

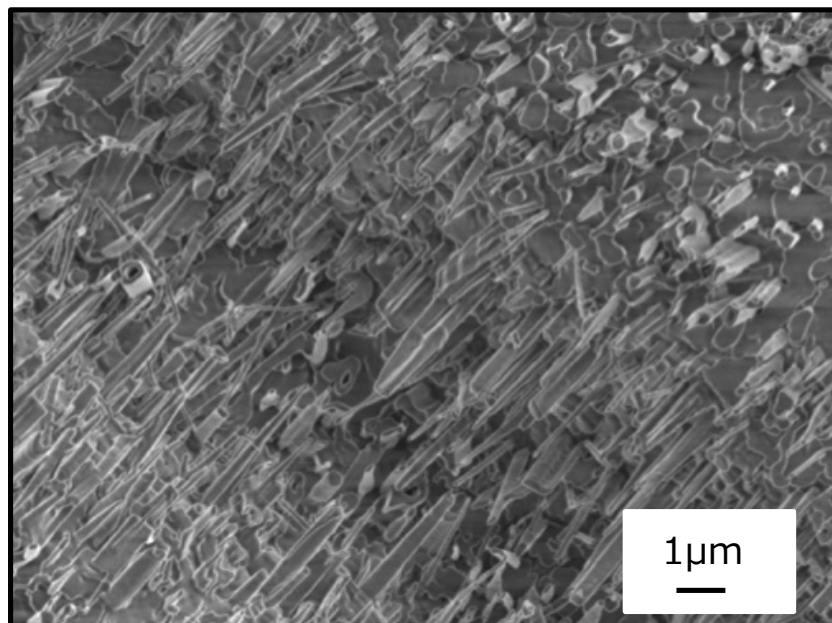
立体物へマイクロオーダの 微細点状ランダムパターン 一括形成技術

2022年11月10日

東京電機大学 工学部 先端機械工学科
教授 小林 宏史

- ・技術背景
- ・本発明の概要
- ・スペckル光リソグラフィ技術について
- ・特許技術の紹介（原理と現状検討結果）
- ・まとめ（実用化に向けた課題）
- ・企業への期待 ／ 本技術への問い合わせ

技術背景 (1/2)



表面のSEM観察結果（微細構造）



植物の葉（撥水性）

離型性

~10μm

撥水性

~1μm

抗菌

100nm以下

反射防止

100nm以下

パターンサイズ大

パターンサイズ小

微細構造によって様々な表面特性を付与

技術背景 (2/2)

