

機能性を発現させる特殊加工技術の開発

～超音波振動援用によるテクスチャ創成とドリル加工～



Development of Special Processing Technology for Generating Functional Surface and Material



精密加工・機構
機部研

長岡技術科学大学 機械系 (※現、一関高専)
磯部 浩巳、原 圭祐※、辻 尚史、高島孝太

E-mail: isobe163@mech.nagaokaut.ac.jp
TEL: 0258-47-9732
http://iprec.nagaokaut.ac.jp/

機械部品の差別化，機能向上の要求

摺動特性や
起動特性を改善
したい

スムーズな動き
ってイイよね

マイクロテクスチャ
が解決できる？

成形後、二次
加工が必要？

生産性が
落ちることは
ゆるされない

触感も重要な
んだよね

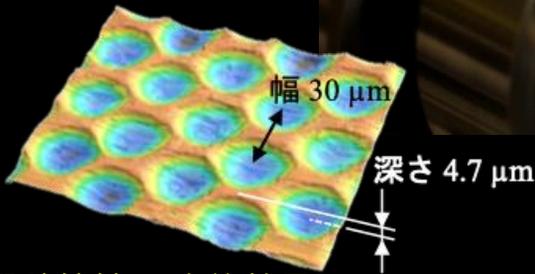
他者とは異なる
製品の見た目

汎用NC旋盤

※既存の工作機械で実現可能
※仕上加工＝テクスチャリング
※その他工作機械や研削，塑性加工
にも応用の可能性

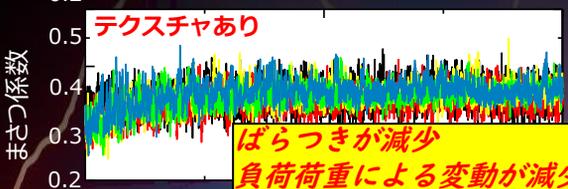
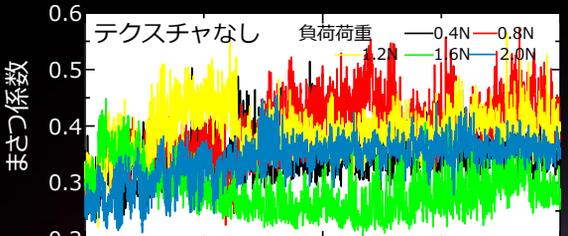
創成されたテクスチャ

切れ刃の運動軌跡が表面に転写²⁾



摺動特性の改善効果

ピンオンディスク摺動試験：28mm/sec, 100cSt³⁾



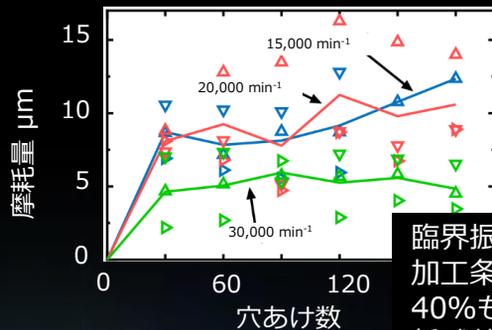
摺動時間 s (摺動距離 m)

旋削（形状創成）の生産性を維持したままテクスチャ（機能性）を付与する加工技術¹⁾

超音波振動する切削工具

※刃物台に設置
※人間には聞こえない(28kHz)
※2μmの微細な振幅

超音波振動援用ドリル加工



臨界振幅以下の加工条件における40%もの工具摩耗低減効果⁴⁾

参考文献

- 1) Takashima et al., J. of Adv. Mech. Design, Sys., and Mfg., 18 (2024) JAMDSM0048.
- 2) 高島ほか，2024年度砥粒加工学会学術講演会 (ABTEC2024) 講演論文集 (2024) B43.
- 3) 磯部ほか，2021年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集 (2021) B0503.
- 4) Tsuji et al., Int. J. Auto. Tech., 16, 5, (2022) p.552

機能性を発現させる特殊加工技術の開発

ガラス内金属析出現象の解明および工学応用への展開



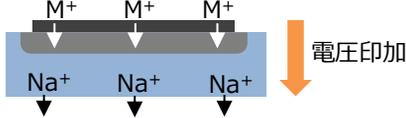
Elucidation of metal precipitation phenomena in glass and its application to engineering

