



半導体表面に吸着した Cs 原子周辺 局所構造の XAFS 法等による解析

田淵雅夫

名古屋大学シンクロトロン光研究センター

1. 背景と研究目的

半導体表面に Cs 原子を吸着させると、表面の真空準位が下がることが知られている。適切な条件下では、表面の真空準位が下地となる半導体の伝導帯準位よりも下げる事ができ、このような状態を negative electron affinity (NEA) 状態と呼ぶ。NEA 表面を利用すると、下地の半導体中の電子を光励起すると、その電子をほとんどバリアなしで真空中に取り出せる。従って NEA 表面を用いることで、光で電流取り出しを制御できる極めて効率の高い電子源を実現できる。

一方で、このような表面を作製するには、 10^{-8} Pa オーダーの極めて高い真空度を必要とし、少しでも真空度が悪化するとその動作寿命に悪影響を及ぼす。我々は、このような短所を克服して実用的に使用可能な高耐久の NEA 表面を得ることを目的に研究を行っており、本申請の実験はその一環である。

2. 実験内容

小型の NEA 表面作製装置を準備し、あいち SR の BL5S1 に設置した。この装置を用いて、GaAs および GaN を基板としてあらかじめ準備した(Cs を吸着させた)NEA 表面に対して、蛍光 X 線収量の二次元マッピング測定を行い、試料面内での Cs の分布を調べる実験を行った。ついで、試料を熱処理し表面の Cs の量や分布の変化を調べることを試みた。半導体表面に吸着した Cs は、約 600 程度の高温にすると再蒸発するが、ここでは加熱温度は 400 程度とした。これは、NEA 表面を活性化する温度と考えられている。

3. 結果および考察

図 1 に熱処理前の試料に対して、蛍光 X 線収量の二次元マッピング測定を行った結果を示す。図 1 に示したマップは、それぞれ、入射 X 線の強度 (I_0)、Cs-L 蛍光、Ga-K 蛍光、As-K 蛍光それぞれの強度で作成した。マップは全て同一視野である。GaAs および GaN 基板は Mo 製の試料ホルダー上に In 貼り付けされているが、図 1 の I_0 強度のマップを見るとそのそれぞれの位置が明確にわかる。試料ホルダー表面は少し粗くて I_0 を強く散乱している。半導体基盤部分はともに暗いが、GaN が少し光っているのは、GaN は密度が低く I_0 を多少透過し、下地のホルダー表面からの散乱が観察されるからである。

Cs-L の蛍光 X 線のマップを見ると、基板表面より基板ホルダーの方が明るく、基板ホルダーのほうが多くの Cs を吸着してしまっているのがわかる。半導体表面に着目すると、この図ではわかりにくいですが、GaAs 表面の方が少し暗く、GaN の方がより多く Cs を吸着していることがわかる。また、GaAs 表面の Cs 分布にはほとんどムラが無いが、GaN 表面では Cs 量が少し多くなった島状の分布が見られる。

このような吸着量や吸着形態(吸着ムラの有無)の違いが GaAs を基板とした場合と GaN を基板とした場合の NEA 表面の特性や耐久性の差につながっているものと考えられ、今後、より詳細な検討が必要である。

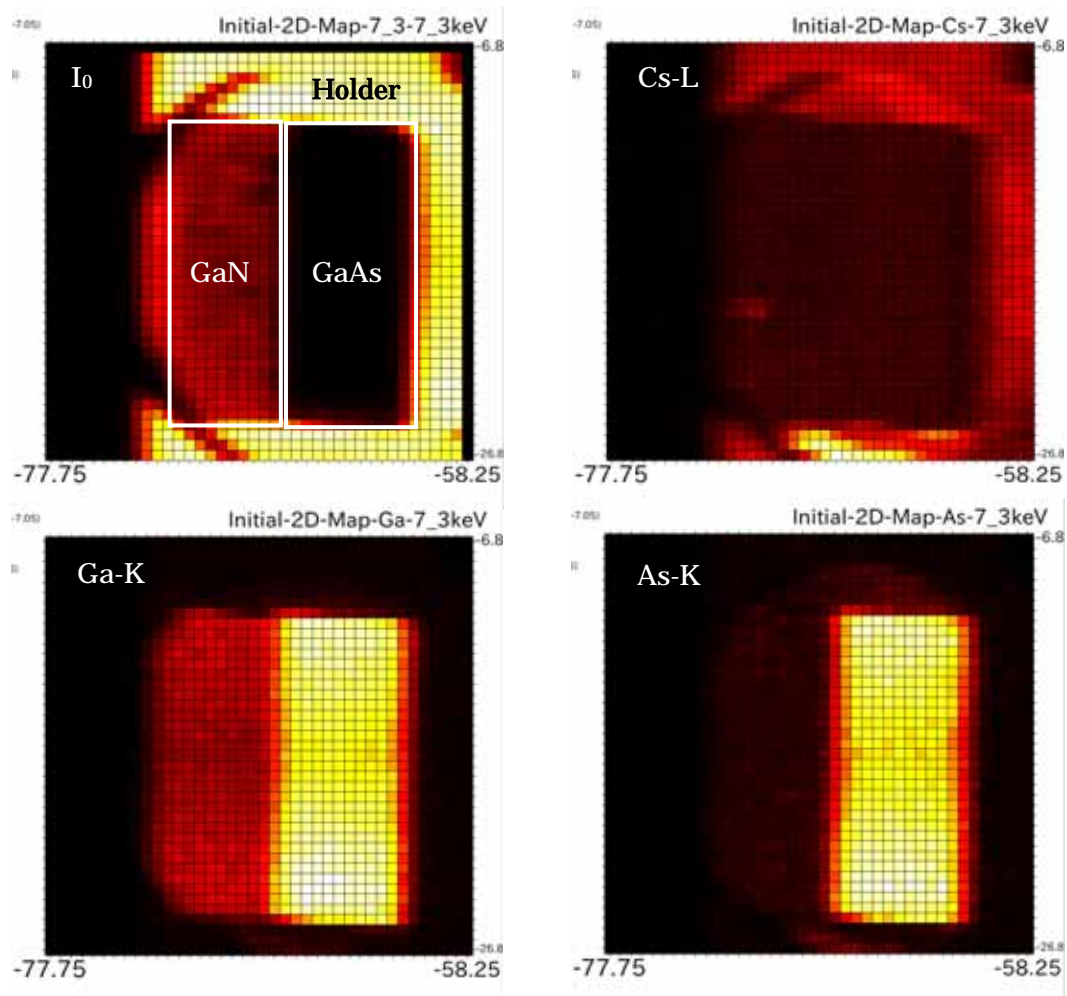


図1 熱処理前の GaAs および GaN 試料表面の蛍光 X 線収量の二次元マップ。
入射 X 線の強度(I_0)、Cs-L 蛍光、Ga-K 蛍光、As-K 蛍光それぞれの強度でマップを作成した。測定は同一箇所。GaAs および GaN 基板が図中に示した位置にあることは、Ga-K、As-K の蛍光 X 線強度の分布を見ても明確である。