

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 13308 号
------	---------------

氏 名 佐藤 陽介

論文題目

Study on low-temperature atmospheric pressure plasma towards
elucidation of gas decomposition process
(ガス分解過程の解明へ向けた大気圧低温プラズマの研究)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	堀 勝
委員	名古屋大学	教授	豊田 浩孝
委員	名古屋大学	教授	大野 哲靖
委員	名古屋大学	特任教授	石川 健治
委員	名古屋大学	特任教授	関根 誠
委員	東京都立大学	教授	朽久保 文嘉

論文審査の結果の要旨

佐藤陽介氏提出の論文「Study on low-temperature atmospheric pressure plasma towards elucidation of gas decomposition process (ガス分解過程の解明へ向けた大気圧低温プラズマの研究)」は、主として、シミュレーションと実験の両方において、大気圧低温プラズマの解析に取り組み、アルゴンガスと空気によるプラズマの特性を明らかにするとともに、Liイオン付着型の質量分析装置によって、ガスの解離過程を解析した結果をまとめたものであり、全7章から構成されている。

第1章は、序論で、大気圧低温プラズマ研究の歴史を概観し、ストリーマー放電と誘電体バリア放電について、これまで明らかになっている知見と課題を提示することで、実験とシミュレーションの両者の比較によって、そのガス解離過程を明らかにすることの重要性を示すことで、本論文の目的と意義、および構成について述べている。

第2章では、本研究で用いた、大気圧低温プラズマを計測するための装置の構成や原理について述べている。

第3章では、大気圧低温プラズマの数値解析によるシミュレーションの手法について詳述している。大気圧低温プラズマは、アルゴンガスや空気を用いて生成されてきた。シミュレーションについては、これまで空気を用いたプラズマについて報告がなされており、アルゴンガスにおいて、シミュレーションを行った例は非常に少なかった。本研究では、シミュレーションを行う上で重要である数値解析における境界条件などを定めることによって、本研究で遂行した数値解析モデルを説明している。

第4章では、まずは、ストリーマー放電について、ストリークカメラによって、そのプラズマの時空間分布を可視化するとともに、電極間のギャップや放電印加周波数を変化させて、その挙動を明らかにするとともに、電流電圧特性を計測した。これらの結果を基にして、ナノ秒オーダーでプラズマが生成されて、進行して行く様子に対して、シミュレーションによる数値解析に取り組み、アルゴンガスおよび空気での放電や電極の極性を変えたときのプラズマ特性をシミュレーションによって解析することに成功した。その結果、アルゴンガスプラズマで正電圧を印加することで、安定で高いプラズマ密度が得られることを実験及びシミュレーションで明らかにした。これらの結果は、学術面のみならず工業面においても重要な知見を与えている。

第5章では、円筒型の誘電体バリア放電によるプラズマにおいても実験とシミュレーションによって解析した結果を求めている。解析の結果、円筒型誘電体バリア放電の形成機構は、最初にグロー放電が生じ、次に、ストリーマー型の放電へ遷移し、最終的には表面波プラズマが生じているという3つの形態によって構成させていることを初めて解明した。種々のパラメーターに対して、これらのプラズマの挙動を時間発展的に解析することで、該プラズマのダイナミクスを明らかにした。

第6章では、Liイオン付着型の質量分析装置を用いて、大気圧低温プラズマにおけるブタノールガスの分解過程を解析し、有用な知見を得るに至っている。

第7章では、本研究の結果を総括し、今後の課題および展望について述べている。

以上のように、本研究では、大気圧低温プラズマの時空間特性について、実験とシミュレーションの両者を比較することで、これまで、未知であった現象を数値的に理解できるようにするとともに、ストリーマー放電と円筒型誘電体バリア放電との相違を解明するに至っている。特に、シミュレーションによって、ナノ秒でのプラズマ生成の機構を明らかにしたことは、注目すべき成果である。さらに、大気圧低温プラズマによるブタノールガスの分解過程をLiイオン付着型の質量分析装置で明らかにしている。これらの成果は、学術上、又工業上寄与するところが極めて大きいと判断できる。よって、本論文提出者である佐藤陽介氏は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があると判断した。