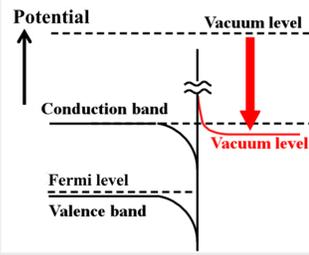


NEA-GaAs表面における表面処理の熱履歴と量子効率の関係

NEA (Negative Electron Affinity) 表面

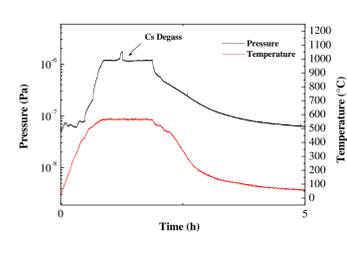
負の電子親和力を持った表面(NEA表面)は高い電子放出効率を有する。真空準位が伝導帯よりも下がるので、バンドギャップ程度の光で電子を放出させることが可能であり、その電子の運動量分散も少ないなどの利点がある。しかし未だその表面構造や形成メカニズムなどは解明されていない。



量子効率測定手順

加熱処理

活性化の前には試料に加熱処理を行い自然酸化膜を除去する。



NEA-GaAs表面の高量子効率を生み出す条件

NEA-GaAsでは加熱処理温度が高温(500~600°C)で量子効率10%が得られる。この温度以下または以上では量子効率はかなり低下する。

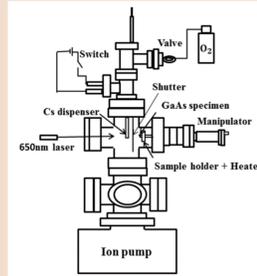
定説

新発見

NEA-GaAsに表面処理の熱履歴を高温から低温(450°C)へと持たせた場合、量子効率13%以上が得られる。

本研究でこの新発見を見出した。再現性は十分とれており、今までの考えを覆す発見である。この不可思議な現象は、NEA表面の根本に関わっている可能性があるため、この原理を解明する。

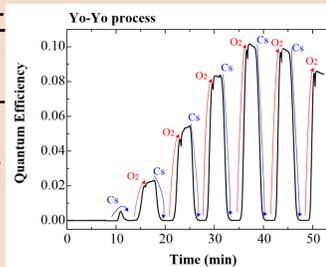
装置図



励起光源 : 650nm LD
Cs supply : 3×10^{-6} Pa
O₂ supply : 5×10^{-7} Pa

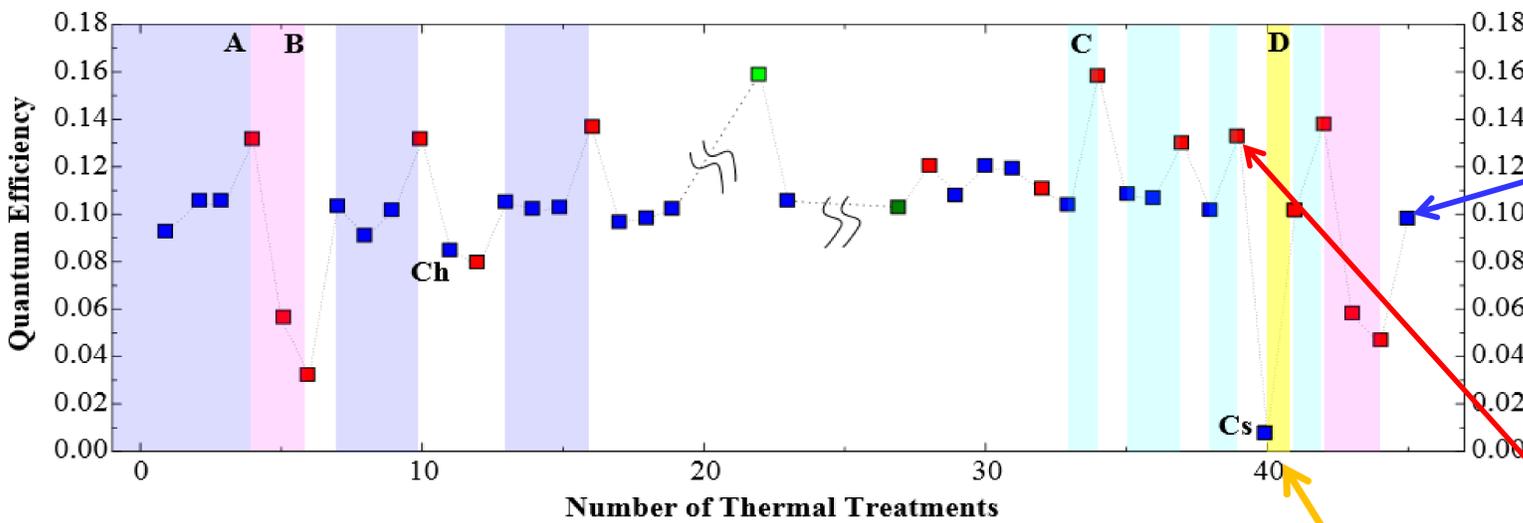
NEA活性化(Yo-Yo法)

