

Title	加熱気流場に関する研究
Author(s)	吉川, 孝雄
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/29786
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	吉 川 孝 雄 よし かわ たか お
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 1709 号
学位授与の日付	昭 和 44 年 3 月 28 日
学位授与の要件	基礎工学研究科物理系 学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	加熱気流場に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 村崎 寿満 (副査) 教授 広瀬 達三 教授 永宮 健夫

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は著者が本学大学院に在学中に行なった加熱気流場に関する研究の成果をまとめたものである。

プラズマジェットは簡単に高温が得られ、流速の制御も容易で定常的な流れが得られるために多くの応用面をもっている。直流アークを用いたプラズマジェットの先にノズルを取り付けて、高エンタルピの定常的な流れの場を作ったものが従来のプラズマ風洞である。ところが、従来のプラズマ風洞ではノズル部より測定室にジェットとして噴出する際、熱損失のため急速に温度が低下し、測定部においてほとんど電離していない状態になり、これでは満足な実験結果が得られない。そこで従来のプラズマジェットを改装し、陽極の位置を今までの陰極近くのノズル部から測定部附近にまで取り出して、リング状の陽極を設ける。これにより、ノズル出口と陽極間の膨脹領域にまで電流を通じ、ジュール加熱によりこの部分での温度低下を防ぐことを計画した。このように気流中電流が通じ、ジュール加熱が行なわれている領域を加熱気流場とよぶことにする。

本研究は加熱気流場の構造を流体力学的立場より研究し、プラズマ風洞の性能を向上させることを中心とし、流れの解析を行うことにより、かかる流れに類似したプラズマ推進機、および高温化学反応槽などの方面への基礎資料を提供することを目的とする。

第1章では、電離気体の流れの基礎方程式を導く。本論文では主として二流体近似理論を用いるが、それがどのようにして導かれるかを明らかにする。

第2章では実験装置およびプラズマジェットの特性について述べる。リング陽極を用いた場合にノズル側に抵抗を挿入すると点火が容易になることを示す。電流-電圧特性はリングを用いた場合には、従来のプラズマジェットに比して大きな電力を入れることができ、炎も長くのびることが示される。

第3章では平衡アーク柱モデルが考えられる。平衡アーク柱ではエントロピ生成速度が極小値をとるという条件を用いて、二温度系として計算によりアーク柱半径、電場の強さ、電子温度および気体温度を求める。その結果、実験とよい一致が得られることが示され、従来のジェットに比べて電力が入り、電流-電圧特性が上向きである原因はノズル部での熱的ピンチであることが定量的に示される。

第4章では加熱気流場の温度と流速の測定について述べ、分光学的に温度を求める方法および問題を明らかにし、Larentz法および二線法で加熱気流場の精密な温度測定を行った。その結果、温度はリングの後方まで軸近傍で15000°K前後に維持されることが示される。次にアークジェット中にノイズとして存在する輝点速度より、気流中二三の位置での二点間の平均流速が求められる。

第5章では加熱気流場では電子温度が気体温度に比してどれ程高いか、また電流分布がどのようになっているかをしらべ、簡単なモデルを作り、数値計算の結果、本実験条件では電流がリングの後方に流されるのは比較的少なく、熱平衡もほぼ成り立つことが確められる。

第6章では流れの大局を調べる目的で一次元流れモデルによる流れの場の解析を行う。方程式系を作り整理した後、マッハ数をパラメータとして位相面における諸量の変化、および物理面での変化が数値積分により求められ実験結果と比較される。

最後に以上6章にわたって述べた研究成果を総括し、得られた結果を明らかにしている。

論文の審査結果の要旨

リング状陽極を別に設け、ジュール加熱を利用してほぼ一様な長いよく電力の入るプラズマ噴流を作ること成功している。一方、噴流中の電場、気体及び電子温度等の基本量をガス圧、流量とノズルの内径等の関数として理論的に検討し、ジェットの電流-電圧特性が上向きとなることの説明を与えている。第二に噴流中の電流分布を二次元模型によって計算したが逐次近似が成功していてこれもほぼ真実を捕えたものとする。第三に一次元流れに問題を帰着して解を求めているが温度及び流速分布の測定結果とも符合し、意味のある取扱いである。よって、この分野に於ける工学上の問題に貢献するところありと認める。