

超音波を用いた高応答汎用ガス濃度計測システム

松田, 昭信

<https://hdl.handle.net/2324/4475204>

出版情報 : Kyushu University, 2020, 博士 (オートモーティブサイエンス), 課程博士
バージョン :
権利関係 :

氏 名	松田 昭信		
論 文 名	超音波を用いた高応答汎用ガス濃度計測システム		
論文調査委員	主 査	九州大学	准教授 加藤 喜峰
	副 査	九州大学	教授 川邊 武俊
	副 査	九州大学	准教授 小野 貴継

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

超音波を利用してガス濃度を計測する手法において、これまで空気や窒素ガス中の水素ガス濃度などは音速が大きく異なり、どちらも二原子ガスであることから比熱比に大きな差が無く、差を無視して濃度計算を簡素化しても測定精度には影響はなかった。しかし、多原子ガス（例えばフロンガス類）は比熱比が空気や窒素のそれとは大きく異なるため、従来の濃度計算法では正確に濃度が算出できなかった。

本論文は超音波を利用して従来の濃度計算法では正確に濃度が算出できなかった多原子ガス等の濃度を高速で測定することができるガス濃度計測システムの実用化に関する研究を行ったものである。

具体的には、比熱比の異なる2種類の混合ガス濃度を MATLAB 言語を用いてガス濃度計算の演算処理をモデルベース設計手法を用いて実装する方法の測定原理を示した。また、提案する測定原理によれば、従来法の 10⁶分の1の時間（従来方法で1秒程度だった測定時間が数 μ 秒程度）で測定できることを、演算処理を FPGA に実装した試作計測システムで実証した。

第1章では地球温暖化問題を踏まえてフロンガス類など冷媒ガス濃度測定の必要性について議論し、容器外から非接触で測定できる超音波方式によるガス濃度の必要性を示すとともに、本研究の位置づけ、目的を明確にしている。第2章では、超音波ガス濃度計測の原理を示すとともに超音波方式の優位性を明確にしている。また、モデルベース設計手法を採用しガス濃度計測システムを構築する概要を示している。第3章では、比熱比の異なる2種類のガス（二原子ガスである窒素と多原子ガスである 1,1-ジフルオロエタン（HFC-152a）の混合ガス）の超音波の音速変化を計測し、ガス濃度の理論計算手法について述べている。第4章では、MATLAB 言語を用いて第3章で述べたガス濃度計算の演算処理をモデルベース設計手法を用いて実装する方法を示している。この手法は実用化に向けて、測定条件（ガスの種類、温度等）が変わっても入力数値を変えるだけで、ガス濃度を高速に計算できることを示している。第5章では、ガス濃度計算をハードウェア（FPGA）実装化するために、設計品質の向上と設計期間短縮を実現できる方法を論じている。第6章では、本論文の成果の新規性・有用性を総括している。また、本研究の将来展望を述べている。

本研究成果は、超音波を用いて多原子ガス等の濃度の計測法に関し、ガス濃度計算の演算処理をモデルベース設計手法を用いて FPGA に実装する方法を用いて、高速化・実用化に向けて新たな知見を与えたものであり、価値のある業績と認められる。

最終試験

この論文について、論文調査委員会は、令和3年2月9日15時00分からオンラインにて、松田昭信氏及び論文調査委員全員の出席により、公開による論文の調査及び最終試験を実施した。論文内容について、松田昭信氏は論文調査委員（全員）の質問に的確にかつ明確な回答を行い、また、口頭又は筆答により行われた関連の授業科目等に関する調査についても、論文調査委員を満足させる回答を行ったので、論文調査委員会は最終試験を合格と認定した。

以上のことから、論文調査委員会は、松田昭信氏が博士（オートモーティブサイエンス）の学位を授与されるのに相応しいと判断した。