



|              |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title        | カーボン薄膜コールドカソードに関する研究                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Author(s)    | 荒木, 久                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Citation     | 大阪大学, 1989, 博士論文                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Version Type |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/36621">https://hdl.handle.net/11094/36621</a>                                                                                                                                                                                  |
| rights       |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Note         | 著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">＜a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"&gt;https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> >大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。 |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

|         |                      |         |          |
|---------|----------------------|---------|----------|
| 氏名・（本籍） | あら                   | き       | ひさし      |
|         | 荒                    | 木       | 久        |
| 学位の種類   | 工                    | 学       | 博士       |
| 学位記番号   | 第                    | 8 5 3 2 | 号        |
| 学位授与の日付 | 平成元年                 | 3 月     | 15 日     |
| 学位授与の要件 | 学位規則第 5 条第 2 項該当     |         |          |
| 学位論文題目  | カーボン薄膜コールドカソードに関する研究 |         |          |
| 論文審査委員  | (主査)                 |         |          |
|         | 教授                   | 塙 輝雄    | 教授 浜口 智尋 |
|         | 教授                   | 白藤 純嗣   |          |

## 論文内容の要旨

絶縁基板上に形成された導体薄膜に高密度電流を流すフォーミングと呼ばれる処理を加えると、膜の一部が破壊されて電子放出能力を獲得する。本論文はこの方法によりカーボン薄膜コールドカソードを作成し、その電子放出機構を解明するために行った研究をまとめたもので、8章より構成されている。

第1章は序論であって、薄膜コールドカソード研究の歴史を概観し、フォーミングの説明を行った後、本研究の目的、意義ならびに本論文の構成を示している。

第2章では、再現性、安定性、および電子放出効率の良い試料を作成する方法を示している。すなわち、フォーミング結果に影響を与える因子として、カーボン膜厚、斜め蒸着効果、基板の表面粗さと処理、基板材料、電極物質等を調べた結果について述べ、フォーミングにより形成された狭い破壊部の電子顕微鏡観察と元素分布分析の結果を示している。また、これまでに報告された各種表面伝導型カソードの性能比較を行っている。

第3章では、蛍光板上に見られる三日月型の放出電子像は狭い破壊領域で基板に平行方向に加速された低エネルギー電子の回析によるものであることを見出している。

第4章では、角度分解エネルギー分析器により放出電子のエネルギースペクトルを測定した結果を示し、検討を行っている。

第5章では、素子の膜電流－電圧曲線が示す電圧制御型負性抵抗VCNRの出現および電子放出について論じ、可能なモデルを提案している。

第6章では、素子の電気特性に及ぼす酸素の影響を  $10^{-5}$  torr から 760 torr までの酸素分圧下で調べた結果を述べ、可能な解釈を与えている。

第7章では、膜電流および放出電流の雑音測定を行い、両者間の相関および各パワースペクトルに及ぼす膜電圧、酸素分圧、温度の影響を調べ、考察を加えている。

第8章では、第2章から第7章までの研究結果を総括し、今後に残された問題を示している。

## 論文の審査結果の要旨

高温加熱を必要としないコールドカソードは、真空技術、電子デバイスの分野で強く要求されている。そのため古くから多くの研究がなされ、現在では  $10^{-9}$  torr 以上の超高真空中で優れた性能を示すものが開発されている。しかし、 $10^{-8}$  torr 以下の高真空領域で実用に耐えるものは未だ実現していない。各種コールドカソードの内、薄膜をフォーミングすることにより作られる表面伝導型は、時として高真空中で良好な性能を示し、希望を持たせるものであったが、再現性の問題が解決されぬまま放置されて来た。本論文はカーボン薄膜が表面伝導型として良好な再現性を示すことを見出し、電子放出に関する基礎的研究を行った結果をまとめたもので、主な成果は以下の通りである。

- (1) 電子放出はフォーミングの結果、膜の一部に狭い裂け目が生じ、その内部に島状構造が発生する現象と関係があることを見出し、良好なフォーミング結果を得るために基板および電極金属に要求される条件を明らかにしている。またカーボン膜のガラス基板からの剥離を防止する方法として基板の粗面化とカーボン膜の予備加熱が有効であることを見出している。
- (2) 蛍光板を用いて放出電子像を観察し、電子は膜の垂直方向に直接放出されるのではなく、膜面に平行に加速された電子の回折によることを見出している。
- (3) 放出電子のエネルギー分析を行い、エネルギー幅が極めて広いことを見出し、可能な解釈を与えている。
- (4) フォーミングされたカーボン膜の膜電流、放出電流の電圧特性、および各電流に含まれるノイズの温度変化、酸素ガス分圧による影響等を詳細に調べ、以下に示す新しい知見を得ている。すなわち、真空中の有機残留ガス分子がVCNRに深く関与している、膜に沿う方向の1次電子放出には実効カソード附近に蓄積した正孔による電界放出が大きな役割を果たしている、高い酸素分圧はVCNRを消滅させ膜電流、放出電流共に著しく減少させる、パルス電波により膜電流、放出電流共に減少し、パルス強度が大きい時は回復不能の損傷を受ける、等である。

以上のように本論文は表面伝導型カーボンコールドカソードについて広範な基礎的研究を行い、新しい知見を得ると共に、この型のカソードの今後の改良に重要な示唆を与えており、真空電子工学に寄与する所大である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。