

SNG向け屋内／屋外型Ku帯100W 半導体電力増幅器“SX-6020／6101”

小坂田 寛* 西原 淳*
山本敦士* 山添裕啓*
中田浩志*

Indoor/Outdoor Ku-band 100W SSPA "SX-6020/6101" for Satellite News Gathering

Hiroshi Osakada, Atsushi Yamamoto, Hiroshi Nakata, Jun Nishihara, Hiroaki Yamazoe

要 旨

放送局向けの衛星通信を用いた報道映像素材伝送 (Satellite News Gathering : SNG)向け屋内／屋外型Ku帯100W-SSPA(Solid State Power Amplifier : 半導体高出力増幅器)の開発成果を述べる。SNGシステムでは、故障した場合に、運用停止期間を可能な限り短縮するよう要求されている。従来、高出力増幅器には高出力が容易に得られるマグネトロンや進行波管などが用いられていたが、電子管を用いることから寿命が短くて定期的な交換が必要であることや、海外調達が中心であったため故障時に修理期間が長期化するなど保守性に問題があった。一方、SSPAは携帯電話を始めとする通信機器にも広く使用されているが、扱える出力電力やDC-RF(Radio Frequency)変換効率が電子管に比べて劣るため、システム要求を満た

すには消費電力・発熱の面で問題があった。しかし、近年、電力密度が高く、DC-RF変換効率の高いGaN(窒化ガリウム) FET(Field Effect Transistor)の登場によって、SNGシステム内部に使用する増幅器の半導体化が進んでいる。今回、三菱電機製GaN FETを用いたKu帯100W-SSPA“SX-6020／6101”を開発し、低消費電力化と供給性確保の両立を図ることに成功した。また低消費電力化は騒音の原因となるファンの騒音レベルの低減に寄与し、静音性の向上を実現した。その結果、当社従来型GaN SSPA比較で、消費電力を75%に抑え、騒音レベルを屋内型で10.9dB、屋外型で7.2dBの低減を達成した。さらに、オプションで変調装置からのL帯信号をKu帯に周波数変換する周波数変換器も内蔵でき、変調装置との接続も容易である。



屋内型100W-SSPA(SX-6020)



屋外型100W-SSPA(SX-6101)

SNG向け屋内／屋外型Ku帯100W-SSPA

左は、SNG向け屋内型100W-SSPAである。放送中継局車及び固定局室内の19インチラックに収納可能で、高周波信号及び制御ケーブル等は背面アクセスである。前面にはモニタ端子及び電源・アラーム表示ランプを装備している。右は、SNG向け屋外型100W-SSPAである。放送中継局車上に搭載されるアンテナの根元に配置される。直射日光防止のための日よけを搭載し、防水・防塵(ぼうじん)性はIP55を達成した。

1. ま え が き

近年、GaN FET等の登場によって、送信機の半導体化が進んでいる。従来用いられていた進行波管はDC-RF変換効率が高いが、電子管を用いることから寿命が短く、システム運用期間内で定期的に交換を要するため、保守性に問題があった。電力密度の高いGaN FETは高出力化が可能であり、また、当社製GaN FETを用いることで、低消費電力化と供給性確保の両立が期待できる。また、ファンの静音性が求められている。

本稿では、2章でKu帯を利用したSNGシステムの技術課題について述べ、3章で今回製品化した屋内/屋外型Ku帯100W-SSPA SX-6020/6101について述べる。

2. Ku帯を利用したSNGの技術的課題

2.1 SNGを用いた衛星放送と要求事項

図1にSNGシステムの運用概念図を示す。現場で撮影した映像を衛星経由で車載局から固定局へ伝送するシステムをSNG(Satellite News Gathering)と呼ぶ。固定局間で伝送を行う場合もある。

映像伝送のため、広帯域通信が可能な周波数帯として、従来はKu帯が使用されており、車載の場合、搭載装置には低消費電力化・小型化が求められる。また、SSPA出力からアンテナ入力端までの低損失化・車室スペースの有効利用のため、SSPAの配置場所を車上に展開するアンテナの根元に設置することも考えられるが、その際、SSPAには防水・防塵性が求められる。また、高出力のため相応の発熱があるため排熱用ファンが設けられるが、ファンの回転音は、比較的静かな固定局では相対的に騒音レベルが高いため、可能な限りの静音性が求められている。