長岡技術科学大学
助教 川村 拓史
教授 磯部 浩己

背景

<固体イオン交換法>

ガラス内部に金属イオンを添加する加工手法



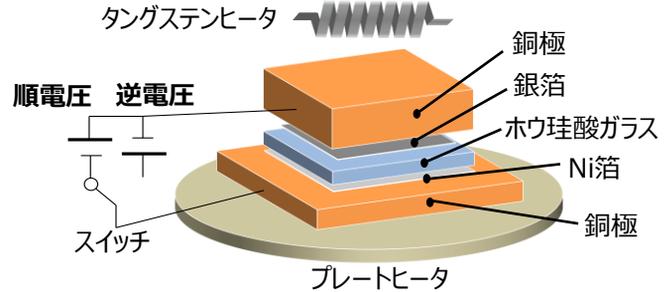
化学強化ガラスや光導波路の作製に利用される

銀イオン添加ガラスに逆電圧を印加すると、ガラス内に樹状結晶が析出することを発見¹⁾

ガラス内金属析出現象のメカニズムを解明し、工学応用への展開を目指す

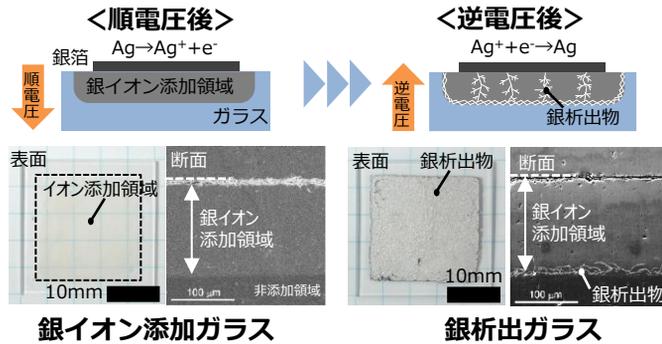
実験方法

<電圧印加装置の模式図> 陽極接合装置を応用



温度：623K程度，内圧：1.0×10^{-3}Pa
高温・高真空下で順/逆電圧を印加

ガラス内金属析出メカニズム



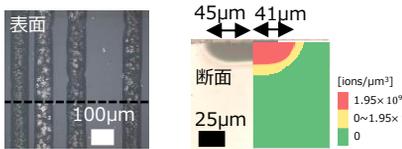
- ・高い電気伝導性，ガラス内へ微細亀裂(幅約200nm)形成¹⁾
- ・2014年頃発見¹⁾，析出メカニズムに未解明の点が多く存在

金属析出物の工学応用

- ・ガラス内多層配線
 - パターン形成
 - ガラス内二層配線
 - 高い電気伝導性を利用した内部配線技術，回路の高密度化によりエレクトロニクスへ貢献²⁾
- ・微細貫通穴加工
 - 微細TGV
 - 複数穴加工
 - 析出時に生じるサブミクロンオーダーの亀裂を利用，湿式エッチングにより多点穴の一括加工が可能³⁾

これまでの研究成果

- ・数値解析によるイオン拡散予測・微細配線⁴⁾ ベストプレゼンテーション賞⁵⁾，論文賞⁶⁾

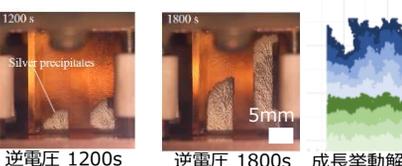


- ・銀ナノインクをイオン源として利用，線幅約90μmの微細配線形成
- ・配線の干渉を防ぐため，イオンの拡散を数値解析により予測

- ・湿式エッチングを併用した微細穴加工技術の創出^{3,7)} 2報掲載，特許出願中



- ・ガラス内析出挙動の可視化，析出形状の数値解析⁸⁾ 優秀講演フェロー賞⁹⁾



- ・実験手法の改善により，困難とされていた析出挙動の可視化を実現
- ・雷や雪の結晶解析に利用されるモデルから，析出挙動の数値解析を作成

- ・金流入現象を発見¹⁰⁾ 論文掲載，ベストプレゼンテーション賞¹¹⁾
- ・金で析出を試みたところ，金属析出現象とは異なる現象を発見

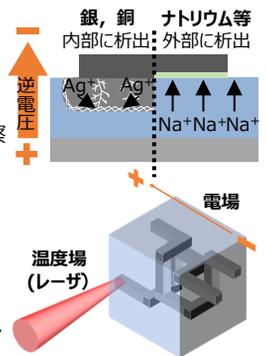
今後の課題

<金属析出メカニズム>

- ・内外で析出する条件
- ・内部応力状態の観察
- ・亀裂形成の高速度カメラ観察 etc.

<工学応用への展開>

- ・レーザ加熱による析出描画
- ・三次元ガラス内電気伝導路
- ・三次元内部穴加工の実現 etc.



参考文献

- 1) S. Matsusaka et al., Appl. Phys. Lett. 105, 103102 (2014)
- 2) 大西皓介 他，精密工学会誌，Vol. 87, No. 7 (2021) 640-646
- 3) H. Kawamura et al., Prec. Eng. 76 (2022) 141-148
- 4) H. Kawamura et al., Prec. Eng. 55 (2019) 240-247
- 5) 日本機械学会 関東学生分会第56回学生員卒業研究発表講演会 Best Presentation Award
- 6) 精密工学会研究奨励賞
- 7) H. Kawamura et al., Prec. Eng. 64 (2020) 108-112
- 8) 川村拓史 他，日本機械学会 関東支部第25期総会・講演会
- 9) 日本機械学会 関東支部第25期講演会 若手優秀講演賞FD-賞
- 10) 川村拓史 他，精密工学会誌，Vol. 88, No. 1 (2022) 108-116
- 11) 2018年度精密工学会春季大会学術講演会 ベストプレゼンテーション賞