

研究成果概要書

助成対象事業名	次世代高速無線システム用RFモジュール構成法の研究開発
助成対象事業者 (研究代表者名)	国立大学法人鹿児島大学(西川 健二郎)
1 事業の概要 <p>無線伝送システムの高速化, マイクロ波帯周波数の切迫解消を目指したミリ波帯等未利用周波数帯への移行促進を目指して, 総務省ではミリ波帯(特に60GHz帯)やテラヘルツ帯を用いた無線システム及びそれを実現するハードウェア装置について, 電波利用料を用いた研究開発が多数行われてきた。また, 総務省情報通信審議会答申(H20.6.27)で定められた新たな研究開発戦略「我が国の国際競争力を強化するためのICT研究開発・標準化戦略」の下, 新世代ネットワーク, ICT安全・安心技術, ユニバーサル・コミュニケーション技術が重点領域として取り上げられ, この分野をターゲットとした無線システムの研究開発も活発に行われている。最近では, 情報通信審議会より「80GHz帯高速無線伝送システム」に関する報告や電波利用料を用いた研究開発課題として275GHz-370GHzというテラヘルツ波を用いた無線伝送システムの研究開発が取り上げられている。さらに, 今年3月に発生した東日本大震災による光ファイバ通信網の寸断, 復旧の遅れから, バックアップ機能としての屋外高速無線システムに対する需要, 要求が高まっている。</p> <p>一方, 実用化・商用化という観点から見ると, 特に60GHz帯無線システムはIEEEにおける標準化の進展や高性能SiCMOSデバイスを適用した無線用LSIの研究開発により, 今後の高速無線通信システムとして期待が大きい。しかしながら, CMOSLSIの性能不足, 低信頼性, 小規模市場による高コスト化等により, 屋内向け無線システムが一部, 商用化されているにすぎない。さらに, アンテナ等も含めたRFモジュール構成においては, アンテナがモジュールに集積化はされているが, 従来からのフリップチップ技術やワイヤボンディング技術を用いて, 構成されていることから, 実用化, 量産化にはほど遠い状態となっている。さらに, ミリ波を越えるような周波数帯のIC設計においては, SiCMOS, 化合物半導体を問わず, 回路設計に必要な高精度なデバイスモデル, IC上の受動素子モデルや外部インターフェースのモデル化が不十分であり, 設計者のノウハウや経験によるところが大きなウェイトを占めている。これらの観点から, 現状では研究開発から実用化・商用化に移行する際の大きな壁(俗にいう死の谷)が立ちだかかっており, それを未だ乗り越えられないでいる状態である。将来, 日本において, 高周波技術, 無線システム技術が産業として生き残っているかどうかはまさに, ここを突破できるかどうかにかかっている。</p> <p>本研究プロジェクトでは, ミリ波帯やそれ以上の周波数帯を用いた高速無線システムを真に実用化・商用化することを目的として, ミリ波帯やそれ以上の周波数帯において適用可能な化合物半導体, 具体的には0.1μm GaAspHEMT製造プロセスの高信頼性・高歩留まりを実現するとともに, 回路設計の簡易化, 高精度化を実現するデバイスモデルを含むIC上素子の高精度モデル化, デザインライブラリ化を実現する。さらに, 構築するモデル, デザインライブラリがミリ波帯にとどまらず, 将来有望視されるより高い周波数帯においても適用可能となる広帯域高精度モデルを提案する。また, 実装技術においては, ホットビア技術を提案, モデル化を実現し, IC-外部インターフェース部の低損失化, 簡易実装構成を実現する。これらの成果をもとに80GHz帯高速無線システムを構築する上でキーとなる小型RFモジュール, MMICを開発する。</p> 2 共同研究体制と分担内容 <p>本プロジェクトチームは鹿児島大学(西川健二郎), 株式会社ユー・エム・サービス(天野英明), フランスのUnited Monolithic Semiconductors SAS(Eric Leclerc)の3機関(3者)による共同研究開発体制をとっている。鹿児島大学は, ミリ波帯でのMMIC, 高集積実装技術の研究開発に経験が豊富であり, 新しい回路技術, 実装技術, 構成等の創出を実現してきている。株式会社ユー・エム・サービスはMMICの商用化, 高周波技術のコンサルティング提案等を豊富に手がけている。一方, フランスのUnited Monolithic Semiconductors SASは, タレス及びEDASが出資する民間企業であり, ダイムラー・ベンツ研究所のデバイス開発部門の流れをくむ化合物半導体製造会社である。United Monolithic Semiconductors SASは現在, 世界で唯一, ミリ波帯及びそれ以上の周波数帯のMMIC量産商用化に成功しており, 極めて高いデバイス製造プロセス安定度を保持している。</p> <p>鹿児島大学が持つ設計技術, 株式会社ユー・エム・サービスが持つ実用化, 商用化技術, United Monolithic Semiconductors SASが持つデバイス開発力, 高安定デバイス製造能力, すなわち3機関の得意分野, 技術力を組合せることにより, これまでミリ波帯研究開発における大きな壁となっていた真の実用化を達成すると共に, 将来が有望視されている80GHz帯高速無線システム用RFモジュールの早期実用化を実現する。</p>	

