

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲 第 号	氏 名	梶山 新也
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学 教授	博士（工学） 石黒 仁揮
	副査	慶應義塾大学 教授	博士（工学） 中野 誠彦
	副査	慶應義塾大学 准教授	博士（工学） 吉岡 健太郎
	副査	東京大学大学院 教授	博士（工学） 飯塚 哲也
学士（工学）、修士（工学）梶山新也君提出の学位請求論文は「Small-Area, Low-Power Circuits and Systems for Ultrasound Matrix Probes（超音波マトリックスプローブ向け小面積・低電力回路およびシステム）」と題し、6章から構成されている。 医療用超音波画像診断技術の進展は目覚ましいが、画質や検査スループットが検査者の手技に依存し、依然、医療機関における利用が中心である。手技依存性を低減し、ポータブル機器に実装できれば手軽に利用が可能となり、医療、ヘルスケア分野に大きなインパクトを与える。本研究は、3次元撮像により手技依存の低減を可能とする2次元アレイマトリックスプローブに内蔵される専用集積回路に向けて、小面積化、低消費電力化を実現するための手法、および、画像分解能と信号対雑音比のトレードオフを解消するための技術を提案し、プロトタイプシステムによりその有効性を実証することを目的としている。 第1章は序論であり研究の背景を述べている。専用集積回路内蔵のマトリックスプローブの課題とこれまでの研究動向を概説している。 第2章では、マトリックスプローブのシステム要件をもとに、超音波トランスデューサのピッチや周波数、チャンネル間の遅延分解能を検討し、専用集積回路の要求性能仕様を決定している。 第3章では、専用集積回路に搭載された3,072チャンネルのビームフォーマ用送受信機において、送信機と受信機で同じ遅延回路を共有することで、FIFO（First-In First-Out）メモリを不要とし、コンパクトで低消費電力な構成を可能にする手法を提案している。試作チップにおいて、送受信機1チャンネル当たり、0.09 mm²の小回路面積、0.74 mWの低消費電力動作を実現している。 第4章では、低電圧受信回路を高電圧送信パルスから保護する新しい送受アイソレーションスイッチについて提案している。提案されたスイッチは高耐圧 MOSFET の数を3個に削減し、実装面積および消費電力を削減している。さらに、低電圧 MOSFET 回路のみでスイッチのオフ状態を保証するダイナミックシャントアーキテクチャを提案している。提案手法を実装した試作チップの測定により、0.01 mm²という小面積で140 Vの耐圧を実証している。 第5章では、チャープ波形を送信し、受信時にパルスを圧縮することで、軸方向空間分解能と信号対雑音比のトレードオフを解消する連続時間パルス圧縮回路を提案している。提案手法を実装したプロトタイプ回路により、受信信号のパルスピーク値が6.7 dB増幅されること、さらに、空間分解能が向上することを実証している。 第6章は結論であり、各章のまとめ、および将来の研究の展望を述べている。 以上要するに、本研究は超音波画像診断装置に用いられる専用集積回路において、面積と消費電力を削減する手法を提案し、その有効性を実証したものであり、集積回路工学分野において工学上、工業上寄与するところが少なくない。よって、本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格があるものと認める。			
学識確認結果	学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員および総合デザイン工学特別研究第2（電気電子工学専修）科目担当で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。 また、語学（英語）についても十分な学力を有することを確認した。		