

氏名(本籍)	まつ 松	おか 岡	けん 健	(福岡県)
学位の種類	博士(工学)			
学位記番号	博甲第6091号			
学位授与年月日	平成24年3月23日			
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当			
審査研究科	システム情報工学研究科			
学位論文題目	デトネーションエンジンの流体制御機構			
主査	筑波大学准教授	博士(工学)	笠原次郎	
副査	筑波大学教授	工学博士	河合達雄	
副査	筑波大学教授	博士(工学)	阿部豊	
副査	筑波大学教授	博士(工学)	西岡牧人	
副査	筑波大学教授(連携大学院)	博士(工学)	船木一幸 (宇宙航空研究開発機構)	

### 論文の内容の要旨

本論文では、デトネーション波を間欠的に発生させて推力を発生するパルスデトネーションエンジンの内部の流体運動と、そのような流体運動を発生させるための流体制御機構に関して論じている。

まず、パルスデトネーションエンジン内部に流体を供給する機構として、爆轟管同軸回転バルブを開発した。円盤に燃料、酸化剤、パージガスを通過させる長円穴が設けてあり、この円盤が高速回転することで、高周波数での流体供給を制御可能とする。本論文では、1～4気筒のデトネーションの管に対してこれらのガスを供給するバルブを試験した。1気筒あたり最高160 Hz、4気筒では最高640 Hzの供給作動に成功している。

また、燃料と酸化剤の供給過程、デトネーション開始過程、パージガスの供給過程の3過程を高時間分解能で可視化した。各プロセスを物理的にモデル化し、エンジンのスケールアップのための基本式を提案した。特に、点火とバルブの閉の時刻の差の正負が、デトネーション開始過程におけるデフラグレーションからデトネーションへの遷移距離に大きく影響することを明らかにした。また、遷移過程の最終段階である局所爆発が、壁面で発生する場合や、衝撃波面で発生する場合があることを明らかにした。さらに、爆轟管同軸回転バルブを使用した推力測定実験を行い、最大推力242 N、最高比推力251 sを達成した。また、部分充填効果を考慮することにより、推進剤後方のガスの平均密度を決定し、管出口近傍での空気の運動の存在を確認した。

最後に、自律作動バルブを開発し、バルブなど供給系の入口側気体のエンタルピーから、バルブを駆動するための仕事を取り出すことに成功した。また、このバルブをモデル化して、スケールアップや多様なバルブ形式への応用の基礎を構築した。

## 審査の結果の要旨

パルスデトネーションエンジンの実用化にむけ、推力密度を高める高周波数作動が何より求められてきた。本論文では、最高作動周波数 640 Hz、最大推力 242 N、最高比推力 251 s を達成し、これまで報告されてきたパルスデトネーションエンジンでは、世界最高の推力密度及び比推力を達成している。また、その高い性能のみならず、エンジンの供給に関する基本モデルを構築し、スケールアップや多様な発展を促すための基礎知見を得ている。また、極めて高時間分解能かつ、長時間の可視化を行い、その結果を分析し、これまで高周波数作動では曖昧であったデトネーションの発生過程を確認したのちに、推力実験を行っている。このように詳細にデトネーション開始過程を把握しつつ、正確な推力測定を行った研究は世界で初めてである。また、自律作動バルブという、全く新しいアイデアのバルブを開発し、エンジンの供給システムの簡素化に資する知見を得ている。以上のようにパルスデトネーションエンジンの流体制御機構に関して、包括的、本質的に新規の内容を含む学術論文であり、博士論文として、相応しい内容と認められる。

平成 24 年 2 月 6 日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。