

ナノレベル超精密表面の創成

研究者

宇都宮大学 大学院 工学研究科

准教授

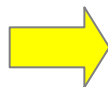
鄒 艶 華 (しゅう えんか)

教 授

進村 武男

磁気援用加工法

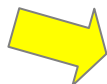
従来の加工法



問題

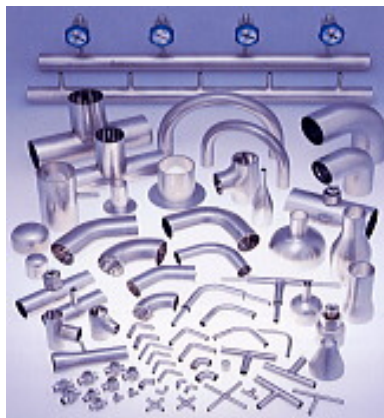
1. 工具が入りにくい.
2. 見えない.
3. 手が届かない.

磁気援用加工法



特長

1. 磁力線の物体透過現象の利用.
2. 不均一磁場分布に基づく磁力の利用.

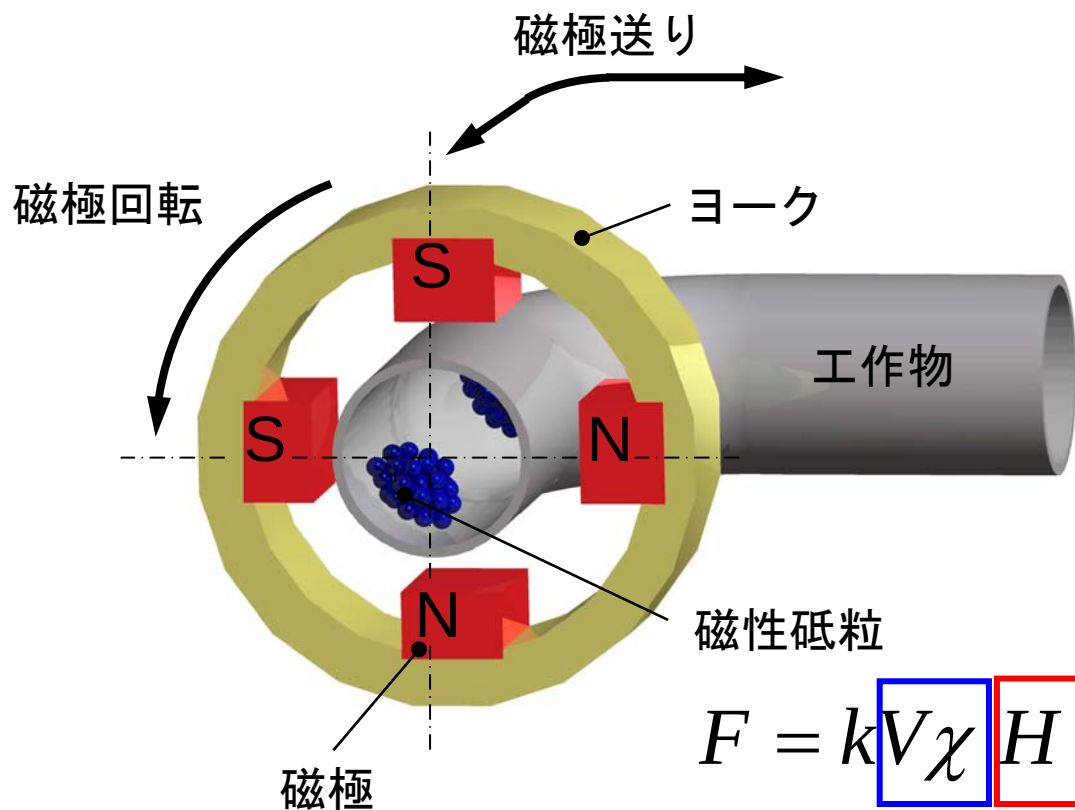


適用

1. クリーンパイプなどの内面の精密仕上げ.
2. エッジの精密バリ取りと表面の精密仕上げ.

