

革新的マルチ機能を有するマグネシウム合金の開発

熊本大学 先進マグネシウム国際研究センター 河村能人 (rivervil@gpo.kumamoto-u.ac.jp)

■ 高熱伝導の軽量・高強度材料の必要性



- 要求性能**
- ・ 軽量
 - ・ 高熱伝導
 - ・ 高強度

情報電子機器やヒートシンク等の**放熱性**が必要とされる製品においても**軽量化**の要求が高まっている。

■ マグネシウム合金の特徴

軽量

実用金属で最も軽量

1.8 Mg

2.7 Al

7.8 Fe

豊富な資源

クラーク数第8位

実用金属

1. Si
2. Al
3. Fe
4. Mg

人体・環境に優しい

人体の必須金属元素

人体に含まれる金属元素

1. Ca
2. K
3. Na
4. Mg

高いリサイクル性

再溶解して再生

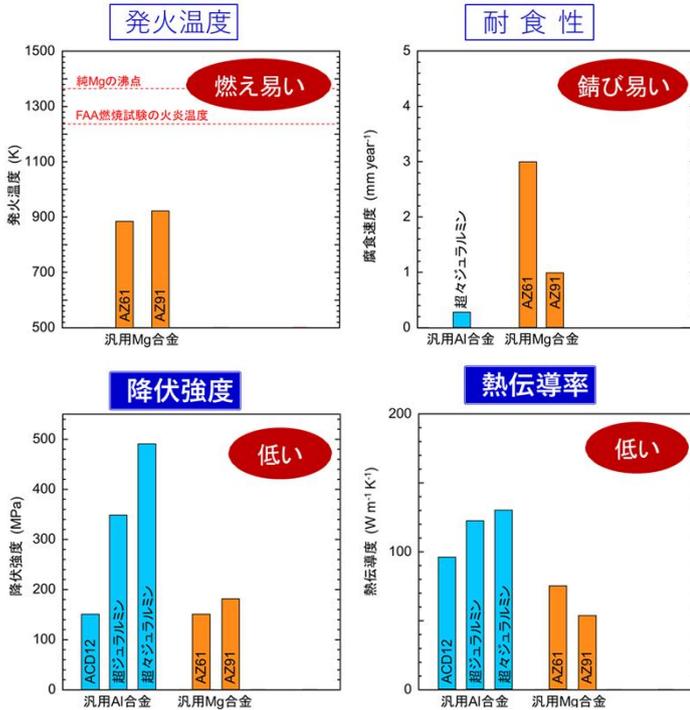
Mg

輸送機器の軽量化による省エネ・CO₂ガス排出抑制を可能にする21世紀の材料

出典 日本マグネシウム協会

■ 汎用マグネシウム合金の材料特性における課題

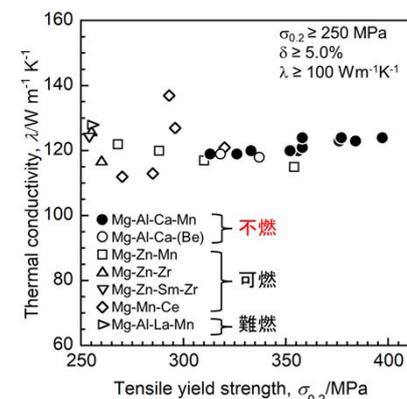
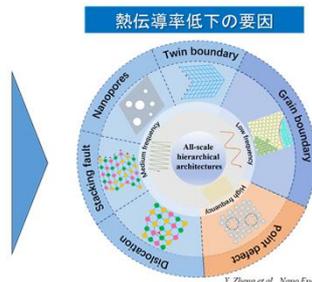
■ 開発した合金の特性



Mg-4.5Al-2.5Ca-0.02Mn (at.%)
 最適熱処理条件: 673 K × 2.5 h, CFC
 最適押出条件: T_e=473 K, R=20, V_f=2.5 mm/s

- 熱伝導率: 124 Wm⁻¹K⁻¹ (純Mgの79%)
- 引張降伏強さ: 397 MPa (Al7075-T6に比べて25%高い比降伏強さ)
- 引張伸び: 5.5% (降伏強さと伸びはトレードオフ)
- 発火温度: 1355 K (不燃性) (純Mgの沸点に近い発火温度)
- 腐食速度: 0.49 mm/year (AZ91D合金の約2倍)
- 比重: 1.76 g/cm³ (純Mgの1.01倍)

- 材料強化法**
- 固溶強化 → 溶質元素
 - 加工強化 → 格子欠陥
 - 微細化強化 → 結晶粒界
 - キンク強化 → 積層欠陥
 - 分散強化 → 第二相粒子
 - 析出強化 → 第二相粒子



機械的強度と熱伝導率の両立が困難

革新的マルチ機能を有するマグネシウム合金の開発

熊本大学 先進マグネシウム国際研究センター 河村能人 (rivervil@gpo.kumamoto-u.ac.jp)