■従来の加工技術の問題点（一例）

フェムト秒レーザー加工技術を利用

微細構造寸法：直径数マイクロの穴
規則正しい配列



微細加工の効果：「摩擦・摩耗低減」
「凝着力低減」
「生体親和性向上」

加工面積：小 時間：長 装置コスト：高 が問題
数 mm² 数時間 数千万円

■新しい加工技術

スペックル光を用いたリソグラフィ技術の研究開始

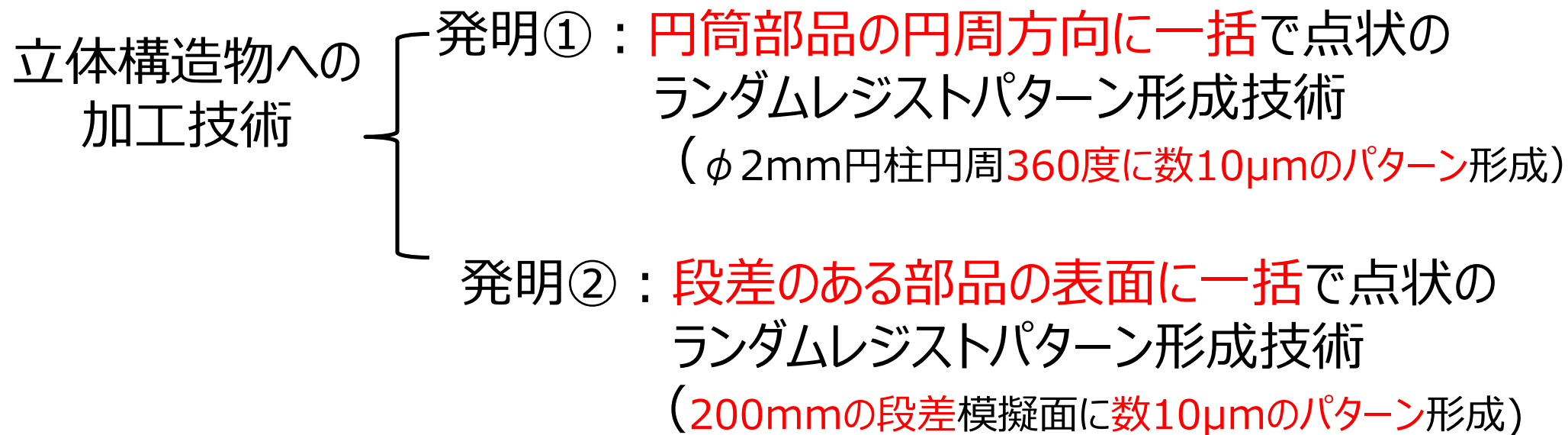
本発明の概要

■ スペックル光リソグラフィ技術とは

部品表面に数十 μm ～数 μm の点状ランダムパターンを形成可能

■ 本発明のポイント

スペックル光リソグラフィ技術を応用した発明



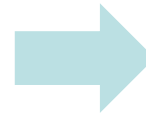
■ 微細加工の適応先（想定される用途）

分野：工業製品、医療関連器具、エンジン等

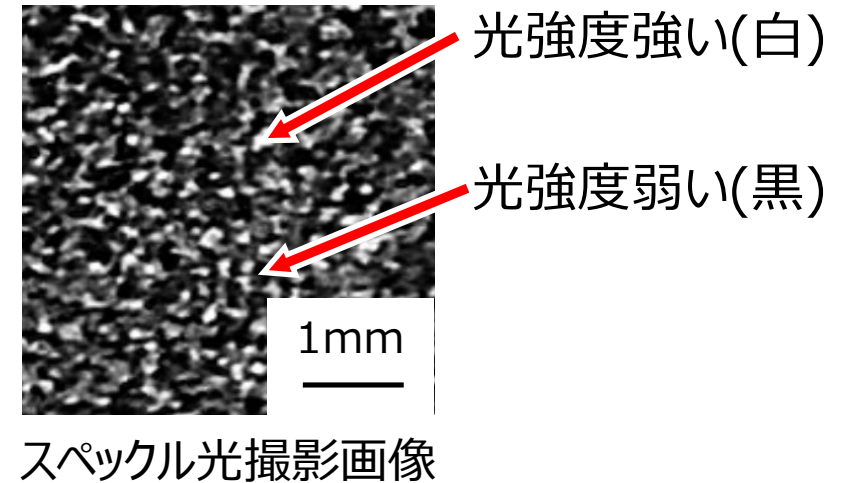
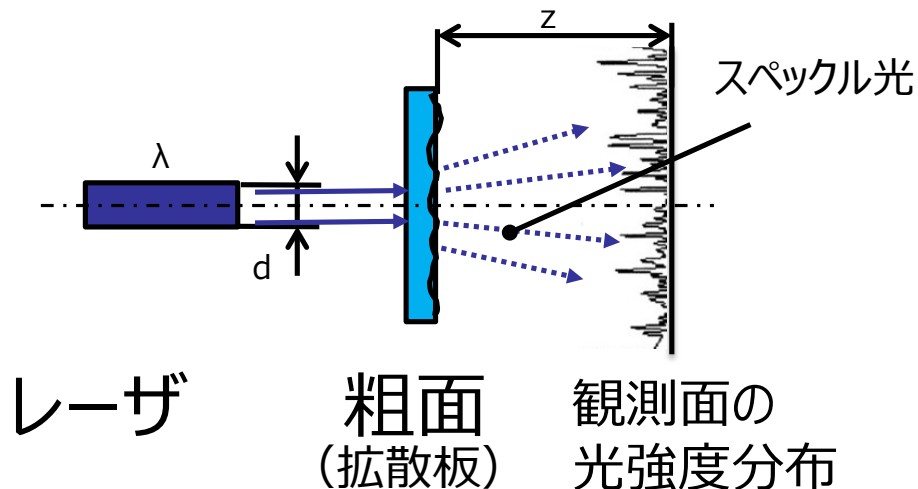
キーワード：工業部品、表面処理、撥水加工、バイオミメティクス

