

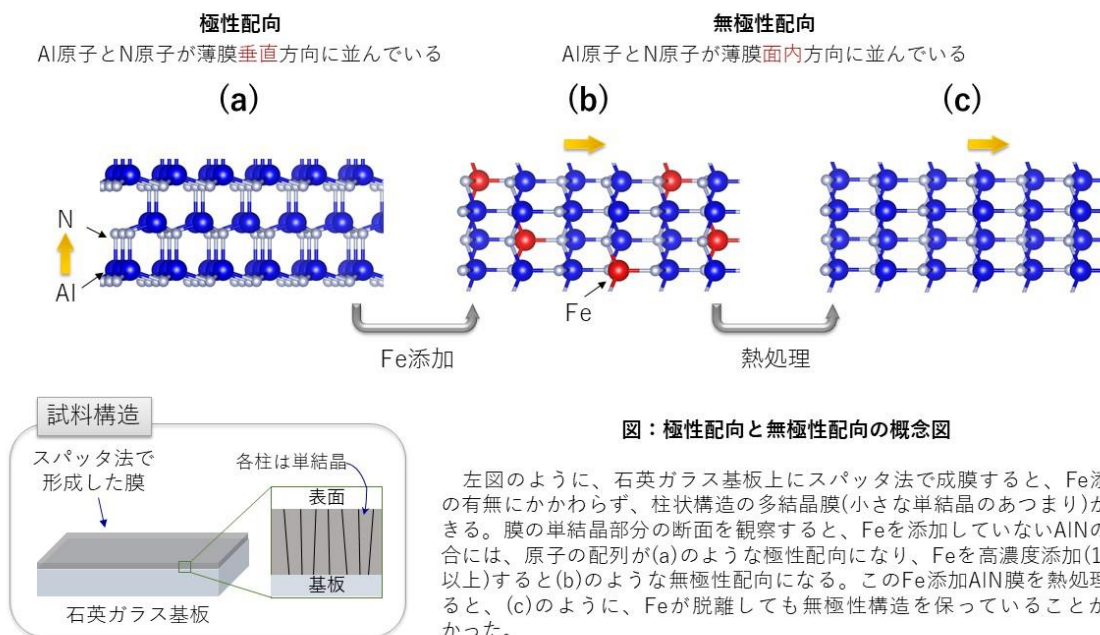
無極性配向ウルツ鉱型 AlN 系微結晶薄膜をガラス基板上に形成する技術を開発

本学電子システム工学専攻・博士後期課程 3 年立溝信之氏、今田早紀准教授らの研究グループは、無極性配向したウルツ鉱型窒化アルミニウム (AlN) 系微結晶薄膜をガラス基板上に形成する技術を開発しました。本成果は、英国 Nature 系科学雑誌『Scientific Reports』2020 年 2 月 4 日版に掲載されました。

➤ 研究内容・成果

ウルツ鉱型窒化アルミニウム (AlN) は、青色の発光ダイオード (LED) で有名な窒化ガリウム (GaN)、窒化インジウム (InN) と同じ、窒化物半導体のひとつです。AlN を使うと、深紫外域の光を放つ LED を作製できると考えられています。地球上にほとんど届かない深紫外光は、水や空気の殺菌や有害分子の分解ができるエネルギーをもっています。現在は、この殺菌光源として、水銀ランプやメタルハライドランプなどが利用されていますが、消費電力が大きい、寿命が短い、さらにランプ自体が大きいなどの欠点を持っています。このランプを、消費電力が小さく、寿命が長く、さらに光源自体を非常に小さくできる LED で置き換えようと、日本をはじめ世界各国で AlN 系深紫外 LED の開発が行われています。

しかし、AlN には、LED を作るために薄膜にしたとき、Al 原子と N 原子のペアが薄膜面に垂直に並び、“極性配向”という原子配列に起因する、いくつかの問題が発生することがわかってきました。解決法は、Al 原子と N 原子のペアを薄膜面内方向に並べる、“無極性配向”という原子配列にすることです。一見単純なことのようにですが、純粋な AlN を無極性配向膜にするには、非常に高度な技術や高価な基板が必要でした。



本研究グループは、2018年に、ありふれた金属である鉄(Fe)をAlNに添加すると、ガラス基板など安価な基板上で無極性配向することを発見しました(参考文献[1])。このFe添加AlN(AIFeN)薄膜は、液晶パネルなどの生産技術として広く利用されているスパッタ法という技術で再現性よく合成できます。そのため、当初、ガラス基板上にこの無極性配向AIFeNを形成し、これをシード(種)としてAlNを成長させれば、無極性配向高効率LEDの実現につながると考えました。しかし、その後の実験で、AlN中のFeは可視光吸収やキャリアの捕捉など、LEDの効率を低下させる可能性の高い電子状態を作ることがわかってきました。そこで、Feの脱離を目的にAIFeN膜に対して熱処理を行ったところ、無極性配向を保ったままFeを取り除き、その結果、Feが作り出した電子状態を非常に小さくできることを発見しました。

本成果は、AlN系深紫外LEDを高効率で発光させ、かつ、安価に作るため、AlN特有の原子配列に起因する問題の解決に必要な特殊な“種”を、非常に簡単に、しかも、ガラスなどの安価な基板上にも形成できる方法を開発したというものです。現時点では、まだ小さな“種”の結晶ですが、今後は大きく成長させる技術を開発し、医療や衛生分野で期待されている高効率AlN系深紫外LEDの実現に寄与したいと考えています。

➤ 発表雑誌

【論文タイトル】

Electronic structure of AlFeN films exhibiting crystallographic orientation change from c- to a-axis with Fe concentrations and annealing effect

【著者】

Nobuyuki Tatemizo¹, Saki Imada¹, Kizuna Okahara¹, Haruki Nishikawa¹, Kazuki Tsuruta², Toshiaki Ina², Yoshio Miura³, Koji Nishio¹, and Toshiyuki Isshiki¹

1：京都工芸繊維大学、

2：公益財団法人高輝度光科学研究センター

3：国立研究開発法人物質・材料研究機構

【雑誌】

Scientific Reports <https://www.nature.com/srep/>

論文掲載 URL：www.nature.com/articles/s41598-020-58835-5

DOI: 10.1038/s41598-020-58835-5

Scientific Reports, **10**, 1819 (2020).

この論文はオープンアクセスです。上記URLから、だれでも電子ファイル(pdf形式)を無料でダウンロードできます。

【掲載日】

2020年2月4日

➤ 参考文献

- [1] N. Tatemizo, *et al.*, “Wurtzite [11-20]-oriented AlFeN films prepared by RF sputtering”, AIP advances, **8**, 115117 (2018).

<https://aip.scitation.org/doi/10.1063/1.5053147>

この論文もオープンアクセスです。同様に上記 URL から pdf ファイルを無料でダウンロードできます。

➤ **関連特許**

(1) 出願番号：特願 2019-072442

発明の名称：薄膜、薄膜付き基板および半導体装置

(2) 出願番号：特願 2019-121164

発明の名称：薄膜の製造方法および半導体装置の製造方法

➤ **本件に関する問い合わせ**

今田早紀 電気電子工学系 准教授

〒606-8585 京都市左京区松ヶ崎橋上町 1

e-mail: saki_imada@kit.ac.jp