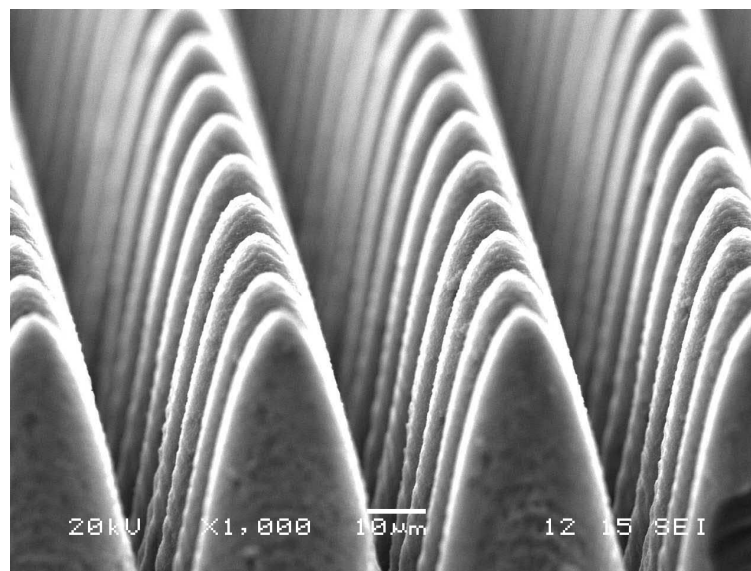




次世代通信帯域用 モスアイ型反射防止構造

名古屋工業大学 工学専攻
物理工学系プログラム
准教授 小野 晋吾

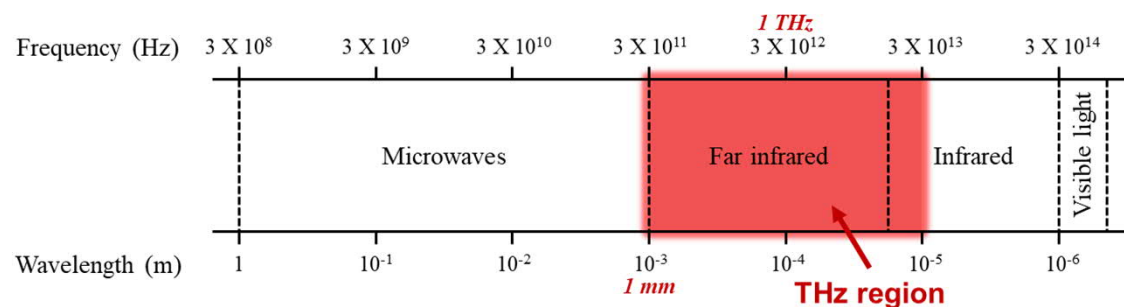
次世代通信帯域での 表面反射によるパワー損失を 大幅に低減できる技術



社会背景と技術的課題

周波数0.1-10THzの電磁波(テラヘルツ波)は、2030年の実用化が見込まれる6G通信を含む次世代の高速無線通信などへの応用が期待されています。このテラヘルツ波の発信・受信デバイス、レンズや窓材などの光学素子として、シリコンなどの半導体材料が用いられますが、非常に高い屈折率を持つため、材料表面での1回の反射損失により、テラヘルツ波は、30%以上のパワーを失ってしまいます。

この課題を解決するため、コーティングやモスアイ構造などの反射防止面の開発が行われています。



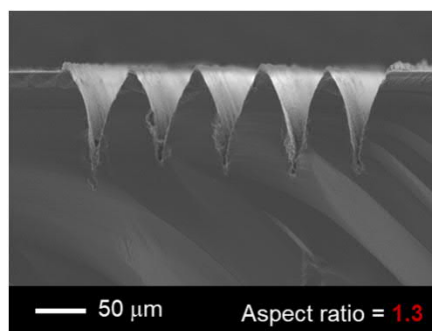
Material	Refractive index @ 1 THz	Power reflectance
LiNbO ₃	6.72	54.9%
Ge	4	36.0%
InAs	3.84	34.4%
GaAs	3.63	32.3%
InP	3.54	31.3%
Si	3.42	30.0%
Sapphire	3.07	25.9%
SiO ₂	2	11.1%

