

(746) B/A1 複合材料の界面の挙動に関する研究

東大院 ○篠原嘉一 東大生研 大蔵明光 本田紘一

1. 緒言

B/A1 複合材料は、高比強度・高比弾性を有すると考えられ研究されており、Borsic/A1 複合材料が一部アメリカで実用化されている。本研究では、ボロン繊維とアルミニウムとの反応条件及び界面反応機構を解明することを目的とし、今回はボロンの構造及びアルミニウム中への拡散を調査した。

2. 実験方法

【1】ボロンの構造調査 ボロン繊維は本研究室でCVD法により製造した。ボロン繊維の断面写真をPhoto.1に示す。まず、バナジウムフィルターによって単色化したCrK α によるX線回折測定を行ない、ボロン繊維の結晶構造解析を行なった。次に外径は同じでコア径の異なる2種類の繊維の引張試験を行なう事により、ボロン及びタングステンボライドの繊維方向のヤング率を求め、タングステンボライドの繊維方向の残留応力を算出した。更に、オージェ電子分光測定を行ない、表面酸化層の有無を調査した。



Photo.1 SEM image of cross section of boron fiber

【2】ボロンの拡散調査 ボロン繊維を粉碎しコアを溶出してボロンパウダーを作成した。ボロンパウダーを用いて示差熱分析を行なうことにより、RT~700℃での酸化及び変態を調査した。また、700℃で熱処理したボロンパウダーを用いてX線回折測定を行なうことにより、ボロンの変態の有無を確認した。次に、ボロンパウダーをアルミニウム板の片面に圧着して厚さ600 μ mのB/A1試料を作成し、この試料を高純度Ar中で、500℃、540℃、570℃、600℃、620℃の各温度で5分刻みに熱処理した。この熱処理試料の表面についてオージェ電子分光測定を行ない、ボロンがアルミニウム中を600 μ m拡散する熱処理条件を求めた。

3. 結果及び考察

【1】ボロンの構造 X線回折測定から、ボロンの結晶構造は正方格子型($a_0 = 8.74\text{\AA}$, $c_0 = 5.08\text{\AA}$)で、コアはWB₄となっていることがわかった。ボロンピークがブロードになっていることからボロン結晶は微細(約30 \AA)で内部に多くの結晶欠陥を有していると推定される。また、WB₄のピークはすべて低角度側にシフトしていることから、WB₄には引張の残留応力が、逆にボロンには圧縮の残留応力が作用していることがわかる。引張試験から、ボロン及びタングステンボライドの繊維方向ヤング率がそれぞれ $3.79 \times 10 \text{ kg/mm}^2$, $6.32 \times 10 \text{ kg/mm}^2$ であるとの結果を得た。ピークシフトより計算したタングステンボライドの繊維方向の結晶歪は0.107%で、この値に上記のヤング率を乗ずると繊維方向の引張残留応力は 67.6 kg/mm^2 となる。また、ボロン繊維表面のオージェ電子スペクトルから、繊維表面には酸化層は存在しないことがわかった。このことは、ボロンのCVDが良好であることを示している。

【2】ボロンの拡散 示差熱分析から、ボロンは約350℃から酸化を開始し、RT~700℃では変態が起こらないことがわかった。またX線回折測定から、700℃までにボロンの変態が無いことが確認された。これらの結果を基にB/A1試料を高純度Ar中で熱処理するとボロンがアルミニウム中を600 μ m拡散する熱処理条件は、540℃ \times 90min.、570℃ \times 50min.、600℃ \times 20min.、620℃ \times 13min.であった。ボロンのアルミニウム中の拡散は600℃以上では非常に早く、このことはボロンとアルミニウムとの高い反応性を示唆している。また、上記の熱処理条件から拡散定数と温度との間には以下の式が成立することがわかった。

$$D = 80 \exp(-35000/RT) \quad (\text{cm}^2/\text{sec})$$