

富永 雅 敏*1
Masatoshi Tominaga

飯塚 健 二*1
Kenji Iizuka

木村 友 久*2
Tomohisa Kimura

安間 健 一*2
Kenichi Anma

森 健*3
Takeshi Mori

1. はじめに

宇宙太陽発電システム (SSPS: Space Solar Power System) は、静止衛星軌道上の太陽電池で発電したギガワット級の電力をマイクロ波により地上へ無線伝送し、地上でこれを再び電力エネルギーに変換するものである。発電時に化石燃料を消費しないため、エネルギー問題・地球温暖化問題を解決する技術として期待されている。SSPSでは発電効率を高めるために、軌道上の多数の発電パネルのマイクロ波位相を高精度で同期させ、地上の受電設備に対して的確にビームを方向制御する必要がある(図1)。そこで、当社では、発電パネル単位でマイクロ波の位相を一致させる位相同期システムと、アンテナ素子単位で方向制御・増幅するアクティブ集積アンテナの開発を実施した。

なお、本開発は経済産業省からの委託を受けて、(財)無人宇宙実験システム研究開発機構の平成14年度“新発電システム等調査研究(宇宙太陽発電システム

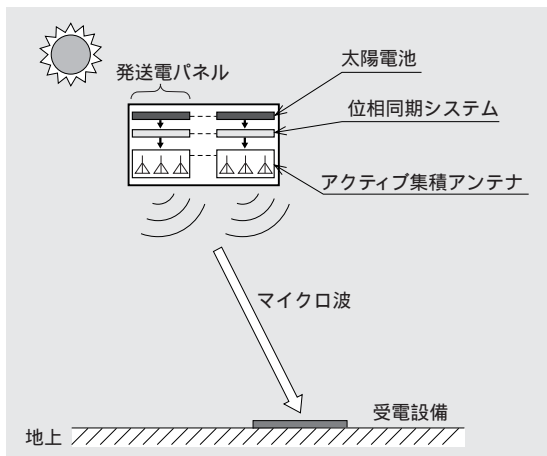


図1 宇宙太陽発電システムの構成案 主として太陽電池、位相同期システム、アクティブ集積アンテナにより構成されている。

実用化技術調査研究)”の一環として実施した。

2. 位相同期システムの開発

開発した位相同期システムは図2の通り、主局、従局各1台で構成され、以下の方法で位相を同期させる。主局の原振信号は主局内で分岐され、一方は主局の出力へ至る。一方は同期端子間を経由して従局へ入り、従局の出力へ至る。

この場合、主局と従局の原振は同一のため、周波数は一致しているが、従局の出力は主局・従局間位相差()に依存して変化するため、位相は同期していない。そこで、位相比較器を用いて測定した位相差()情報を無線LANにより従局へ送

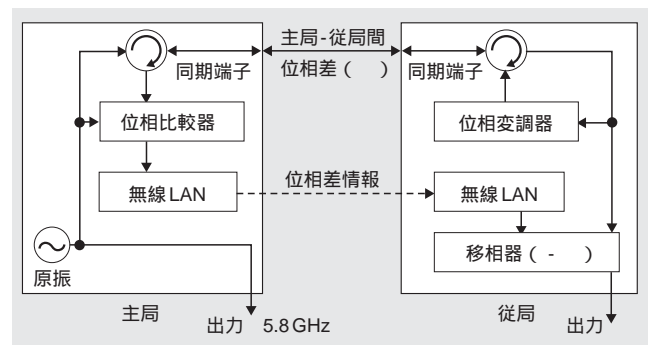


図2 位相同期システムの構成 主局と従局各1台で構成されている。

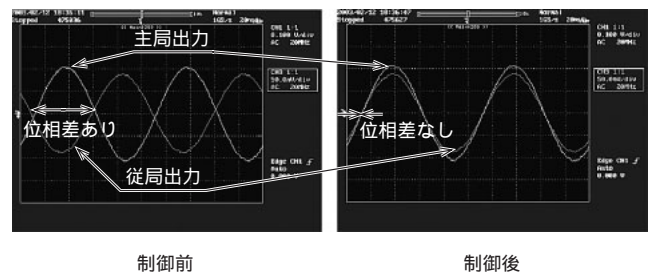


図3 主局と従局の出力波形 制御前に主局と従局の出力に生じていた位相差が、制御後は主局信号と従局信号が一致して位相差がほぼ0°となる。

*1 技術本部高砂研究所電子技術研究室

*2 名古屋航空宇宙システム製作所宇宙機器技術部電子装備設計課

*3 名古屋航空宇宙システム製作所宇宙機器技術部次長



図4 アクティブ集積アンテナの構成 受信部, 移相部, 送信部の3層から構成され, マイクロ波の送信用アレイアンテナを有する.