本技術の特徴 1

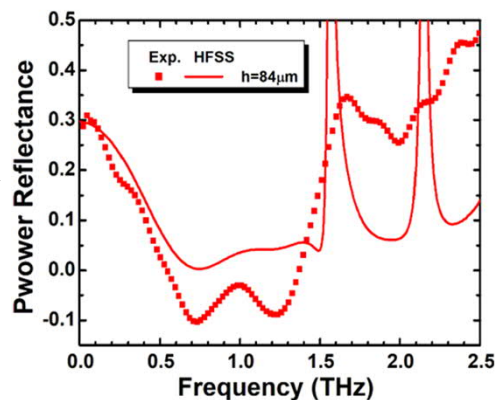
- ・ 広帯域で低反射損失なモスアイ構造

→ 超短パルスレーザーで加工したモスアイ構造は、およそ0.5から1.5THzの幅広い周波数帯域で反射率をゼロ付近まで低減することができます。

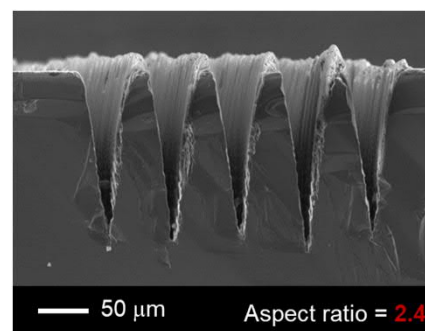
アスペクト比1.3のモスアイ構造



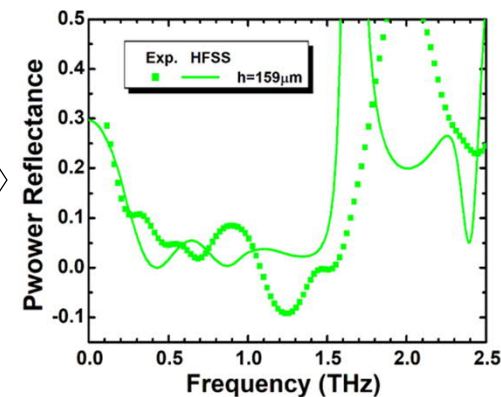
パワー反射率



アスペクト比2.4のモスアイ構造



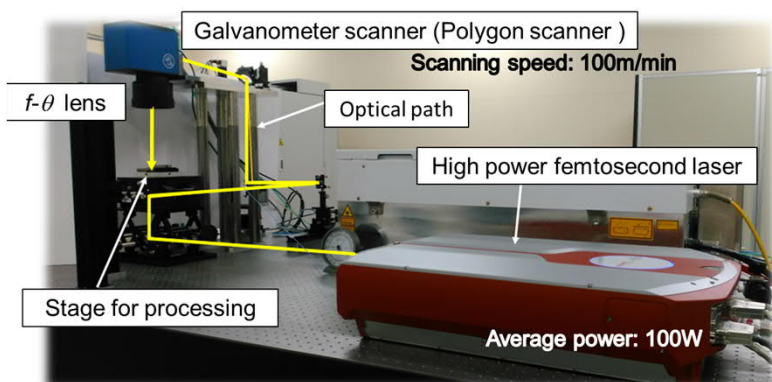
パワー反射率



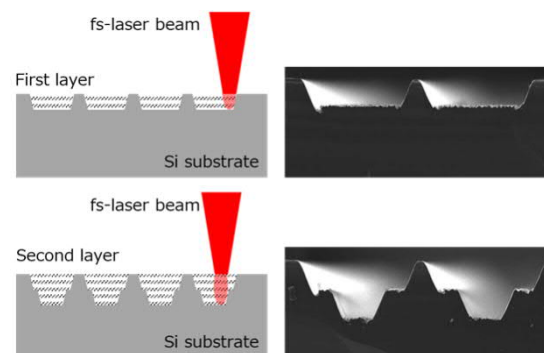
本技術の特徴 2

- ・ 高アスペクトでフレキシブルな形状のモスアイ構造
→ 超短パルスレーザー加工の採用で、高速な深溝加工が容易になり、高アスペクト比構造で断面形状を自由に設計できるようになりました。

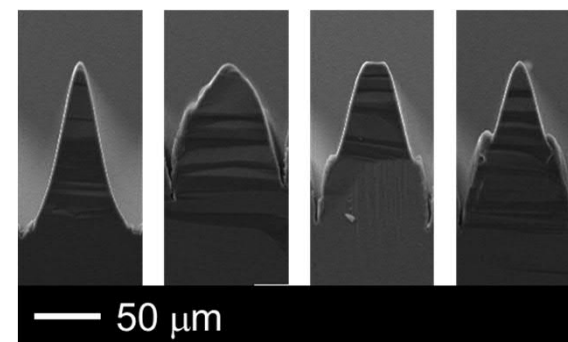
高出力超短パルスレーザーを用いた
高速・高精度加工機



レーザー彫刻



様々な断面形状の微細構造



経済産業省 戦略的基盤技術高度化事業 (2017-2019)
“自動車摺動部品の低摩擦と生産性を両立する精密加工装置の開発”

Opt. Lasers Eng., 142, 106584 (2021)

