

IEEE802.11a 対応 無線 LAN 用 電力増幅器 TG2016FC

TG2016FC Power Amplifier for IEEE802.11a-Compliant Wireless LAN

関 博隆 SEKI Hirotaka 千住 智博 SENJU Tomohiro 小滝 義勝 ODAKI Yoshikatsu

東芝が開発した TG2016FC は、InGaP/GaAs HBT(インジウム・ガリウム・リン/ガリウム・ヒ素 ヘテロ接合バイポーラトランジスタ)プロセスを適用した、線形性と信頼性に優れた電力増幅器(PA)である。この製品が主として狙う市場用途は、高い伝送品質と飛距離が要求される AV 機器(ワイヤステレビ(TV)、ワイヤレスプロジェクタなど)をはじめ、組込み系機器(パソコン(PC)内蔵、アクセスポイント、プリンタなど)である。

ワイヤレス TV セットで高い伝送品質を実現するためには、PA には優れた EVM(Error Vector Magnitude : 変調精度)特性が必要であり、この製品では標準値 3% を目標としている。また、このような高精度でどこまで遠く送信できるかがポイントとなり、出力パワ - レベルの最小値を 18 dBm とする予定である。

Toshiba has developed the TG2016FC power amplifier employing an InGaP/GaAs heterojunction bipolar transistor (HBT) process. This power amplifier has very high linearity and high reliability. The target applications are audiovisual (AV) equipment requiring high transmission performance and long range, and embedded applications in other equipment such as PCs, access points, printers, etc.

The main target application is wireless TV sets, which require a very high-quality power amplifier with a superior error vector magnitude (EVM). For this high-level requirement we have aimed at specified EVM characteristics of 3% (typ.). In addition to good EVM, the transmission distance of a power amplifier is very important. The output power of the TG2016FC is to be specified as 18 dBm (min.).

