

廃棄されるマグネシウム合金切粉を 利用した水素製造技術

産業技術総合研究所

製造技術研究部門

構造加工信頼性研究グループ

上級主任研究員 松崎 邦男

2019年7月2日

従来技術とその問題点

マグネシウム合金の応用

- 構造用金属材料で最も軽量
- 高強度

輸送機器の軽量化

燃費の向上と環境負荷の低減

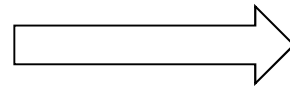
主なMg合金

| | | | |
|------|-------------------|---|-----|
| AZ31 | (Mg-3wt%Al-1wtZn) | } | 展伸材 |
| AZ61 | (Mg-6wt%Al-1wtZn) | | |
| AZ91 | (Mg-9wt%Al-1wtZn) | | 鋳造材 |

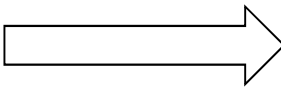
従来技術とその問題点

Mg合金部材の製造

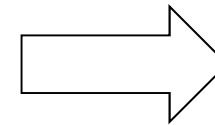
1. 鋳造



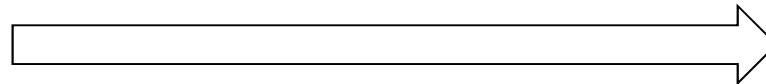
2. 塑性加工
(プレス、鍛造)



切削加工



3. 切削加工



マグネシウム合金部材

切削加工工程ではMg合金切粉が発生



- ・再溶解によるリサイクルが困難
- ・微細なチップは危険物に相当
第2類第1種可燃性固体

事故原因にもなる

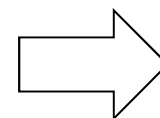
従来技術とその問題点

Mg合金の用途拡大を阻む要因のひとつ

リサイクルの問題

- ・不純物の多い低品位材
- ・切削加工で生じる切粉

水溶性切削液、油性切削液が付着
他の金属切粉の混入物



廃棄物として
処理

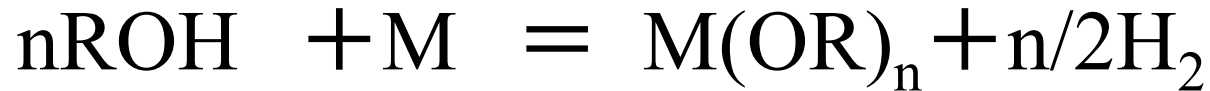
ドライ切削切粉であれば 固体リサイクル
加水分解による水素の製造

Mg合金切粉、特に油性切削液の付着した切粉の有効な利
用法や安全な処理法がなかった。

本研究では切削油付着Mg合金切粉とメタノー
ルとの反応を利用した水素製造法を開発

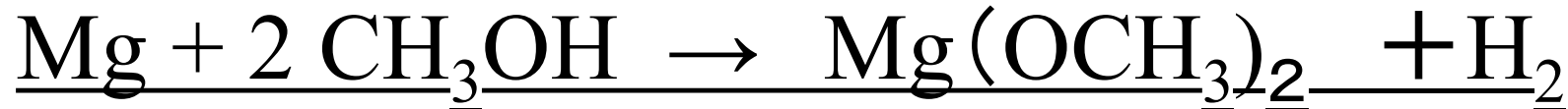
アルコールと金属の反応

アルコールリシス反応(Alcoholysis)

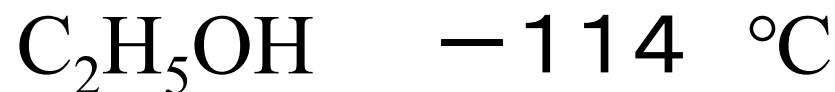


Mgとアルコールの反応

メタノールと反応(エタノールとは反応しない)



- ・低温での反応も可能
- ・生成する金属アルコキシドはアルコールに可溶
凝固点



この反応を利用してMg合金切粉から水素を製造が期待

AZ31マグネシウム合金切粉

AZ31B棒材の旋盤加工で生じたもの
(加工工場より排出したもの)

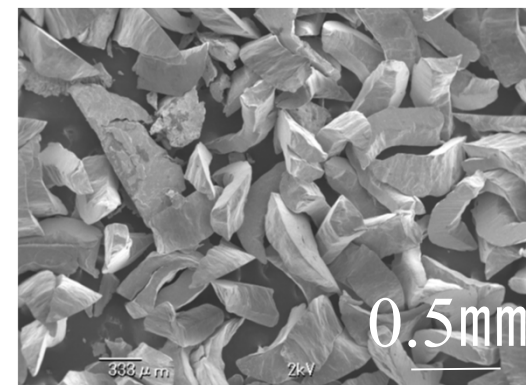


ドライ切削粉

油性切削液
使用切粉

熱分析より5wt%の切削
油を含有

AZ31合金
(3wt%Al, 1wt%Zn)
(展伸材)



脱脂なしおよび各脱脂処理した切粉とメタノールの
反応による水素製造を実施

切粉の脱脂

1. エタノール洗浄

切粉(10g) + エタノール(200cc) :