2.2 製品化への技術課題

SNGシステム用100W-SSPAに要求される技術課題を次に示す。

- (1) 低消費電力化と保守性の向上
- (2) 低騒音であること
- (3) 屋外型に防水性・防塵性を持たせること

3. Ku帯100W-SSPA SX-6020/6101

Ku帯100W-SSPA SX-6020/6101は、次の特長を持った半導体高出力増幅器である。

- (1) 固定局/車載局に使用可能
- (2) 屋内/屋外対応
- (3) 64APSK(Amplitude Phase Shift Keying), $a = 0.05$ の高密度トランスポンダに使用可能
- (4) 最大運用出力100W
- (5) $-20 \sim 55^{\circ}\text{C}$ の環境下で使用可能
- (6) 当社製GaN-FET使用による調達安定性の確保
- (7) モジュール交換による運用/保守・交換性の向上

3.1 Ku帯100W-SSPAの構成

この装置の構成を図2、主要性能を表1に示す。内部にアップコンバータを備え、L帯のIF(Intermediate Frequency)周波数からKu帯に周波数変換し、増幅器によって100W出力可能とする。

3.2 開発課題

- (1) 低消費電力化と保守性の向上

SNGシステムでは、故障した場合でも、運用停止期間の可能な限りの短縮が要求される。従来、高出力増幅器には高出力が容易に得られるマグネトロンや進行波管が用いられていたが、電子管を用いることから寿命が短く、保守性に問題があった。一方、半導体増幅器はGaAs(ガリウ

