

表面イオン再結合により生成した亜鉛の長寿命 3d 励起電子状態の研究

A Study on Excited Electron State of Inner-core Electrons of Zinc Films Generated by Surface Ion-recombination Processes

陳 麗

LI CHEN

1. はじめに (目的)

これまでの材料科学では、元素の間の結合反応、分解反応や、物理的表面改質などは全て構成原子の外殻電子を操作している。新しい材料科学の展開可能な方向として、本研究は今まで活用されていない内殻電子の操作に注目した。一般に励起電子状態の寿命 (内殻ホール) は極めて短い。本研究では $3d^{10}$ の亜鉛を研究対象に決定し、表面イオン再結合内殻電子励起法により生成した極めて長寿命の亜鉛の励起状態について論じている。

2. 実験方法・結果及び解析

本研究グループで開発した Electron-assisted PVD (PECVD) 装置を使って製膜した。電子銃と基板上の金薄膜電極の間に加えたバイアス電圧範囲は 0~230V であった。バイアス電圧により基板表面の Zn^+ とガス相にある Zn^+ のイオンの再結合凝縮過程のエネルギーを制御した。構成原子の電子状態を、光電子分光装置 (XPS) で測定した。

入射電子エネルギーが 230eV で作成した試料を 307 日後に、XPS で電子入射方向と垂直方向に試料の中心部を通る直線上の 9 点を測定した。その結果亜鉛原子の軌道 (2p, 3s, 3p, 3d) すべてで、結合

エネルギーの標準値より、高い側にサテライトピークが観測された。亜鉛以外に、炭素、酸素、アルミ、シリコンがあることも明らかになった。

XPS スペクトルのメインピークとサテライトのピーク分析を行った。その結果は、(1) $Zn2p_{3/2}$ のサテライトとメインピークの間隔が 3.2~4.3eV であり、サテライトが強いほど、エネルギー差が大きくなる、(2) $Zn2p_{3/2}$ のメインピークの積分強度は、サンプルの表面に偶関数的に分布しているが、サテライトは奇関数的に分布していた、(3) 結合性カーボンの強度は、亜鉛のサテライトと同じ奇関数的な分布を示していた、(4) アルミの強度は、亜鉛のサテライトと逆相関を示した。

3. まとめ (結論)

XPS の結果を、Kotani-Okada の電荷移動理論で解析し、励起状態の亜鉛が $3d^9$ の基底状態をもつことを明らかにした。この亜鉛の励起電子状態は、炭素と強く結合し、アルミと置換していることを XPS の分析から明らかにした。電荷移動を伴った励起亜鉛の電子状態を表わすパラメータとして、電荷移動のエネルギー Δ が 1.2eV ~ 2.7eV の範囲であり、混成エネルギー T が、0.1eV < T < 0.9eV の範囲であることが、明らかになった。この励起状態の寿命は、極めて長く、1 年程度存在することが確認され、さらに長い寿命を持つことが推定された。

学位授与日 2015 年 3 月 25 日