超音波洗浄 2回、エタノール 99.5%

2. 加熱脱脂

切粉(10g) : 大気中で450°C加熱、2h

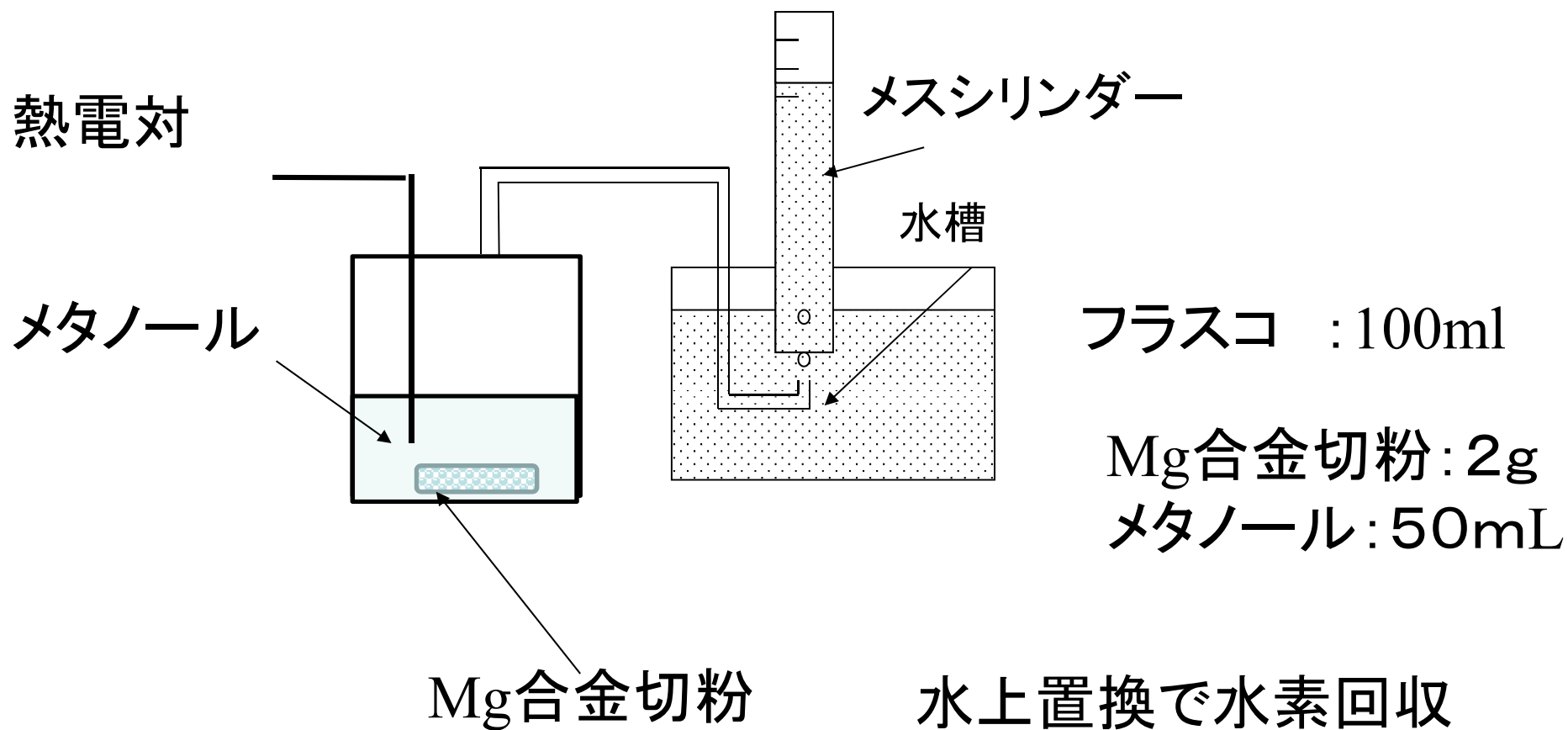
3. 界面活性剤 + 超音波洗浄

切粉(10g) + 界面活性剤(200cc)

