超微細塑性加工による結晶組織制御法の開発

東京工業大学大学院 理工学研究科 機械制御システム専攻
吉野・山本研究室 ナノ結晶制御Gr.
www.yocky.mes.titech.ac.jp

研究背景

近年，省エネルギー化や省資源化への要求が高まり，
高機能を持った材料の開発が行われている．

コモンメタル（鉄鋼など）の
高強度化・高性能化
- ・飛躍的な軽量化，
- ・リサイクル性向上，
- ・高エネルギー効率化

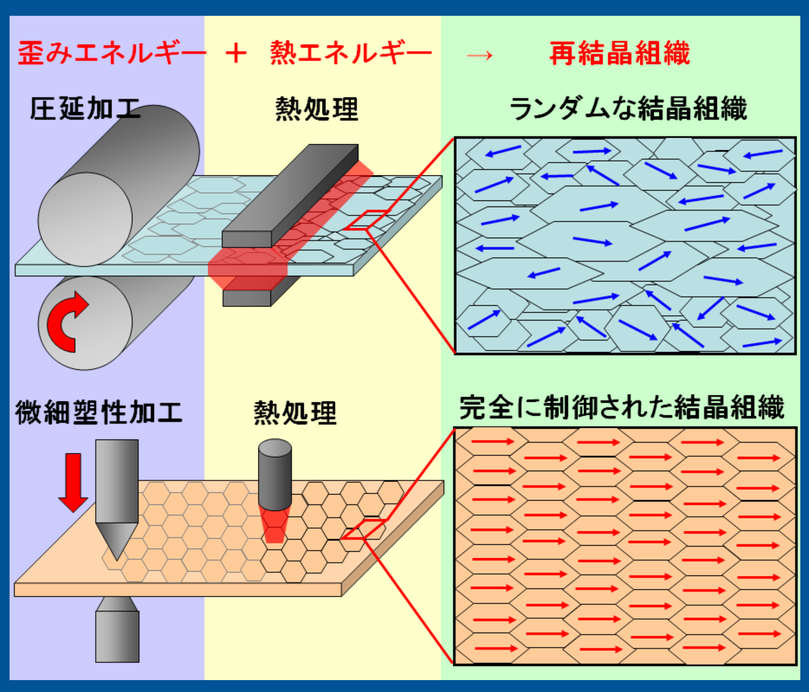
➢高張力鋼（ハイテン）
結晶粒微細化による高強度化

➢電磁鋼板
→結晶方位制御による低鉄損化
モーターや変圧器の鉄芯

金属材料の更なる
高機能化をもたらす
新しい組織制御法が必要

研究目的

微細塑性加工を用いた新しい
結晶組織制御法の開発

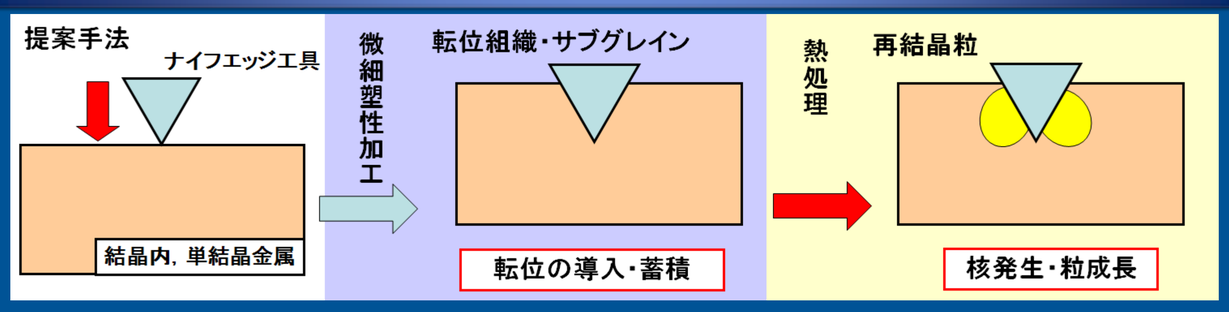


マクロな加工・熱処理
統計的・平均的な
結晶組織制御
↓
特性や機能が打ち消し合う

微細な加工・正確な熱処理
確定的結晶組織制御
（結晶一つ一つを制御）
↓
高強度・高靭性・高透磁率
など高い機能

ランダムな要素を排除して，単結晶金属材料の
結晶変形機構・再結晶機構の解明が必要

微細塑性加工を用いた結晶組織制御



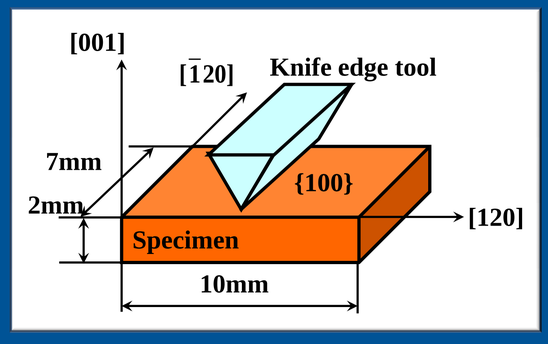
微細塑性加工装置

真空熱処理装置

SEM-EBSD装置

実験方法

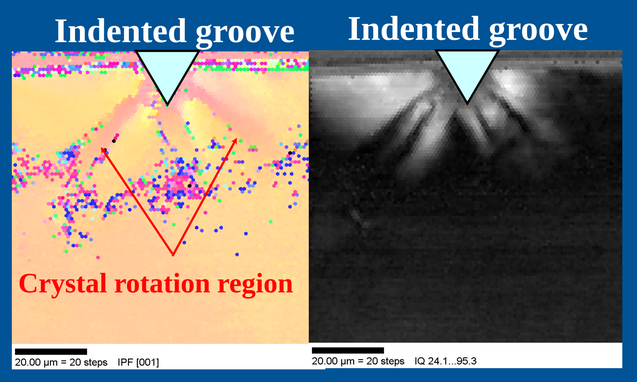
微細塑性加工および熱処理条件



