

1. 研究室の概要

本研究室は1994年に機械電子工学科のメカノプティクス分野の担当として発足しました。機械系学科の幾つかの再編により、2016年からファインメカニクス専攻（オプトメカニクス分野と改名）に所属しております。一貫して光学用の機械、機械のための光学分野において、マイクロ・ナノ領域の研究を続けてきました。現在、本分野は、羽根・佐々木研究室（教授：羽根一博，助教：佐々木敬，特任助教：コーシク・ニーラム）と金森研究室（准教授：金森義明）で構成され、大学院学生14名、学部生11名、秘書1名、合わせて29名が在籍しています（図1）。羽根、佐々木が主にマイクロ分野、金森が主にナノ分野を担って研究しています。本年度は、羽根が東北大学のマイクロナノマシニング研究教育センター（<http://vbl.mech.tohoku.ac.jp/>）のセンター長を担当し、精密工学会東北支部長を拝命しております。複合分野の関係で、幾つかの学会、研究会で活動していますが、精密工学会分野では光エンコーダ（1996年精密工学会賞）マイクロスキャナ（2015年、2016年学術講演会）などの研究を報告しています。

2. 主な研究内容

2.1 マイクロ分野（主に羽根、佐々木）

光学応用のマイクロ機械を半導体微細加工を用いて製作しています。本分野の最近の話題は、図2に示すレーザ走査ディスプレイや自動運転用レーザ距離センサの走査マイクロミラー（スキャナ）です。同図にSiマイクロマシニングにより製作した2軸スキャナの例を示します¹⁾。それらの応用に適したデザインで幾つかのスキャナを報告し

ています²⁾。また、スキャナの医用応用として、図3に示すスマートグラス型の眼底検査装置を研究しています³⁾。ヘッドマウント型レーザ走査ディスプレイで、網膜からの反射光を測定する方式で、一人でもビデオを見ている間に計測します。知らぬ間に進行する緑内障の簡易検査を目指しています。

マイクロ機械の光応用として、光通信における光路切り替えスイッチの開発が再び注目されています。巨大化するデータセンター内のデータ移動に、消費電力の大きいパケット伝送に替えて光スイッチが有望視されています。図4は、Si導波路カップラーを用いた光スイッチです⁴⁾。3個の静電くしアクチュエータにより、カップラーの間隙を変えて

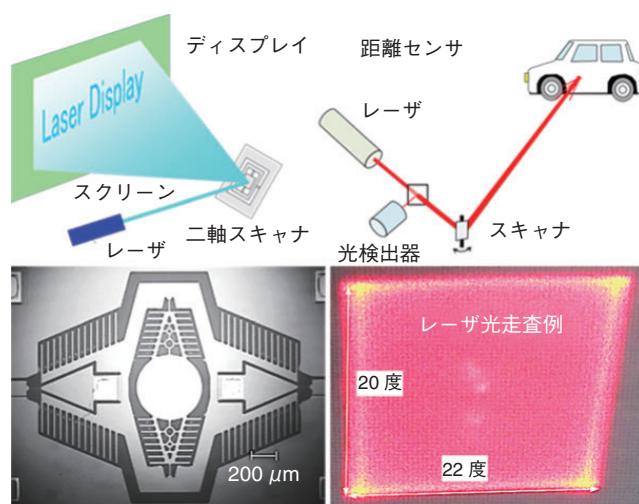


図2 スキャナの実用例および製作結果と走査例¹⁾



図1 研究室の花見にて

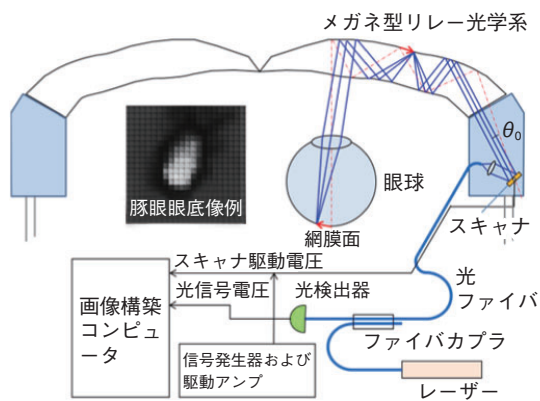
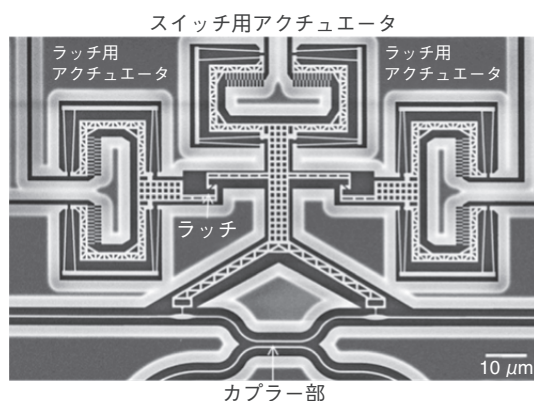
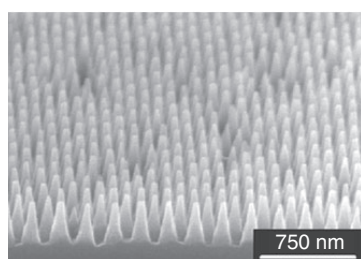


