

主 論 文 要 旨

報告番号	乙 第 号	氏 名	新庄 真太郎
主論文題目：			
高機能バイアス回路を用いた無線通信用高線形モノリシック送信 RF 回路に関する研究			
<p>(内容の要旨)</p> <p>デジタル変調方式を採用する無線通信システムの急速な普及に伴い、無線機で用いられる送信 RF 回路においては、高線形な特性が求められる。高線形な送信 RF 回路を実現するために、例えば外部制御部品を用いた構成などが報告されてきているが、その場合、小形・低コストとの両立が課題となる。そこで本研究では、RF 回路を動作させるためには不可欠なバイアス回路に着目し、バイアス回路に出力電力レベルや環境温度に応じて RF 特性を自己制御する機能を付加させることにより、高線形なモノリシック送信 RF 回路を実現することを目的とした。</p> <p>モノリシック送信 RF 回路は、要求される性能や用途に応じて使用される半導体プロセスが異なり、その半導体プロセスは、主に化合物半導体である GaAs プロセスと Si 系プロセスに大別される。バイアス回路で実現可能な回路技術や求められる機能は、半導体プロセスの種類や特徴によって異なるため、高機能バイアス回路を用いたモノリシック送信 RF 回路の高線形化技術もまた、GaAs プロセスを用いた場合と Si 系プロセスを用いた場合に分けられる。</p> <p>第 1 章では、研究の背景と、背景から必要となる技術的課題、および本論文で提案した技術の位置づけについて述べた。</p> <p>第 2 章では、GaAs プロセスを用いたモノリシック送信 RF 回路の中で、FET や HEMT を用いた高出力増幅器に適用可能なバイアス回路として、環境温度変化時の高線形化を図るために、温度係数可変機能を備えたゲート電圧制御形バイアス回路を提案し、さらにレーダー通信用 GaAs FET 高出力増幅器を試作し、その有効性を明らかにした。</p> <p>第 3 章では、GaAs プロセスを用いたモノリシック送信 RF 回路の中で、正電圧制御が可能な HBT を用いた高出力増幅器に適用可能なバイアス回路として、低アイドル電流動作時の高線形化を図るための CV/CC (Constant Voltage / Constant Current) 並列動作増幅器構成を提案し、さらに W-CDMA 端末用 GaAs HBT 高出力増幅器を試作し、その有効性を明らかにした。</p> <p>第 4 章では、P 形トランジスタが使用可能な Si 系プロセスを用いたモノリシック送信 RF 回路の中で、SiGe HBT を用いたドライバ増幅器に適用可能なバイアス回路として、低アイドル電流動作時の高線形化を図るためのベース電圧自己補償形バイアス回路を提案し、さらに W-CDMA 端末用 SiGe HBT ドライバ増幅器を試作し、その有効性を明らかにした。</p> <p>第 5 章では、Si 系プロセスを用いたモノリシック送信 RF 回路の中で、高速 P 形トランジスタが使用可能な BiCMOS バイアス回路を用いた高効率動作時の高線形性を図るためのひずみ補償回路を提案し、さらに W-CDMA 基地局用高出力増幅器に適用し、その有効性を明らかにした。</p> <p>第 6 章では、Si 系プロセスを用いたモノリシック送信 RF 回路の中で、SiGe BiCMOS を用いたミキサに適用可能なバイアス回路として、ベースバンド信号に対する広帯域動作時の高線形化を図るための自己電流補償形ミキサを提案し、さらにコグニティブ無線端末用 SiGe BiCMOS 直交変調器を試作し、その有効性を明らかにした。</p> <p>第 7 章では本研究で得られた成果の要約と、今後の展望を示した。</p>			
			以上

SUMMARY OF Ph.D. DISSERTATION

School Integrated Design Engineering	Student Identification Number	SURNAME, First name SHINJO, Shintaro
<p>Title</p> <p style="text-align: center;"> High Linearity Monolithic Transmit RF Circuits Employing High Functional Bias Circuits for Wireless Communications </p>		
<p>Abstract</p> <p> The transmit RF circuits used in wireless communications with digital modulation method are required to be the high linearity. In order to achieve this requirement, the externally controlled architectures have been proposed. By applying them to the transmit RF circuits, high linearity performance can be achieved, whereas small signal and low cost are not usually realized. If the self controlled architectures according to power level, temperature, and so on, are presented, the attractive RF circuits are expected to be realized. </p> <p> In this study, the high functional bias circuit schemes which are the kinds of the self controlled architectures were proposed, and some monolithic transmit RF circuits with them were investigated. The semiconductor processes used for the RF circuits are various according to the usage and the desired performances, and they are roughly divided into two kinds. One is GaAs process that is compound semiconductors, and the other is Si-based process. Therefore, it is necessary to consider the kind and the feature of the process for the functional bias circuit schemes. </p> <p> Chapter 1 summarizes the background and the technical issues, and shows the location of the proposed bias circuit schemes and the RF circuits with them. </p> <p> Chapter 2 proposes the on-chip temperature compensation active bias circuits in order to realize the high linearity independent of the temperature conditions, and its application to a GaAs FET power amplifier (PA) for radar system is described. The fabricated results showed that the small gain deviation could be achieved without RF performance degradation, and that the proposed bias circuit was useful for the high linearity GaAs FET PA. </p> <p> Chapter 3 proposes the constant voltage / constant current (CV/CC) parallel operation PA configuration in order to realize the both high linearity and low current consumption at the low output power level, and its application to a GaAs HBT PA for W-CDMA terminal is described. The fabricated results showed that the high linearity under the low quiescent current operation could be achieved, and that the proposed configuration was useful for high linearity GaAs HBT PA. </p> <p> Chapter 4 proposes the self base bias controlled circuit in order to realize the both high linearity and low current consumption at the low output power level, and its application to a SiGe HBT driver amplifier for W-CDMA terminal is described. The fabricated results showed that the high linearity under the low quiescent current could be achieved, and that the proposed bias circuit was useful for the high linearity SiGe HBT driver amplifier. </p> <p> Chapter 5 proposes the BiCMOS analog pre-distortion linearizer using self base controlled amplifier, its applications to GaAs FET PA and LDMOS PA for W-CDMA base station are described. The fabricated results showed that the proposed linearizer was useful for PA with both high linearity and high efficiency in the broad band wireless communication systems. </p> <p> Chapter 6 proposes the self controlled mixer in order to realize the high linearity and broad-band, and its application to a SiGe BiCMOS quadrature modulator for cognitive radio. The fabricated results showed that the high linearity could be achieved under the broad-band baseband signal, and that the proposed configuration was useful for high linearity SiGe BiCMOS mixer/modulator. </p> <p> Chapter 7 summarizes the results of this study and shows the foresight in the future. </p>		