

カーボン添加による AlN 表面における p 型伝導制御

P-type conduction control of AlN surfaces by carbon doping

京大院・工 岸元 克浩, 船戸 充, 川上 養一

Kyoto Univ., K. Kishimoto, M. Funato, and Y. Kawakami

E-mail: kawakami@kuee.kyoto-u.ac.jp

(はじめに) 窒化アルミニウム(AlN)は深紫外発光素子や高耐圧電子デバイスへの応用が期待されている。しかしながら、p 型制御が困難な上、電極とのオーミックコンタクトも実現していない。本研究ではこれまでに、意図せず不純物が高ドーピングされた AlN の表面において p 型伝導が生じることを確認しており、不純物密度と伝導性の相関からカーボンが伝導に寄与している可能性が高いことを示唆した[1]。今回は意図せずドーピングされるカーボンを低減した後、意図的にカーボンをドーピングすることで AlN における p 型伝導性の制御を行ったので報告する。

(実験) 本研究で提唱している elementary source vapor phase epitaxy (EVPE)法[2,3]により、c 面サファイア基板の上に AlN を成長した(図 1)。カーボン源としてはプロパン(C_3H_8)を用いた。プロパンは成長中および降温中に Al や N_2 と共に供給した。成長温度は $1500^{\circ}C$ 、圧力は 10 kPa、 N_2/Al 比は 1180 とし、プロパン流量を 0-0.8 sccm と変えて成長を行った。その後 Ni 電極(100 nm)を蒸着し、電気特性を調べた。

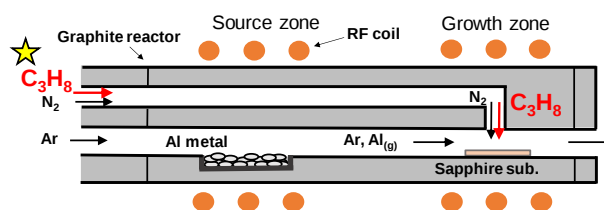


図 1. プロパン供給 EVPE 法の概要。

(結果および考察) プロパン流量 0 sccm、つまりプロパンを供給しなかった場合では伝導性が生じない一方、プロパン流量 0.2-0.8 sccm では伝導性が確認され、ホール測定の結果、すべて p 型と判定された(表 1)。伝導サンプルにおけるシートキャリア密度は $10^{13} - 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ と高い値が得られた。またプロパン流量が増加するとともにシート抵抗は低下している。これらの結果はカーボンが p 型伝導に寄与していることを裏付けるものと考えられる。加えて、プロパンを供給したサンプルの I-V 特性はオーミック性を示した。AlN の膜中と表面に流れる電流を区別するため、Ni 電極を付けたサンプルの表面を反応性イオンエッチング(RIE)により約 10 nm エッチングし、伝導性の変化を調べた。このとき、Ni 電極が RIE のマスクになるため、Ni 電極直下以外の AlN 表面がエッチングされている。エッチング前後で、シート抵抗が $1.5 \times 10^5 \Omega/\square$ から $1.3 \times 10^9 \Omega/\square$ に増加したことから伝導層は極表面に存在していることがわかった。ただし、図 2 に示すようにエッチング後の I-V 特性もオーミック性に近いことから、この表面伝導層は、p 側電極とのオーミックコンタクトの形成に応用できる可能性が示唆された。今回得られた表面伝導層は降温時に形成されたと考えられる。

本方法は EVPE 法のみならず、ほかの成長方法にも応用可能と考えている。より詳細な評価は当日に報告する。

表 1. プロパン流量とホール効果測定結果。

C_3H_8 flow rate (sccm)	Carrier type	Sheet resistance (Ω)	Sheet carrier density ($/\text{cm}^2$)	Mobility (cm^2/Vs)
0	N/A	N/A	N/A	N/A
0.2	P	$1.5E+05$	$4E+13$	1
0.4	P	$3.0E+04$	$4E+13$	5
0.8	P	$1.2E+04$	$3E+14$	2

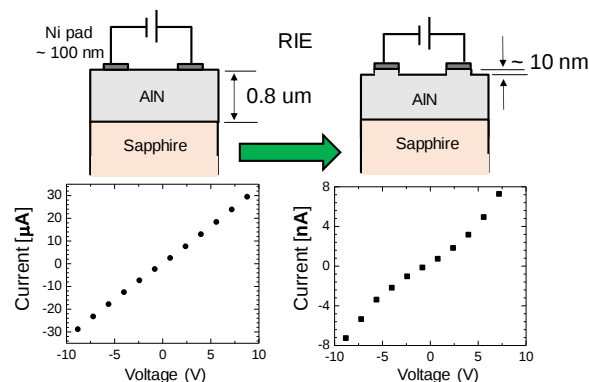


図 2. RIE 前後の I-V 特性。

(参考文献)

[1] 岸元 他, 第 65 回応用物理学会学術講演会, 18a-E202-9.

[2] PeiTsen Wu, *et al.*, *Sci. Rep.* **5**, 17405 (2015). [3] K. Kishimoto *et al.*, *Crystals* **7**, 123 (2017).