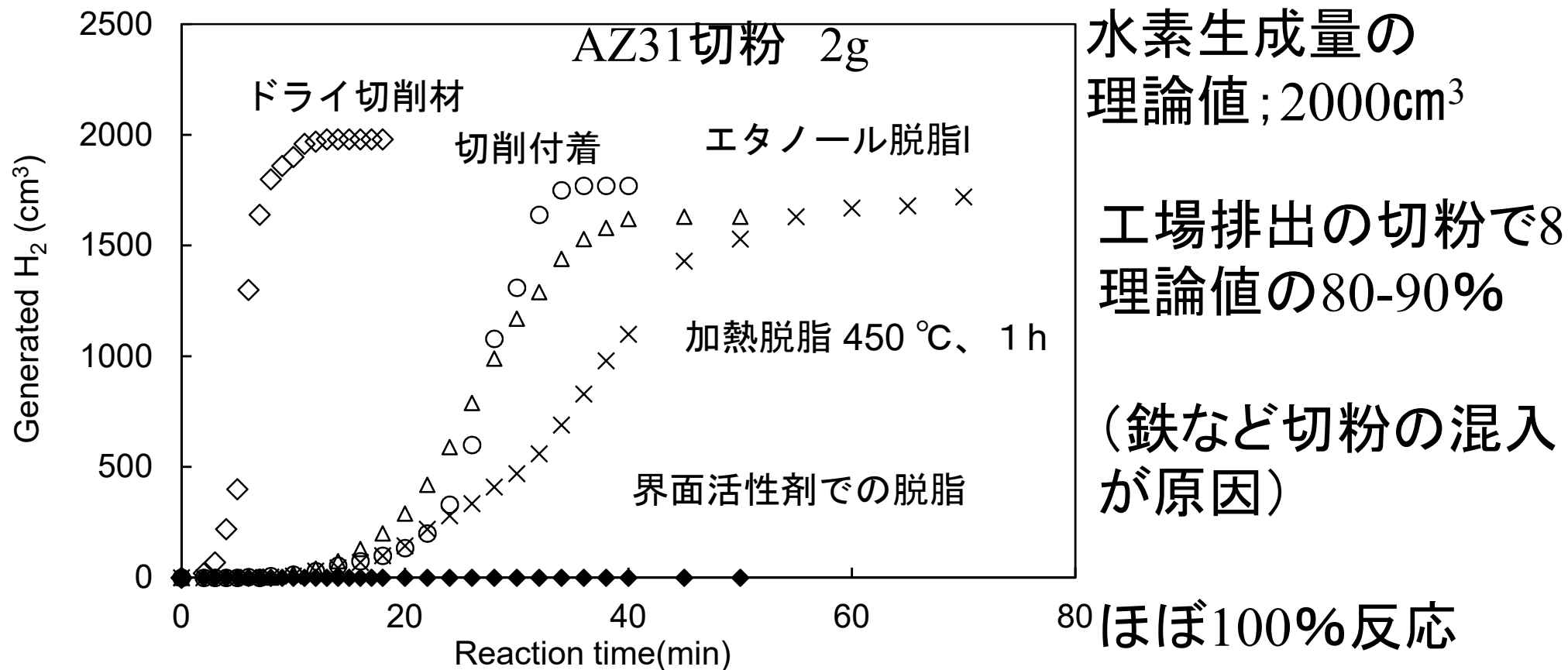
超音波洗浄 5回 + 水による洗浄 1回

界面活性剤: TICOPUR R30 (DR-H-STAMM GmbH)

Mg合金切粉とメタノール反応による水素製造法



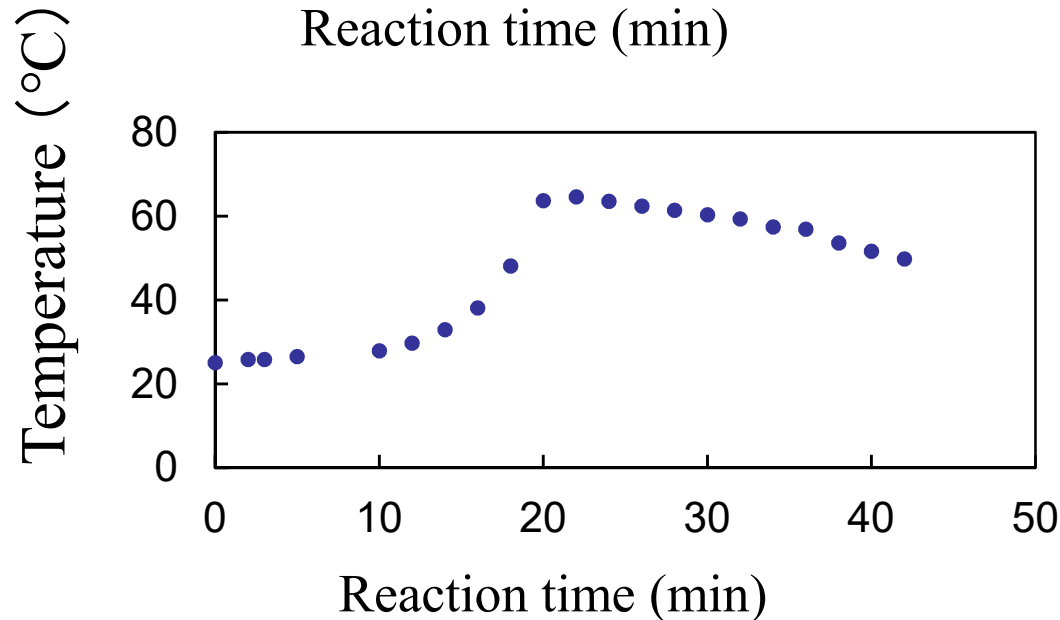
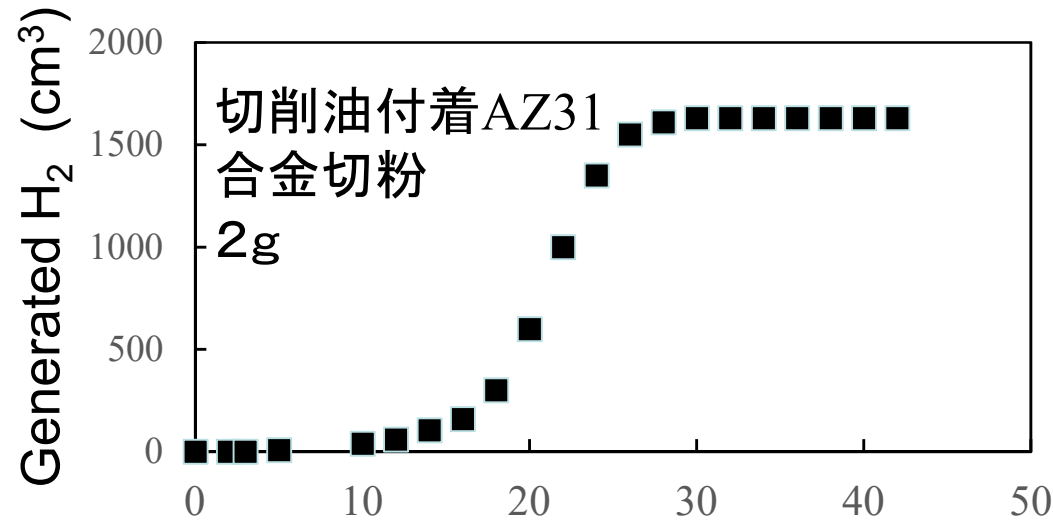
切粉のメタノールの反応による水素の生成



