

Title	超高圧電子顕微鏡高電圧発生回路の解析と超高安定化に関する研究
Author(s)	張, 海波
Citation	大阪大学, 1995, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/39122">https://hdl.handle.net/11094/39122</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"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

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

Osaka University

氏名	張 海 波 <small>ちゃん はい ぽ</small>
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 11883 号
学位授与年月日	平成7年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科電子工学専攻
学位論文名	超高压電子顕微鏡高電圧発生回路の解析と超高安定化に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 西原 浩 教授 濱口 智尋 教授 児玉 慎三 教授 藤岡 弘 教授 吉野 勝美 教授 寺田 浩詔 教授 溝口理一郎 教授 尾浦憲治郎 教授 白川 功

#### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、超高压電子顕微鏡高電圧発生回路（対称型コッククロフト・ワルトン整流回路：CW回路）の性能向上のための回路解析と超高安定化に関する研究の成果をまとめたもので、全体は7章から構成されている。

第1章は序論であり、大阪大学の超高压電頭の沿革とその高電圧発生回路の構成を紹介し、直流高電圧の安定性に関連した問題点を述べ、本研究の課題と本論文の構成を示している。

第2章では、まず、従来のCW回路の各種解析方法を概観し、新たな数値解析アプローチの必要性を示している。次に、著者が提案した超高压電頭用CW回路の解析に適用できる数値解析方法について紹介し、この方法に基づく回路解析用プログラムの開発を述べている。

第3章では、前章で開発したプログラムを用いて負荷短絡放電によるCW回路の過渡応答特性を数値解析している。この解析により放電サージの経路を明らかにし、主放電ループと枝路放電ループに分離した解析方法を提案している。この解析方法を利用して放電サージの大きさとその回路パラメータ依存性を算出し、サージ対策などについて検討している。

第4章では、超高安定化のため、CW回路に極めて重要な非対称性によるリップルの測定結果を述べている。超高压電頭においてバランス電圧を用いたリップル基本波の低減効果を調べている。さらに、リップルの測定値と数値解析結果により、コンデンサのインダクタンス低減の改良によるリップル高調波の抑制効果を検証している。

第5章では、超高压電頭高電圧発生回路の直流高電圧を超高安定化する際、問題となっているリップルの基本波および高調波をともに効果的に低減できる新たな補償方法を提案している。超高压電頭に補償システムを導入してリップル補償実験を行い、実験結果から本方法の有用性を検証し、 $10^{-7}$  オーダーの超高安定化の見通しを示している。

第6章では、超高压電頭の電子銃陽極電圧を供給する高压定電圧ツェナーダイオードの構造と降伏時のパラメータの計算値を紹介した後、その電流-電圧特性と発振特性の測定結果を述べている。そして、電子ビーム輝度変調の不安定現象が低電流領域でのツェナーダイオードの負性抵抗と発振に起因していることを解明し、その安定化対策を提案している。

第7章は結論で、本論文を総括し、今後の課題を指摘している。

## 論文審査の結果の要旨

超高圧電子顕微鏡の性能はその高電圧発生回路の出力直流電圧の安定性に大きく依存する。本論文は、大阪大学の超高圧電顕に今後要求される直流高電圧の超高安定化を達成するために必要な新しい回路解析法の提案、安定性を阻害する要因の解明、これらの要因に対する新しい低減方法の実証などの研究成果をまとめたものである。得られた主な成果を要約すると、次の通りである。

- (1) 超高圧電顕用直流高電圧発生回路（対称型コッククロフト・ワルトン整流回路：CW回路）の解析に適用できる新しい数値解析法を提案している。
- (2) 開発したCW回路解析用プログラムを用いて、不慮による負荷短絡放電による回路の過渡応答解析を行い、放電時の電流ループを明らかにするとともに、放電サージの対策、および、コンデンサ、ダイオードのような回路部品の耐サージ仕様などを明らかにしている。
- (3) 超高圧電顕用CW回路において、回路素子定数および駆動電圧の非対称性による電圧リップル特性が駆動周波数の奇数調波から成っていることを明らかにするとともに、リップルの基本波および高調波成分を含む補償電圧を印加することによるリップル低減法を提案し、その効果を実験的に検証している。
- (4) また超高圧電顕においては、わずかな電子ビーム電流変動が安定化を阻害するが、この変動は電子銃陽極の定電圧回路に使用されているツェナーダイオードの負性抵抗に基づく弛張発振に起因していることを解明し、その抑制法を提案している。
- (5) これらの手法により、これまでより一桁高い $10^{-7}$ オーダーの超高安定度実現の見通しを得ている。

以上のように、本論文は、大阪大学が世界に誇る超高圧電子顕微鏡において、その直流高電圧を $10^{-7}$ オーダーに超高安定化することができる見通しをはじめて示し、またその実現のための多くの新しい知見を含んでおり、電子工学の発展に寄与するところ大である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。