■ スペックル光とは

レーザ + 粗面



斑点状の光強度
パターンが発生



スペックル光1つのサイズの関係式

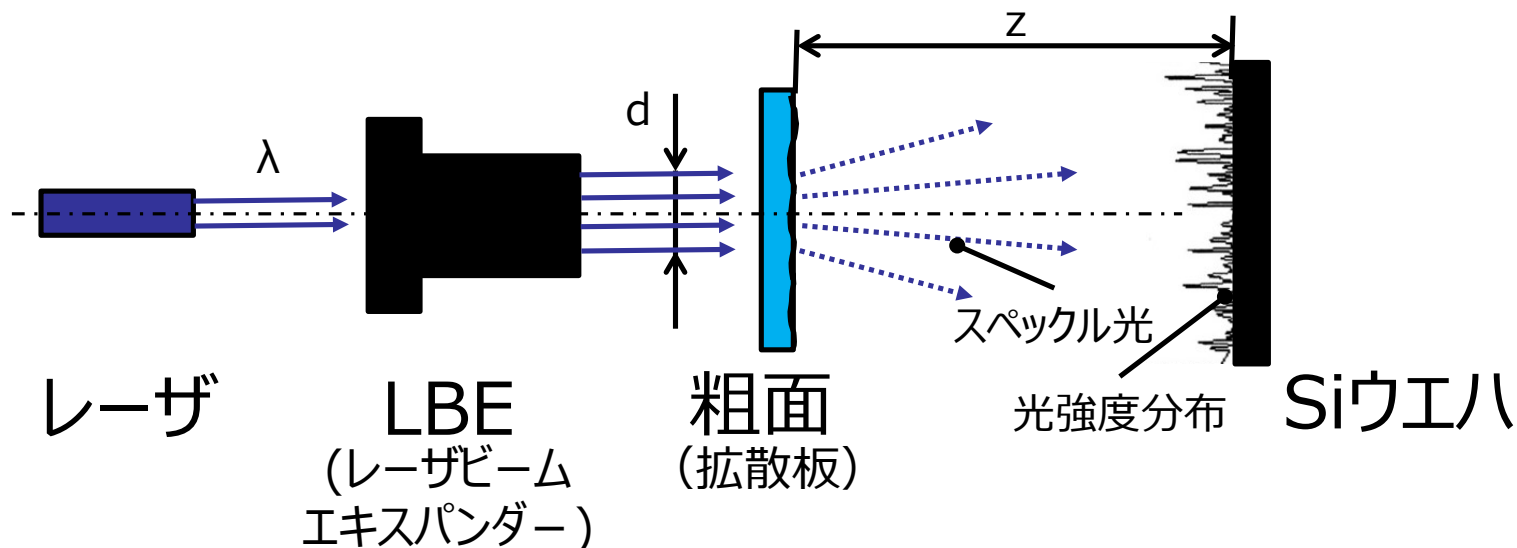
$$x \propto \frac{\lambda z}{d}$$

x : スペックル光1つのサイズ
d : 照射ビーム径
λ : レーザの波長
z : 拡散板-観測面距離

スペックル光リソグラフィ技術について (2/3)

■スペックル光の不規則な光強度変化を光リソグラフィに適用

原理



縮小投影レンズを用いずに微細パターン形成可能

レジストパターンサイズと露光パラメータの関係

$$R \leftrightarrow A \frac{s \lambda z}{d} t$$

(相関)

