

微細結晶粒Al-Mg固溶体における荷重急変後の押し込みクリープ挙動

Indentation creep behavior after sudden load changes in fine-grained Al-Mg solid solutions

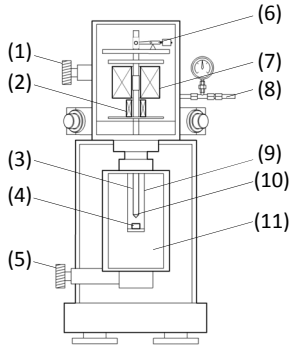
日本大学(院)○山梨 直紀 日本大学 高木 秀有 藤原 雅美

Naoki Yamanashi, Graduate student, Department of Mechanical Engineering, Nihon University
Hidenari Takagi and Masami Fujiwara, Division of Applied Physics, Nihon University

目的

近年、結晶粒径が数百nm程度の微細結晶粒材では、 $0.4T_m$ 以下でも時間依存の塑性変形(クリープ)が生じることが報告されている。しかし、クリープ挙動やその発現メカニズムに関する調査は進んでいない。本研究は、僅かな体積の試料からクリープ特性が評価できる計装化押し込み試験法を用いて、微細結晶粒Al-Mg固溶体に対して $0.4T_m$ 程度の押し込み荷重急変試験を実施し、押し込みクリープにおける転位運動を検討する。

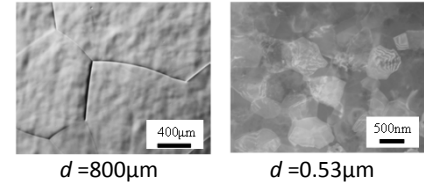
マイクロインデンテーション装置



- (1) 真空バルブ
- (2) 差動トランス
- (3) 押し棒
- (4) 試験片
- (5) 真空バルブ
- (6) 押し棒支持機構
- (7) ソレノイド
- (8) 不活性ガス導入管
- (9) 試験片支持管
- (10) 円錐形圧子
- (11) 電気炉

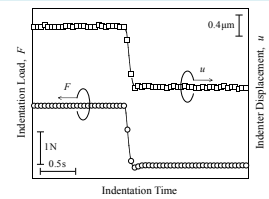
試料作製

- Al-1.0mol%Mg
- High Pressure Torsion (HPT)
 $P=5\text{GPa}$, $N=5$, $R=1\text{rpm}$
(九州大学, 堀田研究室にて作製)
- $T_a=393\text{K}$, 24h

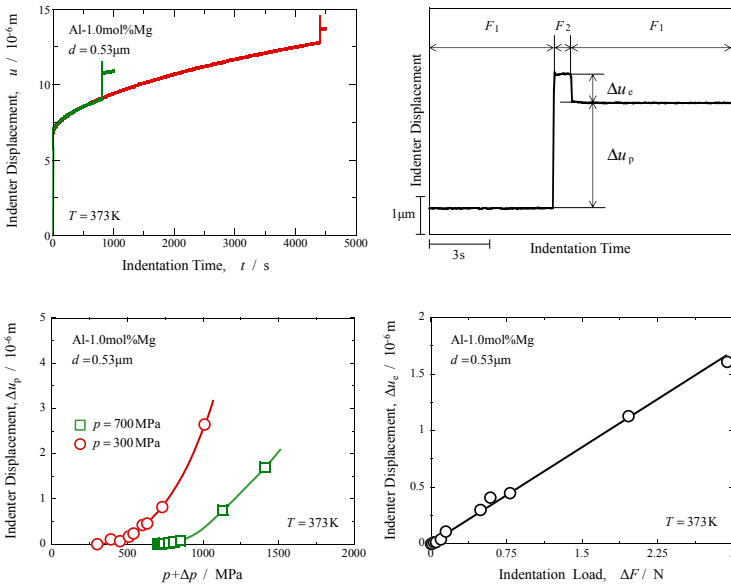


試験条件

- 荷重急増試験
 - $T=373\text{K}$
 - $d=0.53\mu\text{m}$
 - $F_1=0.98\text{N} \rightarrow F_2 \rightarrow F_1$
($F_2=0.99 \sim 3.33\text{N}$)
- 荷重急減試験
 - $T=298, 373, 640\text{K}$
 - $d=0.53, 800\mu\text{m}$
 - $F_1=1.96\text{N} \rightarrow F_2=0.098\text{N}$