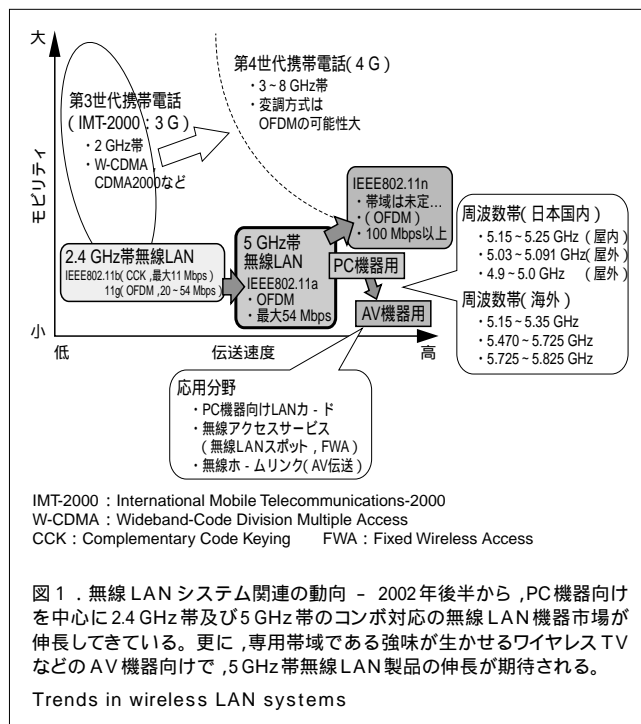
1 まえがき

近年、PC 機器と周辺機器間の無線 LAN に用いられる製品が多数開発されている。無線 LAN の仕様には、2.4 GHz 帯対応の IEEE802.11b(米国電気電子技術者協会規格 802.11b)及び 11g(11b の高速対応版)と、5 GHz 帯対応の IEEE802.11a がある。2.4 GHz 帯のほうは、主に PC 機器用途(外付け無線 LAN カード、アクセスポイント及び組込み内蔵)として既に相当数の製品が市場投入されてきており、これまでオフィスや個人ユースでのモバイル PC 活用に大きな役割を果たしてきたが、この帯域は他のシステム製品(BluetoothTM(注1)関連機器、電子レンジなど)でも使われていることから、これから製品と無線 LAN 製品との電波干渉が問題になっている。また、伝送できる情報量を増やす観点からも、より高い周波数の適用が期待されていた。このような状況から、5 GHz 帯を適用した IEEE802.11a という無線 LAN の標準仕様が標準化され製品化されている。現在は、IEEE802.11b 又は 11g とのデュアルバンド(一般にコンボと呼ばれる)対応製品が PC 機器を中心に全世界的に広まってきている(図 1)。

このような専用帯域でかつ伝送データ容量の高い 5 GHz 帯適用の 11a システムは、今後、AV 用途を中心として映像(ストリーム画像など)のような高容量伝送を目指した製品への広範

(注 1) Bluetooth は、Bluetooth SIG, Inc. の商標。

困な応用展開が期待されており、既に国内では 5 GHz 帯対応のワイヤレス TV 製品が発売されている。TG2016FC は、特に AV 機器を中心とした応用製品において、その高性能を発揮することが期待されている高周波半導体デバイス製品である。



2 製品の概要

IEEE802.11aでは、これまでの無線LAN(11b)で適用された変調方式 DSSS(Direct Sequence Spread Spectrum)に比較して信号のひずみが発生しやすいOFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)変調が適用されており、PAにおける消費電力増加の問題があって、放熱性やモバイル使用時のバッテリー消費の問題につながる。

従来の11a対応PAでは、ベースバンドLSI、RF/IF(高周波/中間周波数)IC及びPAの消費電力が大きいため、低消費電力化の要求があった。このような要求に応えるためには、応用製品において通常半分程度の消費電力を占めるPAの低消費電力化が重要かつ効果的である。更に、このような低消費電力化要求に加えて、AV用途ではその伝送の対象となるデータが動画像であり、サービス形態を考えると、伝送がとぎれることがサービス価値を著しく低下させることから、より高精度で安定な伝送性能が要求される。応用製品におけるこのような要求性能を背景として、実際にはワイヤレスTVにおいては電源をどのようにして得るかによって消費電流に対する考え方が大きく変わるが、多くのワイヤレスTVではモバイル性も併せて考慮される傾向にあるので、ある程度の低消費電力化も要求される状況にある。したがって、ワイヤレスTVなどでは伝送性能を向上させるために線形性の高いPAが必要とされると同時に、ある程度の低消費電力化を実現することが必要であり、このトレードオフとなる性能をいかにバランス良く実現していくかが製品の開発コンセプトにおける重要なポイントとなる。

適用プロセスに関しては、TG2016FCでは増幅素子として信頼性に優れたInGaP/GaAs HBTを採用することにより、OFDM信号を低ひずみかつ高効率で増幅することが可能となった。InGaP/GaAs HBT技術を適用することで、高線形性と低消費電力化をバランス良く実現し、AV用途に適した製品を目指している。また、HBTは単電源(負電源不要)で動作可能なため、実装面積低減にも貢献する。

モバイル用途で重要とされる低消費電力化に関しては、高出力送信時の高効率化だけではなく、待機時(制御電圧off時)の消費電流も小さいことが大きな特長となっている。これにより、モバイル機器のバッテリー寿命をより長くすることが可能となり、消費者の使い勝手がより向上することになる。加えて、伝送性能向上のための各社の工夫により異なった利得配分になっている様々なタイプのチップセット(ベースバンドLSIやRF/IF ICなど)にも対応できるように、比較的利得を高め設定している(図2)。

この製品では、対象となる周波数帯域として、国内の屋内用帯域である5.15~5.25GHzを仕様としている。そして、AV伝送に必要な特性の最適化を行い、そのほかの帯域(5.15~