合金の製造工程と組織変化

【合金成分】
機械的強度・熱伝導率・発火温度・
耐食性の向上

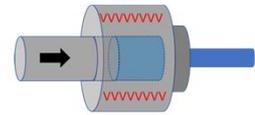
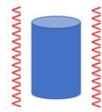
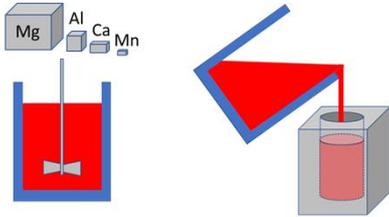
【熱処理条件】
熱伝導率の向上

【押出条件】
機械的特性の向上

溶解 → 鋳造

熱処理

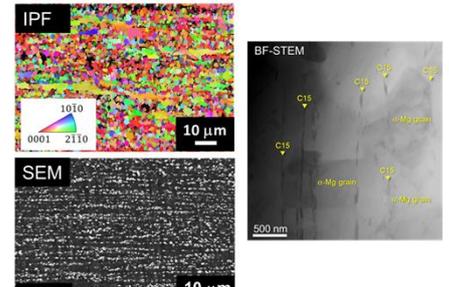
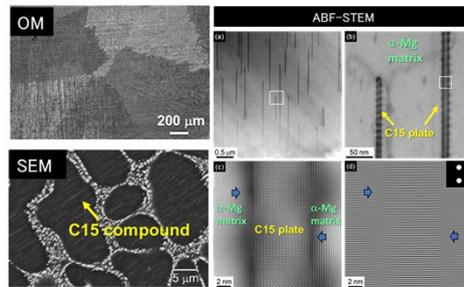
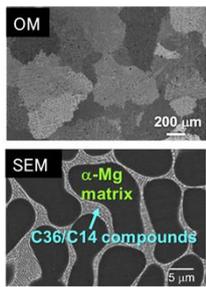
押出加工



鋳造まま材

熱処理材 (673 K × 2.5 h)

押出加工材 ($T_e=473$ K, $R=20$, $V_f=2.5$ mm/s)



α -Mg + C36/C14共晶化合物

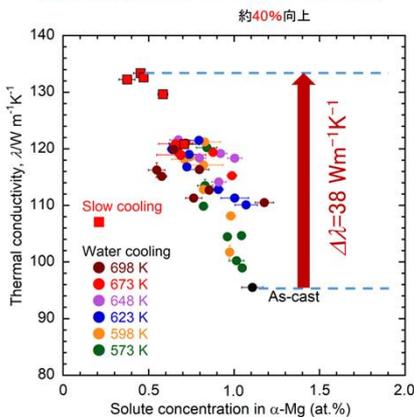
α -Mg粒径: 700 μ m、ネットワーク状共晶化合物
 α -Mg母相中にC15型化合物 (Al_2Ca) が半整合析出
 $t=8$ nm, $L=2$ μ m, $W=1$ μ m

α -Mg粒径: 1.3 μ m、化合物微細分散 (粒径1 μ m)

熱処理による熱伝導率の向上

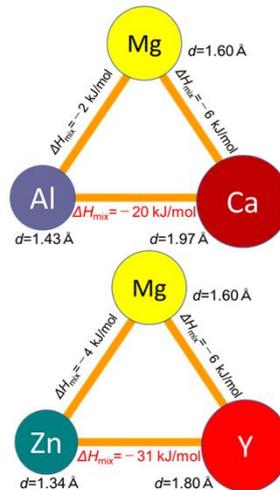
●C15(Al_2Ca)化合物の析出
⇒ α -Mg母相の高純度化

α -Mg相が熱のとおり道となり
熱伝導率が向上 ($\Delta\lambda=38$ $Wm^{-1}K^{-1}$)



他合金系の探索

混合エンタルピーが
負に大きい



Mg-1.88Zn-0.75Y (at.%)

最適熱処理条件: 738 K × 24 h

最適押出条件: $T_e=523$ K, $R=15$, $V_f=1.0$ mm/s

- 熱伝導率: 131 $Wm^{-1}K^{-1}$ (純Mgの83%)
- 引張降伏強さ: 361 MPa以上 (Al7075-T6に比べて15%高い比降伏強さ)
- 引張伸び: 9.7%以上 (高い降伏強度と延性を両立)
- 発火温度: 1050 K (難燃性) (融点以上の発火温度)
- 比重: 1.84 g/cm^3 (純Mgの1.06倍)

知的財産権情報

- ①Mg-4.5Al-2.5Ca-0.02Mn (at.%)合金
「マグネシウム合金及びその製造方法」
PCT/JP2021/005388 (2021年)
- ②Mg-1.88Zn-0.75Y (at.%)合金
「マグネシウム合金及びその製造方法」
PCT/JP2023/037309 (2023年)

お問い合わせ先

- 株式会社MG Port
代表取締役 原 豊
<https://www.mgport.co.jp/>
- 熊本大学先進マグネシウム国際研究センター
センター長/教授 河村 能人
<https://www.mrc.kumamoto-u.ac.jp/>