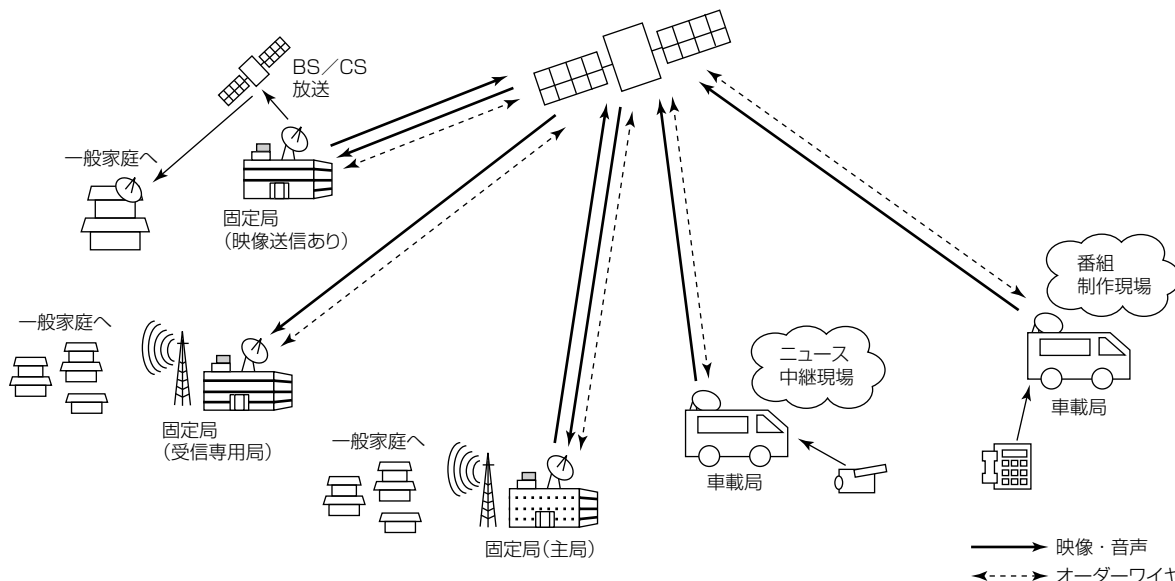


図1. SNGシステムの運用概念図

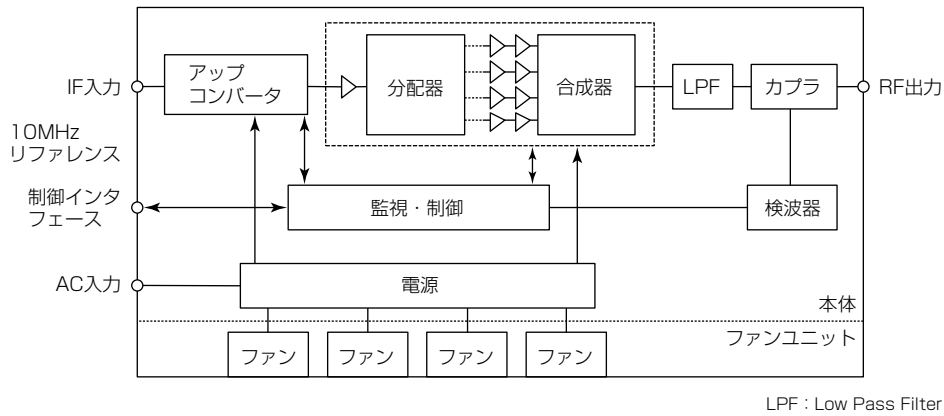


図2. Ku帯100W-SSPAの構成

表1. 主要性能

項目	仕様	
周波数範囲	14.0~14.5GHz	
定格出力電力	100W以上	
利得	60dB以上	
三次混変調積	-25dBc以下	
第二高調波	-60dBc(定格出力時)	
電源電圧	AC85~264V, 50/60Hz	
消費電力	1,600VA以下(定格出力時)	
環境条件	温度	動作:-20~55℃(性能保障) 保存:-20~70℃
	湿度	RH95%以下(雨天使用可)
	防塵防水	IP55(JIS保護等級5級)

RH: Relative Humidity

μヒ素) FETなどの素子単体が出現して久しいが、扱える出力電力やDC-RF変換効率が電子管に比べて劣るため、システム要求を満たすには消費電力・発熱の面で問題があった。各々の長所、短所を表2に示す。

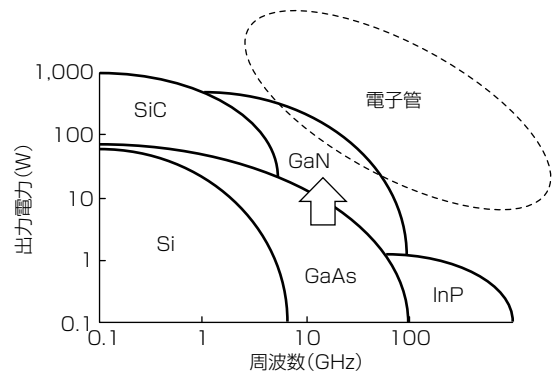
しかし、近年、電子管とGaAs FETの長所を持ち合わせたGaN FETの登場によって、SNGシステム内部に使用する増幅器の半導体化が進んでいる。図3にGaN FETの特長を示す。

当社では、これまで、他社製50W GaN FETを用いて8合成することで100W出力を実現していたが、GaN FET単体の出力が小さいため、合成回路の合成数が増加することで合成損失が増加して消費電力が増加する課題があった。

そこで、今回の開発では、新たに開発した当社製100W GaN FETを用いて、増幅器前後の分配器・合成器を8合成から4合成に減らし、100W出力を実現した。また、入出力の分配器と合成器を従来のトーナメント型から直列型にすることで配線長を短くし、更なる低損失化を図った。その結果、消費電力は、当社従来比75%まで低減でき、低消費電力化を実現した。また、GaN FETを他社製から当社製にすることで、供給性を向上させた(図4)。

表2. 増幅器種別性能比較

	電子管	GaAs FET
長所	高出力、高効率	小型・軽量、長寿命、低電圧
短所	大型、高電圧、短寿命	低出力、低効率



GaN FET

- ・高出力・高効率
- ・低電圧(取扱容易)
- ・小型・軽量
- ・長寿命(メンテナンス)