3 事業の成果

(H23 年度)

○pHEMT デバイス, プロセス

0.1 μ m ゲート長 GaAspHEMT デバイスのモデル構築 (特定のゲート幅) を行い, MMIC 開発に適用している.

○受動素子の設計, モデル化

100GHz 超の周波数に対応するため, GaAs ウエハ厚を 70 μ m (一般的に 100 μ m 厚がよく用いられる) と薄くした製造プロセスを用いるため, 伝送線路, 容量, インターフェース等ほぼすべての受動素子のモデルを新たに構築し, MMIC 開発に適用している.

○ホットビア構造インターフェース, ホットビア製造プロセス

100GHz 超の高周波信号を損失無く伝達するために, ビアホールを同軸形状に配置すると共に, ビア接続部をコプレーナ構造としたインターフェース構成を提案し, シミュレーションによりその効果を確認している. また, 70 μ m ウエハ厚に対応するため, 裏面側配線プロセスの微細化, プロセスコスト低減, 高信頼性配線構造を実現している. 成果は MMIC 開発に適用している.

○80GHz 帯増幅器 MMIC

モデル化した pHEMT デバイス, 受動素子, インターフェースを用いてホットビアインターフェース版/通常版 80GHz 帯増幅器 MMIC の一次設計を完了し, 両バージョンとも 70-85GHz 帯で利得 15dB 以上を実現している. また, 80-100GHz 帯広帯域増幅器 MMIC では利得 16dB 以上を実現している.

(H24 年度)

○pHEMT デバイス, プロセス

0.1 μ m ゲート長 GaAspHEMT デバイスの信頼性評価, モデルの高精度化 (飽和領域での精度向上) を実現した.

○受動素子の設計, モデル化

BCB 保護膜の有無を考慮した伝送線路, 容量, 結合線路等の受動素子のモデルを新たに構築した.

○ホットビア構造インターフェース

THz 帯を考慮したインターフェース実現のため, パッド部に寄生素子を装荷した新たなホットビアインターフェース構造を提案した. 提案構成では 500GHz 帯まででインターフェース部の通過損失 0.7dB 以下, 反射損失 10dB 以上の値を実現した. これらの値は従来のインターフェース構造と比較して, 1/3 以下の通過損失値である. 成果は MMIC 開発に適用している.

○W 帯増幅器 MMIC の設計評価

モデル化した pHEMT デバイス, 受動素子, インターフェースを用いてホットビアインターフェース版/通常版 W 帯増幅器 MMIC の測定評価を行い, W 帯増幅器 MMIC では 80-100GHz 帯で利得 16dB 以上, 1dB 利得圧縮点 10dBm 以上を実現している.

○準ミリ波帯増幅器 MMIC の設計評価

0.1 μ m ゲート長 GaAspHEMT デバイスを用いた低消費電力・高線形性増幅器 MMIC の設計, 測定評価を行い, 1V, 6.2mW 動作時, 20-30GHz 帯で利得 10dB 以上, 1dB 利得圧縮点 0dBm を実現している. これらの性能は世界トップの値である.

○ホットビア MMIC 簡易測定法の提案

空気吸引穴を設けた低誘電率薄膜基板をアブソーバとして用いる MMIC オンウエハ測定法を提案している.

(外部発表成果)

○研究論文 1 件, 国際会議 1 件, 学会大会・研究会 2 件の計 4 件の既発表

○研究論文 2 件, 国際会議 6 件 (内 1 件は採録済) の計 8 件の投稿/掲載予定