出典: (株)久世ベローズ工業所

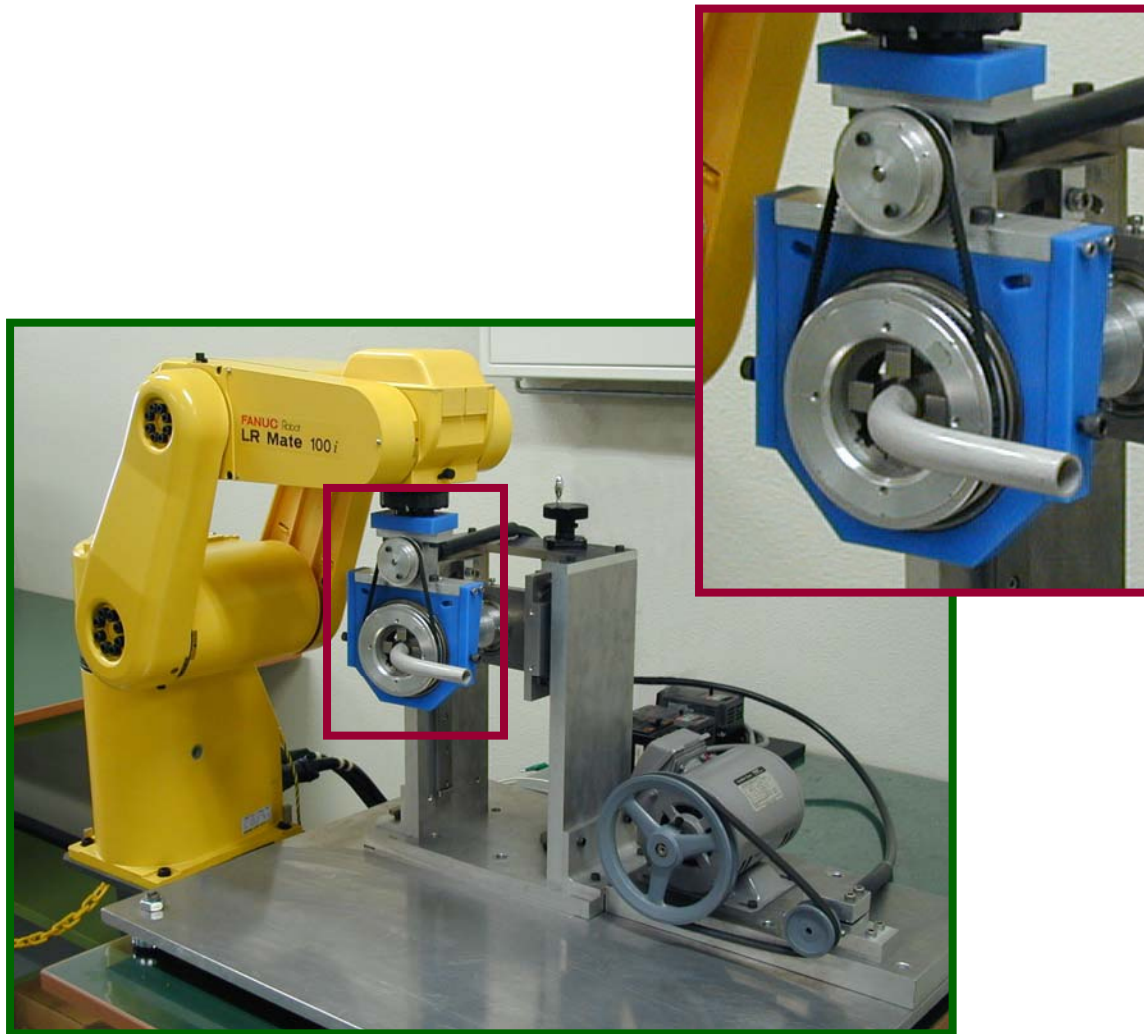
課題: 医療機器, バイオテクノロジー関連分野で,
超精密な加工技術が求められている.

