



ワイヤレスハーネスグループ

背景 農業・製造業・ビル管理など、様々な分野でワイヤレスセンサネットワークを利用
→ センサノードの電源確保が課題

目的 無線電力伝送を用いることでセンサノードの電源問題を解消

目標 全ての受電位置で電力伝送効率を向上



1. 提案するキャビティ共振モード無線電力伝送

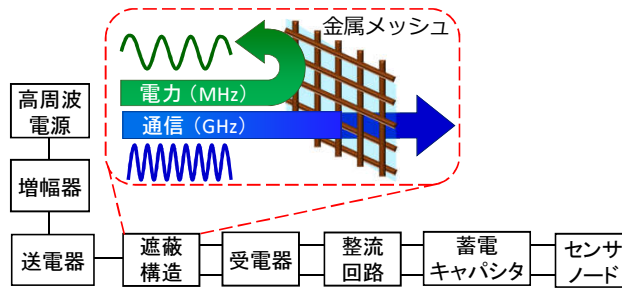
遮蔽空間内に励振されるモードを利用した無線電力伝送方式

特徴

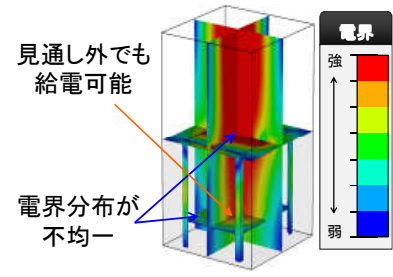
- 遠距離・見通し外に対しても給電可能
- 電力伝送を行う電磁波は外部と遮断
- 情報通信を行う電波は自由に透過

課題

1. 蓄電キャパシタの高速充電
2. 電力伝送効率 η の位置依存性低減



提案するキャビティ共振無線電力伝送システム



電界分布@TE110

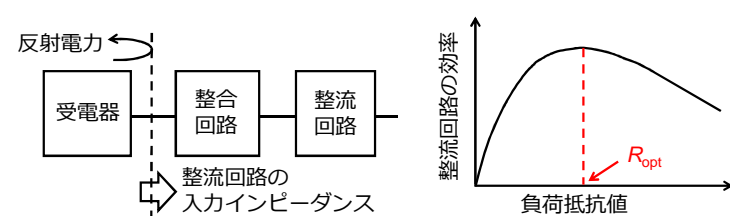
2. 高速充電可能な整流回路の設計

蓄電キャパシタ C_S の充電状態によって整流回路の効率が変動するため、負荷の変動に強い整流回路の設計が必要

整流回路の最適負荷

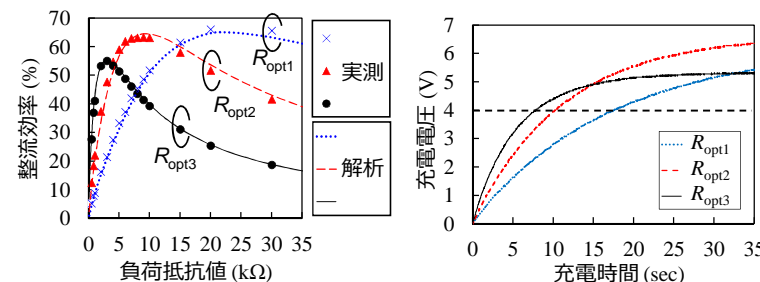
- 最適負荷 R_{opt} : 整流回路の効率が最大となる負荷抵抗値
 - 整流回路の効率は素子による損失と反射電力に依存
 - 反射電力が支配的
 - 反射電力が最小となるときに整流回路の効率は最大化
- 反射電力: 受電器と整流回路の入インピーダンスが異なる場合に発生

最適負荷は整合回路によって任意に設計可能



整流回路の試作と実験

- 満充電時の抵抗値 $R_L (=10 \text{ k}\Omega)$ を基準に $R_L < R_{opt1} = 30 \text{ k}\Omega$, $R_L = R_{opt2}$, $R_L > R_{opt3} = 3 \text{ k}\Omega$ の3パターンで整流回路を設計・試作
- C_S への充電時間を測定 (入力 7.2 mW, C_S : 2200 μF , 目標電圧: 4 V)



満充電における負荷抵抗値よりも整流回路の最適負荷を小さくすることで高速充電を実現

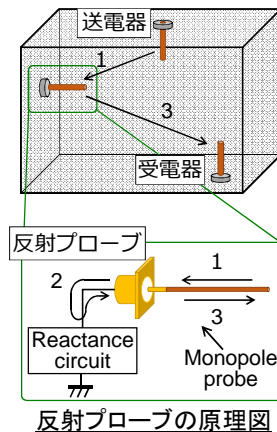
3. 反射プローブによる電力伝送効率の位置依存性低減

遮蔽空間内の電磁界分布が一様でなく、受電位置ごとにRF-DC電力伝送効率 η が異なるため η の位置依存性低減が必要

反射プローブの原理

- 反射プローブを用いることで遮蔽空間内の電磁界分布を変化 (反射プローブ=リアクタンス回路+モノポールプローブ)
- 電力伝送効率 η を向上可能

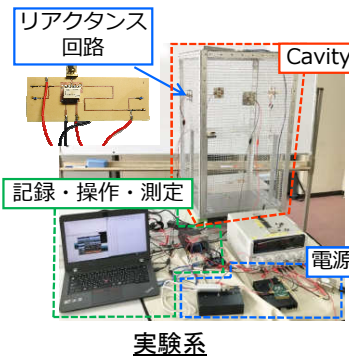
1. 送信電力の一部を反射プローブが受電
2. リアクタンス回路で全反射
3. 反射プローブから電力が再放射
4. 遮蔽空間内の電磁界分布が変化するため η が向上



反射プローブの原理図

電力伝送実験

- η が最大となるリアクタンス回路のパラメータを探索
- 探索したパラメータに合わせてリアクタンス回路を試作
- 反射プローブを使用した場合の電力伝送効率 η を測定



実験系

- 遮蔽空間: 470 × 473 × 800 mm
- 送電周波数: 約455 MHz (TE₁₁₀)
- 任意の受電器に対して1対1給電

反射プローブ挿入前後の η		
受電位置	挿入前 (%)	挿入後 (%)
上段中央	49.0	47.7
上段左端	20.3	31.0
下段中央	36.9	45.3
下段左端	10.9	37.0

反射プローブを用いることでシステム全体の η が向上