

## 高延性を有する B2 型金属間化合物の微細構造解析

知能生産システム工学科 マテリアルコース 松田 光弘

### 1. 緒言

金属間化合物は高硬度かつ優れた高温強度を有するとともに、良好な超伝導特性や半導体特性を示すことで知られているが、必然的に変形能に乏しく常温では脆いものが多い。常温におけるこの脆さは金属間化合物の最大の問題であり、また難加工性な面からも製造コストが高価となる。

近年、等原子比組成の金属間化合物において、室温で約 20%の伸びを有する新規合金が発見されている<sup>1, 2)</sup>。それら合金はRM(R=希土類金属, M=遷移金属)合金組成であり、ラインコンパウンドかつbcc 格子を基礎とするB2 (CsCl)型規則構造から構成されている。しかしながら、高延性を有する原因については、試料表面のすべり線の観察結果と透過型電子顕微鏡(TEM)観察によるすべり系の結果が一致しないなど不明な点が多い。

そこで、本研究ではこのような高延性を示す原因を明らかにするため、主に TEM 観察により B2 型金属間化合物の詳細な微細構造解析を行い本合金系の新しい変形モードの解明を試みるとともに、これら解析結果をもとに高硬度・高延性を併せ持つ新規金属間化合物の探索を行うことを目的とする。

### 2. 実験方法

実験には2種類(YAg, TiNi)の合金を供試材とした。

#### 2. 1. YAg 合金

Ar アーク溶解にてYAg 合金を作製し、真空中1073K-36ks の均質化処理後、所定の形状に切り出した後に1073K-3.6ks の溶体化処理を施した。得られた試料は引張試験およびXRD 測定を行うとともに、Arイオンミリングによって薄膜化後、TEM 観察に供した。

#### 2. 2. TiNi 合金

Ar アーク溶解にてTi-45at%Ni 合金を作製し、真空中1103K-36ks の均質化処理を施した。次に単ロール式液体急冷法(ロール回転数3000rpm, 周速度30m/s)を用いてAr 雰囲気中にて急冷凝固リボンを作製した。得られた試料はツイングジェット電解研磨により薄膜化後、TEM 観察に供した。

### 3. 実験結果および考察

本研究ではRM 合金組成の中でも等原子比組成のYAg合金を作製し、それらの機械的性質および組織について調査した。また代表的なB2 構造であるTiNi合金において不規則な結合を示す逆位相界面(APB)状組織がはじめて観察されたので以下にその結果を示す。

