

## 低仕事関数触媒表面での電荷交換反応による負イオン生成

### Negative ion production via charge exchange reaction on Ag surface with water adlayer

大阪工大<sup>1</sup>, 横浜国大院工<sup>2</sup> ◦眞銅雅子<sup>1</sup>, 田代恭兵<sup>2</sup>, 関谷隆夫<sup>2</sup>, 首藤健一<sup>2</sup>

Osaka Inst. Technol.<sup>1</sup>, Yokohama Natl. Univ.<sup>2</sup>,

◦Masako Shindo<sup>1</sup>, Kyohei Tashiro<sup>2</sup>, Takao Sekiya<sup>2</sup>, Ken-ichi Shudo<sup>2</sup>

E-mail: masako.shindo@oit.ac.jp

今日、半導体製造過程や核融合プラズマにおいて高出力の負イオン源が不可欠となっており、現在主流の水素およびヘリウム負イオン源では、仕事関数の低いアルカリ金属をターゲットとした表面生成が専ら行われており、装置の小型化が可能であるが取扱いが容易ではない。そこで本研究では、低仕事関数の安定な触媒表面である銀を用いて荷電交換による負イオン生成を行い、第一原理計算を用いて表面反応の詳細を明らかにすることを目的とする。

イオン銃を備えた真空容器内に、ビームに対し  $45^\circ$  の角度で銀薄膜を設置した。銀薄膜に、Xeランプから放出される波長 180~400nm の光を照射し、光電子の電流から仕事関数を評価した。銀薄膜表面への水の吸着量を変化させながら仕事関数を評価し、300eV の  $\text{He}^+$ イオンを照射した。散乱角  $45^\circ$  の方向に磁場フィルターと静電フィルターを設置することにより、表面で生成され散乱した負イオン( $\text{He}^-$ イオン)のみを弁別してチャンネルトロンに入射させた。検出された信号をパルス信号に変換することで、負イオン数をカウントするシステムを構築した[1]。水分子の吸着量を増加させると仕事関数は減少した。これは、水分子中の酸素原子が銀薄膜表面に物理吸着することで吸着水分子の双極子モーメントが真空側を向いているためと考えられる[2]。初期吸着では負イオン生成量が減るが、吸着を増やすと仕事関数の現象とともに負イオン生成量が増加していた (図 1)。

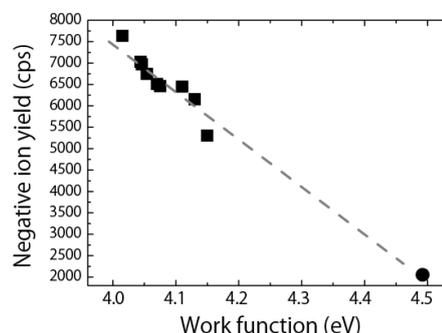


図 1 水を吸着させた銀表面の仕事関数と負イオン生成量の関係

これを第一原理計算によって解析した。銀表面とヘリウム原子のみの近接系では、基板のフェルミ準位よりわずかに高いエネルギーに共鳴状態が生成され、この状態を通して基板から電子が供給されて負イオンが生成される。表面に少量の水分子があると基板の波動関数が遮蔽されてしまうが、イオンが水分子層内部に侵入した場合は、 $\text{He}$ -水分子複合体の形成により新たな電子状態が現れて荷電交換反応が促進されることが分かった[3]。

以上から負イオン生成について、低仕事関数の安定触媒の有用性と その表面生成機構を明らかにした。本研究は JSPS 科研費 JP16K04992 の助成を受けて行われた。

[1] K. Tashiro, M. Shindo, S. Ishiwata and K. Shudo, *J. Vac. Soc. Jpn.* **59** (2017) 83-86.

[2] K. Bange et al., *Surf. Sci.* **183** (1987) 334.

[3] M. Shindo, K. Tashiro, T. Sekiya and K. Shudo, *J. Material Sci.* *in press* (2019).