清浄なp-GaAs表面にCsとO₂を交互供給する方法のひとつにYo-Yo法があり、表面が活性化されNEA表面を形成することがわかっている。



Yo-Yo法による活性化の様子

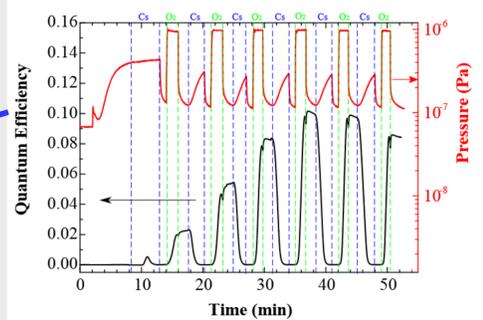
熱履歴と量子効率の関係



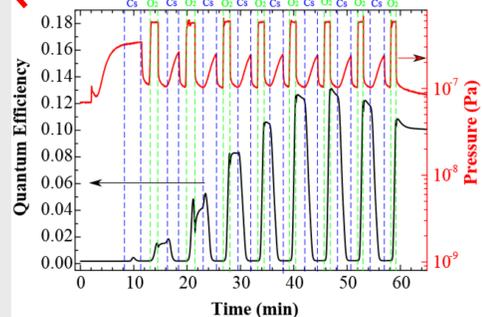
すべての領域において550°Cの加熱処理とYo-Yo法による活性化を繰り返すと量子効率が平均10.2%の表面を形成する。

NEA表面活性化

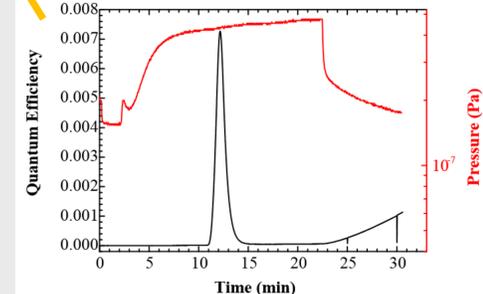
加熱処理 550°C → 活性化



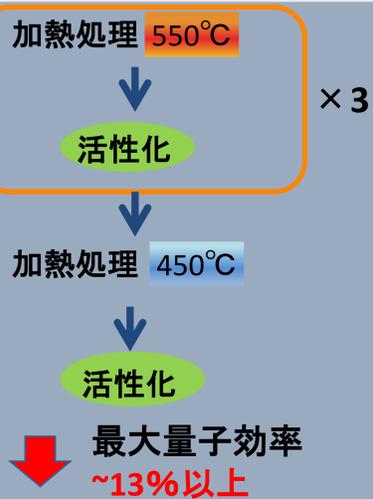
加熱処理 450°C → 活性化



加熱処理 550°C → 活性化



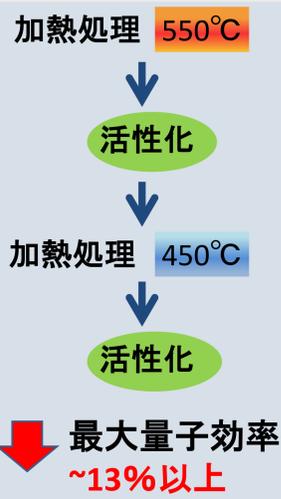
領域A



領域B



領域C



領域D



高量子効率を得る表面

GaAs(100)表面にCsを吸着させ470°Cで加熱することで高い量子効率を得られるGa-rich表面を得る[1]。しかし領域Dでは13%以上が得られなかったため、O₂による活性化が必要である。

550°Cで加熱し活性化した表面で、CsクラスターをO₂が解離させ、CsとAsが結合を持ち、450°Cで加熱することでCsがAsと共に脱離し、理想的なGa-richの再構成表面を得ると考えられる。

今後の展望

加熱処理の条件、CsやO₂の供給の条件を変えることで、量子効率、SPAのスペクトルの違いを検討し、電子線源の開発に重要な高効率・高寿命をもつ表面状態の解明を進める。

[1] Cesium-induced surface conversion: From As-rich to Ga-rich GaAs(001) at reduced temperatures
O.E. Tereshchenko et al. / PHYSICAL REVIEW B 71, 155315 (2005)