction



JJAP, 40, L383, 2001.



PTL, 16, 1328, 2004.

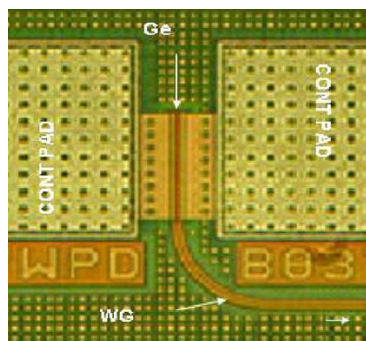


JJAP, 43, L673, 2004.

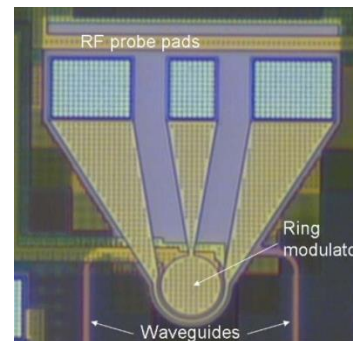
CMOS compatible

- High manufacturability
- 300-mm wafer
- CMOS integration

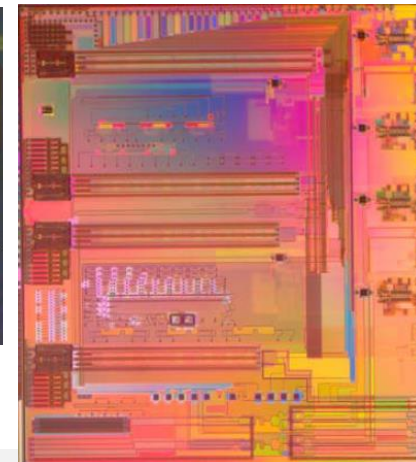
10Gb/s Ge PD



10Gb/s Modulator



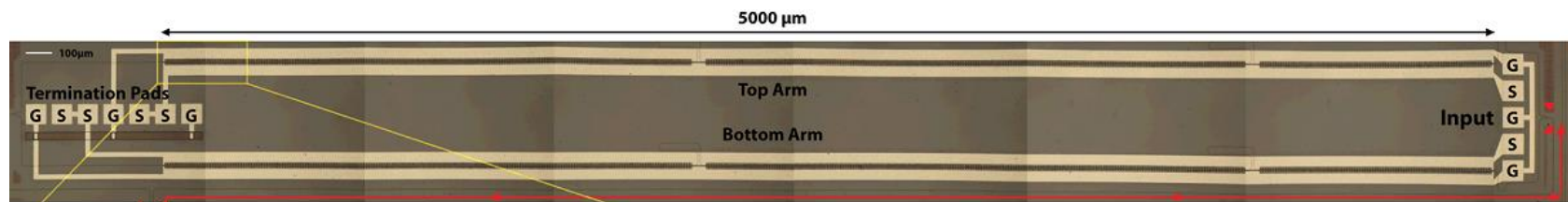
40Gb/s WDM Transceiver



LUXTERA



Si光変調器の現状



T. Baehr-Jones et al, Opt Express **20**, 12014-12020 (2012).

素子長が数mmと長い

Si中におけるプラズマ分散効果が小さいことが原因

$$\Delta n = -\frac{e^2 \lambda^2}{8\pi^2 c^2 \varepsilon_0 n} \left(\frac{\Delta N_e}{m_{ce}^*} + \frac{\Delta N_h}{m_{ch}^*} \right)$$

