

ダイヤモンド粒子へのナノ SiC 被膜形成と耐酸化特性

大阪大学接合科学研究所

○森貞好昭 宮本欽生

住友電気工業株式会社

都築克典 森口秀樹 池ヶ谷明彦

Nanometer sized SiC coating on diamond particles and its oxidation property

by Y. Morisada, Y. Miyamoto, K. Tsuduki, H. Moriguchi, A. Ikegaya

1. 緒言

ダイヤモンドは強い共有結合に起因する高い硬度と熱伝導度を有し、各種カッター、切削・研削・掘削工具、研磨砥粒など広く工業的に利用されている。しかしながら、ダイヤモンドは空気中で加熱すると約 550℃で酸化されて二酸化炭素になってしまう。また鉄やニッケル、コバルトとも 1200℃以上で反応し、低圧では黒鉛化が生じることも大きな問題である。これまでに我々は、非常に簡便な方法でダイヤモンド表面を SiC 被覆することで上述の問題を克服してきた。しかしながら、SiC 被膜の生成機構は解明されておらず、耐酸化特性も十分とは言えない。本研究では SiC 被膜の生成機構を明らかにすると共に、SiC 被覆ダイヤモンドの更なる耐酸化特性の向上を目的とした。

2. 実験方法

SiC 被覆ダイヤモンド粒子作製の出発原料として、ダイヤモンド粒子(粒径 20~30 μm)と SiO 顆粒(粒径 5mm、純度 99.9%)を用いた。これらを Fig. 1 に示すような配置でアルミナ坩堝中に装入し、真空中($\sim 0.03\text{Pa}$)、1250~1450℃、1~90min の種々の条件で熱処理した。各試料の組成や微細構造を XRD、SEM、TEM、EDX を用いて詳細に観察した。また、TG-DTA を用いて SiC 被覆ダイヤモンド粒子の耐酸化特性を評価した。

3. 結果及び考察

(1) SiC 被膜の生成機構

Fig. 2 にダイヤモンド表面に生成した SiC 被膜の膜厚を示す。それぞれの被覆温度において、膜厚が直線的に増加しているのが分かる。それぞれの温度に対する SiC 生成速度を算出し、アレニウスプロットをとると直線関係を満たした。この直線の傾きから SiC 生成の見かけの活性化エネルギーを算出すると 100kJ/mol が得られた。この値は SiO(g)と CO(g)の反応により黒鉛基板上に SiC が析出する場合として報告されている値(97kJ/mol)に非常に近い¹⁾。なお、SiO(g)と黒鉛の表面が反応して SiC ができる場合は 429kJ/mol である。実際、SiC 被覆処理時間が増加するに従って数十 nm の SiC 粒がダイヤモンド表面を覆い尽くしていく様子が観察された(Fig. 3)。以上の結果から、SiC 被膜は主に SiC(g)と CO(g)の反応によって形成されているようである。

(2) SiC 被覆ダイヤモンド粒子の耐酸化特性

SiC 被覆ダイヤモンド粒子の酸化開始温度を Fig. 4 に示す。明らかに SiC 被覆処理によ

って酸化開始温度が上昇している。特に、1350℃で処理を行った試料で大幅な向上が見られ、90min の処理を行った場合は酸化開始温度が 920℃に達している。また Fig. 5 に示すように、空气中、700℃における酸化耐久性も改善された。

参考文献

- 1) T. Shimoo, F. Mizutaki, S. Ando, and H. Kimura, "Mechanism of Formation of SiC by Reaction of SiO with Graphite and CO," *J. Japan Inst. Metals* 52 (3) 279-287 (1988).

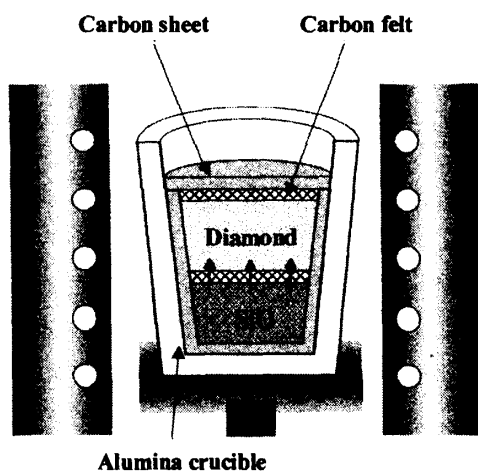


Fig. 1 An assembly for SiC coating of diamond particles.

