

ホイラー型Fe₂VAl合金の変形特性に及ぼす結晶粒微細化の効果

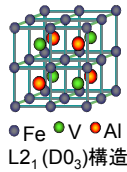
名工大○(院生) 深田雄介, (工) 井手直樹, 西野洋一

緒言

Fe₂VAl

環境調和型熱電変換材料

- ・機械的強度が高い
- ・加工性が悪い



先行研究^[1]

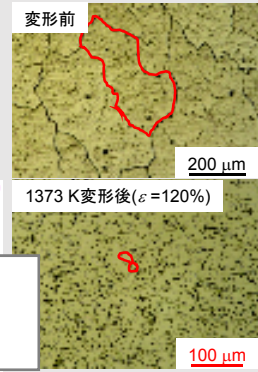
- ・降伏応力の逆温度依存性
- ・1323 K以上の高温で超塑性的挙動
- 動的再結晶 結晶粒微細化
- 粒界すべり

Ni₃Al系合金^[2]
TiAl系合金^[3]
結晶粒微細化

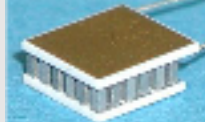
超塑性発現
低温化

Fe₂VAl合金
結晶粒微細化
超塑性発現の低温化

Fe₂VAl溶製材の組織変化^[1]



熱電変換材料



高強度化

素子
小型化
高集積化

加工性改善

延性を利用
塑性加工

変換効率 高 生産効率 高

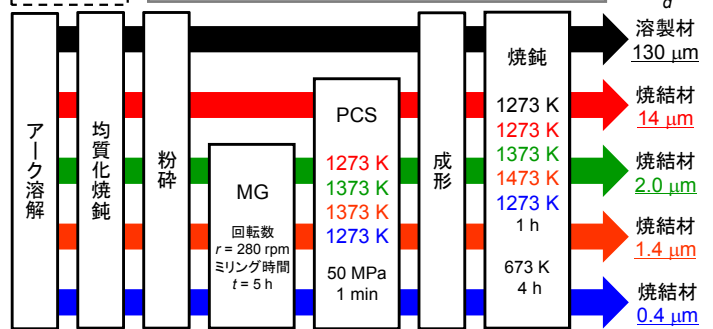
目的 強度・変形特性に及ぼす
結晶粒微細化の効果調べる

実験方法

試料作製

メカニカルグラインディング(MG)
パルス通電焼結(PCS)