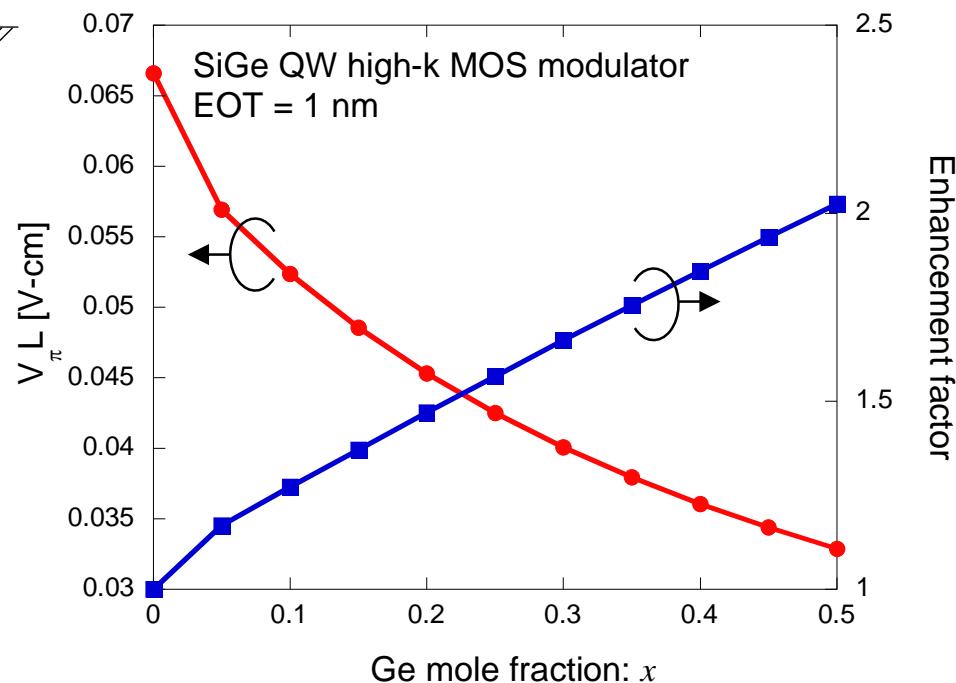
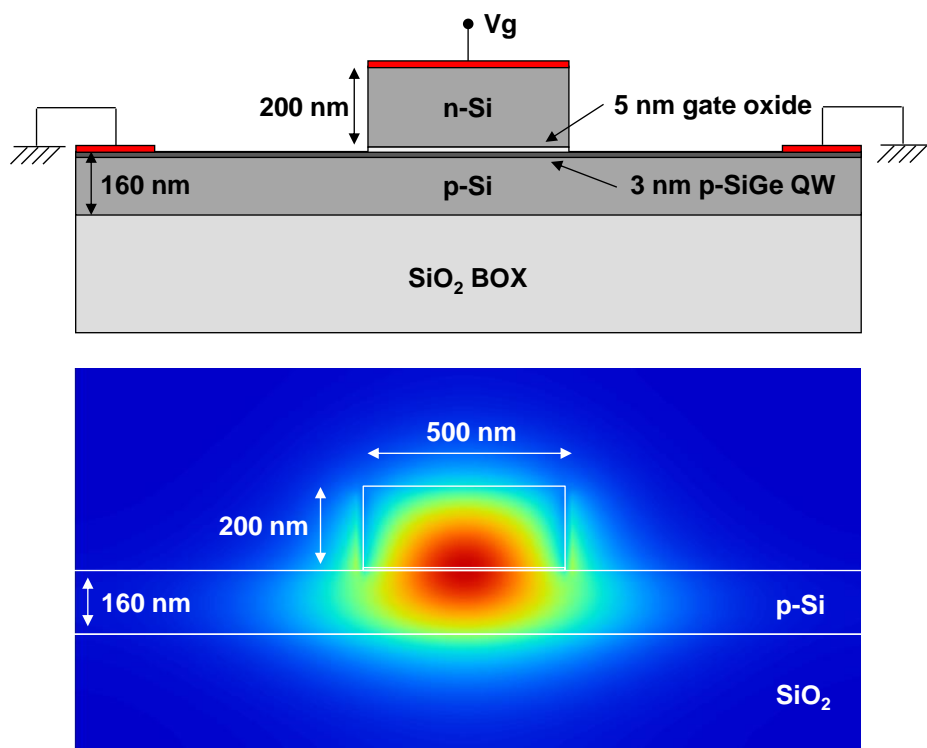
本研究課題の目的