Si: シリコン, SiC: シリコンカーバイド, InP: リン化インジウム

図3. GaN FETの特長

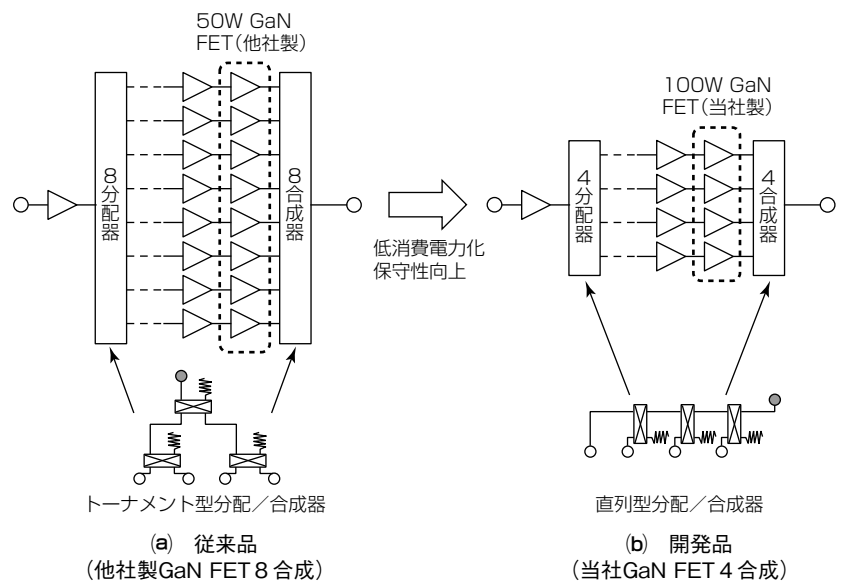


図4. Ku帯100W-SSPAのブロック図

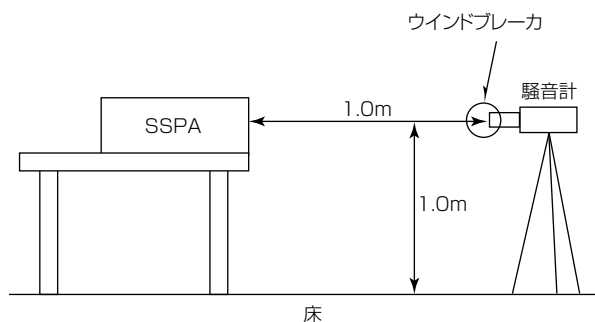


図5. 騒音レベルの測定環境イメージ

表3. 騒音測定結果

単位：dB(A)

距離 = 1.0m	従来品	開発品	改善度
屋内型	66.5	55.6	10.9
屋外型	75.0	67.8	7.2

(2) 低騒音であること

図5に騒音レベルの測定環境イメージを示す。

騒音レベルの測定は、被測定物であるSSPAの高さが1.0mとなるよう絶縁性土台の上に配置し、想定される運用方法に近い状態で1.0m離れた地点に集音マイクを置いて実施した。低消費電力化及び低騒音ファンの選定によって、従来のSSPAに比べて、屋内用では10.9dB(A)、屋外用では7.2dB(A)の改善効果が得られた(表3)。

(3) 屋外型に防水性・防塵性を持たせること

中継局車室内のスペース有効活用と、アンテナ給電部の損失最小化のため、車上搭載のアンテナの根元にSSPAを配置する場合、耐環境性として防塵・防水性の確保が必須である。当社では大雨や砂ほこりを想定して、噴流水に対する保護と、機器の正常動作や安全性を阻害するほどの粉塵が内部に侵入しないことを目標としており、このSSPAでもIP55の規格を満足する耐環境性を実現した。

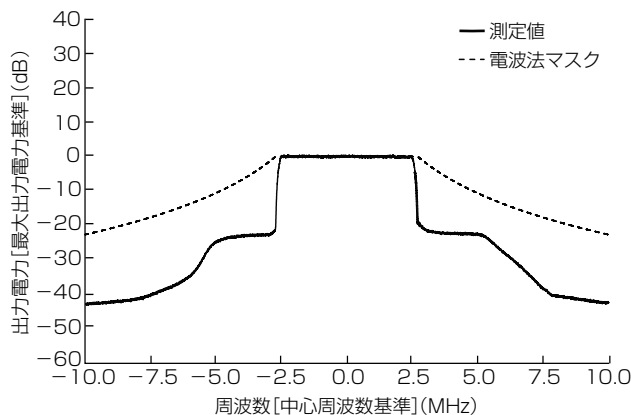


図6. Ku帯100W-SSPAのスペクトラムリグロース

3.3 特性

図6にSSPAの主要性能であるスペクトラムリグロース特性を示す。変調波信号は64APSKで、出力100W時の特性を示す。100W出力時で、電波法を十分に満足する性能が得られた。

4. む す び

放送局向けの衛星通信を用いたSNG向け屋内/屋外型Ku帯100W-SSPA(Solid State Power Amplifier：半導体高出力増幅器)の開発成果を述べた。低消費電力化、静音性を重視して屋内/屋外型ユニットの開発を行った。電子管から固体半導体への置き換えによる保守性の向上、及び当社製GaN FETを用いた低消費電力性・供給性確保の両立、並びに騒音レベルの低減を実現し、車載局、主局(固定局)での問題を解決又は軽減した。送信機の消費電力を当社比75%に抑え、騒音レベルを屋内型で元66.5dB(A)から10.9dB、屋外型で元75.0dB(A)から7.2dBの低減を達成した。さらに、オプションで変復調装置からの1GHz帯出力をKu帯に周波数変換する周波数変換器を内蔵しており、変復調装置との接続も容易である。