

論文 / 著書情報
Article / Book Information

| | |
|-------------------|--|
| 題目(和文) | |
| Title(English) | Area-Efficient High-Data-Rate Millimeter-Wave Transceivers Using CMOS Bi-Directional Amplifiers for Next-Generation Wireless Communications |
| 著者(和文) | Pang Jian |
| Author(English) | Pang Jian |
| 出典(和文) | 学位:博士(学術), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11238号, 授与年月日:2019年6月30日, 学位の種別:課程博士, 審査員:岡田 健一,高木 茂孝,廣川 二郎,阪口 啓,伊藤 浩之,山尾 泰 |
| Citation(English) | Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11238号, Conferred date:2019/6/30, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,, |
| 学位種別(和文) | 博士論文 |
| Category(English) | Doctoral Thesis |
| 種別(和文) | 審査の要旨 |
| Type(English) | Exam Summary |

論文審査の要旨及び審査員

| 報告番号 | 甲第 | 号 | 学位申請者氏名 | Pang Jian | |
|-------------|------|-------|---------|-----------|--------------|
| 論文審査 審査員 | | 氏名 | 職名 | 氏名 | 職名 |
| | 主査 | 岡田 健一 | 教授 | 伊藤 浩之 | 准教授 |
| | 審査員 | 高木 茂孝 | 教授 | 山尾 泰 | 電気通信大学 教授 |
| | | 廣川 二郎 | 教授 | | |
| | 阪口 啓 | 教授 | | | |

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は“Area-Efficient High-Data-Rate Millimeter-Wave Transceivers Using CMOS Bi-Directional Amplifiers for Next-Generation Wireless Communications (次世代無線通信システムに向けた CMOS 双方向性増幅器による高面積効率かつ高速伝送可能なミリ波帯無線機)”と題し、英文七章からなっている。

第一章“Introduction(序論)”では、ミリ波無線通信に対する期待やミリ波帯の電波伝搬について説明し、ミリ波を用いる無線通信においてフェーズドアレーが必要になる理由について論じている。また、本論文の構成について説明しており、各章の関係を詳述している。

第二章“Challenges for Millimeter-Wave Transceivers (ミリ波無線機の技術課題)”では、ミリ波無線機設計における基本構成部品であるオンチップ伝送線路と CMOS トランジスタに着目し、そのモデル化の方法や設計上の考慮点について論じている。ミリ波を用いる無線技術として、無線 LAN や移動通信システムについて、その技術課題を論じ、フェーズドアレー無線機を構成するにあたり、電力増幅器、低雑音増幅器、移相器、周波数混合器、局部発振器に注目し、各回路部に対する要求性能の割振り方法について説明している。

第三章“LOFT and I/Q Imbalance Calibrated Transceiver (局部発振信号リークと IQ 誤差補償を可能とする無線機)”では、ダイレクトコンバージョン型の無線機で問題となる局部発振信号リークと IQ 誤差を補償するための回路技術について論じている。広帯域なミリ波帯の無線機では、従来の狭帯域なマイクロ波帯の無線機に用いられる方式が利用できないため、一度低い周波数に変換してから不要波検出を行う方式を提案している。実測において 40dB 以上の不要波抑圧を実現しており、提案技術の有効性を示している。

第四章“Area-Efficient Bi-Directional Transceiver (高面積効率な双方向性無線機)”では、フェーズドアレー無線機の小型化を目的とし、送受信の回路を共有して回路面積を削減する方法について論じている。ダイレクトコンバージョン無線機を構成する回路ブロックについて、ベースバンド増幅器まで含めて、双方化できる回路方式を提案している。65nm CMOS プロセス技術により試作し、提案回路方式の有効性を実証している。

第五章“LO Phase Shifting Phased-Array Transceiver (ローカル(LO)移相方式によるミリ波フェーズドアレー無線機)”では、従来用いられている RF 移相型のフェーズドアレー無線機ではなく、LO 移相型とすることで、変調信号の信号品質を維持しつつ高精度なビーム制御が可能であることを示している。LO 移相型では面積が大きくなるのが課題であったが、LO 移相器では単一周波数でのみの位相制御が必要であることに着目し、RF 移相器では従来用いられていなかった可変共振器を移相器として用いることで大幅な面積削減を実現している。提案方式による 28GHz 帯フェーズドアレー無線機を 65nm CMOS プロセス技術により試作し、本技術の有効性を実証している。

第六章“Neutralized Bi-Directional Phased-Array Transceiver (中性化した双方向性フェーズドアレー無線機)”では、フェーズドアレー無線機のさらなる小型化および広帯域化を目的として、差動型の双方向性増幅器による回路方式を提案している。容量結合による中性化により信号対雑音比の改善を可能としており、65nm CMOS プロセス技術により試作した 28GHz 帯フェーズドアレー無線機により、提案技術の有効性を実証している。

第七章“Conclusion and Future Work (結論と展望)”では、本論文で得られた成果をまとめ、今後の研究の展望について言及している。

以上を要するに、本論文は高面積効率かつ高速伝送可能なフェーズドアレー無線機の実現方法について論じたもので、学術上、産業上貢献するところが大きい。よって我々は、本論文が博士(学術)の学位論文として、十分に価値あるものと認める。