信し,リアルタイムに従局の移相器で逆位相(-)を補正することで,出力の位相同期を実現する.

ここで,SSPSでは組立容易性,保守性,拡張性を考慮すると,ケーブルを用いずに多数の発送電パネルを接続することが必要であり,位相同期システムの主局と従局の同期端子間は無線接続させなければならない.そこで,位相変調を応用した手法を考案・適用することで,フェージング(電波干渉)の多い無線環境に対応した位相差測定を可能とした.

開発した位相同期システムを用いて検証試験を実施した.主局と従局の同期端子を接続して動作させた時の,主局と従局の出力波形を図3に示す.図3より,制御前に主局と従局の出力に生じていた位相差が,制御後は主局信号と従局信号が一致して出力位相が同期している.

更に,主局と従局間の位相差を任意に変化させた場合も位相同期することを確認した.

3. アクティブ集積アンテナの開発

SSPSでは,経済的に成立するシステムを実現するために,マイクロ波の送電部の小型薄型化/高効率化/高出力化が大きな技術課題となっている.

本開発では,マイクロ波送電部の高効率化及び高出力化について,小型薄型化が期待できるアクティブ集積アンテナにより開発を行った.

開発したアクティブ集積アンテナは図4に示す通り,受信部,移相部,送信部の3層からなる積層構造であり,以下の特長を有している.

受信した微弱な外部基準信号を,半導体アンプにより増幅し,送信マイクロ波を生成する.

アンテナ素子単位でマイクロ波の位相を電氣的に制御することにより,アレイアンテナから放射さ

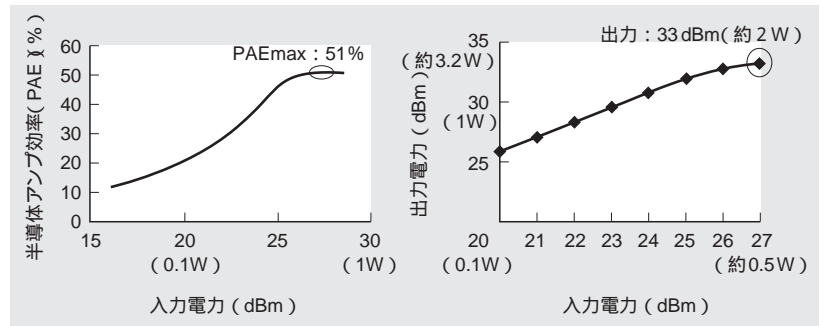


図5 半導体アンプ特性 半導体アンプは,直流-交流変換効率は最大51%,出力電力は最大2Wを同時に達成した.

れるマイクロ波の方向を任意に設定することができる.

開発したアクティブ集積アンテナの特性確認試験を実施した.図5に,半導体アンプの効率及び出力電力の特性を示す.半導体アンプの回路調整を行うことにより,高効率(51%),高出力(2W)を同時に達成することができた.なお,今後の研究開発により,70%以上の高効率化実現を図る計画である.

また,本開発での簡易積層構造の実現により,回路の集積化及び基板積層化等による小型薄型化の可能性を確認することができた.

アクティブ集積アンテナは,前述の位相同期システムと組み合わせることにより,ケーブルで接続することなく,小型薄型/高効率/高出力の大規模平面アンテナを構築することが可能となる.

4. ま と め

以上の通り,位相同期システム及びアクティブ集積アンテナを開発し,SSPSにおけるキー技術を構築した.なお,マイクロ波無線電力伝送技術は,SSPSだけでなく,軌道上宇宙機への送電,離島への電力供給や災害時の緊急電力供給などへの適用も期待されている.



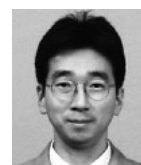
富永雅敏



飯塚健二



木村友久



安間健一



森健