

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	中村 宝弘
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） 黒田 忠広
		慶應義塾大学准教授	博士（工学） 中野 誠彦
		慶應義塾大学教授	博士（工学） 松本 佳宣
<p>(論文審査の要旨)</p> <p>学士（理学）、修士（理学）中村宝弘君提出の学位請求論文は「マルチモード・マルチバンド対応の無線通信用 RF 送信機の研究」と題し、5 章から構成されている。</p> <p>近年、無線通信規格の多様化にともない、ひとつの送受信機 RFIC (Radio Frequency Integrated Circuit) で複数の無線通信方式、周波数バンドに対応できる送受信機回路が重要となってきている。複数の無線通信方式および周波数バンドに対応するための回路技術の研究が盛んになされているが、単一規格用に専用に設計された回路に対して、性能劣化や消費電力増大の問題がある。</p> <p>本研究では、複数の規格に対応可能な移動体端末向けの無線通信モジュール実現を目的とし、RFIC に求められる技術、特にマルチモード・マルチバンド対応のために必要な技術と、消費電力削減のための技術に関して、提案および試作チップによる有効性の検証をしている。前者については、最新の移動体通信方式である LTE (Long Term Evolution) 規格のフルバンド対応のために必要な技術について検討している。周波数シンセサイザの広帯域化と、部品点数削減で必須となる送信信号の低雑音特性と高線形性の両立のための技術を提案し、テストチップの試作・評価を通じて有効性を確認している。後者については周波数シンセサイザの低消費電力化技術について検討し、低電力動作が可能な VCO (Voltage Controlled Oscillator) と周波数分周回路を提案し、テストチップの試作・評価により有効性を実証している。</p> <p>第 1 章は序論であり、本研究の対象である移動体端末の無線通信を取り巻く近年の状況や必要とされる技術などの背景を述べている。</p> <p>第 2 章では、LTE フルバンド対応に向けた VCO の広帯域化と、それに伴う課題である位相雑音特性劣化および周波数変換利得変動の抑制技術の詳細について述べている。トランスフォーマ結合を介した周波数制御技術を提案し、0.18 μm BiCMOS プロセスで試作した VCO テストチップの評価により、従来技術と同等の位相雑音性能を維持しつつ、周波数変換利得変動を従来の 1/3 に抑制できることを実証している。</p> <p>第 3 章では、マルチモード・マルチバンド化で問題となる部品点数の増大による無線通信モジュールの大型化に対して、SAW (Surface Acoustic Wave) フィルタおよび外付けのバランを削減できる送信回路技術を提案している。インピーダンスの周波数領域における相互変換の原理を用いることで、低雑音・高線形の直交変調器を実現し、SAW フィルタを削減することを可能にしている。また、3 層マーチャンド型バランを提案し、バランの小型化によりチップ内蔵を実現している。65 nm CMOS プロセスで試作したテストチップにより提案技術の有効性を実証している。</p> <p>第 4 章では、周波数シンセサイザの低消費電力化に向け、ふたつのトランスフォーマによる出力を用いた VCO と、シングル・バラン・ミキサを用いたダイナミック周波数分周回路を提案し、0.18μm SiGe-BiCMOS プロセスで試作したテストチップの評価において、20 GHz 帯の VCO として世界トップレベルの 20.6 %の周波数可変比および-191.7 dBc/Hz の性能指標を達成している。</p> <p>第 5 章は結論であり、第 1 章から第 4 章までで得られた内容から、結論と今後の展望を述べている。</p> <p>以上要するに、本研究はマルチモード・マルチバンド用無線通信用送信機の回路設計において必要となる広帯域送信機への応用を可能とするもので、工業上、工学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。</p>			
学識確認結果	<p>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。</p> <p>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。</p>		