$$m_{ce}^*, m_{ch}^* \searrow \rightarrow \Delta n \nearrow$$

歪SiGe中におけるプラズマ分散効果増大の実証

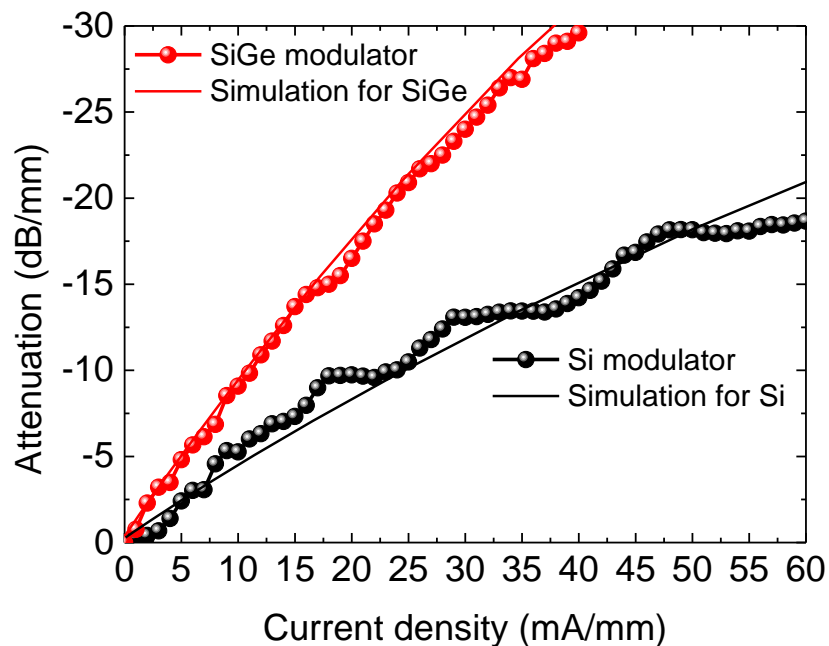
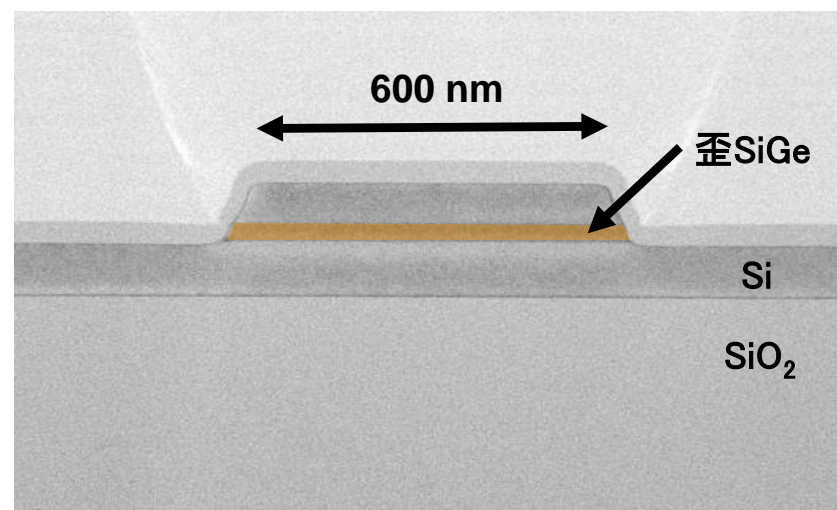
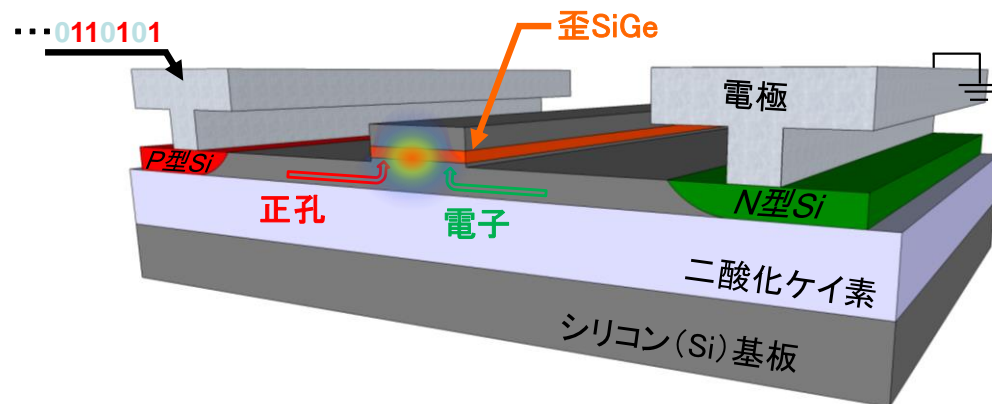


歪SiGeによるプラズマ分散効果増大



- 歪SiGeを用いることで、正孔の有効質量が軽くなり、プラズマ分散効果が増大することを理論的に予測
- Ge組成50%の歪SiGe量子井戸を用いたMOS型光変調器で0.033 Vcmの変調効率が達成可能