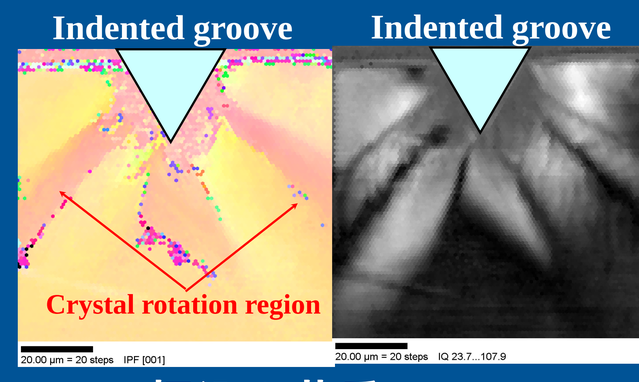
押込み荷重[N]	1, 2, 3, 5, 10
結晶方位（上面）	{100}
焼鈍温度[℃]	500，700
焼鈍時間[hour]	1 （一定）

微細塑性加工による塑性変形挙動

微細塑性加工のみを施した試験片の
結晶方位分布とイメージ・クオリティ（IQ）マップ

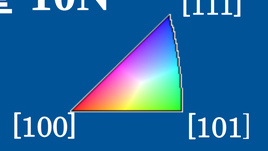


押込み荷重 5N



押込み荷重 10N

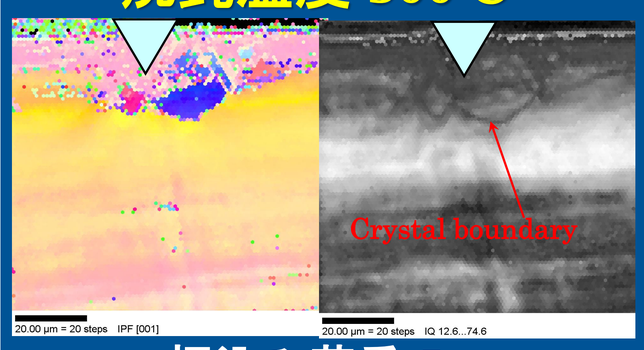
IQマップの明暗は，材料内部の転位密度に依存しており，
塑性歪みを定性的に評価できる．



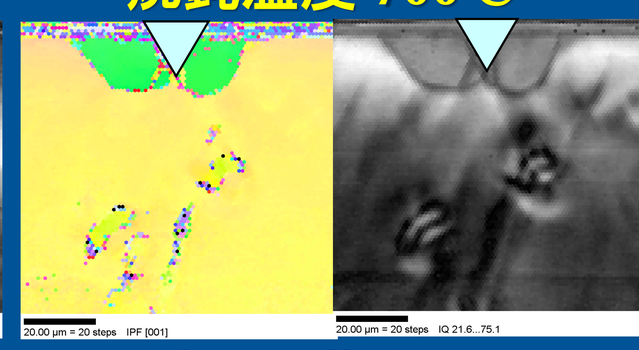
✓結晶回転領域は，左右対称であり，
押込み荷重の増加によって，相似的に広範囲に広がる．
✓加工痕周辺とせん断帯において，結晶回転・塑性歪みが大きい．

再結晶粒の結晶方位観察

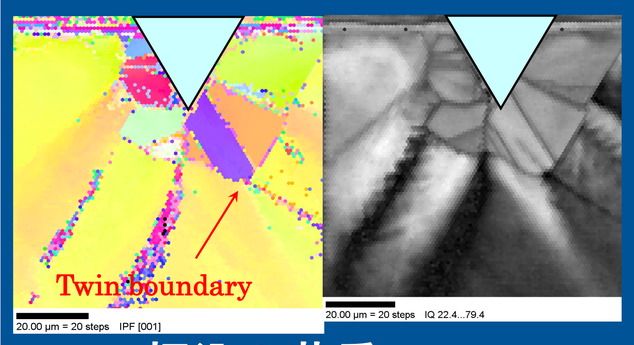
焼鈍温度500℃と700℃で生じた
再結晶粒の結晶方位分布とIQマップ



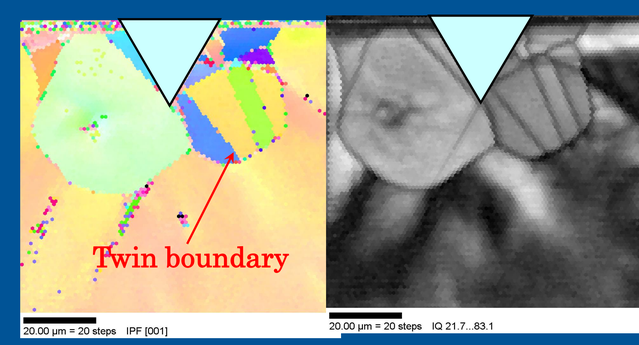
押込み荷重 5N



押込み荷重 5N



押込み荷重 10N



押込み荷重 10N

✓押込み荷重が大きい→結晶方位の異なる再結晶粒が形成．
✓焼鈍温度が高い→比較的大きな結晶粒が形成．

結晶一つ一つの方位や粒径を完全に制御できる !!!