

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 14251 号
------	---------------

氏 名 福塚 隆司

論文題目

自動車燃料中DCモータの整流過程における過渡アーク放電特性とブラシ摩耗プロセスの分析に基づいた材料開発に関する研究
(Brush Material Development for DC Motor Immersed in Automotive Fuel:
Based on Analysis of Transient Arc Discharge and Resultant Brush Wear during Commutation Process)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	工学研究科	教授	横水 康伸
委員	名古屋大学	工学研究科	教授	大野 哲靖
委員	名古屋大学	未来材料・システム研究所	特任教授	岩田 幹正
委員	大同大学	工学部	教授	浦井 一

論文審査の結果の要旨

福塚隆司君提出の論文「自動車燃料中DCモータの整流過程における過渡アーク放電特性とブラシ摩耗プロセスの分析に基づいた材料開発に関する研究」は、自動車燃料に浸漬されたDCモータに関して、整流子片の開離直前における残留電流とその影響要因を明らかにしている。次いで、同論文は、ブラシ・整流子片間の開離直後に発生するアーク放電特性とブラシ摩耗プロセスの分析を進め、低摩耗を実現する新ブラシ材料を提案・実証するものである。

第1章は緒論であり、自動車用ブラシ付きDCモータ、次いで、CO₂排出量削減を考慮したエタノール燃料の使用が述べられ、さらに、本研究の目的が記述されている。

第2章では、ブラシ・整流子片間電圧および整流子片に流れる電流を測定できる模擬DCモータ装置の開発・構築が述べられている。次に、同装置を用いたエタノールとガソリン浸漬条件における整流子片電流の時間変化の測定によって、整流子片の開離直前に残留する電流がエタノール条件下で約2倍に高まること、さらに、開離直後に発生するアーク時間がエタノール条件下で長いことが明らかにされている。次いで、エタノール物性と液体中摩擦現象に着眼した考察を行い、エタノール動粘度に起因して、エタノール下ではブラシ・整流子間の摩擦係数が低下すること、ひいてはブラシ後端部の接触荷重が上昇してしまうことを導き、エタノール条件下での残留電流が大きい要因を解き明かしている。さらに、二つの整流子片間の電気回路に対する過渡現象方程式を解析的に解くことによって、アーク時間をブラシ・整流子片間電圧などの関数式で表すことに成功し、アーク時間が残留電流に線形増加すること、ひいては、エタノール条件下での長いアーク時間を解明している。

第3章では、整流子片開離直後に発生するアーク特性に関して、アークエネルギーに展開させている。第2章で論述した電気回路方程式に対する解析的解法をアークエネルギー導出に発展させ、その結果、アークエネルギーは残留電流と整流子片回路インダクタンスの関数で記述できることを導き、アークエネルギーを決定する要因を提示している。

第4章では、エタノール条件下では、アークエネルギーに起因するブラシ摩耗量がガソリン条件と比較して増加してしまうことを示している。次いで、光学顕微鏡による詳細なブラシ摺動面の観察分析から、ブラシ摩耗プロセスとして、黒鉛粒子を保持するバインダ材の損傷がきっかけとなり、ブラシ中の黒鉛粒子が脱落することを提案している。このメカニズムに立脚して、バインダ材への絶縁性樹脂の適用によってブラシ摩耗量を低減する着想に至っている。自動車燃料に対する安定性などの主要特性を熟考し、熱可塑性樹脂の一つである材料を選定し、新しいブラシ材の提案に至っている。実験によって、エタノール浸漬条件でのブラシ摩耗量を従来ブラシに対して24%減少できることを実証している。

第5章では、総括として、まとめと今後の展望を述べている。

以上のように、本論文は、DCモータの整流子片摺動過程における残留電流および液体中アーク現象を明らかにし、さらにブラシ摩耗プロセスを提案し、ついには、低摩耗を実現するブラシ材の開発に至っている。本研究成果は、ブラシの長寿命化を実現するものであり、工学上・学術上寄与するところが大きい。よって、本論文の提出者である福塚隆司君は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があると判断した。