

## グラファイト表面への原子アンカーによるタングステンクラスタの担持

(コンポン研<sup>1</sup>、豊田工大<sup>2</sup>) 早川鉄一郎<sup>1</sup>、安松久登<sup>2</sup>、近藤保<sup>2</sup>

固体表面上に担持されたクラスターでは、表面との相互作用、クラスターサイズや原子配置によって電子構造などの性質が特徴的に変化する。例えばタングステンクラスター  $W_n$  がグラファイト表面の炭素原子と結合すると、タングステンカーバイドが生成されて非金属的になるなどの変化が予想される。しかし、ダングリングボンドが存在しないグラファイト(0001)表面に  $W_n$  を結合させるためのエネルギー障壁が高いため、一般には  $W_n$  の担持とともに解離も進行してしまう。本研究では、サイズの揃った  $W_n$  をグラファイト(0001)表面上に堅固に担持するための新しい方法を開発した。すなわち、まずグラファイト表面にタングステン原子を担持してアンカーとし、次に  $W_n^+$  を照射してタングステン原子同士で金属結合させることにより  $W_{n+1}$  として固定する。この方法では、アンカーがクラスターと同じタングステンであるため不純物が無いこと、表面と結合を作るのがアンカーの1原子に限定されること、などの長所がある。

$W^+$  を並進運動エネルギー 70 eV でグラファイト(0001)表面に衝突させることにより  $W$  アンカーを作成した。この方法によりタングステン原子が表面に堅固に固定されることはこれまでの研究[1]から分かっている。次にこの表面に  $W_n^+$  を並進運動エネルギー 2 eV/atom で入射した。このエネルギーはタングステンの結合エネルギーより小さいため、 $W_n$  の解離は起こらないと考えられる。作成した表面は  $\sim 10^{-9}$  Pa、77 K にて STM により観察した。 $W_n^+$  はマグネトロンスパッタ源により生成し、四