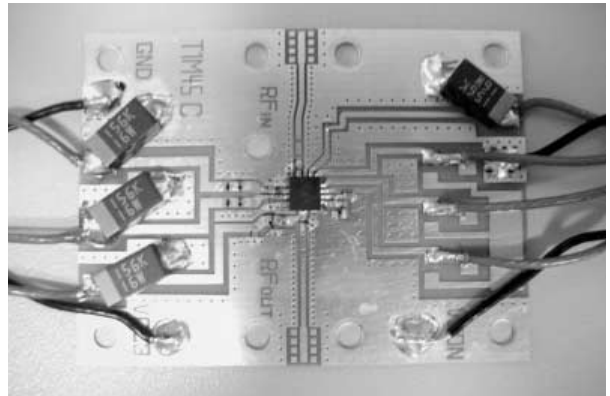
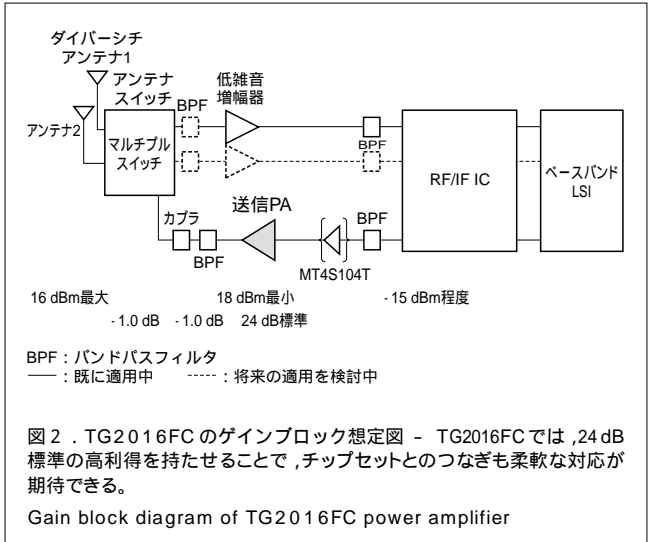


図3. TG2016FCの評価治具付きサンプル - 評価治具に付けたTG2016FCのサンプルで、中央の黒い四角の部分はその外囲器である。

Sample TG2016FC power amplifier installed on evaluation board

5.9GHz)に関しては、ユーザーが周辺整合回路を調整し特性出しを行うことが可能となっている。したがって、狙う用途に特化した特性出しを可能にし、併せて広範囲なユーザー要求にも対応できるような製品化を目指している。外囲器は実装性に優れた3.0×3.0×0.85mmのCSP(Chip Size Package)とし、業界最小クラスでの製品化を予定している(図3)。

3 製品の主要性能

この製品のサンプル評価結果(表1)から、周波数が5.2GHz(この製品の規格帯域5.15~5.25GHzの中心)で出力パワーレベルが18dBmのときには、EVMが3.25%、利得が23.4dB、消費電流が131mA(電力付加効率16%)であり、当初の設計目標を十分に満足する優れたEVM、高利得かつ低消費電力化とバランスの良い性能を発揮している(電源電

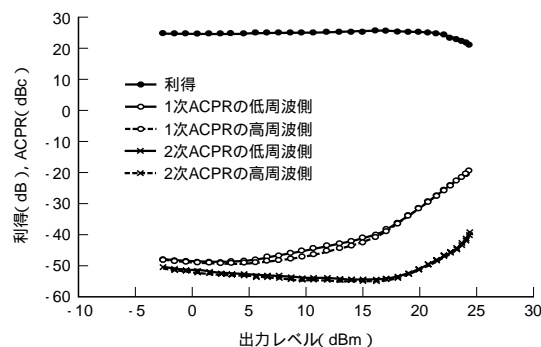
圧は3.3V,変調信号は64 QAM(Quadrature Amplitude Modulation)(54 Mbps)を用いた。また,隣接チャネル漏れ電力(ACPR)は1次(TELEC(TELEcom Engineering Center)規格の20 MHz 離調)で-36 dBc,2次(同40 MHz 離調)で-51 dBcの性能を備えており,これらの特性は,IEEE802.11a規格(ACPRマスク)及び国内のTELEC規格を満足し,無線LAN製品として十分に適用できるものである。