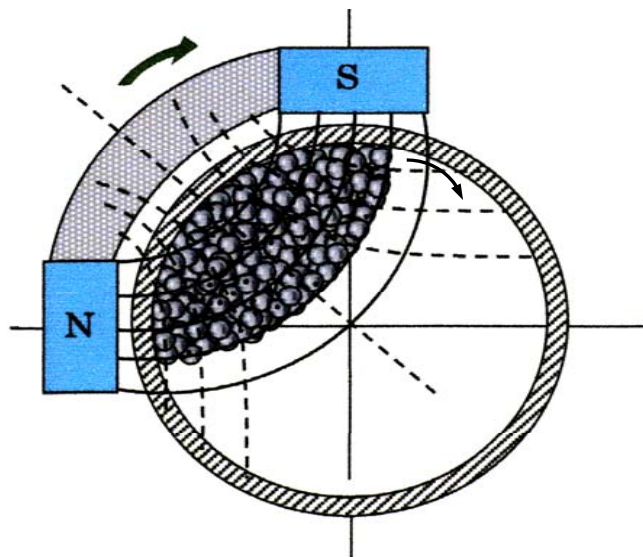


$$F = kV\chi H \cdot gradH$$

磁性砥粒の体積
磁性砥粒の磁化率

磁極先端形状
磁極配置





磁性粒子利用法

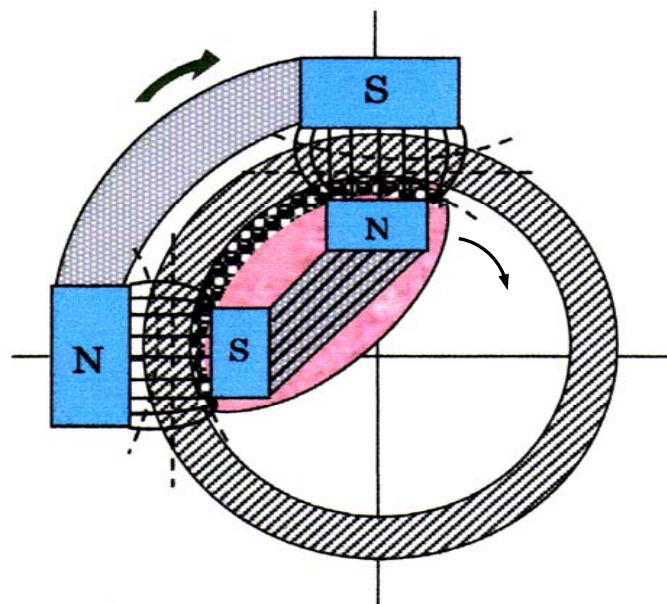
磁性粒子利用法

薄肉円管

低圧力研磨

形状精度維持

面精度改善



磁性加工ジグ利用法

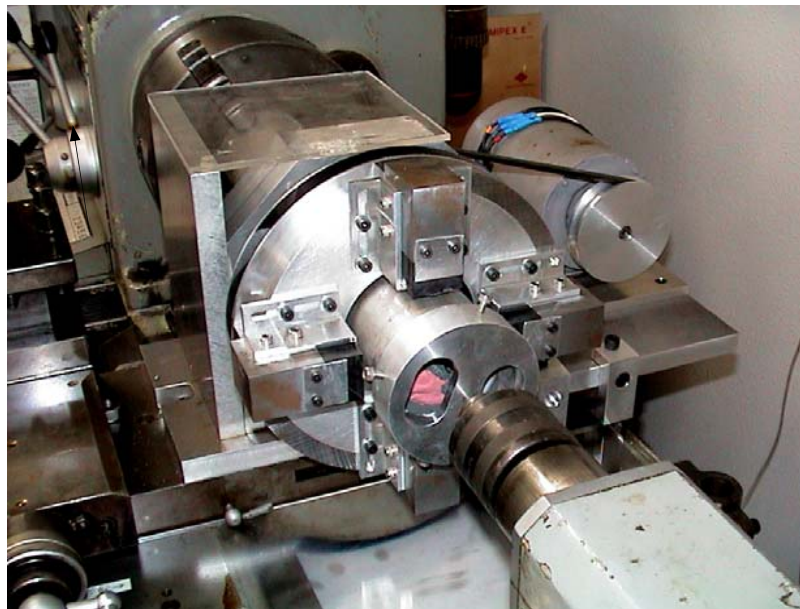
磁性工具利用法

厚肉円管

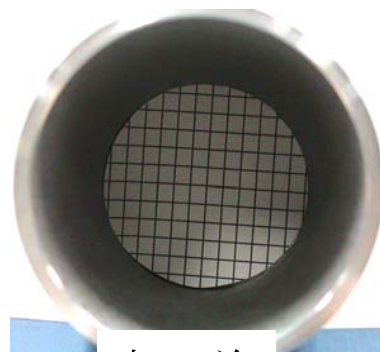
高圧力加工(バリ取り)

