

氏 名 <sup>やま</sup> 山 <sup>お</sup> 尾 <sup>やすし</sup> 泰  
学位(専攻分野) 博 士 (工 学)  
学位記番号 論 工 博 第 3353 号  
学位授与の日付 平 成 10 年 5 月 25 日  
学位授与の要件 学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当  
学位論文題目 デジタル移動通信携帯機用送受信回路の研究

(主査)

論文調査委員 教授 吉田 進 教授 田丸啓吉 教授 酒井英昭

## 論 文 内 容 の 要 旨

デジタル移動通信技術の急速な発展・普及により、いつでも、どこでも、だれとでも通信が行なえる時代が到来しつつある。本論文は、小形・低消費電力かつ経済的なデジタル移動通信携帯機の実現を目的として、これに必要な送受信回路構成技術と携帯機の構成法についての研究成果をまとめたもので、8章から構成されている。

第1章は序論であり、本研究の背景と目的、デジタル移動通信携帯機の基本構成を示し、デジタル携帯機に必要な回路について、LSI化、無調整化、低消費電力化、良好な通信品質の確保といった技術的課題を示すと共に、本論文の構成について述べている。

第2章ではIC化に適したダブルバランスミキサとして、D-A変換器とFETスイッチとによる構成を提案し、これを用いた直交形変調器の設計法を明らかにしている。まずD-A変換器や高周波回路の誤差によって生ずるスプリアスについて解析し、これを抑えるために必要な各部の精度を明らかにしている。次にパッケージ入りGaAs FETを用いた直交形変調器を製作し、解析結果を実験により確認すると共に、1 GHzまで低いスプリアスで動作する高精度のモノリシックIC変調器の実現の見通しを示している。

第3章では第2章の設計法に加えて、調整箇所を減らしかつ外付け部品を不要にできる新しい90度合成器の提案、電流利用効率の高いバッファ増幅器の考案を行い、低消費電力設計法を確立している。これに基づき試作したGaAsおよびSiフランチップ直交変調ICは、 $\pi/4$ シフトQPSK変調器として優れた性能を有し、その消費電力は従来のものと比較して1/8以下になることを確認している。

第4章は、デジタル・アナログ両方式に使用可能な変調回路として、デジタル信号処理(DSP)を用いた直交形FM変調器を提案している。アナログFM信号をDSPにより発生した場合の変調波に関して、これに付随する側帯波雑音および、本変調波をFM受信及びPM受信した場合のベースバンドS/Nについて解析し、これらの雑音を十分抑えるための設計法を示している。次に実際に変調器を作製し、解析結果を実験により確認すると共に、無調整で雑音を十分抑えたFM変調波が得られることを実証している。

第5章では、アンテナ選択ダイバーシチ受信用スイッチに適した広帯域GaAsモノリシックスイッチの設計法を確立するとともに、ICを試作して性能を実証している。まずFETの等価回路モデルに基いてFETのパラメータ等とスイッチの諸特性との関係を明らかにし、次にイオン注入法によってスイッチICを試作し、特性を評価している。この結果、直流から約3 GHzにわたって設計通りの広帯域・低損失動作を確認している。

第6章では、TDMA移動通信に用いるダイバーシチ受信法として、受信レベル線形予測を用いたアンテナ選択ダイバーシチ受信法(PASD)を提案している。PASDでは高速フェージング時におけるダイバーシチ利得を従来のアルゴリズムに比べて改善することができるが、その改善効果を定量的に示し、PASDの有効性を実証している。

第7章では、小形・低消費電力のデジタル携帯機を経済的に実現するため、方式面と携帯機の回路構成法から検討を行

い、携帯機全体としての総合設計法を示している。まず3種類の4相PSK変調方式について比較検討している。次に、送信系の高効率化、受信系の低消費電力化、回路全般のデジタル化を図った送受信回路構成について述べている。またこの構成により、良好な信号伝送特性が得られることを実際に確認している。さらに、携帯機の消費電力設計法を示すと共に、従来のアナログ携帯機に比べて大幅な低消費電力化が可能なが示されている。

第8章では以上の結果を総括すると共に、今後の課題について述べている。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、小形・低消費電力、高品質かつ経済的なデジタル移動通信携帯機の実現を目的として、特に送受信回路のLSI化、無調整化、低消費電力化、高性能化などの技術的課題、さらにはそれらを総合した携帯機の設計技術に関する研究成果をまとめたものであり、得られた成果の主なものは以下の通りである。

1. IC化に適した直交変調器の設計法を明らかにし、携帯機用モノリシックIC変調器の実現性の見通しを明らかにした。  
この設計法に基づいてGaAs FETを用いたIC変調器等を実際に作製し、優れた変調特性と、従来に比べ大幅な低消費電力化が達成できることを実証した。
2. デジタル・アナログ両方式に使用可能なコンパクト携帯機用の変調回路として、デジタル信号処理に基づく直交型FM変調器を提案し、その設計法を明らかにするとともに、実際に変調器を作製しその優れた特性を確認した。
3. 携帯機の小型化に有効なアンテナ選択ダイバーシチ受信に用いる高周波スイッチとして、GaAs FETによるモノリシックスイッチの設計法を明らかにすると共に、ICを作製して良好な特性が得られることを示した。また、受信レベル線形予測アルゴリズムをアンテナ選択ダイバーシチ受信回路に適用し、これによる改善効果を定量的に明らかにした。
4. 以上の検討結果に基づき、デジタル移動通信携帯機の総合設計法について検討した。この結果、小形・低消費電力のデジタル携帯機が実現可能であることを明らかにした。

以上要するに本論文は、今日のデジタル移動通信携帯機の小型化、低消費電力化を実現するために不可欠な送受信回路技術について研究を行ない、信号処理技術を駆使することによりIC化に適した回路方式や回路設計法を明らかにしたものであり、学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。また平成10年4月13日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行なった結果、合格と認めた。