表1. TG2016FC サンプルの評価結果
TG2016FC sample test results

項目	評価結果	目標仕様
出力レベル (dBm)	18.0	18.0以上
利得 (dB)	23.4	22以上
1次ACPR (dBc)	-36.2/-36.7	-30以下
2次ACPR (dBc)	-51.3/-51.4	-45以下
総合消費電流 (mA)	131	標準 140
周波数 (GHz)	5.2	5.15 ~ 5.25
EVM (%)	3.25	標準 3

*測定条件
 ・測定位置: 出力レベルはPA端(直近のプロープで)
 ・周囲温度: 25 ・変調信号: 64 QAM
 ・バイポーラトランジスタ動作電圧: 3.3 V
 ・バイポーラトランジスタ制御電圧: 2.9 V

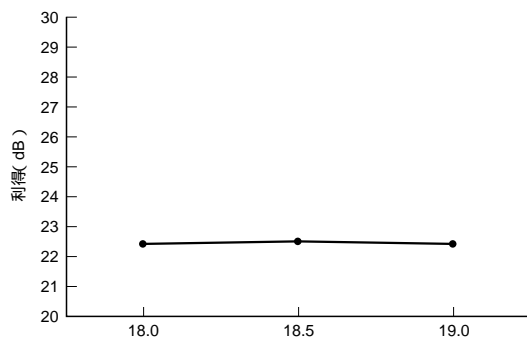
この製品の特長は,優れたEVMと低消費電力というトレードオフにある二つの主要特性をバランス良く発揮するとともに,高周波的に安定性を保ちつつ高利得化したことである。



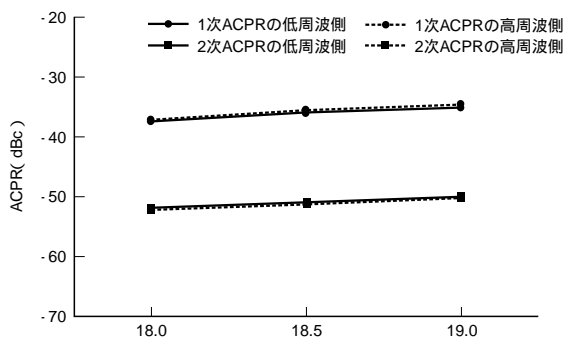
*測定条件
 ・測定位置: 出力レベルはPA端(直近のプロープで)
 ・周囲温度: 25 ・周波数: 5.2 GHz ・変調信号: 64 QAM
 ・バイポーラトランジスタ動作電圧: 3.3 V
 ・バイポーラトランジスタ制御電圧: 2.9 V

図4. TG2016FCの対出力レベル特性 - 安定した利得の伸びと必要とされるACPRの実力が確認できた。

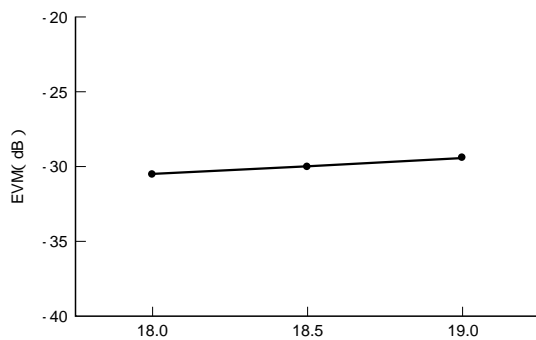
Dependence of TG2016FC gain and adjacent channel power ratio (ACPR) on output power level



