

氏 名	康 龍 雲
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	工 博 第 1872 号
学位授与の日付	平 成 11 年 9 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	工 学 研 究 科 電 気 工 学 専 攻
学位論文題目	非平衡電離ディスク形 MHD 発電機—電力系統連結システムの動作特性に関する解析的研究

論文調査委員 (主 査) 教 授 島 崎 眞 昭 教 授 奥 村 浩 士 教 授 吉 川 潔

論 文 内 容 の 要 旨

非平衡電離 MHD 発電方式は、多様なエネルギー源から高効率・低公害に電力を発生することが可能であり、エネルギー資源の有効利用と地球環境保全という要望に適合した発電方式である。MHD 発電機は直流発電機であるため、交流電力系統に接続する際には、インバータによって電気出力を交流に変換する必要がある。本論文は、セシウムをシードしたアルゴンを作動流体とする非平衡電離ディスク形 MHD 発電機の直流電力をインバータを介して交流電力系統に供給するシステムの動作特性を、数値シミュレーションにより検討したものであり、7 章からなっている。各章の内容は以下の通りである。

第 1 章は序論であり、非平衡電離 MHD 発電方式の特徴と研究開発の歴史をまとめた後、この研究の意義を述べ各章の内容説明を行っている。

第 2 章では、MHD 発電機—電力系統連結システム（以下、連結システムと呼ぶ）の構成と解析方法について説明している。まず、MHD 発電機内部の解析に用いる方程式の説明を行い、インバータなどの直流—交流変換部の各構成要素のモデル化を行った後、連結システム全体の解析手法を説明している。

第 3 章では、パイロットプラント規模の連結システムの基本動作特性を検討している。まず、連結システムは定格運転時に近い状態では安定に動作することを示している。次に、MHD 発電機が短絡状態に近くなると、発電機内にプラズマの電離不安定現象が生じるため、発電機内諸量が交流電力系統の 7/12 周期で振動し、その結果、送電線電流が変歪されることを明らかにしている。そこで、電離不安定現象が電力系統へ及ぼす影響を軽減するために、MHD 発電チャンネルを 2 分割する分割出力取出し方式を提案し、解析の結果、分割出力取出し方式により発電機内の不安定性が軽減され送電線電流の歪みが抑制されることを示している。この結果から、以下では、MHD 発電機の分割出力取出し方式を検討している。

第 4 章では、パイロットプラント規模の連結システムの事故時の解析を行い、事故時の対策を検討している。まず、インバータ故障または送電線故障が発生した場合、故障が除去されても MHD 発電機は短時間では元の定格状態に戻らないことを示している。次に、故障発生後に MHD 発電機を定格状態へ回復させるために、インバータの制御角を制御する方法を提案し、故障発生後、制御角を一旦減少させることにより、MHD 発電機は定格運転状態に復帰できることを示している。

第 5 章では、商用規模の連結システムの概念設計をおこない、その動作特性を検討している。まず、連結システムは定格運転時に安定に動作することを示している。次に、インバータ故障または送電線故障が発生した場合の解析を行い、事故時の対策を検討している。その結果、パイロットプラント規模の場合と同様に、故障からの復旧のためには、インバータ制御角の制御が有効であることを明らかにしている。

第 6 章では、第 5 章で概念設計した商用規模連結システムに同期発電機を並列に接続した場合の動作特性を検討している。MHD 発電システムのサイクルでは、従来の同期発電機より上流（高温部）に MHD 発電機を用いて発電効率を高める。そこで、MHD 発電機—同期発電機—電力系統の間の相互作用を明らかにする必要がある。解析の結果、同期発電機を接続した連結システムは定格運転時に安定に動作することを明らかにしている。また、送電線三相短絡故障時における同期発電機

諸量の動揺は、MHD 発電機の動作に影響しないことを示している。

第7章は結論であり、得られた成果を要約している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、非平衡電離ディスク形 MHD 発電機—電力系統連結システム（以下、連結システムと呼ぶ）の動作特性を数値シミュレーションによって研究した結果をまとめたものであり、得られた主な成果は次の通りである。

1. パイロットプラント規模連結システムの基本動作特性について、以下の点を明らかにした。（1）連結システムは定格運転時に安定に動作する。（2）MHD 発電機が短絡状態に近くなると、発電機内にプラズマの電離不安定現象が生じ、送電線電流が変歪される。（3）電離不安定現象が電力系統へ及ぼす影響を軽減するためには、MHD 発電チャネルを2分割した分割出力取出し方式の採用が効果的である。

2. パイロットプラント規模および商用規模の連結システムにおいて、インバータ故障や送電線故障が発生した場合、故障が除去されても MHD 発電機は短時間では元の定格状態に戻らないことを示し、MHD 発電機を定格状態へ回復させるためには、インバータ制御角を一旦減少させる操作が有効であることを示した。

3. 商用規模連結システムに同期発電機を並列に接続した場合、連結システムと同期発電機は定格運転時に安定に動作し、また、送電線故障時における同期発電機諸量の動揺は MHD 発電機の動作に影響しないことを示した。

以上要するに、本論文は、非平衡電離ディスク形 MHD 発電システムの交流電力供給源としての有効性を数値解析により明らかにしたものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成 11 年 7 月 30 日、論文内容とそれに関連した試問を行った結果、合格と認めた。