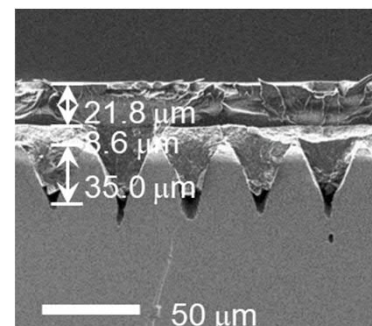
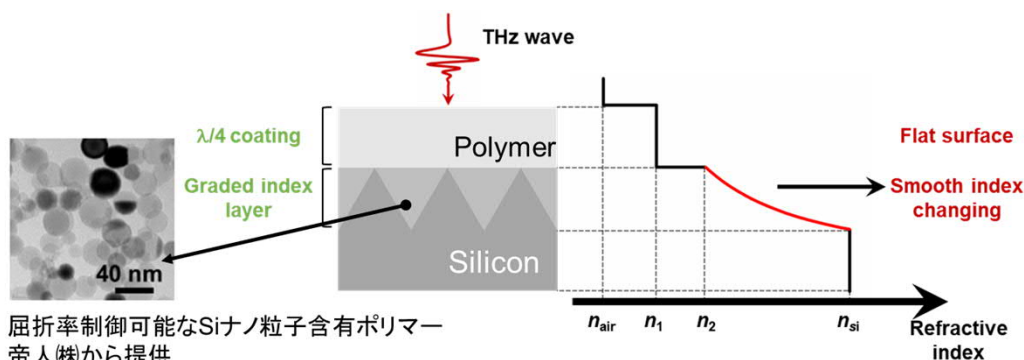
(株)タマリ工業, 名古屋工業大学

本技術の特徴 3

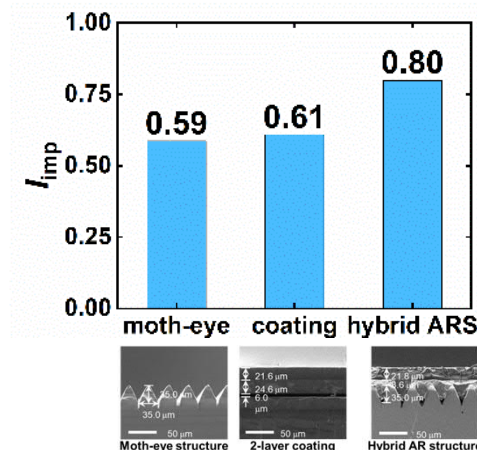
・ 壊れにくく ・ 掃除のしやすいモスアイ構造

→ 従来、脆性材料の微細構造であるモスアイ構造は破損しやすく、すき間にゴミが溜まりやすかったのですが、すき間を埋めて反射防止コーティング技術と組み合わせることで、反射防止性能を向上させたうえで、これを解決しました。

モスアイと $\lambda/4$ 波長反射防止コーティングを組み合わせたハイブリッド構造



反射率改善度



Opt. Lett., 46, 3761 (2021)

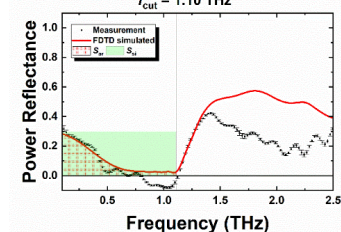
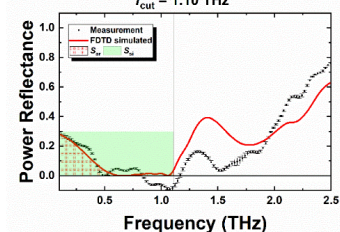
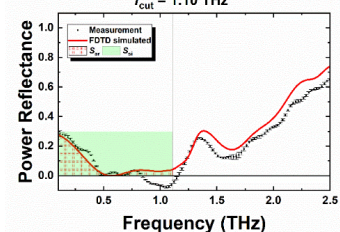
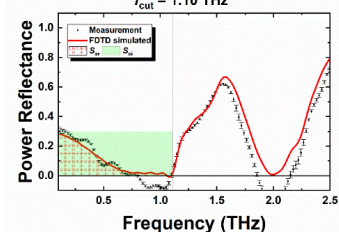
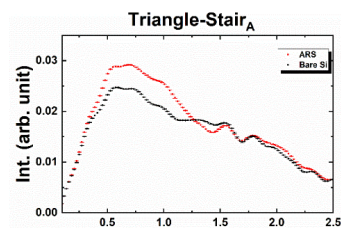
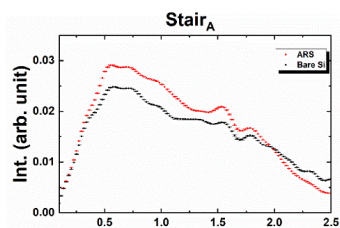
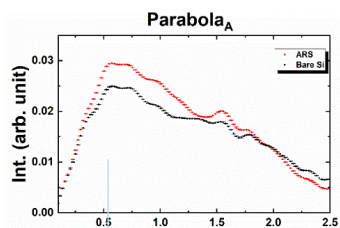
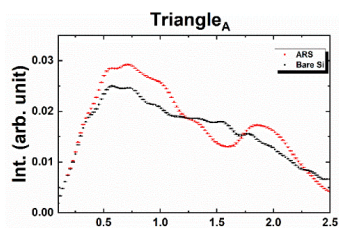
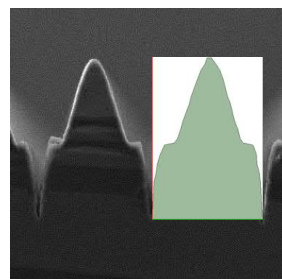
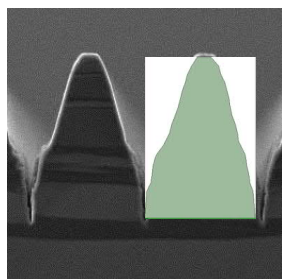
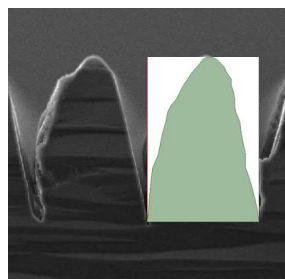
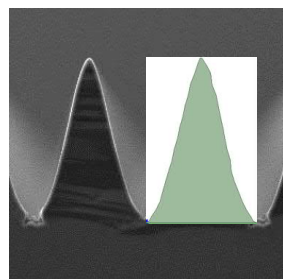
従来技術との比較

