

フェムト秒レーザーを用いた微細加工

2020年11月

名古屋工業大学 工学専攻

物理工学系プログラム

助教 宮川 鈴衣奈

従来技術とその問題点

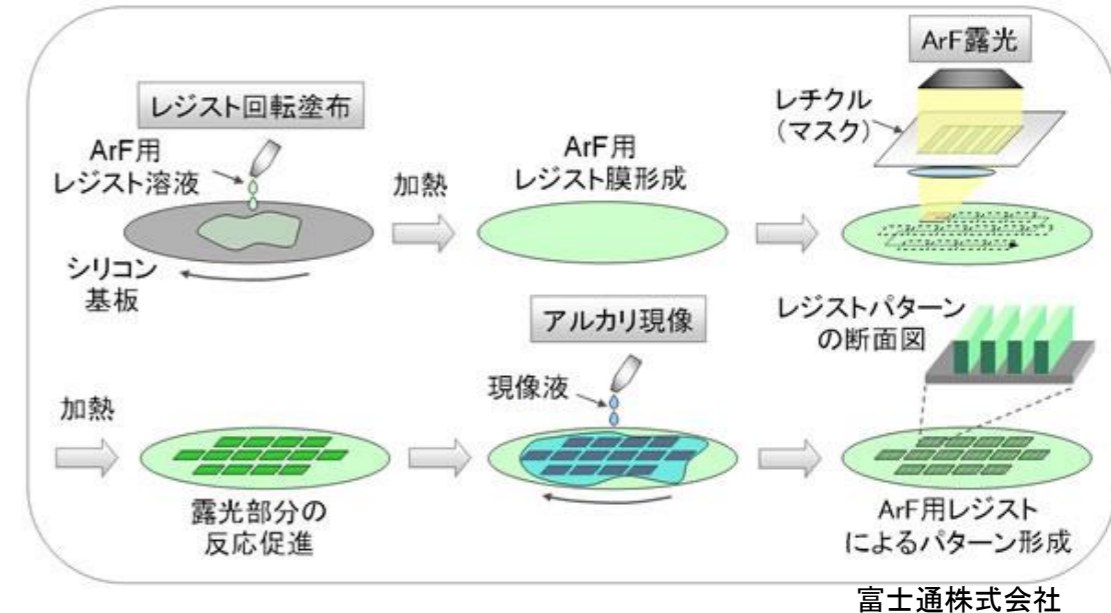
微細加工に求められることと課題

- 微細化
- プロセスの簡易さ
- 被加工物へのダメージ, カーブロス

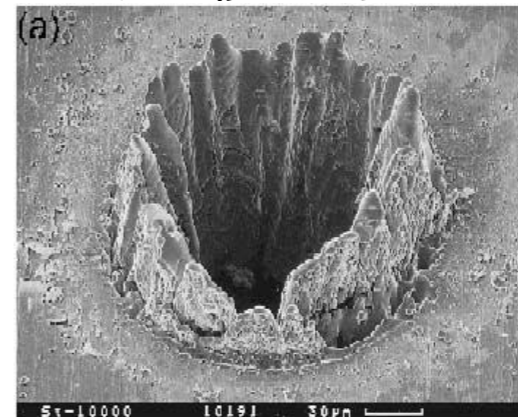
レーザー加工の課題

- 熱影響領域 (HAZ) の発生
→ 超短パルスレーザーにより
熱ダメージの抑制
- 波長の制限による微細化の限界

リソグラフィプロセス



ナノ秒レーザー



フェムト秒レーザー



B. N. Chichkov, Appl. Phys. A 63(1996)109

新技術の特徴・従来技術との比較

従来の微細加工技術における
「微細化」, 「ダメージ抑制」
の両方を改善する新たな加工技術

レーザー誘起周期構造 (LIPSS)

波長の $\sim 1/20$ の微細構造

メカニズム解明から自在制御に
取り組んでいる

各微細加工技術の特徴

	リソグラフィ	切削加工	レーザー加工
微細化	○	×	△/○
プロセスの簡易さ	×	○	○
被加工物へのダメージ	×	△	○
	<ul style="list-style-type: none"> •X線や電子線により, ナノレベルの制御 •マスク形成の微細化が重要 	<ul style="list-style-type: none"> •微細化と制度は工具の性能と状態に依存 •~サブミクロン制御 	<ul style="list-style-type: none"> •微細化は波長により制限 →LIPSSにより波長の制限超 •非接触での形成