A : レジスト特性

t : 露光時間

s : 表面粗さ・散乱特性

x : スペックル光1つのサイズ

d : 照射ビーム径

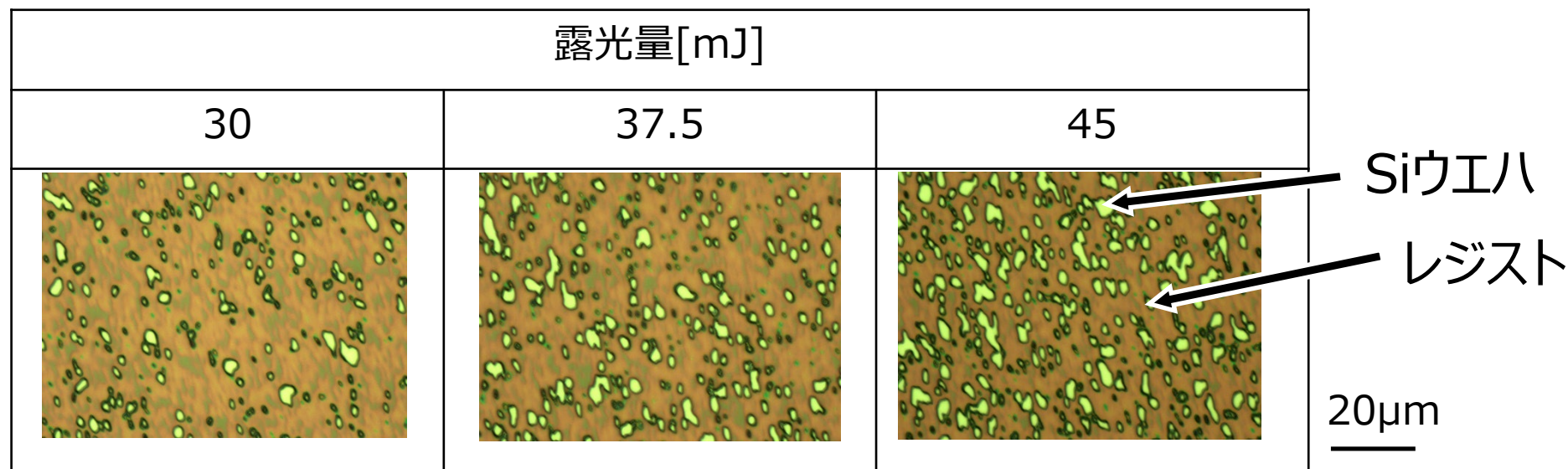
λ : レーザの波長

z : 拡散板-観測面距離

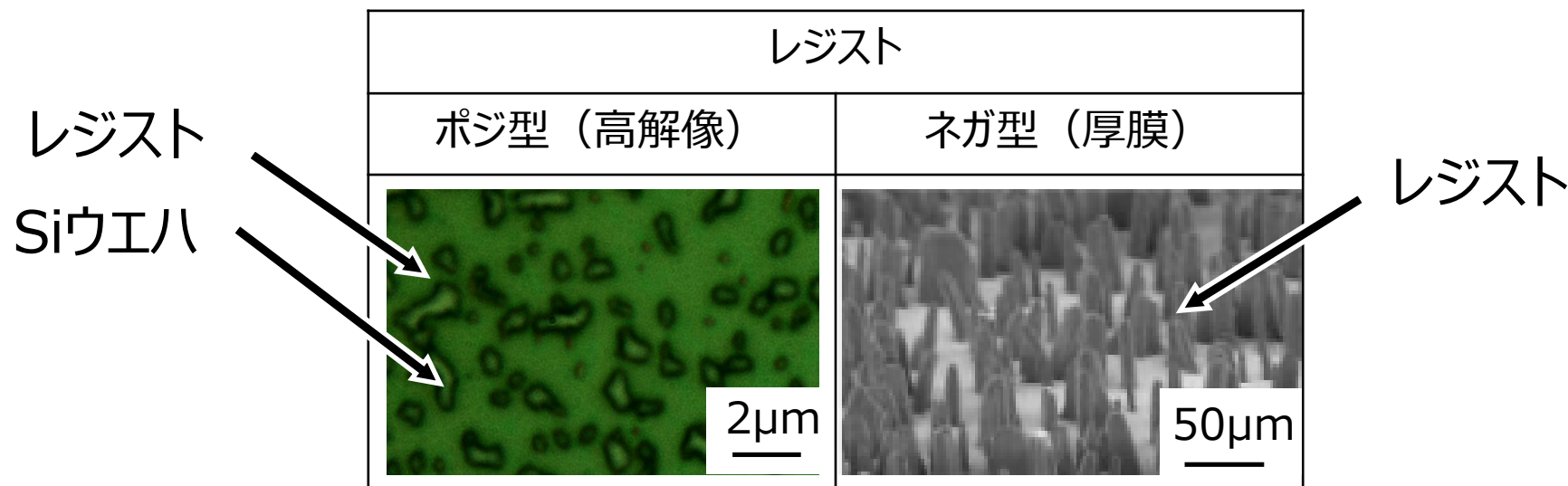
露光時間など複数のパラメータで、パターンの大きさや密度をコントロール可能

スペックル光リソグラフィ技術について (3/3)

■ 露光量によるランダムレジストパターンのコントロール（一例）



■ レジスト（感度や厚み）の違いによるパターン形状



特許技術の紹介

■ スペックル光リソグラフィ技術を応用した発明

- 立体構造物への加工技術
- 発明①：円筒部品の円周方向に一括で点状のランダムレジストパターン形成技術
 - 発明②：段差のある部品の表面に一括で点状のランダムレジストパターン形成技術