形状精度改善

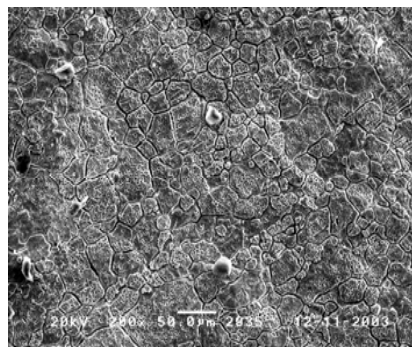
面精度改善



厚肉円管の内面磁気研磨



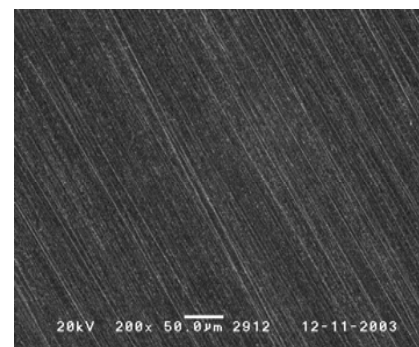
加工前



50µm

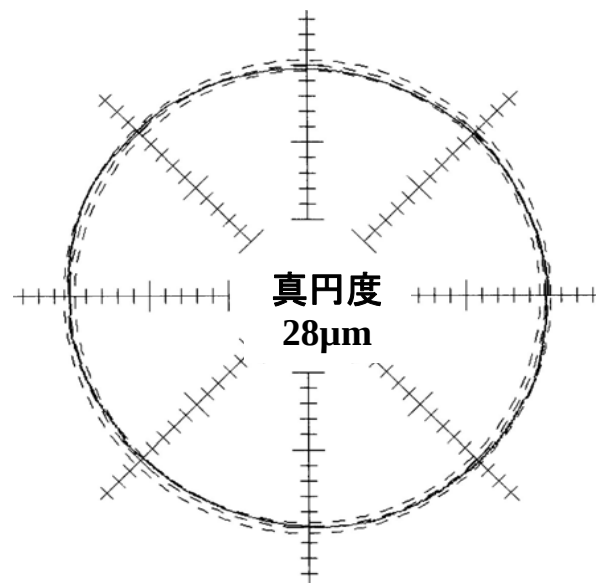
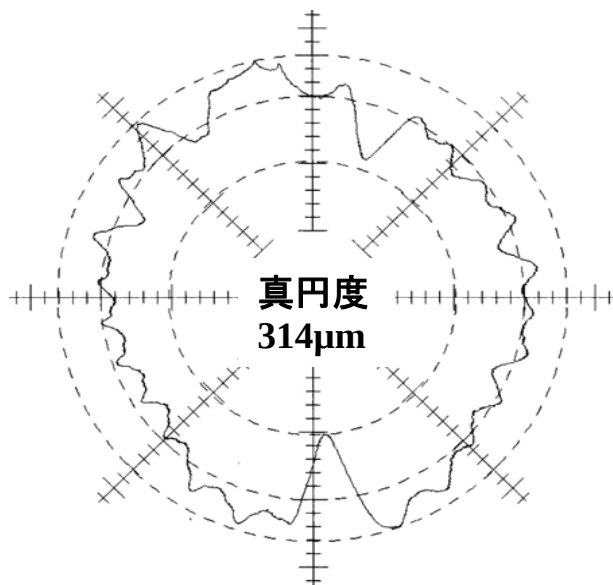


加工後
(80min)

