

ダイヤモンド代替高ホウ化物材料の作製

田中 実*1)、上部隆男*1)、陸井史子*1)、東 以和美*2)

1. はじめに

ダイヤモンドやcBN(立方晶系窒化硼素)等の高硬度材料は、砥粒や加工部材として切削研磨加工など幅広い分野において利用されている。これら材料の製造は、高温高压などの特殊な条件下での製造が一般的である。高ホウ化物もまたダイヤモンドやcBN等に匹敵する高硬度特性をもつ材料であり、ダイヤモンドなどと同様に特殊な条件下での製造が一般的であった。

しかし本研究では、高融点かつ高硬度材料として汎用性のある高ホウ化物、アルミニウムマグネシウムホウ化物を、特殊でない装置(雰囲気炉)を用いた簡易手法での作製方法を検討してきた。

2. 実験方法

アルゴン雰囲気炉(Ar(99.9%以上))を用いて、高純度アルミホウ(99%)によりアルミニウムフラックス法(アルミニウムを融剤として利用する結晶合成法)で高ホウ化物であるアルミニウムマグネシウムホウ化物($AlMgB_{14}$)を作製した。開始原料は、Al(99.99%)、Mg(99.99%)、B(99.5%)で総量50~100gであった。過剰量のアルミニウムとそれぞれの原料を1500℃で熔融、2~3時間保持した後、徐冷により結晶を析出成長した。析出結晶は塩酸処理により、過剰の金属アルミニウムを溶解し分離した。得られた高ホウ化物結晶は、SEM・EDXやX線回折により化学組成や結晶同定を行うとともに、耐熱特性や耐薬品性などを調べた。

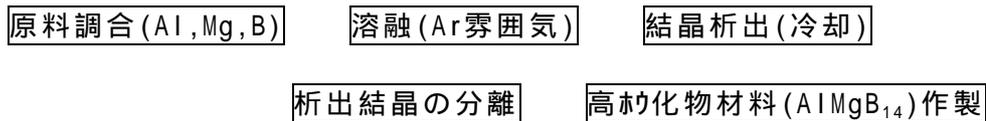


図1 作製過程

3. 結果と考察

得られた結晶は主に、 $AlMgB_{14}$ (図2左)や $Al_{1.4}Mg_{0.4}B_{22}$ (図2右)であった。 $Al_{1.4}Mg_{0.4}B_{22}$ の結晶は、比較的少量のマグネシウムを含むアルミニウム融液から得られた。一方、 $AlMgB_{14}$ の結晶は、マグネシウムを多く含むアルミニウム融液から得られた。

$Al_{1.4}Mg_{0.4}B_{22}$ 結晶は、 $\gamma-AlB_{12}$ 構造であり、純粋なAl-Bの二成分系に少量のマグネシウムを導入することで、 $\gamma-AlB_{12}$ 構造の単結晶相を得ることができた。結晶は斜方晶系の銀赤鉄鉱色で、成長した結晶の形は平面に平行に B_{12} 正二十面体の配列が配置した構造をしている。一方、 $AlMgB_{14}$ 結晶を主成分として作製することは、 $Al_{1.4}Mg_{0.4}B_{22}$ に比べ非常に困難であった。マグネシウムは高温で非常に揮発しやすく、 $AlMgB_{14}$ は $Al_{1.4}Mg_{0.4}B_{22}$ に比べAl-Mg-B融液中でより高濃度のマグネシウムを必要とするからである。結晶は斜方晶系の銀黒色で、 $Al_{1.4}Mg_{0.4}B_{22}$ と同様に、 $AlMgB_{14}$ の構造においても結晶の形と B_{12} 正二十面体の配列との間には関連がある。

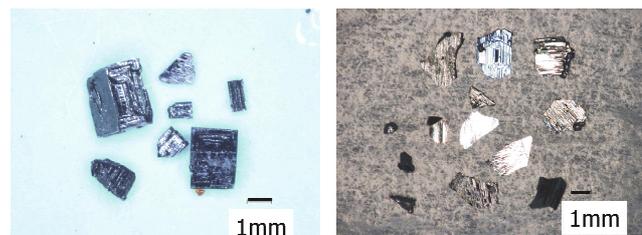


図2 作製結晶

マグネシウムの添加量により $AlMgB_{14}$ 80%程度の割合の結晶相を作製し、冷却速度の制御により0.5~2.0mmサイズの結晶を作製した。

4. まとめ

高機能性の材料を容易に作製する方法が開発されることで、従来の砥粒や加工部材の代替を始め、材料の特長を生かした新たな用途開発や産業の活性化につながる。

*1) 材料グループ、*2) 元千葉工業大学