特許技術の紹介

■ スペックル光リソグラフィ技術を応用した発明

立体構造物への
加工技術

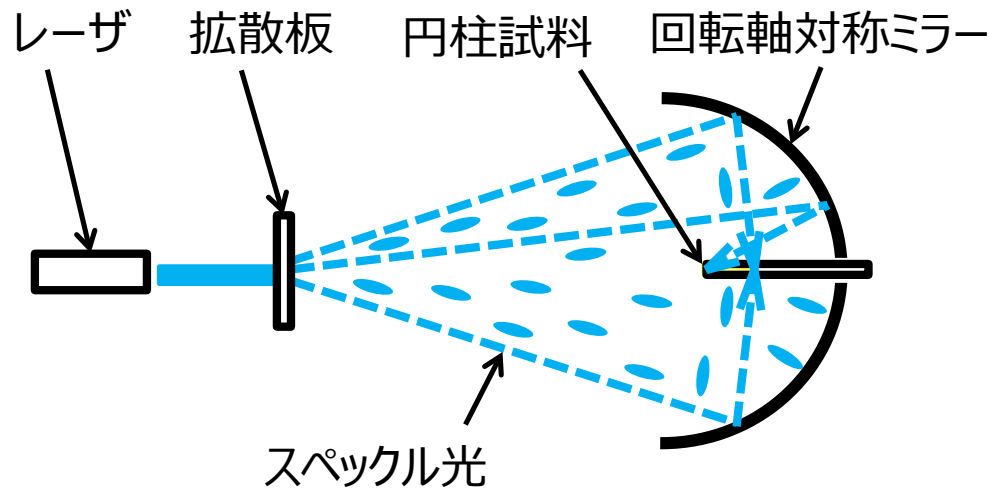
発明①：円筒部品の円周方向に一括で点状の
ランダムレジストパターン形成技術

発明②：段差のある部品の表面に一括で点状の
ランダムレジストパターン形成技術

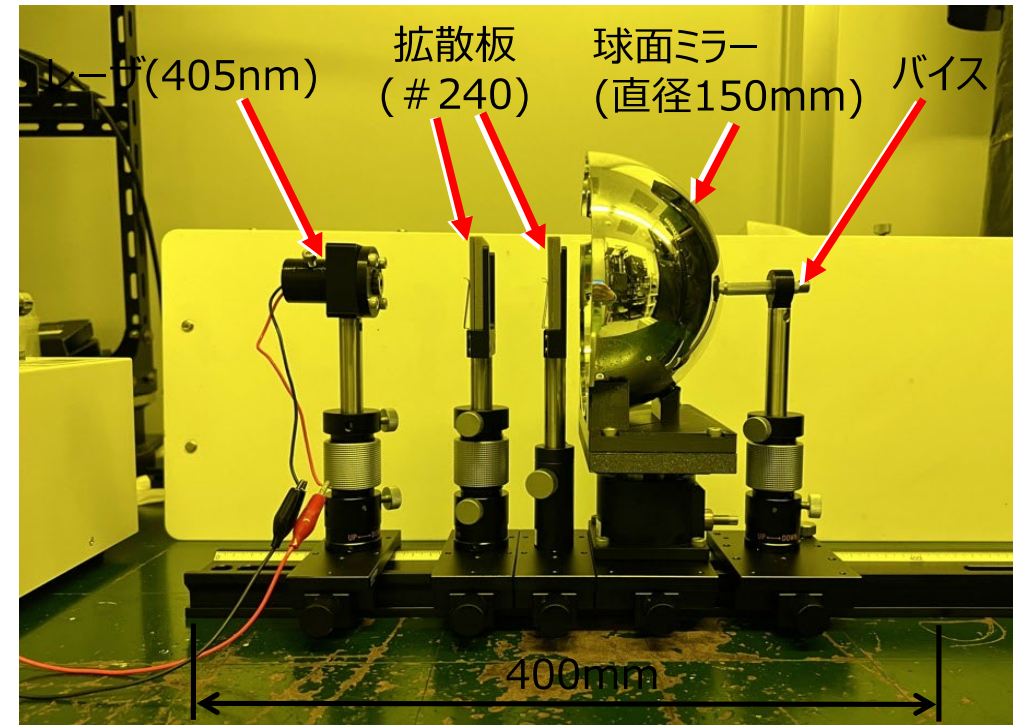
特許技術の紹介 (発明①)

発明①：円筒部品の円周方向に一括で点状ランダムレジストパターン形成技術

原理構成



実験装置



レーザを拡散板に照射して発生させたスペックル光を、回転軸対称ミラーに反射。円柱試料を光軸上い置くことで試料表面に一括でレジストパターンを形成。

特許技術の紹介 (発明①)

パターン形成結果 (検討継続中)



