

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 民田 太一郎

本研究は、PDP（プラズマディスプレイパネル）の放電と発光の特性について述べたものである。現在PDPの開発には、発光効率の向上と低価格化が求められているが、このようなPDPの性能向上のためには、PDPの発光過程を系統的にとらえた研究が不可欠である。この観点から本研究は、特に電気回路と放電、プラズマと紫外光の関係を明確にすることを目的としている。

論文は11の章で構成され、大きく前半と後半とに分けられる。前半（2章～6章）ではPDPの放電の電気的な特性について述べている。PDPが無声放電の一種であることに着目し、放電機構の観点からPDPの放電の電気的な特性を定性的、定量的に明確にする。結果として、PDPの電気的特性を定量的に表現できるシミュレーションツールを開発した。

後半（7章～10章）ではPDPの主な発光線であるXeの共鳴線147nmの、PDPガス中の伝搬について述べている。共鳴線発光はいわゆるHolsteinの光の閉じ込め効果を生じ、その伝搬特性は極めて複雑である。このことについて実験と理論計算の両面から取り組む。結果としてPDP放電における光の閉じ込め効果についてその解析手段を確立し、PDPの紫外発光の伝搬効率を見積もった。

第2章では、後の議論に必要なとなるPDPの構造、駆動についての概略の紹介を行う。また無声放電の一般的な特徴について触れ、無声放電のひとつとしてのPDPの放電を位置づける。

第3章ではPDPの放電の電気的特性について、現象的、定性的に調べた結果について述べている。無声放電現象を観測するのに適したV-Q Lissajous図形によるPDPの放電観測の方法を紹介し、この方法を用いて移動電荷量、壁電圧、ギャップ間の電圧の変化など、重要な放電パラメータを測定することが可能であることを示している。

第4章では、電圧波形と放電の変化から他の無声放電現象との比較を行い、実験的な観点からPDP放電の位置づけを明確にしている。さらにPDPの回路設計上非常に有用であるPDPの電力投入の式を導出している。

第5章では無声放電のマクロ放電モデルについて説明している。マクロ放電モデルとは放電を単なる抵抗として電気回路的に取り扱い、その抵抗の導電率が放電の成長と消滅にしたがって変化する、としたものである。このモデルを用いることに

よって放電現象と駆動回路が相互に及ぼす影響を評価することができる。さらに、このモデルはPDPだけではなく、一般の無声放電現象に適用できる。従来無声放電には低周波および高周波の両極の無声放電現象があることが知られていたが、これらにPDPの矩形波放電を加えた、3つの無声放電現象を、このマクロ放電モデルを用いて、印加電圧波形の違いという観点から、体系的に理解することができたことを示している。

第6章では面放電型PDPの放電の電気特性シミュレーションについて述べている。PDPの電気特性を解析した結果から、面放電型PDPの放電を表現するためには、最低限どのような物理現象をモデル化しなければならないかを考え、マクロ放電モデルと組みあわせることによって、PDP放電の電気的特性の、電極形状、外部電源条件依存性などを実用的な範囲で定量的に表現することのできるPDPのシミュレーションモデルを開発することに成功した。

第7章ではPDPの励起準位や発光の素過程について基本的な内容を述べている。また、PDPの真空紫外発光の分光測定を行い、スペクトル形状の圧力依存性を測定した結果を示している。

第8章では共鳴線の伝搬理論とシミュレーションについて述べている。一次元のHolstein理論をレート方程式と組み合わせることによって、PDPセル内での光の閉じ込め効果のシミュレーションを行い、Xeの共鳴準位の空間分布の時間変化を計算し、その結果が実験で観測された発光の減衰時間と良く一致したことを示している。

第9章では共鳴線の閉じ込め効果によって、スペクトルの形状が伝搬位置に対して変化していくことを示している。第8章の計算結果を基にスペクトルの形状の自己反転型形状の伝搬距離依存性を計算し、その結果が実験結果と良く一致したことを示している。

第10章ではPDPの発光効率と真空紫外光の伝搬効率について述べている。第8章の計算結果から、PDPの共鳴線発光および分子線発光の強度が伝搬によってどのように変化するかを計算することができる。これから共鳴線自己吸収の効果を考慮した紫外線の伝搬効率を見積もり、PDPの発光効率の支配要因について考察している。

最後に第11章では、本論文の内容をまとめるとともに、PDPの性能向上のために本研究の成果がどのような意義を持つかについて考察している。

以上を要するに本研究で得られた成果は、PDPを設計するにあたり不可欠な指針をあたえるものであり、物理工学上非常に重要なものである。よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。