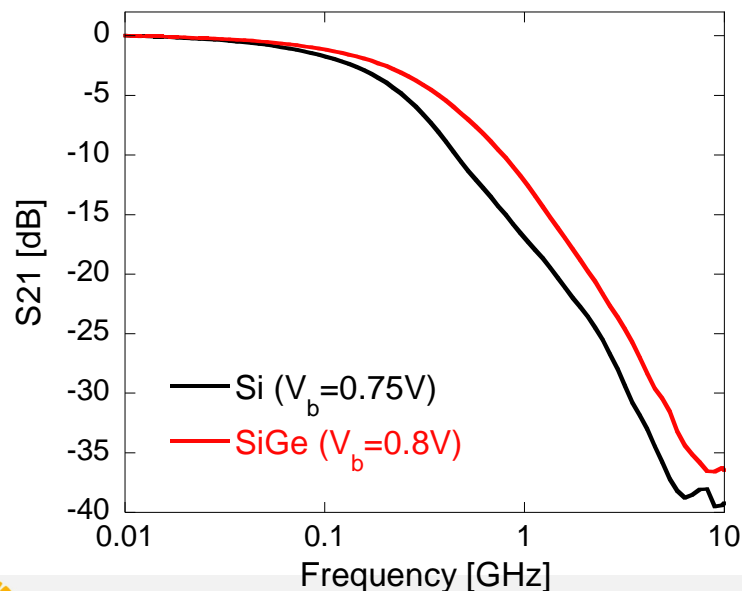
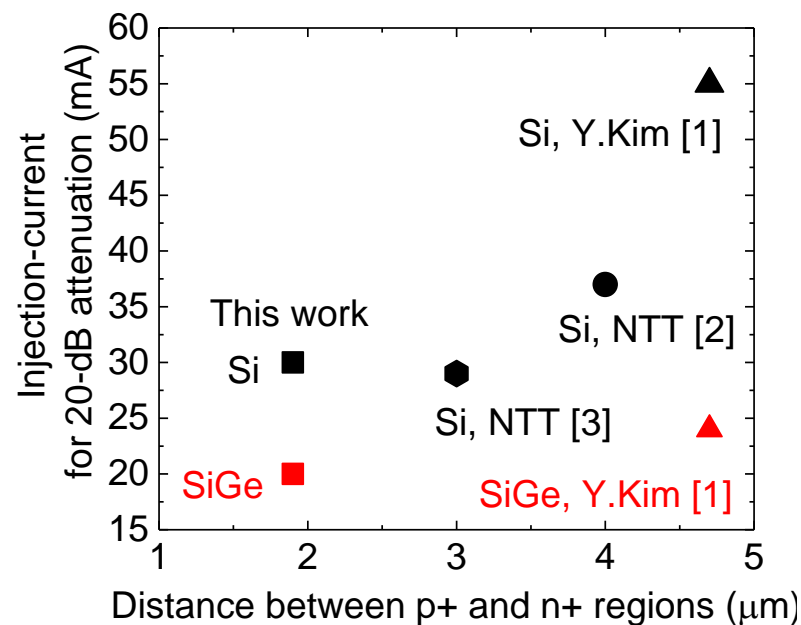
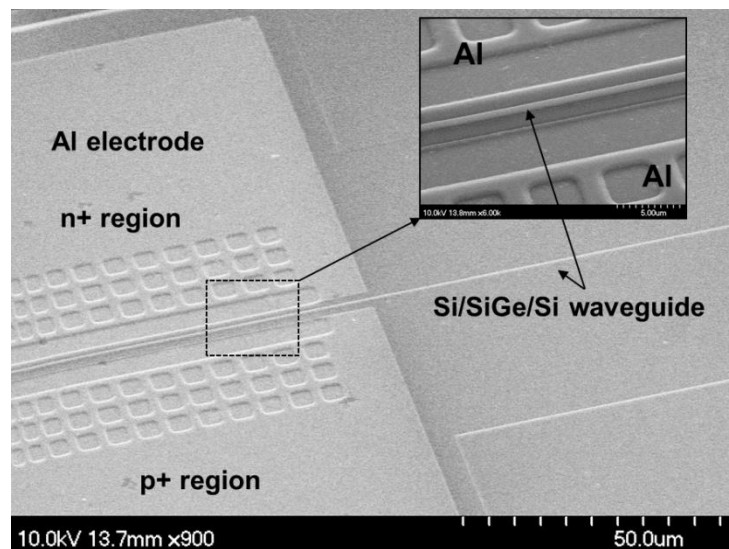
キャリア注入型歪SiGe光変調器



- 歪SiGeを用いることで、プラズマ分散効果が増大することを実験的に明らかにした
- Siと比較して、変調効率が2倍程度になることを実証
- 消費電力も1/3程度に低減



接合構造最適化による性能向上



- 横方向接合位置をEB描画装置を用いて最適することで、変調効率をさらに改善
- 20dB減衰に必要な電流は20 mA程度まで低減
- 変調帯域もSiと比較して、1.5倍程度になることを実証

まとめ

- 歪SiGeを用いることでプラズマ分散効果が増大することを提案
- 歪SiGe量子井戸を用いた MOS型光変調器で既報告のSi変調器の10倍程度の高効率変更が可能であることを理論的に予測
- キャリア注入型歪SiGe光変調器において、歪SiGe中におけるプラズマ分散効果増大を実証。
- 変調効率増大、消費電力低減を実証
- 高速動作にも適することを実証

高Ge組成の歪SiGeを用いることで、さらなる変調効率増大が期待。
歪SiGeを用いることで、高効率、省電力、高速な光変調器が実現
可能であることを明確にした。