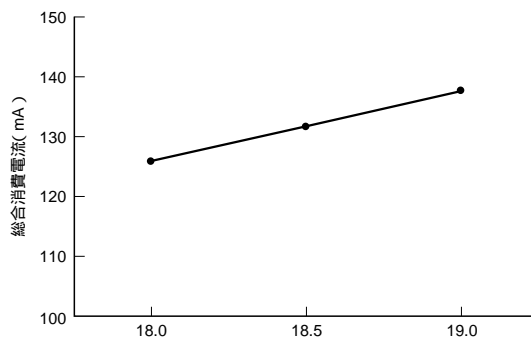
(a) 利得特性



(c) ACPR特性



(b) EVM特性



(d) 総合消費電流特性

*測定条件
 ・測定位置: 出力レベルはPA端(直近のプロープで) ・周囲温度: 25 ・周波数: 5.2 GHz ・変調信号: 64 QAM
 ・バイポーラトランジスタ動作電圧: 3.3 V ・バイポーラトランジスタ制御電圧: 2.9 V

図5. TG2016FCの高出力時の諸特性 - 高出力時においても大きな劣化や増加は見られず,今後の高出力化要求にも優れた性能の発揮が可能となる。
TG2016FC characteristics at time of high output power

る。この結果、従来製品更には業界他社製品と比較しても、5 GHz 帯無線 LAN 適用の AV 機器を中心とした応用製品に最適な製品となっている。

ここで、代表特性以外の主要項目の特性データとして、対出力レベル特性(利得及び ACPR1 次と 2 次)を図 4 に、高出力時の諸特性を図 5 に示す。伝送性能に影響があると考えられている EVM 特性は、18 ~ 19 dBm に出力レベルが上がっても約 1 dB 程度の劣化にとどまり、ACPR 特性でも 1 dBc 程度の増加にとどまる。また、消費電流は約 15 mA 程度の増加であり、低消費電力化されているこの製品では問題のないレベルである。このような製品性能からみて、この製品は AV 伝送で今後要求の増加が予想される高出力化においても優れた性能を発揮することが可能となる。

4 あとがき

今後、AV 機器あるいは組込み PC 機器などでは、高線形性と低消費電力化をバランス良く追及しつつ、更なる高出力化にも対応していく製品開発が求められている。また、PC 機器と AV 機器が融合(ホームサーバなど)した様式での応用製品が市場で広く展開していくことも予想されており、これに対しては、対象となる周波数帯域もより広いものであることが求められる。

次の段階としては、このような高い品質要求にも対応すると同時に、多様な動きを見せるチップセット動向に柔軟に対応した様々な付加機能、例えば、出力パワーモニタ機能なども視野に入れた PA の開発に取り組んでいく予定である。

更にこの製品は、モジュールメーカーなどにおいて調整が可能な入出力整合回路を外付けとした PA であり、PA のモジュール化も視野に入れて、適用される周辺部品数の削減にも鋭意取り組んでいく予定である。

文 献

- (1) 黒田忠弘 . RF マイクロエレクトロニクス . 東京 , 丸善 (株) , 2002 , 366p .
- (2) Ranzavi , B . RF Microelectronics . 米国 , 1998 , 335p .
- (3) Everard , J . Fundamentals of RF Circuits Design . 米国 , 2001 , 292p .
- (4) 高速無線 LAN 情報局 . < <http://disco.pobox.ne.jp/wlan> > (参照 2003-9-26) .



関 博隆 SEKI Hirotaka

セミコンダクター社 ディスクリート半導体事業部 小信号半導体
応用技術部主務。5 GHz 無線 LAN 用途のパワーアンプ
デバイスを中心とした応用技術業務に従事。
Discrete Semiconductor Div.



千住 智博 SENJU Tomohiro

セミコンダクター社 ディスクリート半導体事業部 ディスクリート
集積素子設計部主務。5 GHz 無線 LAN 用途のパワーアンプ
デバイスを中心とした設計業務に従事。
Discrete Semiconductor Div.



小滝 義勝 ODAKI Yoshikatsu

セミコンダクター社 ディスクリート半導体事業部 小信号半導体
製品技術部。5 GHz 無線 LAN 用途のパワーアンプ
デバイスを中心とした製品化業務に従事。
Discrete Semiconductor Div.