

東京大学 大学院新領域創成科学研究科
基盤科学研究系 先端エネルギー工学専攻
2009年3月修了 修士論文要旨

マイクロ波ソフトウェアリトロディレクティブ 追尾システムとその高度化の研究

学生証番号 076208 氏名 嶋根 愛理
(指導教員 小紫 公也 准教授)

Key Words : マイクロ波, MAV, ソフトウェアリトロディレクティブ, 情報通信

小型飛行体 (MAV) とは, バッテリーを搭載した電気駆動を基本とする無人, 自動飛行の飛行体であり, 災害地などの偵察を目的としている. しかし欠点として, バッテリー充電のための離着陸には手動操作を必要とするという点が挙げられる. 本研究では, MAV自動追尾マイクロ波ビームによる無線エネルギー伝送システムを開発し, 離着陸, 滑走路不要のエネルギー供給システムの実現を目標としている.

本システムではMAV自動追尾方式として, リトロディレクティブにおける位相共役算出の過程をソフトウェアにて行うソフトウェアリトロディレクティブシステムを採用し, MAVから放射されるパイロット信号を受信し, 位相比較法を用いて信号到来方向を推定する位相差検波システムと, その情報をもとにフェーズドアレーンテナを用いて目標方向にビームをステアリングさせる送電システム, 受電アンテナと整流器を用いて, マイクロ波のエネルギーを直流電流に変換するレクテナの3つのサブシステムにより構成されている. 既にレクテナ及び送電システムが開発されており, 位相検波システムの開発をもってすべてのサブシステムの開発が完了する. そこで本研究では, 位相差検波サブシステムの開発と, さらに高度化追尾システムとして新たに制御信号エネルギー同時伝送システムの開発を行うことを目的とした.

送電システムでは使用周波数を5.8GHzとし, アンテナ素子数を5つと抑えながらもビーム幅9度, ステアリング範囲 ± 9 度を実現している. またパイロット信号到来方向を推定する位相差検波システムでは, 送電ビームとの混信を防ぐため2.45GHzのパイロット信号を使用した. 配列された円偏波アンテナによって受信される電波は, 行路差により位相差が生じるが, この位相差を2つの電波を合成させ, その電力値 (検波器出力電圧) から信号到来方向を推定する仕組みとなっている.

位相差検波システムを実証するため, 2次元検波実験装置を開発し, MAVの旋回飛行を模擬した回転する送信アンテナの回転角に対するx, y各軸方向の出力電圧を測定した. その結果, 信号到来方向角に対する出力電圧が一意的に決定し, 出力電圧の値から到来方向の推定が可能であることが実証された. また理論関数によるフィッティングを行ったところ, 誤差は最大で2度程度と, 送電システムのビーム幅9度に対し十分な精度であった.

さらに高度化させた追尾システムとして情報エネルギー同時伝送システムの開発を行った. 本システムでは送電用マイクロ波ビームを搬送波とし, デジタル情報を組み込むことで送電と同時に情報通信を行えるシステムである. これにより, 飛行コマンドの送信や画像データの受信など様々な機能向上が実現する. デジタル情報通信方式としては, 電力伝送効率の低いASK(Amplitude Shift Keying)やステアリング角変化を生じるFSK(Frequency Shift Keying)ではなく, 誤り値 (BER) が低く, 周波数, 電力利用効率の高いPSK(Phase Shift Keying)を採用した. 本システムはまだ完成には至っておらず, 今後さらなる開発が必要である.