生成速度

ドライ > 切削油 > エタノール脱脂 > 加熱脱脂
界面活性材では反応なし

反応に伴う温度変化

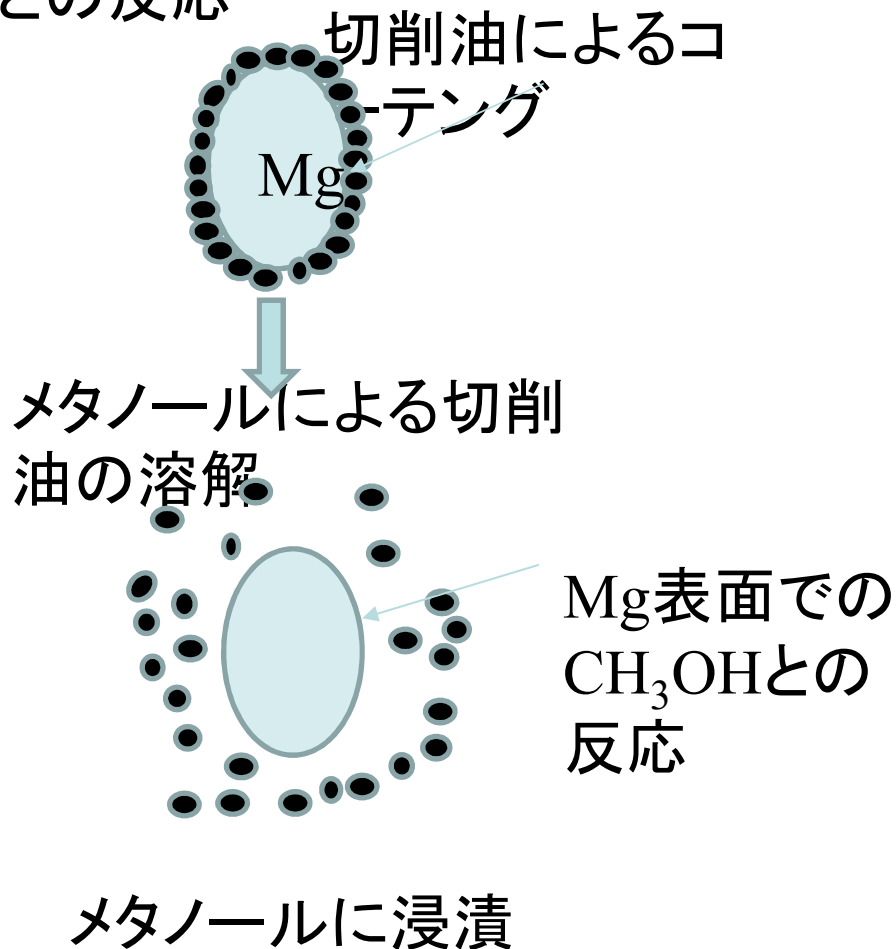


反応熱に発生により温度が上昇

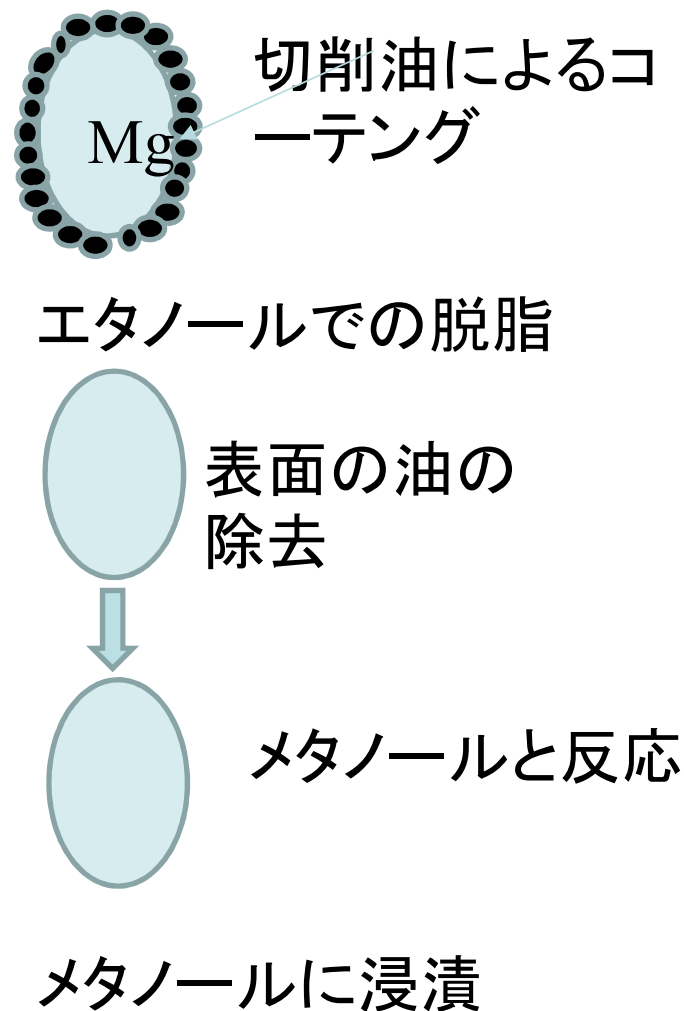
→ 反応を促進

