



大気暴露した NEA 表面の加熱による仕事関数変化

佐藤大樹，田淵雅夫，西谷智博
名古屋大学工学研究科

キーワード：NEA 表面、Cs 吸着、仕事関数

1. 背景と研究目的

負性電子親和力（NEA）状態の表面を持つ半導体フォトカソードは、パルス構造の電子ビームを用いた電子顕微鏡などへの応用開発が進んでいる。また、励起エネルギーを半導体のバンドギャップすれすれにすることで、発生する電子のエネルギー分散を抑えられる。特に、その半導体材料に GaN を用いた半導体フォトカソードは、GaAs 材料に比べて表面の NEA 状態を長時間維持することが明らかになっている。さらに NEA-GaN は大気暴露されても、超高真空中で加熱をすることにより、増加してしまった仕事関数が再び減少して、劣化した量子効率が回復することが確認されており、真空環境が悪い状況でも電子源として応用されることが期待できる。一方で NEA-GaAs に関しても真空環境が悪い状況での応用を想定した場合、上記と同様の評価が必要となる。

本実験では、大気暴露した NEA-GaAs を再び超高真空中で加熱処理した際の仕事関数の変化を調査した。

2. 実験内容

ドーパ濃度 $0.8\text{-}2.5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ の p-GaAs に対して超高真空中で加熱を行い、清浄化された表面に Cs と酸素を供給し、NEA 表面を形成した。この装置からサンプルを大気中に取り出し、小型の真空デシケターに入れて BL7U まで搬送し、再びサンプルを大気中に取り出して、BL 7 U に設置した。サンプルを 100°C 、 300°C でアニールした後それぞれの仕事関数を測定した。サンプルに -20V を印加し、エネルギー 3.06eV （波長 405nm ）及び 1.58eV （波長 785nm ）を持つレーザー光をサンプルに照射して、放出される光電子のエネルギー分布（EDC）の立ち上がり位置を観測することで仕事関数の変化を測定した。

3. 結果および考察

図 1 に、Cs/GaAs から発生した光電子のエネルギー分布を示す。信号強度が 1 になるエネルギーを曲線の立ち上がり位置とすると、励起波長 405nm における EDC の立ち上がりはアニール温度 100°C 、 300°C に対してそれぞれ 19.48eV と 19.16eV であった。 300°C の結果では、エネルギーの増加とともに 19.2eV と 19.8eV 付近に 2 か所の急峻な信号強度の増加がみられた。また、アニール温度 100°C において励起波長 785nm を用いた時の EDC は測定限界以下であり、アニール温度 300°C での同波長における EDC の立ち上がりは 19.24eV であった。結果から、GaN と同様に大気暴露された GaAs においても真空中で加熱することで仕事関数が減少することが確認された。 300°C において信号の増加が 2 段に分かれた理由は、加熱時間が短く、仕事関数減少に寄与する表面再形成が部分的であった可能性がある。今後は加熱時間や温度をさらに変化させて、EDC の変化を観測する必要がある。

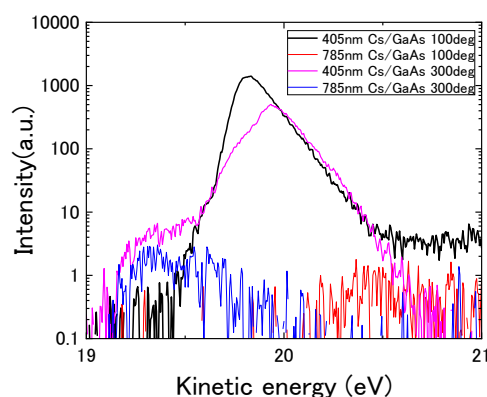


図 1 Cs/GaAs の光電子のエネルギー分布図