露光時間	試料観察方向			
	0°	90°	180°	270°
40s				

50μm

試料表面
レジスト
パターン

露光領域先端部(1.5mm~2.0mm)の円周方向全面にランダムな形状、大きさ、配置のレジストパターンを形成

特許技術の紹介

■ スペックル光リソグラフィ技術を応用した発明

立体構造物への
加工技術

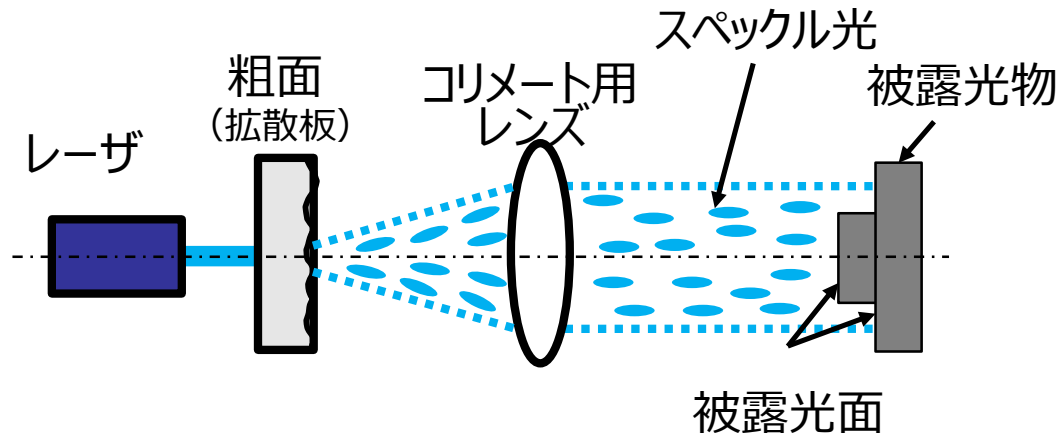
発明①：円筒部品の円周方向に一括で点状の
ランダムレジストパターン形成技術

発明②：段差のある部品の表面に一括で点状の
ランダムレジストパターン形成技術

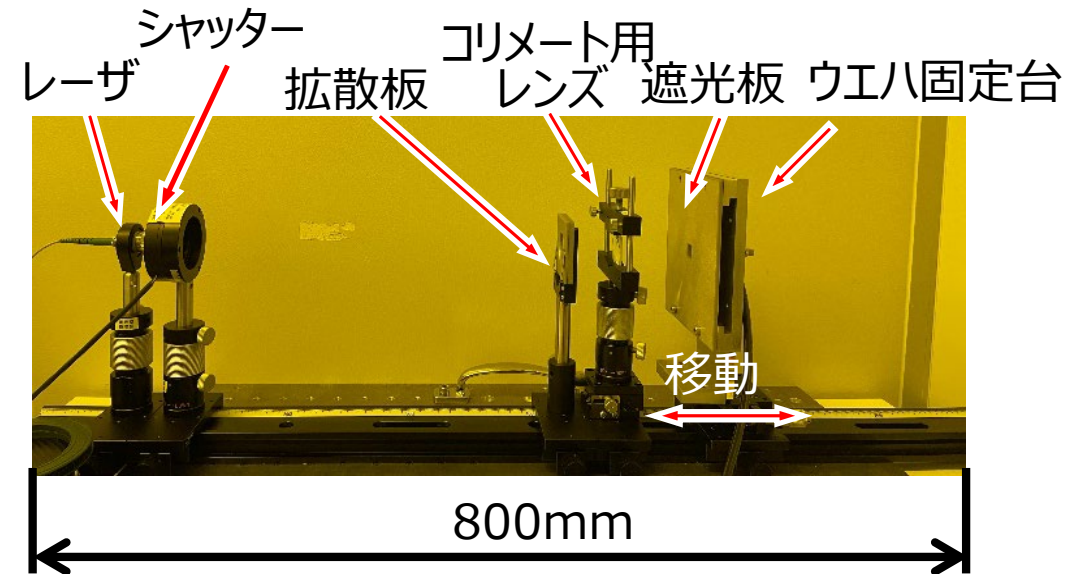
特許技術の紹介 (発明②)