脱脂処理した切粉の反応機構

○切削油付着切粉とメタノールとの反応

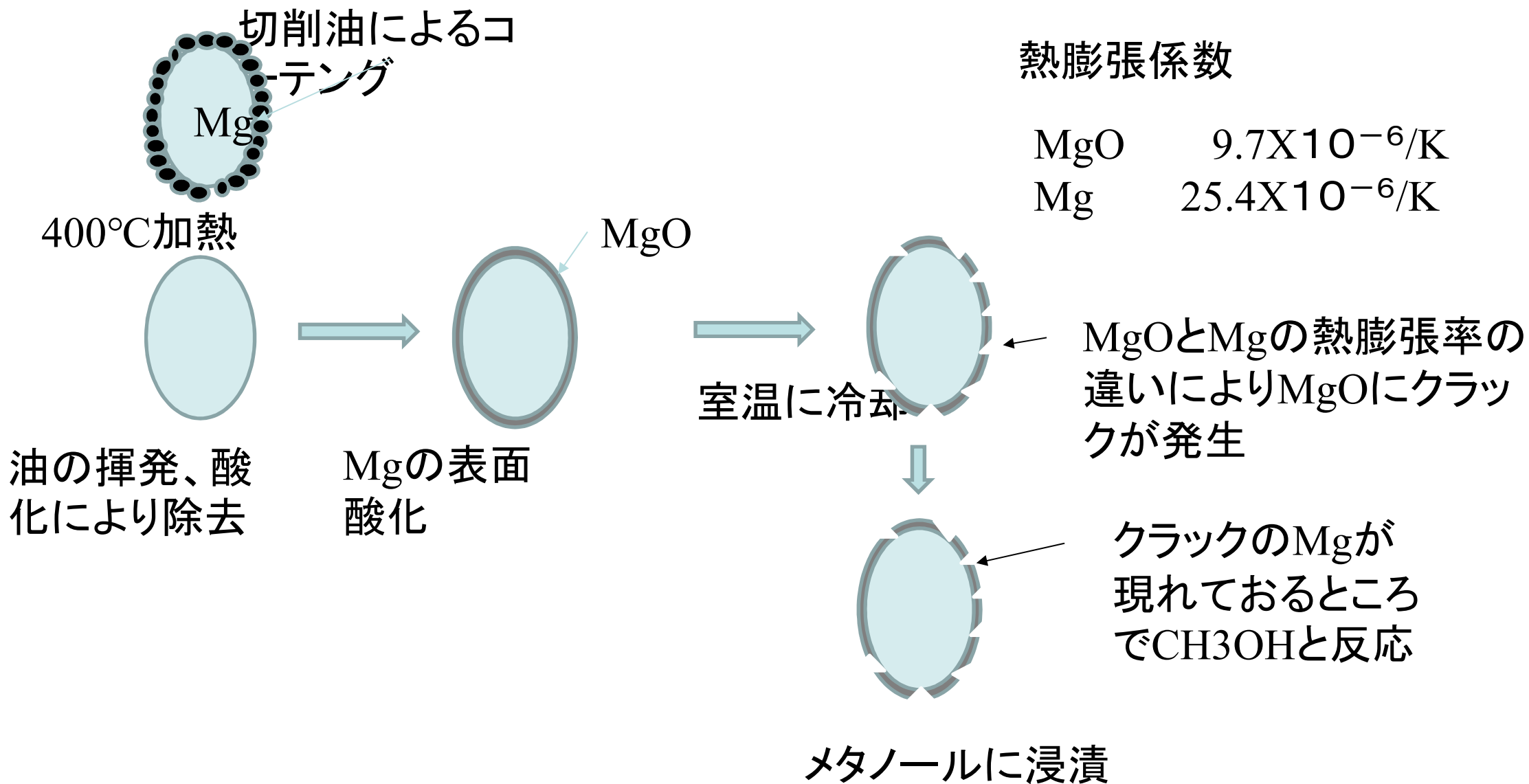


○エタノールによる脱脂切粉とメタノールとの反応

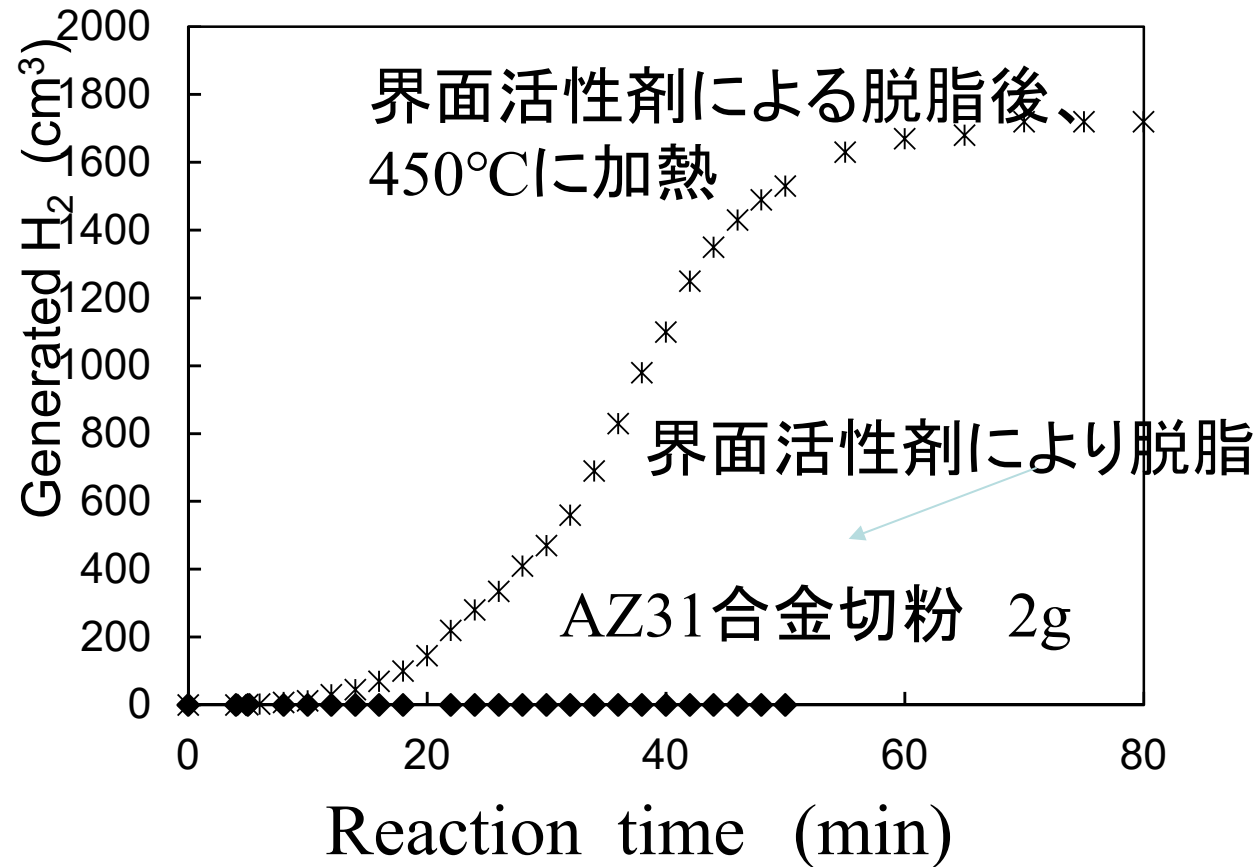


脱脂処理した切粉の反応機構

