横型 pin ダイオードの電子放出像観測

Observation of Electron Emission Images from Planar pin Diode

中央大 [1]，産総研 [2]，東北大 [3]
°(M1)山川 翔也 [1,2]，加藤 宙光 [2]，春山 盛善 [2]，小倉 政彦 [2]，加藤 有香子 [2]，
牧野 俊晴 [2]，竹内 大輔 [1,2]，蛇川 匡司 [3]，遊佐 龍之介 [3]，庄司 一郎 [1]
Chuo Univ.[1], AIST [2], Tohoku Univ.[3]
°Shoya Yamakawa[1, 2], Hiromitsu Kato[2], Moriyoshi Haruyama[2], Masahiko Ogura[2], Yukako Kato[2],
Toshiharu Makino[2], Daisuke Takeuchi[1, 2], T.adashi Abukawa[3], Ryunosuke Yusa[3],
and Ichiro Shoji[1]
E-mail: yamakawa.shoya@aist.go.jp

量子技術を含めた電子デバイス応用を目指す中で、産総研ではダイヤモンド(111)基板上に選択成長を駆使して作製した横型 pin ダイオードによる窒素-空孔(NV)中心の電荷状態の電気的制御についての研究を進めている。その中でダイヤモンド(111)表面特有の性質である負性電子親和力が生じやすい現象に着目し、電子放出現象の有無、およびその影響を確認した。本研究ではダイオードの基本動作、及び動作に伴う電子放出の有無を確認するとともにダイオードのどの部分から放出されているかを光電子顕微鏡にて観測した。

Ib(111)基板(2×2×0.5 mm^3)上にマイクロ波プラズマ CVD 法により作製した低濃度リンドープ([P]:3×10^{16} cm^{-3})n^-層上に、高濃度ボロンドープ([B]:2×10^{20} cm^{-3})p^+層と高濃度リンドープ([P]:1×10^{20} cm^{-3})n^+層をそれぞれ選択成長し、オーミック用電極(Ti/Au/Pt)を作製した。電気測定系は Fig.1 に示す通りである。n^-層から 100 μm 上の位置にコレクタ電極を配置し、コレクタ電圧 V_c=100 V 一定にした状態にて、順方向ダイオード電圧 V_d を印加し、ダイオードに流れる電流 I_d とダイオードから放出された電子によるコレクタ電流 I_c を測定したところ、同ダイオードからの電子放出現象を確認した。

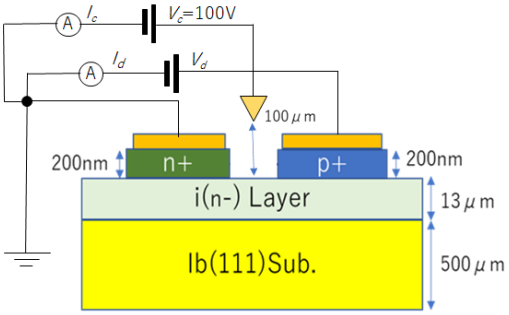

Fig.1 Schematic structure of pin diode and electric measurement setup

そこで電子放出部位を探るべく、光電子顕微鏡にてダイオード放出電子像を観察した結果を Fig.2 に示す。Fig.2 下側の横に長い電極が n^+層上の電極であり、n^-層を挟んで上側に縦長の p^+層上の電極が位置している。Fig.2 はダイオードに順バイアス V_d=5 V を印加した際の像であり、n^+層と n^-層との界面付近から電子放出が起きている様子が観測され、この界面にて電子放出が起きやすいメカニズムが示唆された。

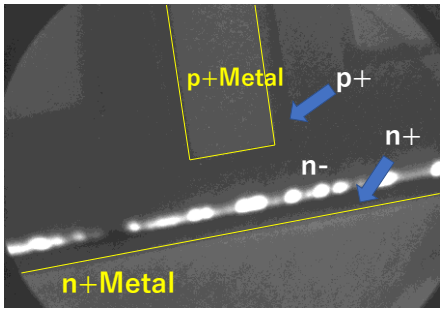

Fig.2 Image of electron emission from pin

【謝辞】本研究は「物質・デバイス領域共同研究拠点」の共同研究プログラム並びに文部科学省光・量子飛躍フラグシッププログラム(Q-LEAP)JPMXS0118067395 の助成を受けたものである。