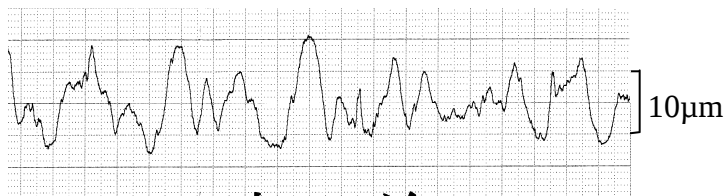


50µm

磁性加工ジグ利用法

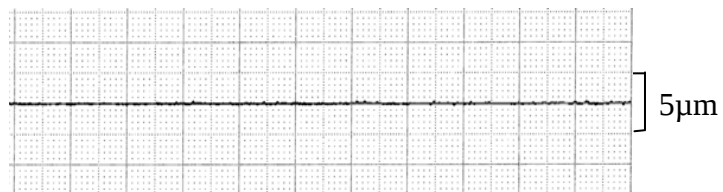


15.2 μ m Rz

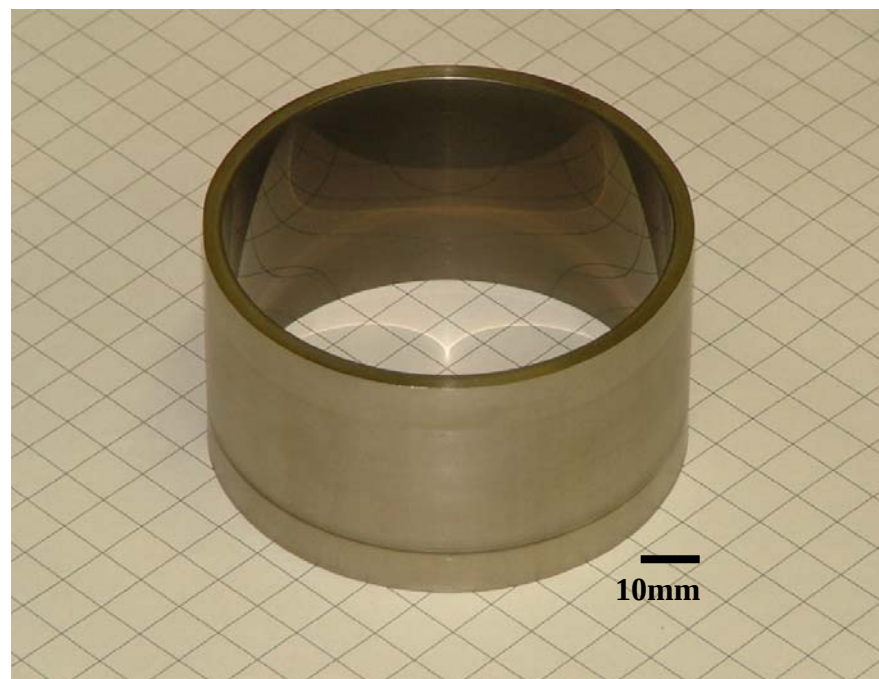


加工前

0.3 μ m Rz



加工後



$$F = kV\chi H \cdot \text{grad}H$$

磁性砥粒の体積
磁性砥粒の磁化率

磁極先端形状
磁極配置

磁性加工工具の種類

磁力

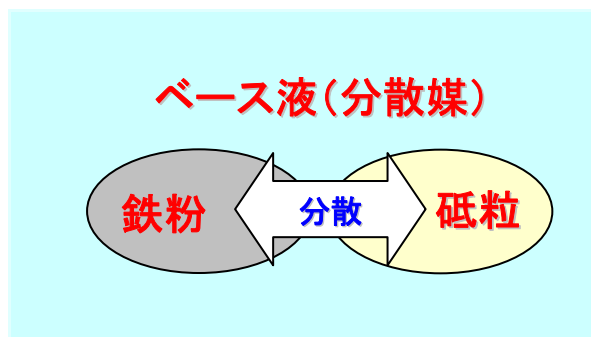
磁性加工ジグ → 混合磁性砥粒 → 磁気粘性流体 → 磁性流体

粒径

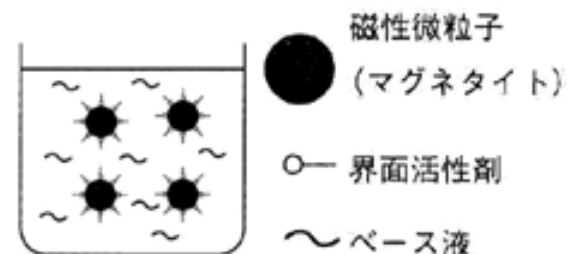
数10～数100 μm

数 μm

数nm



磁気粘性流体



磁性流体の構成

従来技術とその問題点

円管内面の超精密表面仕上げ技術には、磁気流体(MF)を用いた内面加工法, 磁気粘性流体を用いた内面加工法等がある。

しかし、

- 用いた磁性加工工具の構成について複雑化である(添加剤),
- 超精密洗浄が必要となる,
- コストが高くなる。

という大きな問題点がある。

新技術の特徴・従来技術との比較

- 従来技術で使用している磁性流体，磁気粘性流体及び添加剤などを一切使用することなく，超精密表面を創成できた。
- 洗浄も極く普通の洗浄法（エタノール）で十分である。
- 特殊な研磨液及び添加剤を使用しないため，研磨面に対する悪い影響はない。
- コストダウンの実現。

新しい超精密磁気研磨法の開発:

超微細な球形鉄粉 (微細な球状カルボ
ニル鉄粉, $6\mu\text{m}$ 径)

+

超微粒の研磨材
($0.25\sim0.75\mu\text{m}$ ダイヤモンド砥粒)