大気中加熱脱脂したMg合金切粉とメタノールとの反応

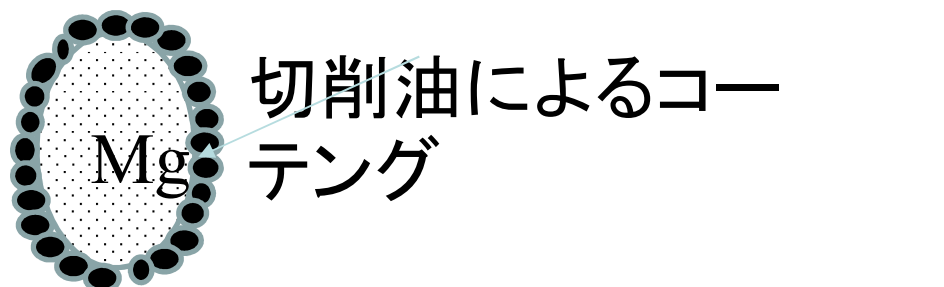


界面活性剤脱脂切粉の熱処理材の水素生成

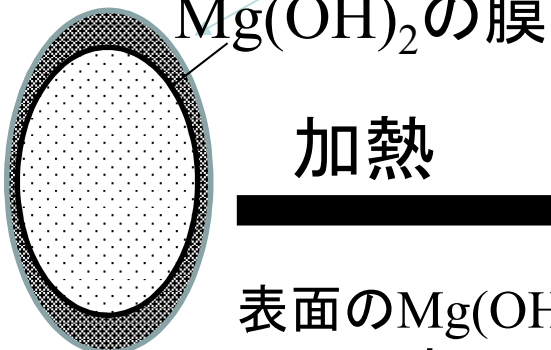
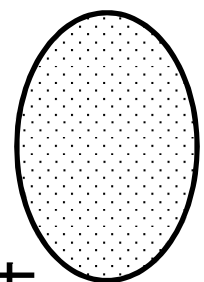


