



Title	電子ビーム熱加工用大出力電子銃の開発と深溶込み加工への適用に関する研究
Author(s)	加藤, 豊
Citation	大阪大学, 1998, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/41143
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	加 藤 豊 ^{ゆたか}
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 4 0 8 7 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 10 年 6 月 30 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学 位 論 文 名	電子ビーム熱加工用大出力電子銃の開発と深溶込み加工への適用に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 井 上 勝 敬 (副査) 教 授 仲 田 周 次 教 授 松 縄 朗 教 授 三 宅 正 司

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は電子ビーム熱加工，特に超厚板を加工対象にした電子ビーム溶接において効果的な深溶込みを達成するために重要な大出力電子銃の開発とその応用に関するものであり，以下の 6 章から構成されている。

第 1 章は総論であり，本研究の背景と意義，ならびに本論文の構成について述べている。

第 2 章では高融点金属陰極による大出力電子銃の開発について記述している。開発に際して陰極材料の選択とその形状を検討し，標準サイズ 6 [kW] 級電子銃の陰極に比べて 10 倍以上のビーム電流を発生するためのタングステン陰極の開発について述べている。この材料を用いた大出力電子銃として直熱型陰極と傍熱型陰極について試作し，両者の特性を測定し，比較・検討している。

第 3 章では希土類化合物陰極による高品質電子銃の開発について記述している。電子ビームの品質向上を図るため LaB₆ に着目して予備的検討をした結果，LaB₆ の陰極材としての使用温度は W 陰極より 1000 [K] 程度低くなることを推定している。そこで，高出力化を目的とする直熱型陰極と，長寿命とビーム出力の安定性を目的とする傍熱型陰極を LaB₆ 焼結体を用いてそれぞれ試作し，電子銃に実装してその特性を測定している。その結果，直熱型では強収束条件下でビーム電流として 1 [A] を得ることが可能なこと，傍熱型では実用出力域で 50 時間の連続使用に耐え得ることを確認している。これらにより LaB₆ は熱加工用大出力電子銃の陰極材料として優れたものであると結論付けている。

第 4 章では大出力電子銃の安定制御方式の開発について記述している。これは従来のビーム出力安定方式である局所的なフィードバック制御による大出力ビーム電流の不安定性や，超高加速電圧下での応答性を改善することを目的にしている。まず，ビーム出力の不安定性の原因を追求し，従来法に変わる全体的な制御方式を提案している。この方式はパーソナルコンピュータからの制御命令を高電圧系 2 次側に光信号によって直接伝達することによって全体をフィードバック系として構成するもので，応答性や操作性において従来方式に比べて格段の向上が見られることを実験により確認している。

5 章では超高エネルギー密度電子ビームの造出と深溶込み加工への適用について記述している。まず，溶込み深さ

に及ぼすビーム加速電圧の影響についての実験結果により超高電圧電子ビームの必要性を示している。次いで、500[kV]級超高電圧を加速電圧として電子ビーム装置へ印加したときのビーム出力特性を明らかにして、ビームパワー密度 $170\text{ [kW/mm}^2\text{]}$ の超高エネルギー密度電子ビームが得られることを述べている。この電子ビームを深溶込み加工へ適用した場合、超厚板ステンレス鋼の下向姿勢ビード溶接では、従来では不可能であった最大240 [mm] の深溶込み平行ビードが得られること示している。

第6章では各章の成果をとりまとめ、本論文の成果とするとともに結論としている。

論文審査の結果の要旨

電子ビーム熱加工，特に深溶け込み加工を効果的にするために，ビームの大出力化，高密度化が求められるが，そのキーポイントは高性能な大出力電子銃の開発である。

本研究は高品質電子ビームを発生させるために必要な，高性能大出力電子銃の開発に関する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)高融点金属陰極を用いた大出力電子銃の開発に関して，直熱型電子銃と傍熱型電子銃について検討している。それぞれについて高融点金属の陰極材料の選定，陰極形状の最適化を行い，得られた知見をもとに電子銃陰極を試作し，機能試験用装置に実装して出力ビーム特性を測定し，その有効性を示している。

(2)更に高品位電子ビームの発生を目的とした希土類化合物陰極による電子銃の開発に関して，陰極材料として LaB_6 を選定し，直熱型電子銃としては高出力化，傍熱型電子銃としては長寿命化の観点から実験的に検討し， LaB_6 の高品位電子銃陰極材料としての有用性を実証している。

(3)超高電圧で使用する大出力電子銃の安定制御方式について，従来方式によるビーム出力の不安定性の原因を追求し，従来法に変わる計算機制御と光伝送を利用する方式を提唱し，超高電圧下で従来法に比べて提唱方式による応答性，安定性，操作性の優位性を実験的に示している。

(4)超高エネルギー密度電子ビームの造出と深溶込み加工への適用について，溶込み深さに及ぼすビーム加速電圧の高電圧化に基づくビーム高密度化の影響，深溶け込み加工における超高電圧印可の必要性を実証している。さらに，これらの知見を基に大出力電子ビーム発生装置を試作し，深溶込み加工へ適用し，超厚板ステンレス鋼の溶接加工で従来では不可能であった深溶込み平行ビードが得られることを示している。

以上のように，本論文は高品質な大出力電子ビームを発生させるために必要な高性能大出力電子銃の開発とその応用に関して多くの新しい知見を与えるものであり，接合工学および生産工学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。