17p-F5-4

サイドゲート電極付 CNT 電子源の FN plot に関する考察

FN plot of CNT electron source with side gate electrode

阪大極限センター ◦岡脇 周平, 阿保 智, 若家 冨士男, 高井 幹夫

CQSTEC, Osaka Univ., ◦S. Okawaki, S. Abo, F. Wakaya, and M. Takai

E-mail: okawaki@nano.cqst.osaka-u.ac.jp

【背景・目的】冷陰極材料としてCarbon nanotube (CNT) が注目を集めており、Field Emission Display (FED) やX線源の電子源として研究されてきた。我々はゲート電極をCNT冷陰極と同一平面上に設置したサイドゲート電極付のCNT電子源の開発を行ってきた[1]。サイドゲート電極を用いることで、通常の三極構造に比べて、低コストで簡易なプロセスにより電子源の作製が可能となる。これまでの研究ではサイドゲート電極付CNT電子源の電界電子放出特性とエミッションパターンの評価を行ってきた。電界電子放出特性は、Fowler-Nordheim (FN) plot による評価も行ってきたが、FN plotは本来、平行平板モデルを想定しているため、サイドゲート構造ではカソード表面のマクロな電界が位置によって異なることから、FN plotによる評価は適切でない可能性がある。本研究では、サイドゲート電極付CNT電子源のカソード表面の電界分布と放出電流を計算し、算出したFN plotと実験データを比較、考察する。

【実験方法】サイドゲート電極付CNT電子源のサイドゲート電圧印加時の電界分布を、これまでの実験と同じ条件を想定して、サイドゲートとカソードの厚さをそれぞれ40 nm、4.04 μm、カソード-サイドゲート間距離を100 μm、アノード-カソード間距離を625 μm、アノード電圧を400 V、サイドゲート電圧を0~260 Vで変化させ、有限要素法により求めた。各サイドゲート電圧で計算した電界分布より、カソード上の各点での放出電流を求めて、その和からカソードからの全放出電流を求め、全放出電流とサイドゲート電圧の関係からFN plotを計算した。各点での電流密度と電界の関係は平面型の二極構造CNT電子源と同じであると仮定した[2]。

【実験結果】図1にサイドゲート電極付CNT電子源のサイドゲート電圧260 Vの時の電界分布を示す。カソードエッジ部分に電界が集中しており、カソードエッジ部分からの距離によってカソード表面のマクロな電界が異なっていることが分かる。図2に計算によって求めたサイドゲート電極付CNT電子源のFN plotを示す。サイドゲート電圧が高い時 ($1/V_{Gate}$ = 0~0.01 V^{-1}) にはある程度直線性を示すが、サイドゲート電圧が低い時 ($1/V_{Gate}$ = 0.02~0.1 V^{-1}) には直線性を示さなかった。本発表では実測した電界電子放出特性から求めたFN plotと計算によるFN plotについて比較、言及する。

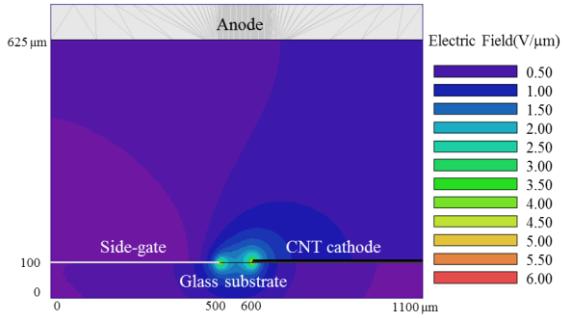

Fig.1 Macroscopic electric field distribution of the CNT electron source with side-gate electrode at anode voltage of 400 V and side-gate voltage of 260 V.

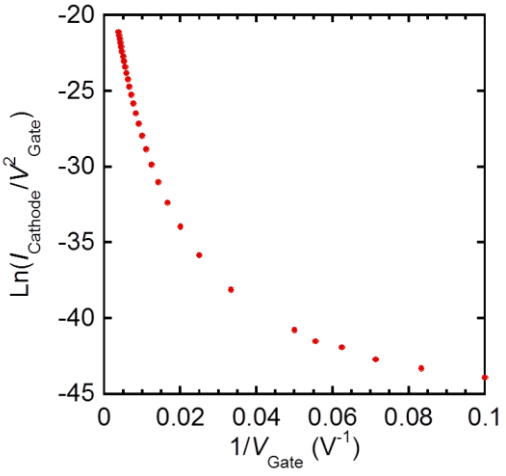

Fig.2 Calculated FN plot of the CNT electron source with side-gate electrode.

[1] 新田翔吾他，第60回応用物理学会春季学術講演会 29p-G10-19

[2] T. Manabe, et al., J.Vac.Sci.Techol.B **31**(2013) 02B110

© 2014 年　応用物理学会