発明②： **段差のある部品の表面に一括で点状ランダムレジストパターン形成技術**

原理構成



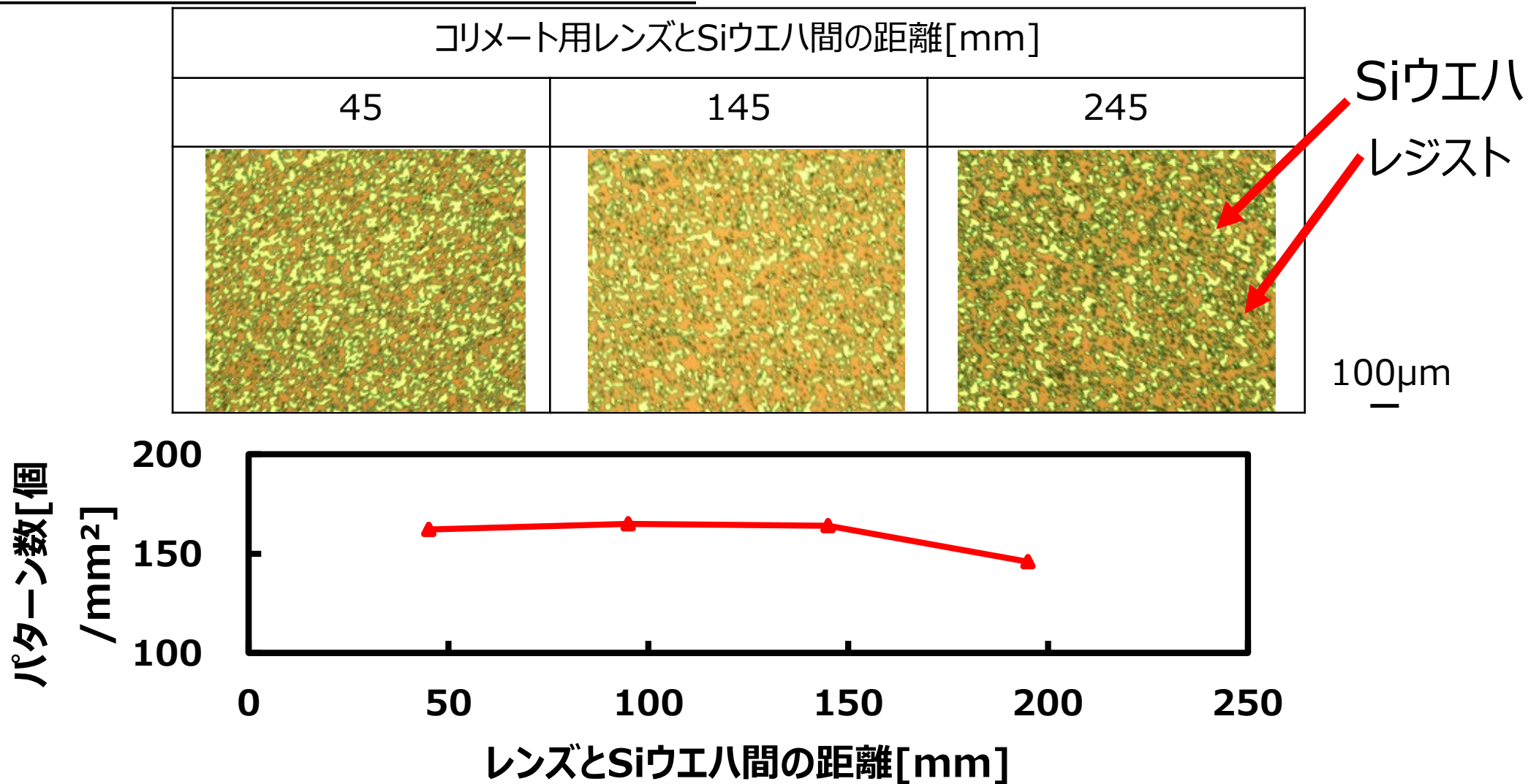
実験装置



スペックル光をコリメート用レンズで平行光にして
段差面に露光することで段差の上段、下段に同時パターン形成。

特許技術の紹介 (発明②)

パターン形成結果 (検討継続中)



- スペックル光によりランダムな形状、配置でパターン形成
- 同一露光時間でウエハを200mm動かしても類似のパターンを形成

まとめと実用化に向けた課題

■ スペックル光リソグラフィ技術を応用した発明を実機で検証

立体構造物への 加工技術

発明①：円筒部品の円周方向に一括で点状の
ランダムレジストパターン形成技術

結果→ 露光領域 (1.5mm程度)の円周方向
全面にランダムな形状、大きさ、配置の
レジストパターンを形成

課題→ 軸方向の光強度ムラの改善による露光領域の拡大

発明②：段差のある部品の表面に一括で点状の
ランダムパターン形成技術

結果→ 最大200mmの段差を想定して
露光実施、数10 μ mのランダムな
レジストパターンを形成可能

課題→ 実利用を想定した段差の露光

想定される用途

- 精密ピペット先端部や医療用メスなどの部品（金属など）表面への微細加工により撥水性を付与。
- インプラント用のボルト表面への微細加工により生体適合性向上。