図3 スマートグラス型眼底検査装置³⁾

図4 Si導波路カプラースイッチ⁴⁾図5 Si基板表面の反射防止格子⁵⁾

光路を切り替え，機械式ラッチにより状態を保持できます。

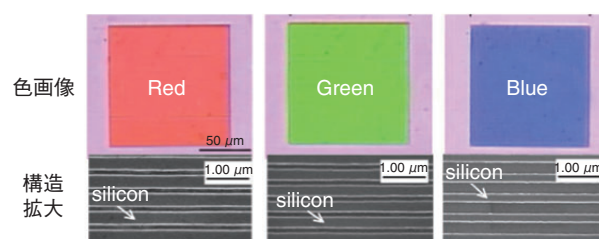
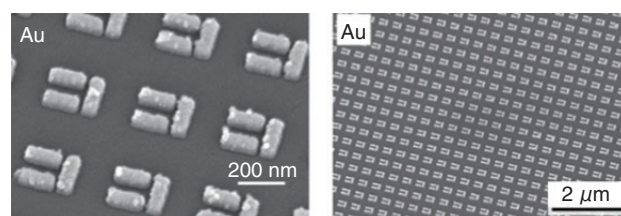
2.2 ナノ分野（主に金森）

波長程度，あるいは波長より小さい構造を形成することで，新しい光学デバイスが実現できると期待されています。半導体微細加工および精密機械加工を利用して，メタマテリアルおよび生物模倣ナノ光学素子の研究に取り組んでいます。

ガの眼の表面にはナノ格子により無反射構造が形成されています。図5は，この構造を模倣したもので，Si基板の表面反射を低減しました⁵⁾。同様の構造で，発光ダイオードの光取り出し効率も向上できます。

クジャクの鮮やかな羽根の色はナノ構造が発生する色（構造色）です。図6は石英基板に形成したSi微細格子で，色素を用いないカラーフィルタを実現しています⁶⁾。構造の調整で多彩な発色が可能です。

メタマテリアルは波長よりも小さな構造を単位素子とした人工光学材料で，自然界に存在しない光学応答も実現で

図6 石英基板上Si格子によるカラーフィルタ⁶⁾図7 電磁誘起透明化メタマテリアル⁷⁾

きます。特に金属中の電子振動を用いるプラズモニックメタマテリアルは，近年注目されています⁷⁾⁸⁾。図7は金のサブミクロンパターンで形成された電磁誘起透明化メタマテリアルと呼ばれる構造です⁷⁾。吸収帯の中の特定波長で透過帯が生じるフィルタ特性を発生させることができます。

3. おわりに

メカノプティクスを担当し，数多くのマイクロ・ナノ機械デバイスを提案，製作してきました。これまで研究開発に関わってくれた学生，研究者の方々に感謝申し上げます。今後，IOTなど情報技術とセンサの融合が期待されています。光学応用の分野で貢献できることを願っています。

参考文献

- 1) H.M. Chu et al.: J. Vac. Sci. Technol., **29** (2011) 042001.
- 2) K. Nakazawa et al.: J. MEMS, **26** (2017) 440-447.
- 3) T. Sasaki et al.: Int. Conf. Nanotechnology, (2016) 923-924.
- 4) S. Abe et al.: Photon Technol Lett. **25** (2013) 675-677.
- 5) Y. Kanamori et al.: Opt. Lett., **24** (1999) 1422-1424.
- 6) Y. Kanamori et al.: Photon Technol. Lett., **18** (2006) 2126-2128.
- 7) R. Hokari et al.: J. Opt. Soc. Am. B, **31** (2014) 1000-1005.
- 8) Y. Moritake et al.: Sci. Rep., **6** (2016) 33208.