

Light-Weight Flexible Rectenna for Wireless Power Transmission to Flying Objects

－ 飛行体への無線電力伝送における軽量フレキシブルレクテナ－

学生証番号 96069 澤原 弘憲
(指導教員 小紫 公也 教授)

Key Words : Wireless Power Transmission, light-weight, flexible patch, rectenna

自動車や飛行機といった従来の輸送システムは、非常にエネルギー密度の高い石油系燃料を携帯することにより、高い可動性、長い走行距離を実現してきたが、それをそのままバッテリーで置き換えることは難しい。長距離の無給電走行を実現するには大きな充電容量が必要で、バッテリーに多くの鉱物資源が必要になったり、バッテリー重量が旅客・貨物重量を上回り、全体の効率の低下を生じたりしかねない。バッテリー重量・負荷を軽減するには、走行中に、あるいは小まめにステーションに行き給電を行うことが必要で、ワイヤレス・エネルギー伝送技術が重要となる。災害地の偵察・点検や、体内の検診などを目的とした各種のマイクロロボットは、ワイヤを付けたその重みで動けなくなるサイズであったり、ワイヤを引きずっては進めない場所に展開されるものであったりする。バッテリーレス駆動ならば、その寿命、サイズ、可動範囲は制限を受けない。近年mWレベルの電力でも動作するIC、センサ、LED等の出現により、より高機能なバッテリーレスデバイスが設計可能となっており、これまでに無いアプリケーションも期待できる。

そこで我々は小型飛行ロボットシステムを提案している。Micro Aerial Vehicle (MAV)はバッテリー駆動を基本とした無人、自動操縦の小型飛行体で、バッテリー残量の少なくなったMAVがエネルギーステーション上空を旋回し、その間送電マイクロ波ビームがMAVに自動追尾して充電を行うことにより、離着陸無しエネルギー供給を可能としている。このシステムは追尾システム・送電システム・受電システムの三つのサブシステムから構成されている。その中で受電システムを担っているのがレクテナである。

レクテナは、受電アンテナと受電したマイクロ波を直流に変換するRF-DC変換回路で構成されており、レクテナの効率は非常に重要な課題となっている。これまで、このレクテナの高効率化について多くの研究が行われてきた。しかし、これまで研究されてきたレクテナの多くは、硬い誘電体基板上にアンテナと整流回路があるため、小型飛行ロボットに搭載するためには搭載場所などの制限が多かった。本研究では、災害地の偵察などを目的とした小型飛行機を想定した小型飛行ロボットモデル用の、高効率・軽量・フレキシブルなレクテナを開発することを目的とし、本論文は軽量フレキシブルパッチレクテナの開発について報告するものである。

開発した軽量フレキシブルパッチレクテナについて、アンテナのリターンロス -20dB で、E面に沿って曲げた際、 45° の曲げに対して5%、 90° の曲げに対して15%性能が低下することが分かった。また、試作したRF-DC変換回路は入力電力 60mW 、負荷抵抗 100Ω において最大58%の変換効率を得ることができた。この整流回路を曲げた際、A面(x軸方向)の曲げに対しては曲げる角度が増加するにしたがって効率も低下するが(90° の曲げに対して35%)、B面(y軸方向)の曲げに対しては効率の低下は見られなかった。更に、このレクテナをアレイ化して使用する場合、最適アレイピッチは 0.85λ であることを実験的に求めた。最後に、このレクテナを10素子並列接続によってアレイ化してMAVモデルに搭載し、送電システムから 1.5m 上空でMAVを旋回させながらマイクロ波自動追尾送電を行った結果、MAV搭載の小型モータを連続的に動作することに成功した。以上から、飛行体搭載に魅力的な軽量フレキシブルパッチレクテナを開発することができた。