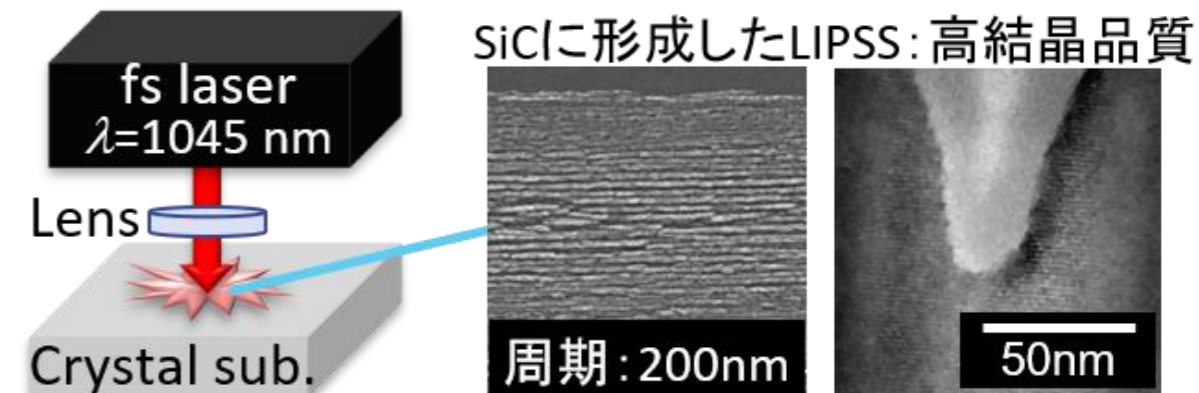
新技術の特徴・従来技術との比較

レーザー誘起周期構造

(Laser-Induced Periodic Surface Structures: LIPSS)

本技術は、従来技術の課題であった「微細化」「煩雑なプロセス」「材料へのダメージ」を改善する。

- 波長より短い周期の構造形成により、波長の制限を超える微細化が可能になった
- 従来のナノ構造形成技術より、被加工材料へのダメージが抑制でき、材料物性を活かした加工を可能にする

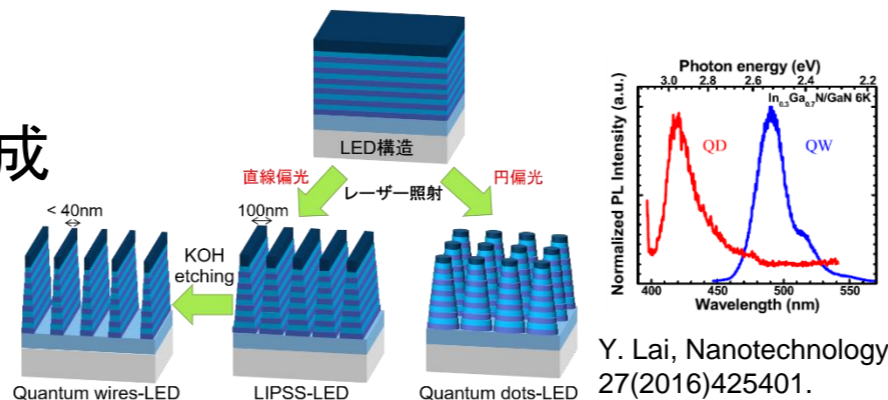


想定される用途・実用化イメージ

量子デバイス

トップダウン式でのナノ構造形成

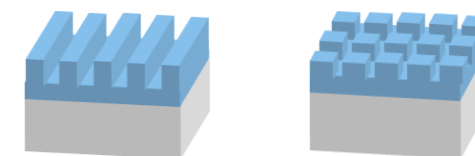
- ・ 発光波長のブルーシフト
- ・ 発光効率の向上
- ・ バンドギャップワイドニング