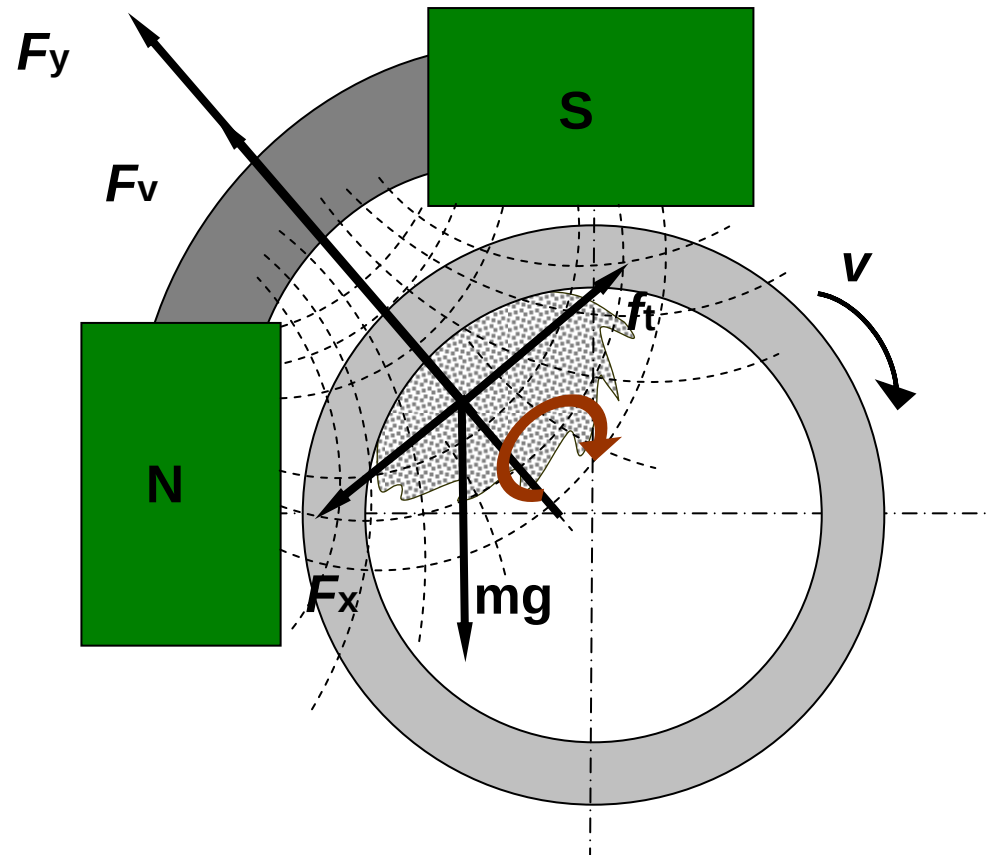
+

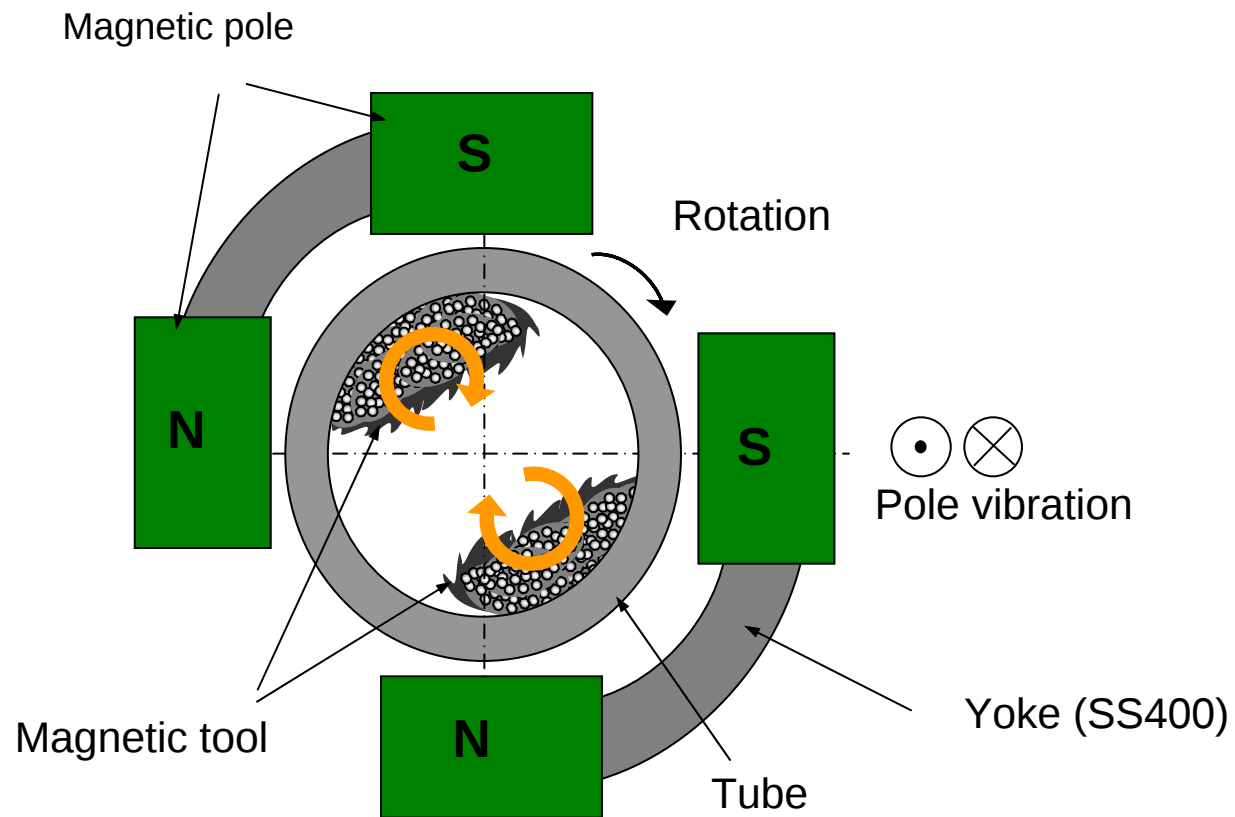
油性研削液

(SMMFL: シンプルな磁気研磨液)