- 加工機や内燃機関等の部品表面への微細加工によりオイル潤滑性向上。
- 金型の離型性向上。

実用化に向けた課題

- 今後、製作したレジストパターンをマスクとして金属エッチングや型として転写して、撥水性や親水性の機能評価・効果の検証を実施。
- パターンのさらなる微細化により、反射防止や抗菌作用など本加工技術の適応範囲を拡大。

企業への期待

- 本技術または本技術の応用技術に強いニーズを持つ、**企業との情報交換**を希望。
- 簡便・安価な微細加工技術を必要とし、本技術の適応可否に興味がある企業との**継続的な情報共有・共同研究**を希望。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 露光装置
- 出願番号 : 特願2022-131914
- 出願人 : 東京電機大学
- 発明者 : 小林宏史、他

- 発明の名称 : 露光装置
- 出願番号 : 特願2022-131915
- 出願人 : 東京電機大学
- 発明者 : 小林宏史、大井一樹、岩岡友希

東京電機大学

研究推進社会連携センター 産官学連携担当

T E L 03－5284 － 5225

F A X 03－5284 － 5242

e-mail crc@jim.dendai.ac.jp

本研究の一部は東京電機大学総合研究所
一般研究課題Q21T-01として行いました。

ご清聴ありがとうございました。