界面活性剤脱脂では水素が生成しないが、熱処理により水素が生成が可能

○界面活性剤による脱脂の水素生成に及ぼす影響



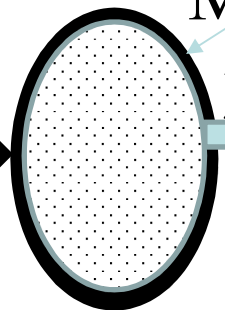
界面活性剤による脱脂



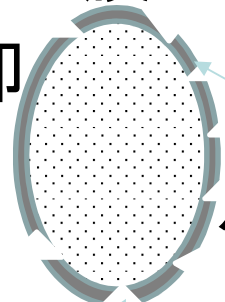
水分と反応して表面に水酸化マグネシウムを形成

加熱

表面のMg(OH)₂はMgO変化



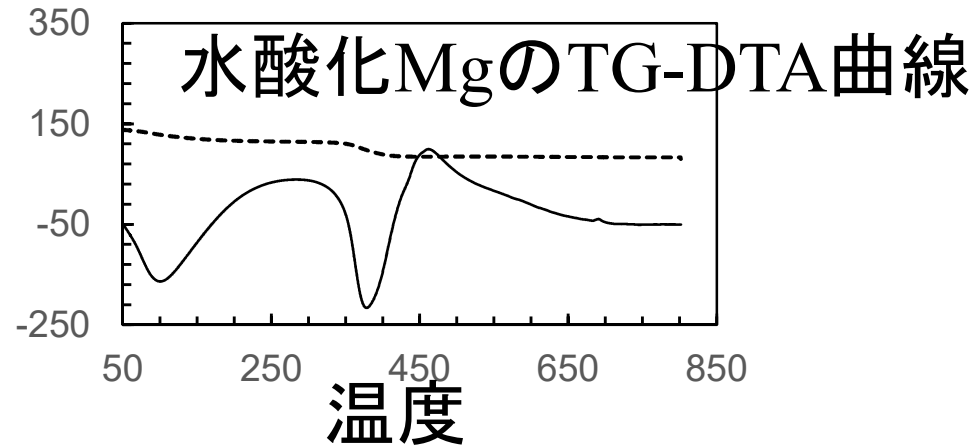
冷却



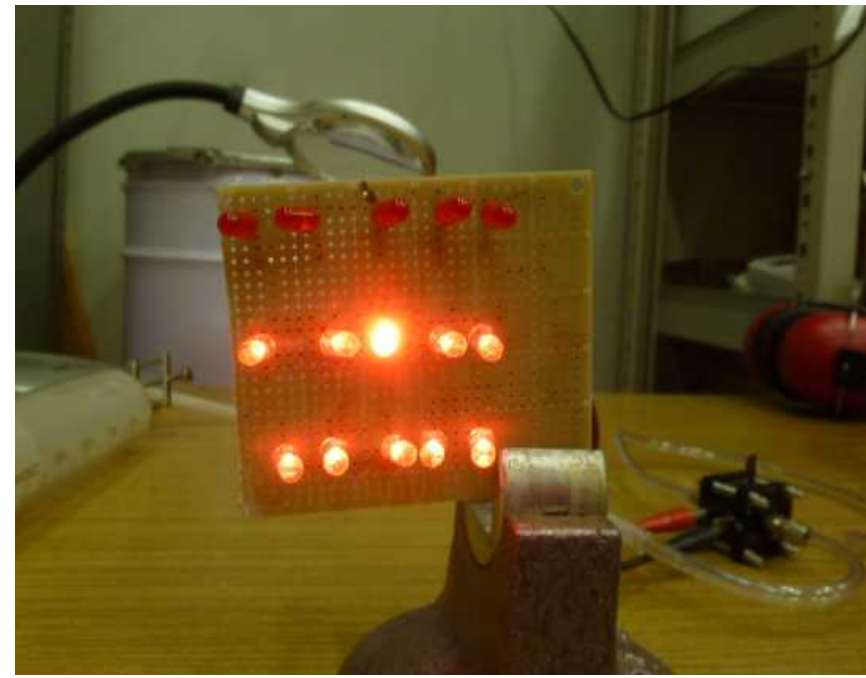
熱膨張係数

メタノールと反応

Mg(OH)₂の膜がバリアーとなりCH₃OHとは反応なし

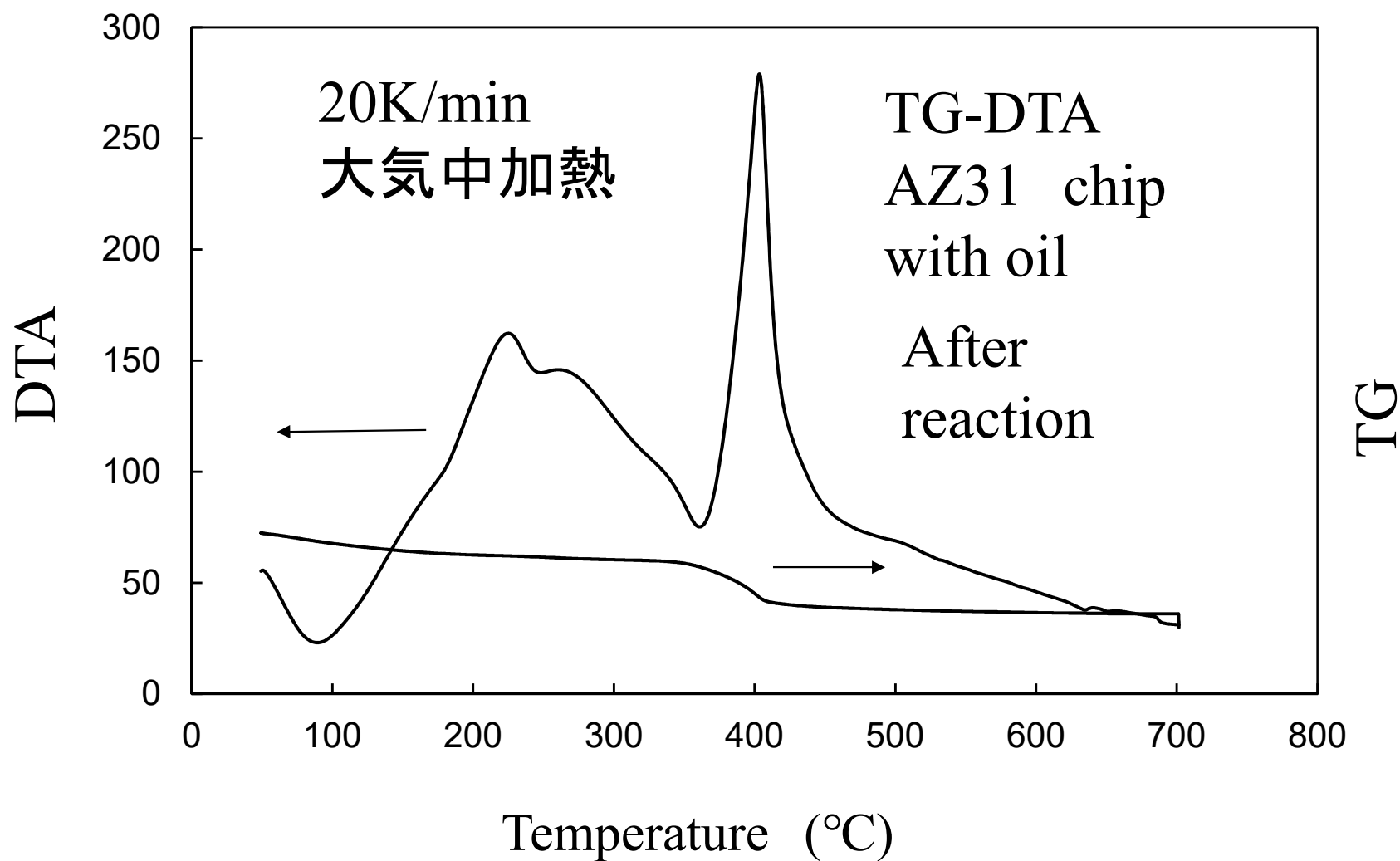


製造した水素による発電



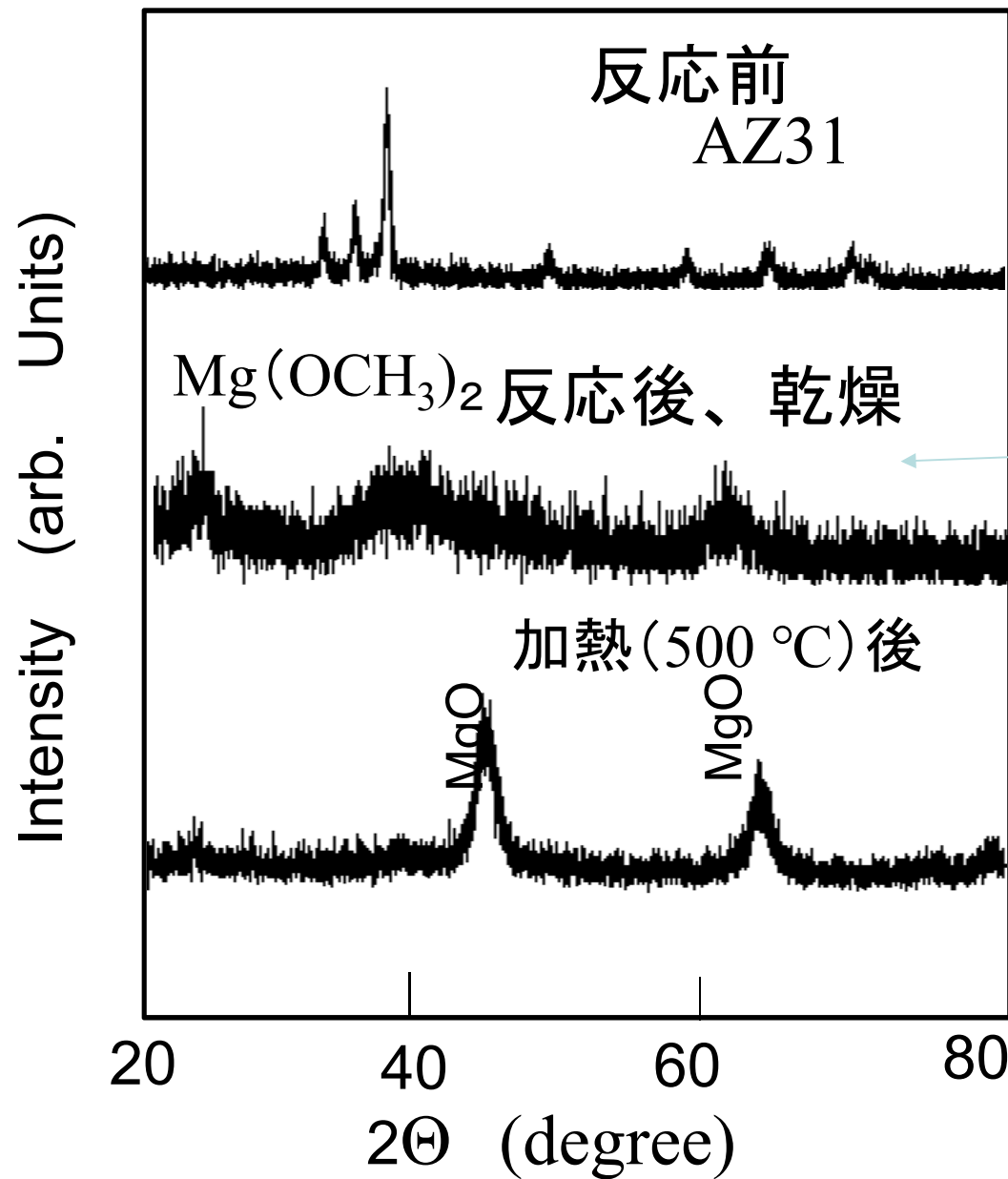
発生した水素をシリンジで
回収して燃料電池に供給

反応生成物の熱的安定性



200°C、350°C付近に発熱と重量減少

反応生成物のX線回折図形

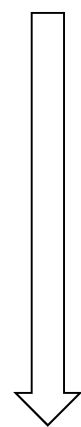
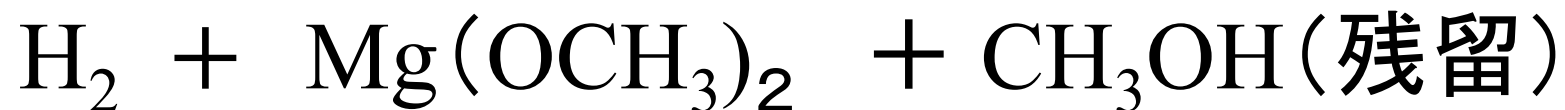


反応後

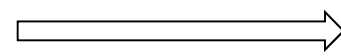


反応後、乾燥

反応生成物の処理



蒸留
残留CH₃OHの回収
水素製造に再利用



加水分解でMg(OH)₂へ
変換可能



