

## 低エネルギーインジウム照射 $\text{SiO}_2$ の触媒効果の基板温度依存性

### Dependence of catalytic effect of In implanted $\text{SiO}_2$ on the film-substrate temperature

阪大工<sup>1</sup>、産総研<sup>2</sup> ○吉村智<sup>1</sup>、幾世和将<sup>1</sup>、木内正人<sup>1,2</sup>、西本能弘<sup>1</sup>、

安田誠<sup>1</sup>、馬場章夫<sup>1</sup>、浜口智志<sup>1</sup>

Osaka Univ<sup>1</sup>, AIST<sup>2</sup> ○S. Yoshimura<sup>1</sup>, K. Ikuse<sup>1</sup>, M. Kiuchi<sup>1,2</sup>, Y. Nishimoto<sup>1</sup>,

M. Yasuda<sup>1</sup>, A. Baba<sup>1</sup>, S. Hamaguchi<sup>1</sup>

E-mail: ysmr\_aou1@ppl.eng.osaka-u.ac.jp

近年、インジウム-ケイ素触媒が高いルイス酸活性を有しかつ化学反応を促進することが発見された。触媒は化学的手法で合成され、使用するには均一系反応場（溶媒中に触媒を混ぜる）が用いられている。この方法では希少金属インジウムの再利用が難しいことから、我々はイオンビーム技術を利用したインジウム-ケイ素系固体触媒の合成を試みている [1]。この手法ではイオンエネルギー（インジウム注入深さ制御）やドーズ量（表面でのインジウムの分散程度の制御）の変更が容易である。

触媒合成は、低エネルギー質量分離イオンビーム照射装置を用いて以下の手順で行っている。まず、イオン源チャンバ内にアルゴンプラズマを発生させ、またチャンバ内に取り付けられた  $\text{In}_2\text{O}_3$  ターゲットに負電圧を印加することによって、プラズマ中のアルゴンイオンによってターゲットのスパッタを行った。スパッタによって生成したインジウム、酸素、アルゴンを、電極に加えた高電圧によってイオンビームとして取り出した。取り出されたイオンビームを扇形質量分離器に通すことによってアルゴン等を除去し、インジウムイオンビームを得ることができた。取り出されたインジウムイオンのエネルギーと質量のスペクトルは、質量—エネルギー分析器を用いて測定した。その結果、不純物の混じらないインジウムイオンビームであることを確認した。また、エネルギースペクトルはほぼ単色であった。これまでに、このインジウムイオンを  $\text{SiO}_2$  基板へと照射し、アルコールとジカルボニル化合物のカップリング反応について、この試料の触媒効果を調べた。エネルギー値 50, 100, 200, 470 eV の場合（ドーズ量は  $1 \times 10^{17}$  ions/cm<sup>2</sup>）について実験を行ったところ、470 eV の基板だけがカップリング反応を促進した [2]。なお、金属インジウム単体にはこの反応の触媒効果はない。本実験では、イオンビーム照射の際の基板温度の影響を調べた。温度は、室温、200°C、400°C、800°C とした。その結果、触媒効果が発現するのは、室温の場合だけであることが分かった。照射後の基板を X 線回折 (XRD) で解析したところ、200°C と 400°C では XRD スペクトルにインジウムのピークがはっきりと現れていた。これらの場合には、照射したインジウムは基板中に注入されず表面に金属インジウムの薄膜が形成されたために触媒効果がないものと考えられる。一方、800°C の基板では XRD だけでなく、X 線光電子分光 (XPS) スペクトルにもインジウムを確認することができなかった。この基板温度ではインジウムの沸点（今回の真空度では約 450°C）を越えているため、照射したインジウムは基板に残らず蒸発してしまい、触媒効果が発現しなかったものと考えられる。室温の場合には、XRD には金属インジウムのピークが見られないが、XPS スペクトルにははっきりとしたインジウムのピークが見られた。照射したインジウムが基板中の適度な深さに適度な分散で注入され、触媒効果が現れたと考えられる。

[1] S. Yoshimura, et al., Applied Surface Science, 257 (2010) 192.

[2] S. Yoshimura, et al., Thin Solid Films, 520 (2012) 4894.