

## 審査の結果の要旨

論文提出者名 島崎 勇一

理学士島崎勇一提出の論文は、「自動車用ガソリンエンジンの燃焼診断法の確立と制御技術への応用に関する研究」と題し、7章から成っている。

自動車用ガソリンエンジンの制御に関する研究は、出力、燃費、排出ガスを改善する上で不可欠なものであり、従来より多くの研究が行なわれてきた。また、近年はその膨大な生産量から、ガソリンエンジンに対して地球温暖化の主要因とされる二酸化炭素、酸性雨および光化学スモッグの原因物質である未燃炭化水素、窒素酸化物などの排出ガスの大幅低減が求められ、エンジン出力向上の要求と相まってその改善が急務となっている。

しかしながら、従来のエンジン制御では、燃焼状態に基づき制御を行うのではなく、回転数と吸入空気量より一義的に点火時期や燃料噴射量を決定している。そのため、インジェクタ流量特性、吸入管形状、バルブタイミング、EGR導入時の各気筒間配分率、さらには大気条件の変化などにより、各気筒間に燃焼状態の相違が生じると、燃焼の悪化した気筒が制御に対し支配的となり、これがエンジン性能を低下させる要因となってきた。

このような背景から、本研究ではこれらの課題を解決すべく、各気筒別に燃焼状態を検出し、その情報を基にエンジンをフィードバック制御する方法を提案している。スパークプラグ放電電圧(イオン電流)、クランクシャフト角速度および筒内圧を計測し、それらの計測結果と燃焼状態との相関を明らかにした上で、これら3種類の計測法を燃焼状態検出法として採用している。さらに、検出装置の開発において、オンボード化に適するようにレイアウト性、耐久信頼性などの考慮がなされている。

これらの技術は、既に量産リーンバーン制御エンジンに採用され、ドライバビリティや燃費の向上と排出ガス低減を両立できる技術として、その効果が確認されている。また、オンボード故障診断システムとして世界で初めて採用され、その有用性が実市場において認められている。

第1章は緒論であり、本研究の背景を述べ、従来のエンジン制御の問題点を検討し、本研究の意義とその目的を明確にしている。

第2章では、燃焼状態検出に基づいた新エンジン制御システムの概要を示すとともに、従来システムとの相違を明らかにしている。また、3種類の燃焼状態検出法の概略について説明を加えている。

第3章では、スパークプラグ放電電圧からエンジンの燃焼状態を検出する方法について述べている。ま

ず、放電電圧とイオン電流の関係について説明がなされ、次に、検出精度を向上させるための改良点が示されている。さらに、空燃比やEGR導入量を変化させた場合の図示平均有効圧と放電電圧の関係を明らかにすることにより、これらの相関関係を検証している。

第4章では、クランクシャフト角速度からエンジンの燃焼状態を検出する方法について述べている。まず、クランクシャフト角速度の物理的な意味を明確にし、回転0.5次の周波数に着目することにより燃焼状態が検出可能であることを、周波数解析から説明している。また、クランクシャフト角速度を効率良く演算処理するために、デジタルフィルタが有効であることを明らかにしている。

第5章では、筒内圧からエンジンの燃焼状態を検出する方法について述べている。まず、これまでに行われた関連する研究の成果と問題点を調査し、オンボード使用を考慮した筒内圧センサシステムの要求項目を明確にしている。これらの要求項目について検討を加えた結果、単結晶ニオブ酸リチウムを圧電素子としたスパークプラグ一体型の筒内圧センサが最適であると結論づけている。さらに、この筒内圧センサを用いたノック制御、失火検出など12項目の新しい高精度制御技術を提案している。

第6章では、本研究で提案したエンジン制御手法に基づく、3種類のシステム実用化例について説明している。いずれも既に量産車に採用されており、スパークプラグ放電電圧とクランクシャフト角速度解析法を用いたOBD-II故障診断失火検出システム、およびクランクシャフト角速度解析法によるリーンバーン制御システムについて、それらの有用性を明らかにしている。

第7章は、結論であり、本研究において得られた結果を要約している。

以上要するに、本論文は、自動車用ガソリンエンジンの燃焼状態をスパークプラグ放電電圧、クランクシャフト角速度および筒内圧を用いて検出し、得られた情報を用いてエンジンを各気筒別にフィードバック制御する手法を提案し、エンジンの性能向上に資する技術として、その有効性を実機において実証したものであり、内燃機関工学上およびシステム工学上貢献するところが大きい。

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。