

走査型プローブ顕微鏡による金属間化合物の観察

高橋 俊也*¹⁾ 西川 康博*¹⁾

Observation of intermetallic compounds using a scanning probe microscope

Shunya Takahashi*¹⁾, Yasuhiro Nishikawa*¹⁾

キーワード：走査プローブ顕微鏡，ケルビンフォース顕微鏡，複合材料，金属間化合物

Keywords：Scanning Probe Microscope, Kelvin Probe Force Microscope, Composite material, Intermetallic compound

1. 諸言

微小な領域での硬さ試験として，マイクロビッカース硬さ試験，超微小硬さ試験があるが，これらの試験ではダイヤモンド圧子を試料に押込むため，周囲に加工硬化が発生し，次の試験を行うのに圧痕数個分の間隔を開ける必要がある。そのため母材の硬さが変化する試料に対して連続的な硬さ測定を行うことはできない。そこで本研究では表面物性のマッピングが可能なナノサーチ顕微鏡を使用して，硬さの異なる母材，添加物，金属間化合物に対して連続的な物性の評価を行うことを目的とする。

2. 観察方法

2.1 観察試料 図1に本研究で使用した観察試料を示す。母材にはアルミニウム（純度99.5%以上）を，添加剤には炭素繊維を用いた。炭素繊維の含有率は2.7mass%である。観察試料の作製には放電プラズマ焼結装置（住友石炭鉱業SPS-1030）を用いた。アルミニウムと炭素繊維の界面に金属間化合物である炭化アルミニウムが存在している可能性がある⁽¹⁾。

2.2 観察方法 作製した試料を研磨し，図2のように炭素繊維とアルミニウムの界面に対してナノサーチ顕微鏡（島津製作所 SFT-3500）により観察を行った。観察モードは表面物性のイメージングを行う位相モード，表面電位のイメージングを行う表面電位モードで観察を行った。

3. 試験結果

3.1 位相モードによる観察結果 図3，図4に観察結果を示す。図3は位相像，図4は高さ像である。図4において，炭素繊維はA，アルミニウムはBで示した箇所である。位相像において，物性として軟らかい部位は明るく表示される。炭素繊維とアルミニウムの界面に明るい箇所が見られる。しかし，界面に析出する可能性のある炭化アル

ミニウムはアルミニウムよりも硬い⁽²⁾。図4のように炭素繊維とアルミニウムの界面には60~100nm以上の段差がある。この段差は炭素繊維がアルミニウムよりも硬く，研磨の際に削られにくいことが原因であると考えられる。位相モードでは表面の物性の他に形状の影響も大きく受けるため，今回の結果では期待した位相像を得ることができなかった。界面の段差を解消することで，物性のマッピングが可能であるか確認することができる。

