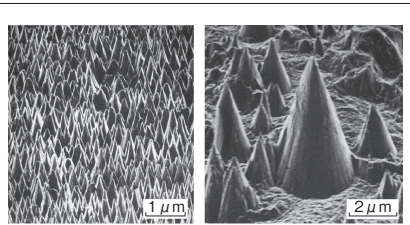


鋼表面への微細円すい状突起物の生成



(a)合金工具鋼(SKD5) (b)ステンレス鋼(SUS304)

図1 スパッタエッチングにより形成した微細円すい状突起物の例

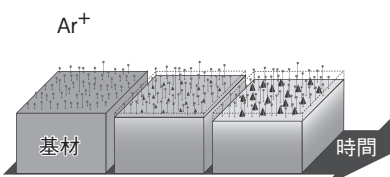


図2 微細円すい状突起物形成過程

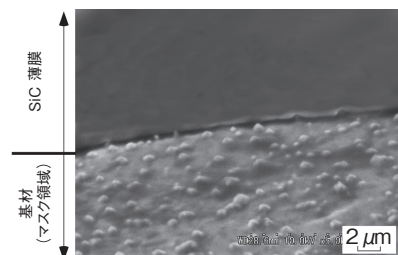


図3 微細円すい状突起物を形成させたSKH51基板上へのSiC薄膜の成膜

1. はじめに

近年、マイクロマシニング技術の進歩により、材料表面に微細模様のパターンニングが可能となっている。しかしながら、パターンニングには極めて高額な設備や多大な手間を要することが一般的である。われわれの研究グループでは、スパッタエッチングにより鋼表面に微細円すい状突起物を形成することに成功している^{(1)~(3)}。本技術の特徴は、マイクロマシニング技術を使用した整然としたパターンニングとは異なり、安価に微細円すい状突起物を形成可能な点にある。図1に合金工具鋼(SKD5)およびオーステナイト系ステンレス鋼(SUS304)へのスパッタエッチングにより形成した微細円すい状突起物の様子を示す。いずれにも先

端が鋭くとがった突起が形成されている。合金工具鋼表面には直径が $1\mu\text{m}$ 以下の微細な突起が高密度に形成し、ステンレス鋼には直径が数 μm の突起物が比較的疎に形成されている。突起物の密度・寸法は、基材の種類やエッチング条件により変わる。本突起物に関する話題は、日本機械学会誌2007年3月号の特集記事にも掲載されているので、参照いただきたい。

2. 円すい状突起物の形成過程

数Paから数千Paの圧力下において直流または交流電圧を印加すると、グロー放電が生じて気体はプラズマ状態になる。スパッタエッチングにおいては、アルゴンプラズマ中のアルゴンイオンを電場により加速して基材表面に衝突させて基材表面原子をはじき出させる。工業的にはスパッタエッチングは基材のクリーニングとして使用されている。図2に突起物の形成過程を模式的に示す。アルゴンイオンによりスパッタエッチングを行うと、基材表面原子がはじき出されるが、アルゴンイオンの衝突の際に基材は加熱されるため、基材表面には微細な炭化物が多数析出する。炭化物のスパッタ収率が基材のそれよりも低いと、時間の経過とともに突起物は相対的に突出する。これと同時に炭化物底辺は成長するので、基材表面には多数の微細円すい状突起物が形成される。

3. 微細円すい状突起物のコーティング下地としての利用

微細円すい状突起物の適用可能性は幅広い。まず、表面積が増加する点を利用すれば触媒下地、および放熱装置としての適用が考えられ、先端の鋭さを利用すればコールドエミッタへの適

用が考えられるとともに、柔らかな相手材と接触すると先端が引っ掛かることが期待できるので、搬送装置としての可能性がある。さらに、凹凸を利用すればアンカー効果によりコーティングと基材の密着力が向上する。

微細円すい状突起物の密着力向上効果を確認するため、微細円すい状突起物を形成させた高速度鋼(SKH51)基材上にSiC薄膜をスパッタコーティングした。図3に表面の様子を示す。SiC薄膜は突起物を形成させた基材上にはがれることなく成膜されている。マイクロエッジインデント法により評価しSiC薄膜のはく離エネルギー(密着力)は、スパッタエッチングを行わない基材に成膜したSiC薄膜のそれに比べ約26%向上しており、円すい状突起物がアンカー効果を発揮することが実験的に確かめられた。もし、切削工具等のコーティング下地等へ適用すれば、中間層が不要にできる可能性がある。

4. おわりに

微細円すい状突起物は工業的に利用範囲が広く、また極めて安価に製造可能であるという魅力がある。今後は、突起物の実用化を目指し開発を進めるつもりである。

(原稿受付 2008年2月29日)

[加藤昌彦 広島大学]

●文 献

- (1) 張 清廉・王 栄光・加藤昌彦・中佐啓治郎, ステンレス鋼および合金鋼のスパッタエッチングによる円錐状表面炭化物の生成, 日本金属学会誌, 69-3 (2005), 312-319.
- (2) Wang, R., Zhang, Q., Kato M. and Nakasa, K., Formation of Fine and Dense Conical Carbides on Tool Steel Surface by Sputter Etching, *Materials Transactions*, 47-7 (2006), 1798-1804.
- (3) 鄭 錦華・加藤昌彦・竹添星児・中佐啓治郎, アモルファスSiCNスパッタ薄膜の耐摩耗性とマイクロエッジインデント法によるはく離強度評価, 材料, 54-10 (2005), 268-274.