Y. Lai, Nanotechnology 27(2016)425401.

バイオマテリアル

微細構造形成による
細胞挙動の制御



タンパク質吸着

親・疎水性

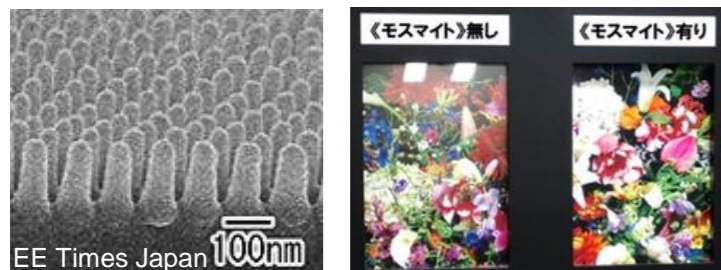
細胞応答

- ・ 骨修復
- ・ 創傷治癒

回折, 屈折, 反射

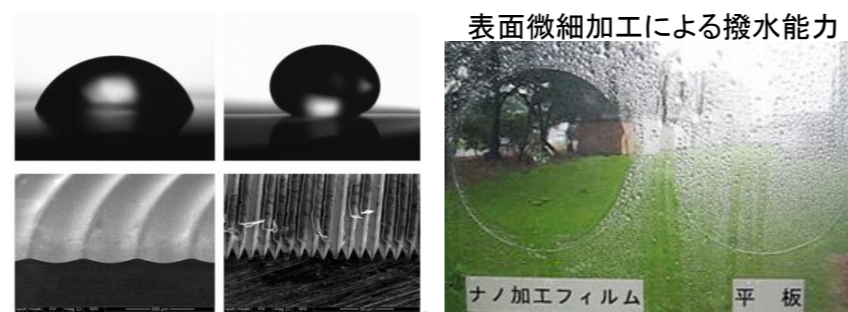
周期構造形成

サブ波長→反射加工, 回折格子
波長程度→フォトニック結晶



濡れ性

物理・化学的構造



機密工学会誌 74 (2008) 780. 三菱レイヨン

ナノ構造形成による, デバイスの特性向上や新たな機能発現

実用化に向けた課題

被加工材料によって結晶品質，周期が異なることを明らかにしている。
詳細な自在制御が今の課題である

- 今後，周期と結晶品質を決定付けるパラメータを明らかにする。
- 周期の自在制御を可能にする。

	SiC	GaN	Sapphire	Si	GaAs
<i>P & f</i> of laser	0.5W, 1000kHz	0.1W, 100kHz	4W, 1000kHz	0.075W, 100kHz	0.2W, 100kHz
BF-TEM					
DF-TEM					
Model					
Period	200 nm	200-250 nm	200-300 nm	650 nm	60,450,700nm

LIPSSの形成制御

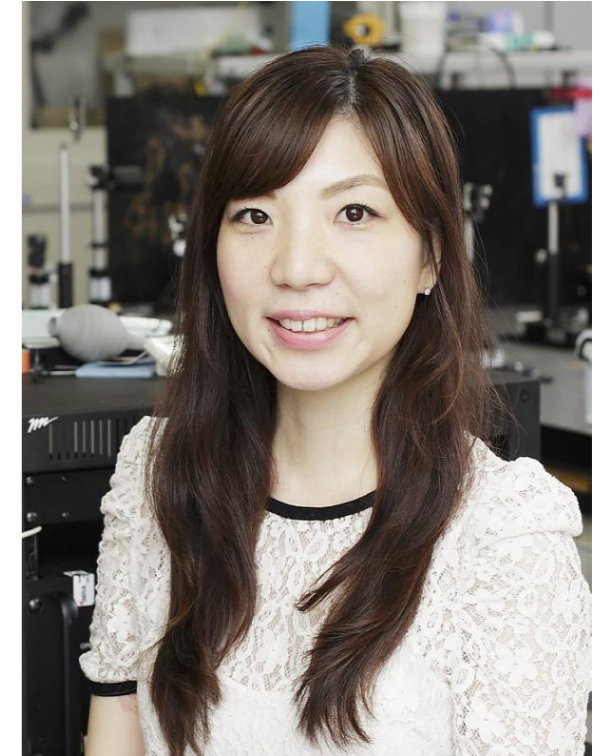
- ✓ LIPSS周期の積極的制御
- ✓ 結晶状態制御への挑戦

LIPSS形成のダイナミクス理解

- ✓ 光と物質との相互作用の理解

求める連携先とメッセージ

- **微細加工を応用させるデバイスを扱う技術を持つ企業との共同研究を希望**
- **また、光と物質との相互作用をその場観察できる技術を持つ企業との共同研究により、新たな物理の解明にも努めていきたい。**



本技術に関する情報

試作品の状況

提示可

※提供の際は諸手続が必要となるため、問合せ先までご連絡願います。

文献・特許の情報

- R. Miyagawa, Y. Ohno, M. Deura, I. Yonenaga and O. Eryu, Jpn. J. Appl. Phys. 57, 025602 (2018)
- R. Miyagawa and O. Eryu, Jpn. J. Appl. Phys. 58, SCCB01 (2019)
- R. Miyagawa, K. Goto and O. Eryu, Phys. Stat. Solidi (C), 14 1700224 (2017)

研究フェーズ



【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 FAX:052-735-5542

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

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