

主 論 文 要 旨

論文題名 単結晶シリコン製マイクロスケールタービンエンジン用非回転要素の空気熱力学に関する考察

ふりがな なむら もりあき
氏名 奈村 守晃

主論文要旨

本論文は、単結晶シリコン製のマイクロスケール超音速ノズルとカン型燃焼器の設計、試作および空気熱力学性能の設計指針に関して述べている。マイクロスケール超音速ノズルとカン型燃焼器は、将来マイクロスケールガスタービンエンジンの非回転部の空気力学要素に使用することを想定して研究した。マイクロスケールの空気力学設計に関して連続体流れあるいは希薄流れのいずれかの仮定が適切であるかを定める超音速ノズルの作動範囲を、Knudsen 数と関連する物理パラメータの関数として表現した。また、非断熱流れの空気熱力学性能への影響は壁面熱伝達と Nusselt 数に基づいて考察した。工学的観点から、Knudsen 数と流れの非断熱作動に基づく定量的な評価法は、連続体内部流れの仮定が成立する範囲において、任意の寸法と形状を有するマイクロスケールノズルの実用的な空気力学設計指針を与えることを示した。

さらに、航空用ガスタービンエンジンで採用されている燃焼速度、攪拌燃焼器モデル、燃焼負荷パラメータに基づく空気熱力学的設計手法をマイクロスケール燃焼器の設計に応用することを試みた。これらの設計手法は燃焼器の寸法、入口静温、入口静圧、質量流量に対する燃焼効率の相関を考慮しており、実用的な燃焼器設計に有益である。マイクロスケール燃焼器の空気熱力学設計に対して合理的かつ物理的な背景を与え、統一かつ実用的な設計指針を確立するために、マイクロスケール燃焼器の安定燃焼作動範囲を決定する幾何学寸法、形態、空気力学パラメータ間の相関関係について詳細に調査した。実証試験では、水素と空気の予混合燃焼を使用した。その結果、提案する設計指針は任意の寸法と形状を有する性能が未知のマイクロスケール燃焼器の実用的な仕様決定に重要な役割を演じることを示した。

最後に、提案する空気熱力学性能の設計指針は、申請者のみならず他の研究機関により実施されたマイクロスケールのノズルや燃焼器に関する実験結果に対して合理的かつ物理的な解釈を提供できることを示した。