

※課題番号 : F-12-NU-0069
※支援課題名 (日本語) : GaAs(110)基板上への Cs/GaAs NEA 表面の形成と評価および(001)基板との比較を通じた Cs/GaAs 表面構造の研究
※Program Title (in English) : Formation and characterization of Cs/GaAs NEA surface on (110) and (001) substrates.
※利用者名 (日本語) : 田渕雅夫
※Username (in English) : Masao TABUCHI
※所属名 (日本語) : 名古屋大学 シンクロトロン光研究センター
※Affiliation (in English) : Synchrotron Radiation Research Center, Nagoya University

※概要 (Summary) :

半導体結晶(典型的には GaAs)表面に、適切に制御しながら Cs と酸素を吸着させることで、結晶外表面近傍の真空準位が、母体の半導体の伝導帯より低くなっている状態を作れる。このような表面を電子親和力が負になった表面という意味で、NEA(negative electron affinity)表面と呼ぶ。半導体に光照射などでキャリアを励起すると、NEA 表面では伝導帯のバリアが薄いため比較的容易に電子を引き出すことができる。このため NEA 表面は高効率、低エミッタンスで光照射で電子放出を制御可能なフォトカソード作製に用いられる。一步で、NEA 表面は超高真空中で作製されるもので、常圧下に取り出すことはできず、取り扱いの難しさや真空環境の悪化に対する耐久性の低さが問題となっている。

我々は、この Cs/GaAs NEA フォトカソードの耐久性を上げることがを目的に、母体の半導体結晶側でのバンド構造の最適化を行う研究、放射光を用いて表面構造を解析し、その理解から耐久性の高い表面構造作製を目指す研究などを行ってきた。

このような研究の中で、母体の半導体結晶側のバンド構造をコントロール技術として、名古屋大学 VBL が所有する、化合物半導体薄膜結晶成長装置の一つ、III-V 族化合物半導体 MBE 装置を利用した。また、NEA 表面作製装置に持ち込む半導体表面の清浄さを確保する技術として、同 MBE 装置で半導体表面に As 薄膜を形成し、これを加熱により分解剥離可能な保護膜として利用することも行なっている。

※実験 (Experimental) :

1) 名古屋大学 VBL に設置された MBE 装置を利用して、半導体量子構造を作製し、NEA 表面作製に適したバンド構造を持った半導体結晶とすることを目標

した。

2) 名古屋大学 VBL に設置された MBE 装置を利用して超高真空中で半導体結晶を過熱することで清浄表面を得、同じ装置中で表面に As 薄膜を形成することで表面の保護膜とした。この結晶を、NEA 表面作製装置に導入し、NEA 表面作製プロセスの前に加熱によって As 膜を剥離すると、MBE 装置中での結晶成長直後または加熱洗浄直後と同じ清浄な表面を得ることができ、作製される NEA 表面の寿命や耐久性を上げることができると期待される。

※結果と考察 (Results and Discussion) :

平成 24 年度は、主に実験 2) の目的で MBE 装置を利用した。保護膜を付けた結晶を使うことで、良好な NEA 表面を再現性良く得ることができ、放射光を用いた表面評価が可能となった。この結果、GaAs(110)表面と(001)表面では Cs 吸着の仕方が異なることが明らかになった。

論文・学会発表 (Publication/Presentation) :

1) Analysis of Cs/GaAs NEA surface by XAFS, M. Tabuchi et al., 国際会議 XAFS15, I1274, Bejin, China, 2012 年 7 月 22-28 日.

関連特許 (Patent) : なし