

高輝度ファセットレス電子源の実現に向けた表面炭素修飾

Carbon-coating of facetless electron source for increasing beam brightness

日立研開¹ ○松永 宗一郎¹, 早田 康成¹

Hitachi Ltd., R&D group.¹ °Soichiro Matsunaga¹, Yasunari Sohda¹

E-mail: soichiro.matsunaga.vs@hitachi.com

【研究背景】

IoT、ICT に代表されるように、近年、情報の通信・ストレージ量が爆発的に増加している。この情報処理の根幹を担う半導体デバイスには高速処理に加えて高い信頼性が求められるようになり、製造時の管理に必要な検査点は増加の一途をたどっている。このため、管理に用いる電子線計測装置では高精度を維持したスループットの大幅向上が必要となってきた。これらの性能を両立した装置を実現するには、装置の最上流に位置する「電子源」の技術革新が必須であり[1]、特に、大電流を小さな光源から発する即ち輝度が高い電子源が求められている。

【目的と研究方法】

高輝度電子源として、先端をナノメートルスケールに先鋭化した電界放出電子源が用いられている。電子放出面小さくすることで光源を小さくし、また、結晶性の材料を用いて先端に露出する結晶小面(ファセット)の仕事関数を小さくすることで電流を増加させ、輝度の高い電子源を実現してきた[2]。しかし、この方法では放出面を小さくするほど電子密度が高まり、電子間反発により実効的な光源(仮想光源)が逆に大きくなってしまいう問題が生じる。この問題を解決するには、電子放出面が大きいまま仮想光源を小さくする必要がある。我々はこの一つの解決方法としてファセットレス電子源の実現を目指している。

本報告では、1. ファセットレス電子源により輝度が上昇することをシミュレーションにて検討し、2. 実際に非晶質の材料で電子源先端を形成することでファセットレス電子源が可能なことを実証した結果を報告する。

【結果】

1. 電子源近傍の軌道シミュレーションを行った(Fig. 1)。その結果、電子源先端をファセットレス形状とすることで、電子放出面を維持しながら、仮想光源を従来のファセット形状の半分にできることがわかった。さらに、これらの電子源から放出される角電流密度をシミュレートし、輝度が4倍増加することがわかった(Fig. 1)。

2. 結晶性の電子源の表面を非晶質カーボンで修飾することで、ファセットレス化を試みた。電子放出パターンを測定したところ、結晶面に依存した電子放出パターンが均一に変化した(Fig. 2)。ファセットレス電子源が実現できたと推定される。

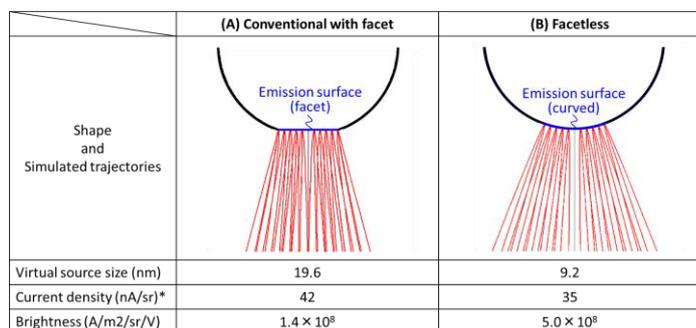


Fig. 1 simulation results of (A)conventional FE with facet and (B)facetless source

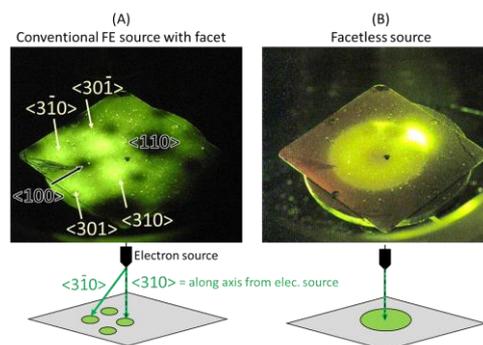


Fig. 2 Emission pattern from conventional and facetless source

【参考文献】

1. 土肥隆 他 “情報爆発を支える電子源技術：半導体産業の変曲点を迎えて求められる技術革新”，2018 年日本表面真空学会学術講演会 2Ep01(2018/11)
2. P. Hawkes “Principles of Electron Optics 2nd Ed.” Academic Press (2019)
3. S. Matsunaga and Y. Sohda “Reducing virtual source size by using facetless electron source for high brightness” AIP Advances, 056001, 9 (2019)