#### 3. 1. YAg 合金

図1 に溶体化処理材の応力-ひずみ曲線を示す。これより引張強度は 160MPa, 塑性伸びは約 7%である。

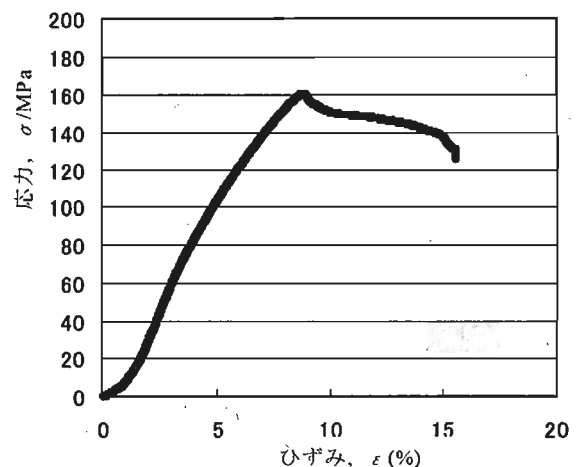


図1 YAg合金の溶体化処理材の応力-ひずみ曲線

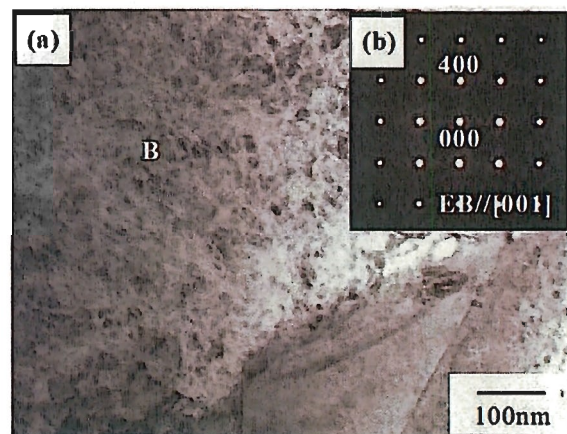


図2 YAg合金の引張破断部近傍の(a)明視野像および(b)B領域からの電子回折図形

Microstructural analysis in B2-type intermetallic compounds with high ductility

Mitsuhiro Matsuda  
Materials Science and Engineering

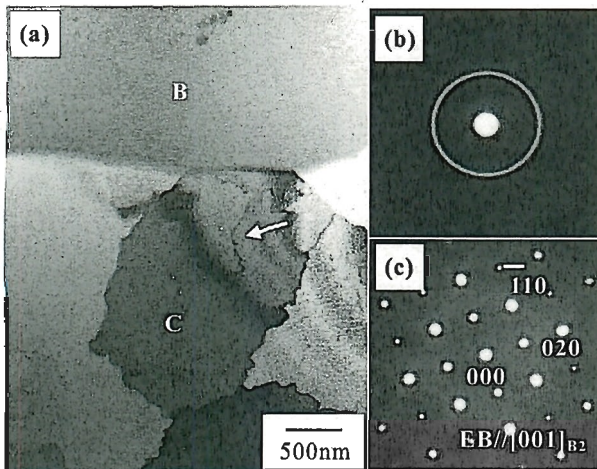


図3 TiNi 急冷凝固リボン材の(a) 明視野像, (b) および (c) B, C 領域からの電子回折図形

ることがわかる。本合金は 20%の伸びを有することが報告されている<sup>1)</sup>ことから、まずは溶体化処理材を X 線回折に供した。その結果、B2 構造である YAg 相の他に  $Ag_2Y$  相が生成していることがわかった。次に引張破断部近傍の TEM 写真を図 2 に示す。明視野像ならびに B 領域の電子回折図形から本組織は  $Y_2O_3$  相であることがわかる。これは、試料作製時の酸化により生成したものと考えられる。以上の結果から、低延性を示した原因は、本試料が等原子比組成からずれてラインコンパウンドでなく 2 相組織となったことに加え、試料作製時の酸化に起因したものと考えられる。さらに TEM 観察時においても急速に酸化が進行することから、正確な構造解析を行うためにも今後は観察方法も改善する必要がある。

### 3. 2. TiNi 合金

As-spun 材の内部構造を図 3 に示す。(b)および(c)の電子回折図形からアモルファス相と B2 相の 2 相から構成されていることがわかる。さらに一部の B2 相の結晶粒内には(a)の矢印で示すような波状のコントラストが観察されたので、これについて詳細な解析を行った。図 4(a)に As-spun 材の明視野像, (b)に回折ベクトル  $g^* = 001$  の暗視野像を示す。種々の  $g^*$  ベクトルを用いて解析したところ、この波状のコントラストは逆位相界面状組織に特有な  $\pi$  コントラストであることがわかった。これは本合金においてはじめて観察されたものであり、冷却速度の増加に伴う B2 相の規則度の変化に起因したものと考えられる。

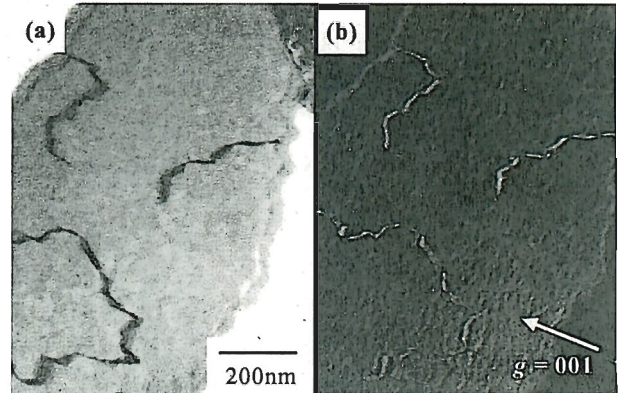


図 4 TiNi 急冷凝固リボン材の(a) 明視野像および (b)  $g^* = 001$  の暗視野像

## 4. まとめ

2 種類の合金の TEM 観察により以下の結果が得られた。

- (1) YAg 合金の溶体化処理材において引張強度 160MPa, 塑性伸び 7%と低延性を示した。これは等原子比組成からのずれと試料作製時の酸化に起因したものと考えられる。
- (2) TiNi 急冷凝固リボン材において APB が観察された。これは液体急冷による冷却速度の増加に伴う B2 相の規則度の変化に起因したものと考えられる。これら APB の解析は種々の合金における変形機構の解明のキーポイントになることから今後参考にする。

## 5. 今後の課題

- (1) RM 合金のなかでも等原子比組成かつラインコンパウンドとなる試料を作製する。
- (2) 試料の酸化を十分に考慮しながら TEM サンプルの作製ならびに観察を行う。(例えば YAg 合金では電解研磨により薄膜化する。)

## 参考文献

- (1) K. A. Gschneidner, A. M. Russell, A. O. Pecharsky, et al. Nature Mater. 2 (2003) 587.
- (2) A. M. Russell, Z. Zhang, T. A. Lograsso, et. al. Acta Mater. 52 (2004) 4033.