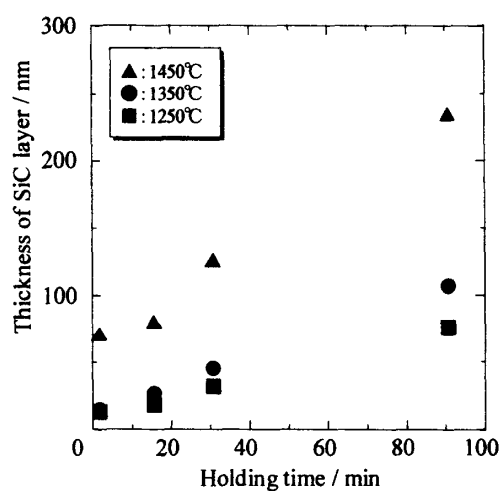


Fig. 2 Relationship between thickness of the SiC layer and holding time.

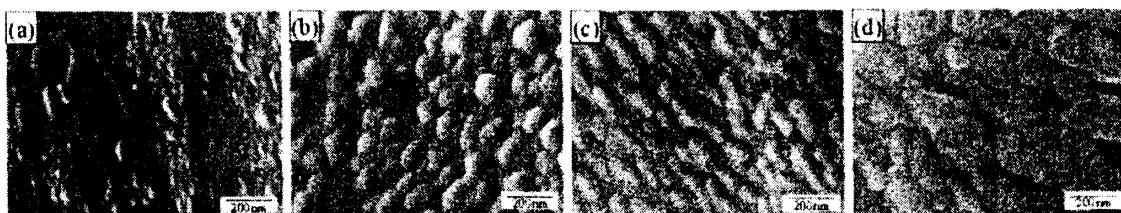


Fig. 3 SEM images of the SiC coated diamond treated at 1350°C for (a) 1min, (b) 15min, (c) 30min, and (d) 90min.

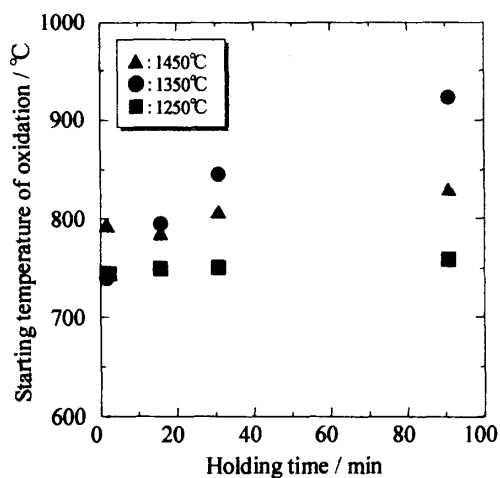


Fig. 4 Starting temperature of SiC coated diamond.

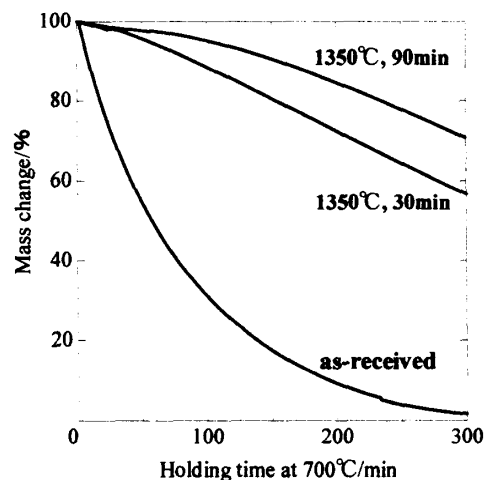


Fig. 5 TG curves for diamond and SiC coated diamond particles.