	1/4 波長 コーティング	多層膜 コーティング	モスアイ構造	モスアイ構造 + 1/4 波長コーティング
機械的強度	○	○	×	○
反射防止帯域	×	○	○	○
素材の制限	○	△	○	○
サイズ・重量	○	×	○	○

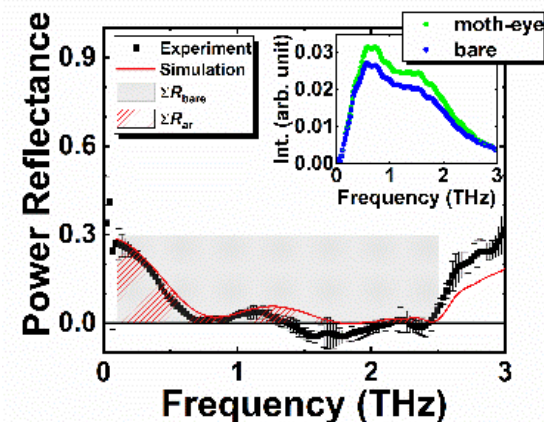
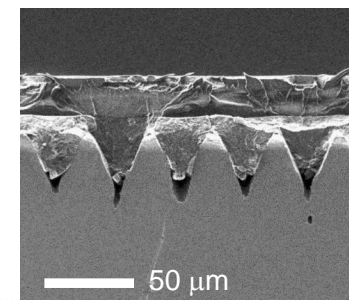
テラヘルツ波は可視光などに比べて波長が長いので、多層膜コーティングは厚みが必要になります。そのため、重量やコーティング材料の吸収が問題になります。モスアイ構造は、材料に直接形成可能なので、この問題を解決できるうえ、材料の制限もなくなります。

具体的な取り組み

モスアイ構造の断面形状による反射防止特性制御



ハイブリッド構造の反射特性



高精度なレーザー彫刻技術で種々の断面形状を作り出すことで、モスアイ構造の反射防止特性をフレキシブルに制御可能です。さらに、 $\frac{1}{4}$ 波長コーティングを組み合わせることによって、反射防止性能の向上とともに、十分な機械的強度を確保できます。

求める連携先・メッセージ

他にもレーザーを用いた耐摩耗や撥水などの表面改質技術や、光センサ用コーティング技術の開発にも取り組んでおり、レーザープロセッシング関連技術を得意とする研究室ですので、お問合せください。

本技術に関する情報

試作品の状況

提供可

※提供の際は諸手続が必要となるため、下記問合せ先までご連絡願います。

研究フェーズ



文献・特許の情報

- “Femtosecond-laser-fabricated periodic tapered structures on a silicon substrate for terahertz antireflection” Appl. Opt. 58, 9595 (2019)
- “Profile control of femtosecond laser-fabricated moth-eye structures on Si substrate” Opt. Lasers Eng., 142, 106584 (2021)
- “Polymer-coated moth-eye hybrid structure for broadband antireflection in the terahertz region” Opt. Lett., 46, 3761 (2021)

【お問合せ】

名古屋工業大学 産学官金連携機構

〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町字木市29番

TEL:052-735-5627

E-mail: nitfair@adm.nitech.ac.jp

URL: <https://technofair.web.nitech.ac.jp/>