p 型(001)基板上 pin ダイオード型 NEA 電子源の研究

Study of pin diode-type NEA electron emitters on p-type (001) substrates

中央大 [1]，産総研 [2]

○(M2)生田和也 [1,2]，小倉政彦 [2]，加藤宙光 [2]，加藤有香子 [2]，牧野俊晴 [2]，竹内大輔 [1,2]，庄司一郎 [1]

Chuo Univ. [1], AIST[2],

°K. Ikuta[1,2], M. Ogura[2], H. Kato[2], Y. Kato[2], T. Makino[2], D. Takeuchi[1,2], and I. Shoji[1]

E-mail: ikuta.chuo-u-diamond@aist.go.jp

ダイヤモンドは表面を水素終端することで負性電子親和力(NEA: Negative Electron Affinity) と呼ばれる状態になり、ダイヤモンドから真空へ自然に電子放出が起こるため、高い引き出し電界が不要となると考えられる。この特性から、真空の信頼性の高い絶縁性能による遮断と電子源を使った導通により動作が出来る真空パワースイッチとしての利用が可能だと考えられている。

これまでに(111)基板上に作製したダイオード型 NEA 電子源を使った真空パワースイッチは、10kV まで原理実証に成功している[1]。一方、同じ実験系で 100kV のような更なる高電圧動作の原理実証のためには、電子放出電流を増やす必要があり、応用に向けた一つの考え方として、ダイオード電子源を大面積化し大電流を流せるようにする方法がある。現状、ハーフインチを超える利用可能な最も大きな単結晶品質の大型基板はモザイク基板と呼ばれる(001)基板[2]であるため、高濃度の n^+層を形成することが難しい等、 従来の(111)基板上の電子源とは異なる課題が考えられる。そこで(001)基板を利用した pin ダイオード型電子源の作製を通して、これまでの(111)基板上での研究と比較し、課題と展望について研究を進めている。

本研究では高濃度 B ドープ(1E19~20cm^{-3})と低濃度 B ドープ(1E17cm^{-3})の 3mm 角 IIb(001)基板それぞれに、マイクロ波プラズマ CVD 法により i 層と n 層を合成した後、n 型電極の接触抵抗を下げるために高濃度 n^+層を選択成長により埋め込む構造とした電子源を作製した。[3] SIMS 測定を行い両サンプルとも i 層の窒素、ホウ素、リン濃度が検出限界以下で i 層厚さが 7μm であり、n 層のリン濃度が 1~2E18cm^{-3} であることがわかった。その後 ICP エッチングにより直径 220μm のメサ構造を形成し、基板の裏面全面とメサ上にオーミック用電極（Ti/Pt/Au）を形成した。最後に水素ラジカル照射によって NEA 表面を形成した。

高濃度基板上の試料に対する測定から、ダイオード特性とともにビルトイン電圧以上で電子放出が確認出来た。発表当日、低濃度基板上の試料の特性との比較など詳細とともに、大型基板への適用に向けた課題と展望について紹介する。

本研究は一部 JST ムーンショット型研究開発事業(JPMJMS2062)の支援を受けたものである。

Reference

[1] D. Takeuchi, *et al.*, Phys. Stat. Sol. A 210, No10, 1961-1975, 2013

[2] H. Yamada, *et al.*, Appl. Phys. Express, 2010.

[3] H. Kato, *et al.*, Appl. Phys. Express, 2009.