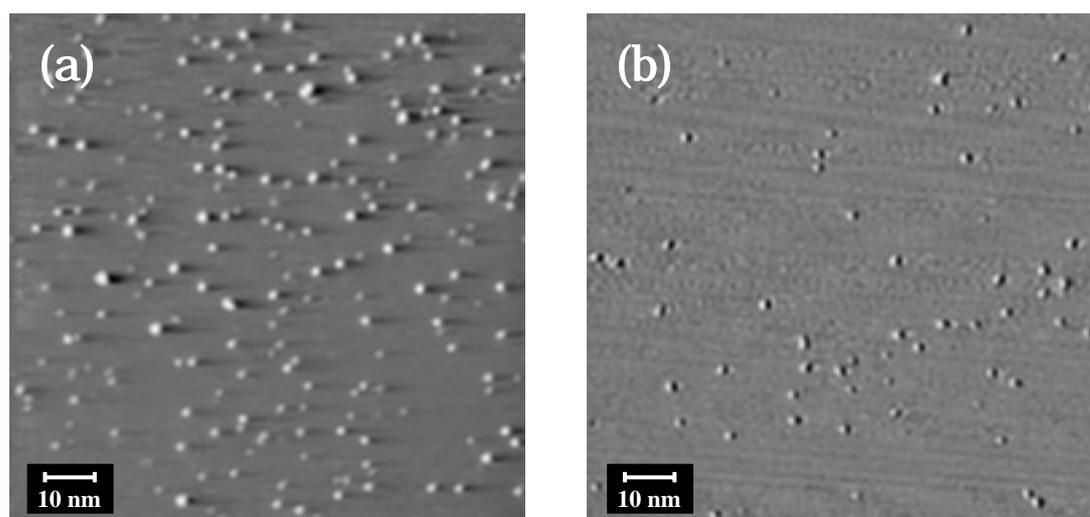


図 1 (a) :  $W$  アンカー上に  $W_6$  を担持したグラファイト(0001)表面の STM 像。

(b) :  $W$  アンカーのみを担持したグラファイト(0001)表面の STM 像。

重極質量フィルターによってサイズ選別した。W および  $W_n$  の担持は  $\sim 10^8$  Pa、300 K にて行った。

W アンカーに対して  $W_6^+$  を照射したグラファイト(0001) 表面の STM 像を図 1 (a) に示す。アンカー用の  $W^+$  の照射密度は約  $2.0 \times 10^{10}$  atoms/mm<sup>2</sup>、 $W_6^+$  の照射密度は  $1.5 \times 10^{10}$  clusters/mm<sup>2</sup> である。比較のため W アンカーのみの STM 像を図 1 (b) に示す。 $W_6^+$  を照射した表面の STM 像には面積の異なる輝点が観測される。一方、W アンカーのみの表面で観測される輝点の面積はほぼ全て等しい。 $W_6^+$  を照射した表面 (図 1 (a)) および W アンカーのみの表面 (図 1 (b)) の STM 像で観測された輝点の面積  $S$  の分布を、それぞれ図 2 (a)、(b) に示す。図 2 (a) には  $S = 1.3, 2.3, 3.5$  および  $6.8$  nm<sup>2</sup> 付近にピークが見られるのに対し、図 2 (b) では  $S = 1.4$  nm<sup>2</sup> 付近にのみピークが見られる。従って  $S = 1.3-1.4$  nm<sup>2</sup> にピークを持つ輝点はクラスタの結合していない W アンカーに帰属できる。一方、より大きな面積の輝点はタングステンクラスタに帰属できる。W アンカーに対する  $W_6^+$  の照射量やピーク幅などから、 $S = 3.5$  nm<sup>2</sup> 付近のピークは W アンカーに  $W_6$  クラスタが結合した  $W_{(6+1)}$  であると考えられる。さらに  $S = 6.8$  nm<sup>2</sup> 付近の小さいピークは 1 つの W アンカーに 2 つの  $W_6$  クラスタが結合した  $W_{(6+6+1)}$  であると推定される。これらの輝点は STM 走査などによって移動しないことから、 $W_n$  はグラファイト(0001) 表面に堅固に担持されていると結論できる。

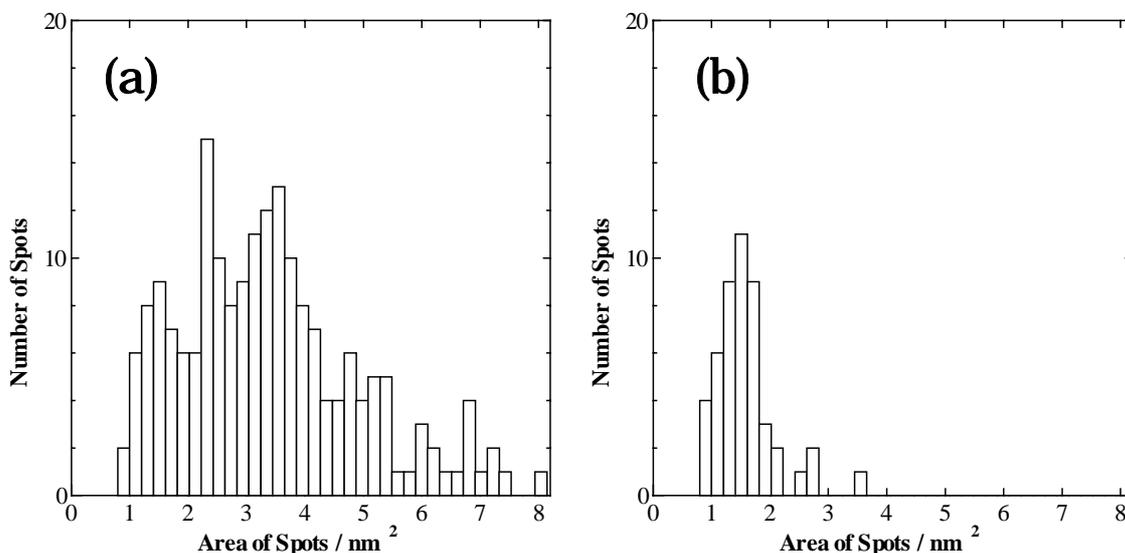


図 2 : STM 像 (図 1) で観測された輝点の面積の分布。(a)W アンカー上に  $W_6^+$  を照射したグラファイト表面。(b)W アンカーのみを担持したグラファイト表面。