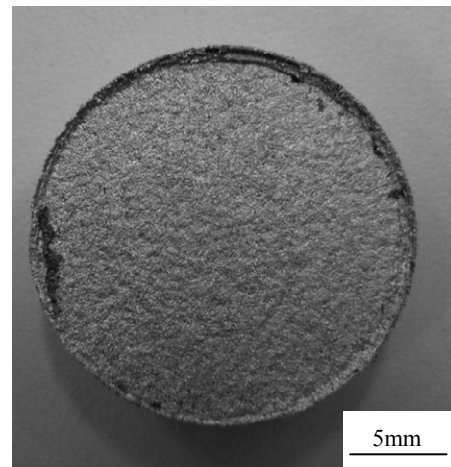


図1. 観察試料

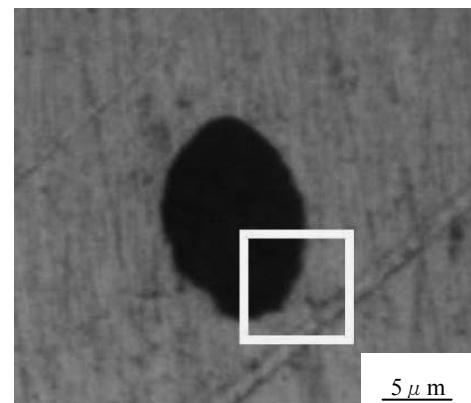


図2. 観察領域

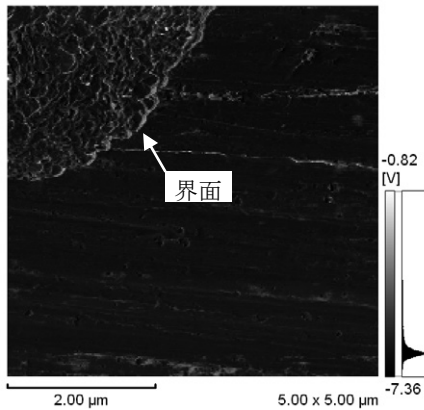


図 3. 位相像

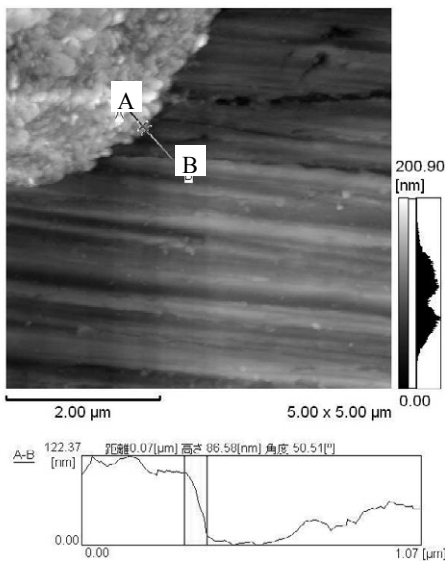


図 4. 高さ像

3.2 表面電位モードによる観察結果 図 5, 図 6 に表面電位モードでの観察結果を示す。図 5 は主成分がエタノールの潤滑剤で研磨を行った試料, 図 6 は主成分が水の潤滑剤で研磨を行った試料の観察結果である。図 5 及び図 6 において, 炭素繊維は A, アルミニウムは B で示した箇所である。どちらもアルミニウムと炭素繊維が明確に識別できている。これはアルミニウムと炭素繊維の仕事関数の違いによるものと考えられ⁽³⁾, アルミニウムと炭素繊維の間には 0.8~1.0V 程度の電位差がある。炭化アルミニウムは水と反応を起こすが, 図 5 と図 6 を比較しても明確な差はなく, 界面に炭化アルミニウムが存在している様子は確認できなかった。炭素繊維とアルミニウムの界面に段差が存在しているため, 界面近傍では, 探針の側面でトレースしていることが原因であると考えられる。炭素繊維とアルミニウムの段差を解消することができれば, 炭化アルミニウムが存在しているか観察することが可能であると思われる。

4. 結言

本研究で得られた成果を以下に示す。

- (1) 位相モードでアルミニウム, 炭素繊維, 炭化アルミニウムの物性の差を確認することはできなかった。界面に存

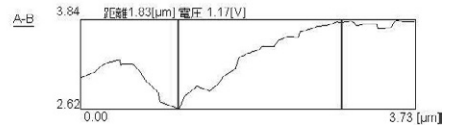
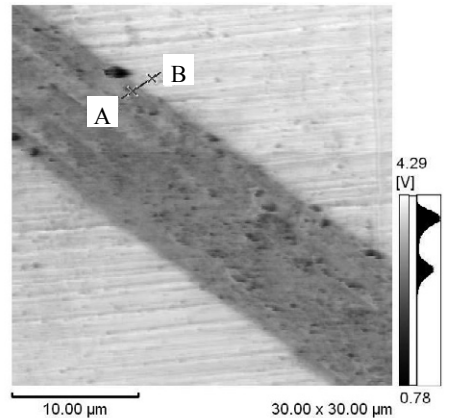


図 5. 表面電位像 (潤滑剤: エタノール)

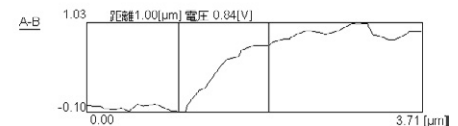
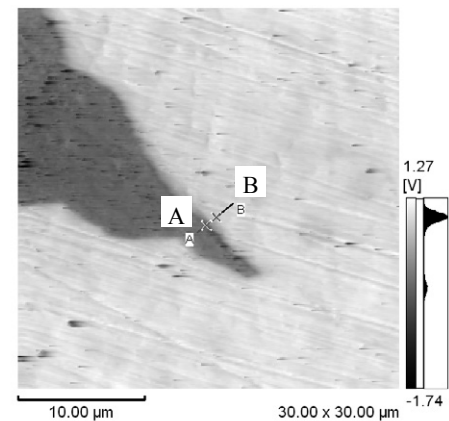


図 6. 表面電位像 (潤滑剤: 水)

在する段差が原因であり, この段差を解消することによって, 物性のマッピングが可能か確認することができる。

- (2) 表面電位測定によって炭素繊維とアルミニウムを明確に区別することが可能であった。金属間化合物に関しては今回の測定結果からは観察を行うことができなかった。しかし, 炭素繊維とアルミニウムを明確に区別できたことから, 試料中の元素が異なる添加物の分布の確認に利用することが期待される。

(平成 24 年 5 月 18 日受付, 平成 24 年 7 月 9 日再受付)

文 献

- (1) 鈴木秀武, 萩原隆: 「アルミナ前駆体を被覆した炭素繊維によるアルミニウム基炭素繊維複合材料の作製及び機械的性質」, J.Text.Eng, Vol.56, pp.131-137 (2010)
- (2) T.Iseki, T.Kameda and T.Maruyama: “Some properties of sintered Al_4C_3 ”, J. Mater. Sci. Letters, Vol.2, pp.675-676 (1983).
- (3) 森田清三: 「原子・分子のナノ力学」, 丸善, pp.31-37 (2003)