

研究紹介

Al-B-C系化合物(Al_3BC_3)の炭素還元雰囲気での高温反応挙動

1 緒言

アルミニウムとホウ素の炭化物であるAl-B-C系化合物は炭素含有耐火物の添加剤として炭素の酸化防止効果が見込まれている。Al-B-C系化合物の添加効果は炭素の酸化防止と同様に、自身の酸化反応から生じる生成物によって気孔の閉塞あるいは強度向上、加えて高耐熱性の付与も期待できる。このような性能が期待されるAl-B-C系化合物を耐火物原料として応用するにあたり、高温域におけるAl-B-C系化合物の反応ならびにその挙動は十分に調べられていない。添加効果を予測するために基本的知見である高温反応を理解する必要がある。そこで、本研究はAl-B-C系化合物を代表して Al_3BC_3 を各種雰囲気中で加熱したときの重量および相変化を調査した結果について報告する。

2 実験方法

Al_3BC_3 はアルミニウム粉末(純度99.3%)、炭化ホウ素(純度99%以上)、カーボンブラック(純度99.9%)をもちいて 1800°C で既報に則って自家合成し、所定の粒度(算術平均径: $15\ \mu\text{m}$)に調製した。

加熱による Al_3BC_3 の重量および相変化の検討として、合成 Al_3BC_3 粉体のみを $\phi 12.6\text{mm} \times t 10\text{mm}$ に成形し、炭素粉末埋設下で 1400°C (昇温速度: $10^\circ\text{C min}^{-1}$)の大気雰囲気内の炉内で2, 5, 10時間それぞれ加熱した。加熱による生成物相は粉末X線回折(UltimaIV, Rigaku Corp.)装置で $2\theta = 5\text{--}70^\circ$, スキャンスピード 2°min^{-1} で測定した。

3 結果と考察

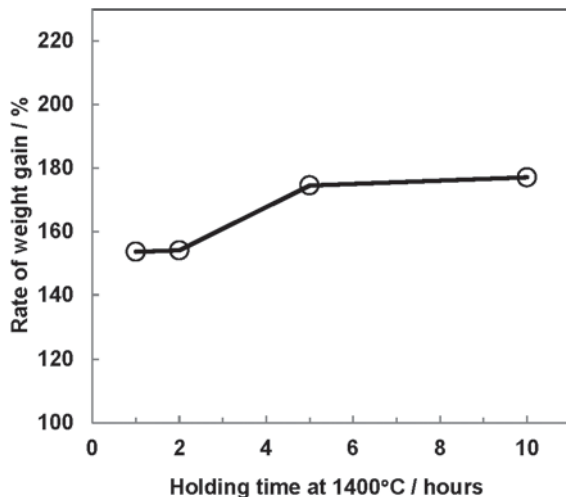


Fig.1 Al_3BC_3 の炭素埋設処理 1400°C における重量変化の保持時間依存性

Fig.1に炭素粉末埋設下で 1400°C (昇温速度: $10^\circ\text{C min}^{-1}$)大気雰囲気内の炉内で2, 5, 10時間それぞれ加熱したときの重量変化を示す。縦軸は初期重量からの変化率を表す。保持を続けることによって重量が増加した。

Al_3BC_3 は発生するCOガスと反応し、重量が増加したと考えられる。 Al_3BC_3 とCOガスとの反応は以下の2つの式で与えられる。



式(1)は完全酸化であり、式(2)は部分酸化と考える。各反応とも Al_3BC_3 が先に生成することは熱力学的な知見から考察した。

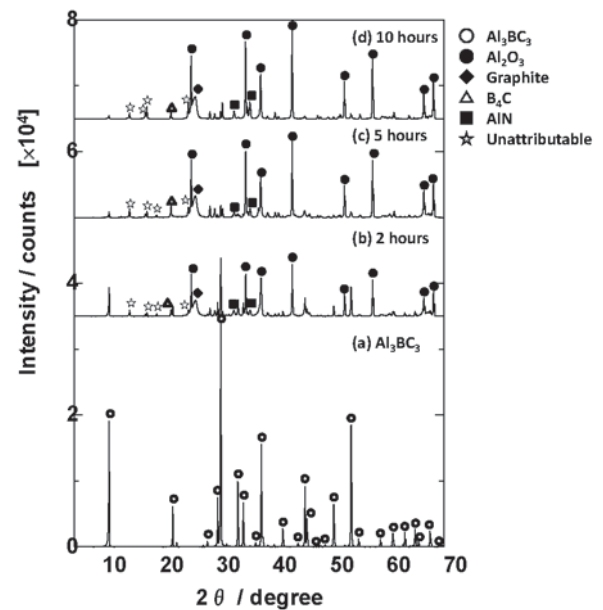


Fig.2 Al_3BC_3 の炭素埋設処理 1400°C における保持時間による生成物相

X線回折パターンをFig.2に示す。保持2時間後から Al_2O_3 の生成が顕著に起こり、Graphiteの生成も明らかとなった。式(1)よりはむしろ式(2)の酸化反応が進行し、生成するであろう B_4C は非晶質相と考えられる。また、反応後の試料ペレットは強固に凝結しており、反応前の保形性のない状態から明らかに変化してことがわかった。これは後述するように生成する Al_2O_3 が焼結することと生成する B_2O_3 などの揮散に起因すると考えている。この現象は耐火物組織の強化を発現すると考えられ、 Al_3BC_3 による添加効果のひとつである。今後、組織観察などからホウ素の挙動を明らかにしていきたい。

Al_3BC_3 は炭素含有耐火物の新たな添加剤として組織強化の可能性が期待できると考えられる。気孔閉塞や体積膨張などの従来の機能性について調査を進めており、これらの機能について Al_4SiC_4 との違いの有無、あるいは新たな機能性を掘り下げるような知見も明らかにしていきたい。

本研究は耐火物技術協会第29回年次学術講演会(平成28年4月20日)にて発表したものである。

(主任研究員 西川 智洋)