単純混合して作成
した新たな「超精
密磁気研磨液」を
用いて、攪拌しな
がら円管内面の
超精密研磨を行う
方法を提案した。

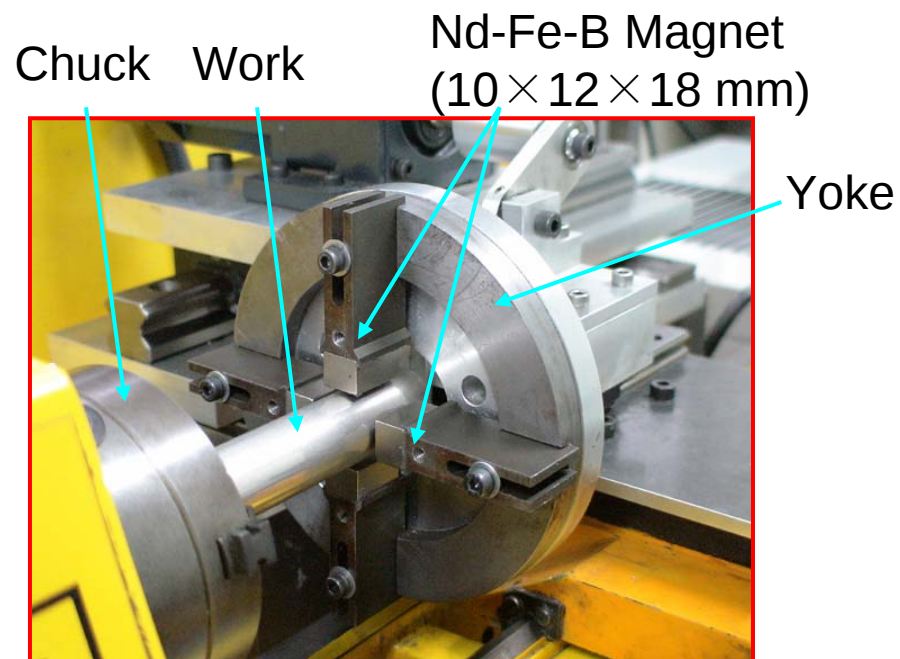
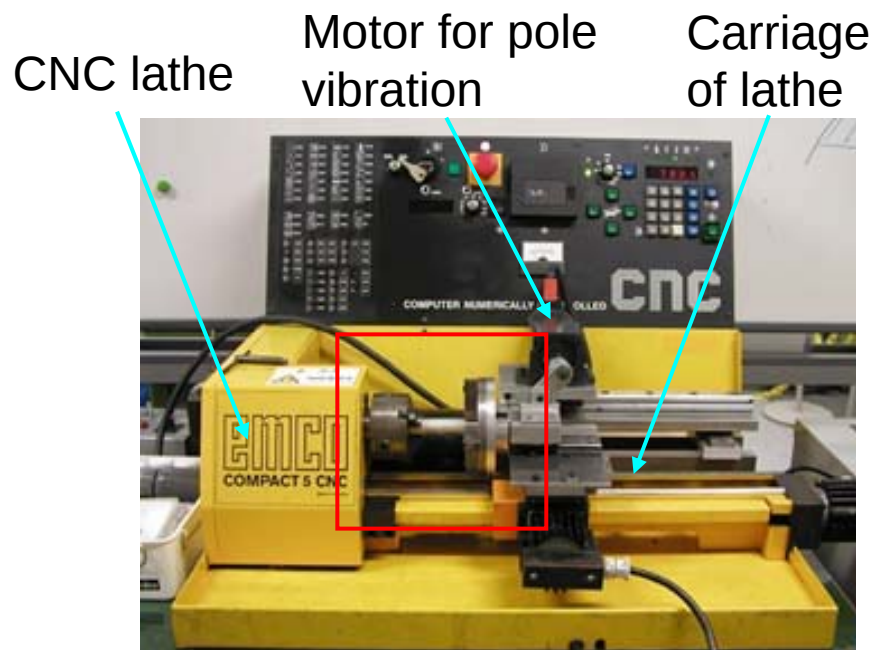
加工原理