大気中加熱 発熱反応

(-OCH₃ の酸化)

新技術の特徴・従来技術との比較

- 従来、油性切削液の付着したMg合金切粉の利用法はなかった。(有料での廃棄)
- 本技術の適用により、切削油の付着したマグネシウム合金切粉から純粋な水素を製造
- 切削油付着したものは大気中で保存しても品質の劣化は小
- 種々の混入物があっても利用可能
混入物は水素製造に有効

想定される用途

- 廃棄物として処理されていた切粉を用いたオンデマンド水素製造の原料
- Mg合金切粉の安全な処理(廃棄物)
- $Mg(OH)_2$, MgO 原料

実用化に向けた課題

- 現在、少量での水素製造は可能、大量処理法を検討
- 反応速度の制御
- 他のMg合金への適用
- 実用化に向けて、水素の貯蔵、利用法の検討
- 反応副産物の処理法や有効な利用法

企業への期待

- 水素の利用技術を持つ、企業との共同研究を希望。
- マグネシウム合金の加工している企業には、本技術の導入が有効と思われる。
- 反応副生成物の利用法の開発。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 油性物質が付着したマグネシウム合金の切粉を用いた水素の製造方法
- 出願番号 : 特願2019-005142
- 出願人 : 産業技術総合研究所
- 発明者 : 松崎邦男

お問い合わせ先

産業技術総合研究所

イノベーション推進本部

ベンチャー開発・技術移転センター

技術移転マネージャー 仲間 健一

TEL 029-861-6690

e-mail k-nakama@aist.go.jp