

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	多相交流アークを用いたインフライト溶融によるガラス製造
Title(English)	Investigation of In-Flight Melting of Glass Raw Materials by Multi-Phase AC Arc
著者(和文)	LiuYaping
Author(English)	Yaping Liu
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9529号, 授与年月日:2014年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:渡邊 隆行,馬場 俊秀,関 宏也,田巻 孝敬,奥野 喜裕
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9529号, Conferred date:2014/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

## 論文審査の要旨案及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	Liu Yaping	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	渡辺 隆行	連携教授	奥野 喜裕	教授
	審査員	馬場 俊秀	教授		
		関 宏也	准教授		
田巻 孝敬		講師			

### 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Investigation of In-Flight Melting of Glass Raw Materials by Multi-Phase AC Arc (多相交流アークを用いたインフライト溶融によるガラス製造)」と題し、英文で書かれ、全7章で構成されている。

第1章「Introduction」では、各種の熱プラズマ源の発生方法、応用、および計測手法に関する研究の現状をまとめ、プラズマを用いた既往のガラス溶融技術の研究動向、および革新的インフライト溶融法を用いたガラス溶融技術の動向をまとめ、本研究の構成と目的について述べている。

第2章「Investigation of Characteristics of Multi-Phase AC Arc」では、インフライト溶融によるガラス処理を行うには、多相交流アークの放電挙動を把握することが不可欠であるため、高速度ビデオカメラとオシロスコープを同期して ms オーダーでの放電変動を観察している。放電中には常に複数の電極からアークが発生していることを明らかにし、さらに高速度ビデオカメラにより得られたプラズマの高温領域の時間変動を解析することにより、アークの主要な変動は 300 Hz の周波数を有していることを示している。高速度ビデオカメラの画像を二値化することにより、交流の1周期中(20 ms)におけるプラズマの高温領域の分布を解析し、インフライトガラス溶融に適したアークの発生条件を明らかにしている。

第3章「Investigation of Spatial Characteristics of the In-Flight Particle」では、効率的なインフライト溶融を行うためには、インフライト中のガラス粒子の特性を把握することが必要であると述べ、プラズマ中のインフライト溶融粒子を光学的に計測している。熱プラズマの発光が非常に強いため、プラズマ中の光学的・非接触型の粒子計測は困難であるが、インフライト溶融粒子からの熱放射による発光のみを計測し、正確な温度計測手法を開発し、溶融中の代表的な粒子温度は 2500℃程度であり、ガラス化温度より十分に高いことを示し、インフライト中のガラス粒子の空間特性を明らかにしている。

第4章「Investigation of Temporal Characteristics of the In-Flight Particle」では、二色放射計測法に基づき、高速度ビデオカメラとバンドパスフィルターを組合せることで、粒子温度の ms オーダーの時間変動を明らかにしている。多相交流アークが有する高温場の時間変動が、溶融粒子温度の時間変動に影響を及ぼすことを実験的に明らかにしている。また、アークの放電条件を変化することにより、プラズマの高温領域の変動を制御してインフライト中のガラス粒子の時間変動を低減できる結果を得ている。

第5章「Investigation of the Melting Behavior of Glass Powders by Multi-Phase AC Arc」では、インフライト溶融技術の実用化の可能性を検証するため、造粒化したガラス原料のインフライト溶融実験を多相交流アークを用いて行っている。溶融後のガラス粒子の粉末 X 線回折分析と組成分析により、ガラス化率および揮発成分の評価を行っている。造粒粉体の供給速度を減少することによりガラス化反応が進行し、揮発成分の残存率が低下することを明らかにしている。また、多相交流アークの放電条件によって高温場の特性を制御し、高いガラス化率と低い揮発率を得ることができると示している。

第6章「Comparison of the Melting Behavior of Glass Powders by Multi-Phase AC Arc and Hybrid Plasmas」では、多相交流アークと酸素燃焼炎を組合せたハイブリッドプラズマによるインフライト溶融実験を行っている。多相交流アークのみでの加熱とハイブリッドプラズマによる加熱を比較すると、同等のガラス化率が得られている条件において、ハイブリッドプラズマを用いる方が低い揮発率が得られることを示している。ハイブリッドプラズマでは高温の多相交流アークに加え、粒子の滞留時間が長い燃焼炎を組み合わせていることから、効率的にガラス化反応が進化することを明らかにしている。

第7章「Conclusions」では、本研究の成果を総括し、今後の展望を述べている。

以上を要するに、本研究では多相交流アークの放電特性を明らかにし、多相交流アークの空間分布と時間変動の解析結果をもとにして、インフライト中のガラス粒子の挙動を解明し、インフライトガラス溶融プロセスへの熱プラズマの適用性を示したものであり、工学上ならびに工業上貢献することが大きい。よって本論文は博士(工学)の学位論文として十分な価値があるものと認められる。