微細な結晶粒
Fe₂VAl焼結材



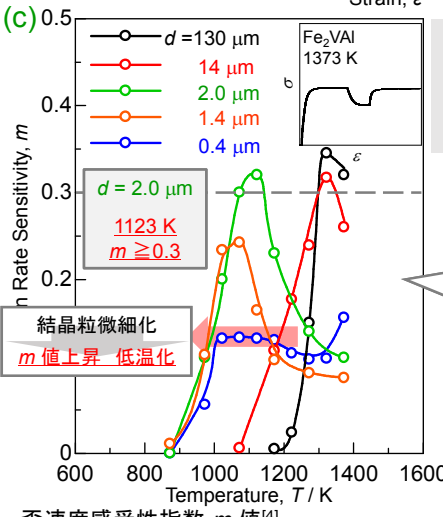
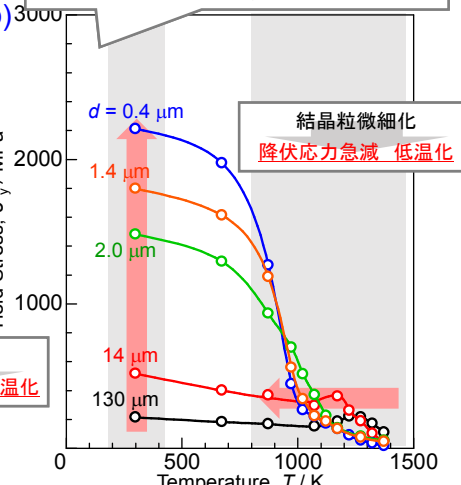
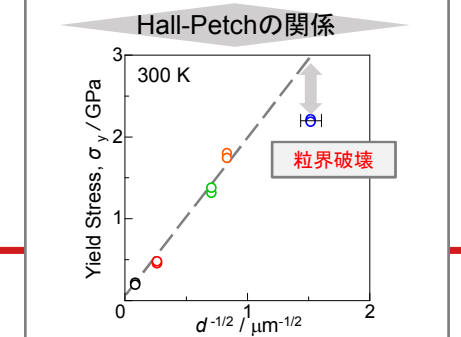
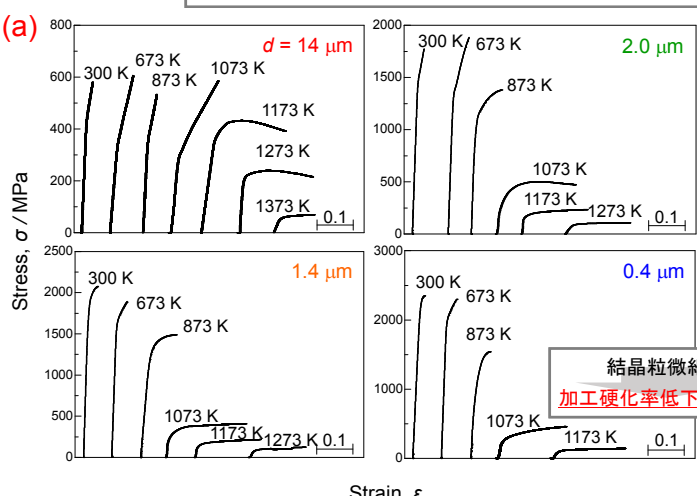
測定 圧縮試験

- ・組織観察 FE-SEM
- ・構造解析 X線回折 L₂₁単相を確認

300 K-1373 K
 $\dot{\epsilon} = 1.2 \times 10^{-3}$ /s
歪速度急変試験
 $\dot{\epsilon} = 1.2 \times 10^{-3}$ /s
→ $\dot{\epsilon} = 4.0 \times 10^{-4}$ /s

結果と考察

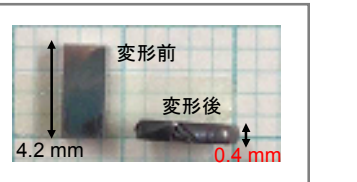
(a) 応力-歪曲線 (b) 降伏応力の温度依存性
(c) m 値の温度依存性



加工硬化率が急激に低下する温度
 σ_y が急激に減少する温度
 m 値が上昇し始める温度

低下 → 粒界すべりが活性となる 温度低下

$d = 2.0 \mu\text{m}$ 1123 K 圧縮試験
 $\epsilon = 170\%$ $m \geq 0.3$ = 超塑性的挙動
従来より200 K低温で発現



結言 強度・変形特性に及ぼす結晶粒微細化の効果

0.4 μm 室温付近の降伏強度 10倍以上
降伏応力急減温度 300 K 低下
 m 値の上昇温度 300 K 低下

2.0 μm 1123 K付近 超塑性的挙動
室温付近の降伏強度 約7倍

強度の向上 加工性の改善 同時に達成

[1] 馬淵 潤, 西野 洋一: 日本金属学会誌 69(2005) 880.
[2] S. X. McFadden, R. S. Mishra, R. Z. Valiev, A. P. Zhilyaev & A. K. Mukherjee: NATURE, 398 (1999), 684.
[3] C. Zhang, K. Zhang: Materials Science and Engineering A, 520 (2009), 101.
[4] T. G. Nieh, J. Wadsworth and O. D. Sherby: Superplasticity in Metals and Ceramics (Cambridge University Press, Cambridge, 1977)