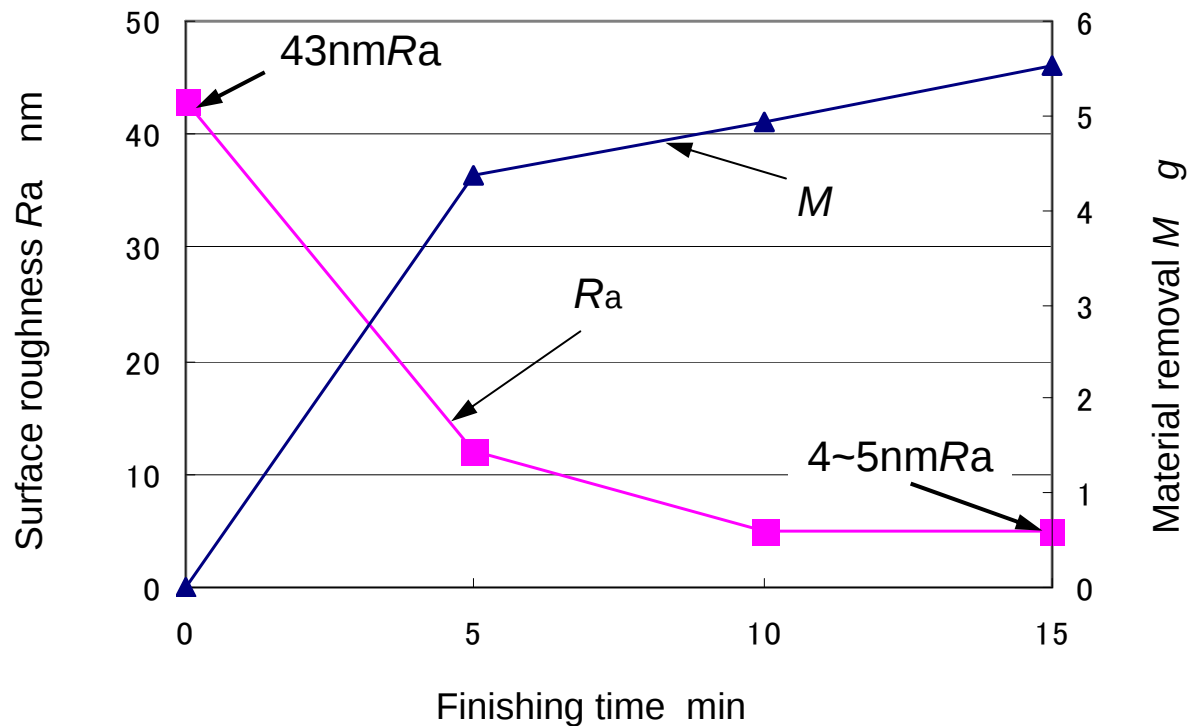
実験装置

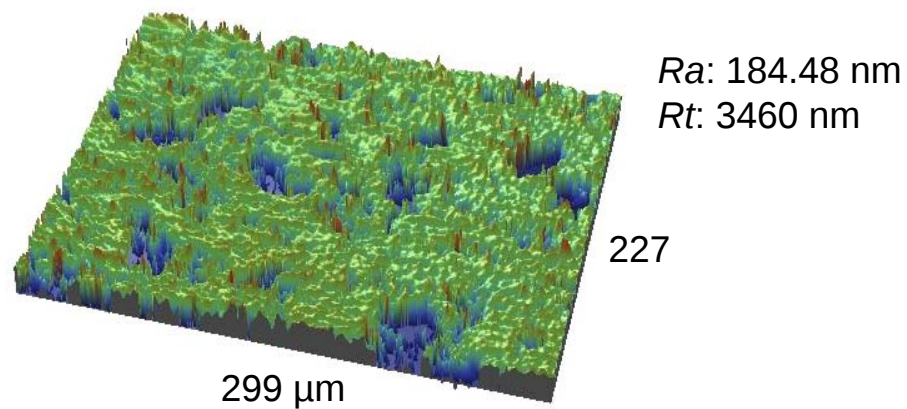


実験条件

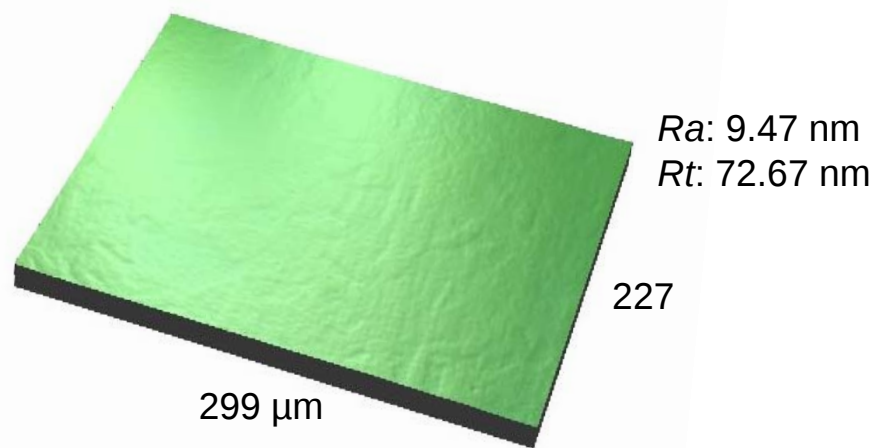
Workpiece	SUS316 stainless steel tube (Bright annealed) , $\varnothing 12.70 \times \varnothing 10.22 \times 70$ mm ; Revolution : 2800 min^{-1}
Magnetic finishing tool	0.08 mL, (globular carbonyl iron particles, $6 \mu\text{m}$, 62wt % ; diamond grains ($0.25\text{-}0.75 \mu\text{m}$ in mean diameter), 21wt % ; oily grinding liquid , 13wt % ;)
Axial vibration of magnetic poles	Frequency: 0.8 Hz Amplitude: 5 mm
Work-pole clearance	3 mm
Finishing time	15 min

実験結果の例

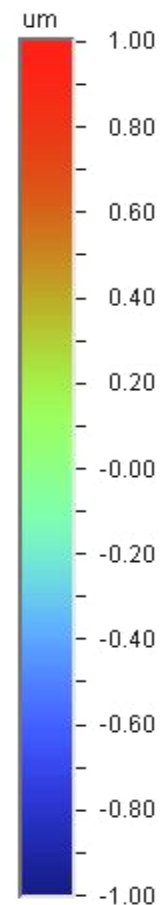




Before machining



After machining



想定される用途

- 高純度ガスや高純度流体を輸送するための装置に使用されるクリーンパイプの内面の鏡面仕上げが要求されている。
- 金型の鏡面仕上げ，非球面レンズの鏡面仕上げにも要求される。

想定される業界

対象ユーザー

半導体製造メーカー。

医療機器製造メーカー。

また、様々な超精密表面が必要とする製造メーカー。

市場規模

- ・全国，世界的に極めて多数ある。
- ・導入費用：簡単な仕上げ装置と安価な工具で実現可能。（1,000千円程度）。

実用化に向けた課題

- 円管内面の超精密表面仕上げを実現できるところまで開発が済んでいる。しかし、磁性粒子の種類・粒径等の最適化が完全になっていないので、今後、加工条件に関する実験データを取得し、加工条件の最適化を行っていく予定である。
- 共同研究を希望される企業を募集している。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称：「超精密磁気研磨方法及び超精密磁気研磨用の研磨スラリー」
- 出願番号：特願2008-222379
- 出願日：平成20年8月29日
- 出願人：国立大学法人宇都宮大学
- 発明者：鄒 艶華、進村武男

お問い合わせ先

宇都宮大学

地域共生研究開発センター

特任教授 近 藤 三 雄

T E L 028－689－6325

F A X 028－689－6320

e-mail kondou@cc.utsunomiya-u.ac.jp