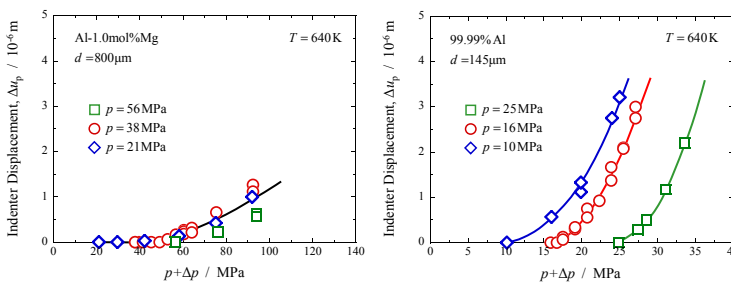
荷重急増試験



■ ある押し込み圧力 p から圧力を急増(Δp)させると、どの圧力から急増されても瞬間塑性変形が生じる。

結晶粒内をすべり運動する転位には、溶質雰囲気形成されていないことを示唆している。

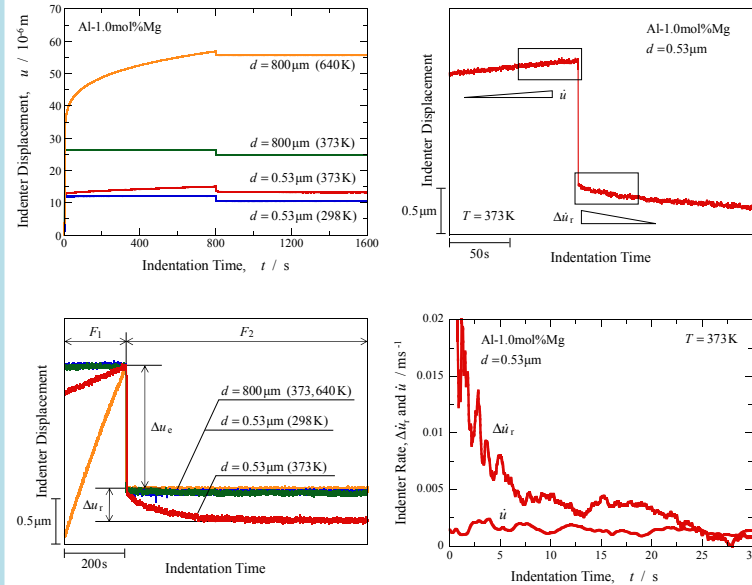
粗大結晶粒材の場合



転位は溶質雰囲気を伴って運動するため、ある圧力以上にならないと瞬間塑性変形が生じない。

転位は自由飛行運動するため、どの圧力から急増されても瞬間塑性変形が生じる。

荷重急減試験



■ 微細結晶粒Al-Mg固溶体において、押し込みクリープが生じる場合には、 Δu_ρ が顕著に生じる。

■ 荷重急減直後の押し込み速さ Δu_ρ は、荷重負荷時の押し込み速さ \dot{u} に比べ速い。

結晶粒界に堆積した転位の反転運動によって、逆方向のクリープが発現したと考えられる。

荷重負荷時の \dot{u} と荷重急減直後の Δu_ρ は、異なる転位の運動過程によって決定されていることを示唆している。

まとめ

- 結晶粒内の転位は溶質雰囲気を伴わずにすべり運動する。
- 堆積した転位の反転運動によって逆方向のクリープが発現する。
- 荷重負荷時の \dot{u} と荷重急減直後の Δu_ρ は、異なる転位の運動過程によって決定される。