

無線電力伝送を用いた 高速充電の実現



2023年度プロジェクトリサーチ

無線電力伝送を用いた高速充電の実現

目的

近年、身の回りにある機械がインターネットワークとつながった結果、IoT デバイスの増加に伴い、コードレスで電力を送信する様々な研究が行われている。電子機器は直流電源を必要とするため、電波を利用する際は、高周波を直流に変換するレクテナが必要となる。よって、今回はレクテナで使用する整流器の効率を向上させるため。

計画

一般的にマッチング回路よりも多段マッチング回路の方の比帯域が広いと言われている。そのため、マッチング回路と多段マッチング回路をどちらも制作し、測定することで結果を比較する。その結果を考察する。

調査方法

無線電力伝送におけるレクテナの整流器のマッチング回路に、2 素子マッチング回路、3 素子マッチング回路、6 素子マッチング回路、8 素子マッチング回路、10 素子マッチング回路を作成することで整流器の変換効率を計測する。

活動経過

1. μ DS を用いてマッチング回路の抵抗値を決定

1. アプリを立ち上げ、File->Open で使いたいファイルを開く
2. 開いたファイルの schematic に回路図が記載されているので、開く
3. 作成した回路の素子の値を Path ->Basic Components から理想の素子を持ってくる
4. ツールバーにある Simulate でシミュレーションを開始する
5. New Date Display Window が出てきた後、Palette からみたいグラフの形を選択する

2. スミスチャートを用いた素子の決定

1. 基準インピーダンスを設定する(今回は 50Ω)
2. マッチングしたい回路を用意する
3. $\mu + jB$ の抵抗を用意する
4. $P = 13$ に合わせるように 2 の回路に対して $\mu + jB$ の値を調整する
5. 極力 B の値は 0 となるようにする
6. スミスチャート、アドミタンスチャートの $\mu + jB$ に点を打つ
7. 5 で打った点に対して 1 の点から到達させる

3. C μ M350 を用いた整流器の作成

1. スタンプに線を描くものを作成する(センターラインに意味があり、肉付けされておところは意味がない)
2. _がつくレイヤーは線のみ描く(L1 が銅線、L2 に裏の銅板、RMGgbr に部品の外形、*HRWgbr が、PRgbr が μ DS で設計した物)
3. TH のレイヤーにはスルーホールをスタンプで書く
4. 最後に_のついていないレイヤーにポリゴンを塗る(塗られた部分はレジスタがはがれて、銅が

表面にくる)

- どこに何が乗るかを意識し、素子が乗るようにスルーホールを調整する(コネクタのところに GND がこないようにする等)

4. 整流器の作成

- ダイオードに金バンプをつける
- 換気扇のスイッチを入れてから手袋をつけ、銅板にはんだクリームを少量ピンセットで取る。
(端の方に)
- ピンセットを消毒する
- 基板を見分けれるように番号を何もないところに書く
- 基板と銅板をエポキシダイボンダのステージの上のせる
- 金ワイヤーに注意しながらワイヤーボンダの電源をつけ、温度を L ならば 170°C、M ならば 250°C に設定する
- エポキシダイボンダの大本と本体、ポンプ、ライトの電源をそれぞれつける
- 素子の袋についているフィルムを先が太いピンセットで 1 つずつはがす
- 間違わないようにほかの素子を出す前に袋にしまう
- 素子がどれかわかる位置に置いておく
- ピックアップで初めての基板ならば素子がきちんと乗るかを確認する
- ディスペンスではんだクリームを基板につける
- ここで素子をすべて出しておく
- 3 軸マニピュレーターを操作し、素子を基板にピックアップでのせる
- 全て載せ終わると、ピンセットを使い温まった台にのせる
- L のはんだなら 5s、M のはんだなら 10s を目安とし、どちらもきらりとはんだが光ったその 3s 後に取る
- まだはんだが固定されていないのでゆっくりとエポキシダイボンダに運ぶ
- エポキシダイボンダではんだが溶けているか、フィレットを形成しているかを確認する
- 完成した基板をピンセットで触らない位置に移動させておく
- 全て作成し終わると各電源を消していき、使った場所を消毒液で拭いていく
- 手袋をつけ、作製した基板を台の上に置く
- 装置の電源をつける
- はんだごてを何度かクリーニングし、基板にコネクタの表側だけをつける
- ワイヤーストリッパーでジャンパー線の片側長めにむく(目安: 1.5cm, 2cm)
- 短い方にはんだをつけ、長い方をクリップに挟めるように半分に折る
- 基板の長い直線のほうに少量のはんだをのせ終わったら、ジャンパー線をくっつける
- コネクタの GND 側をはんだでくっつける
- 全ての作業が終了すると消毒液で拭く

5. 整流器の測定

- アンプの電源を入れるため、真ん中の機械のスイッチを入れる
- 少しおいてから左のスイッチを入れ、送風機の電源を入れる

3. 基板がついていることと、アテネータの値を確認する
4. アナログ RF 信号発生器で周波数と整流器入力電力を操作し、RF On/Off のスイッチで信号を発生させ、整流器測定用負荷抵抗で DC 負荷抵抗を操作し、測定する
5. 平均パワーメータで整流器入力電力を、デジタルマルチメータで DC 出力電力を計測する

成果・結果

帯域幅は 2 素子マッチング回路よりも 6 素子マッチング回路の方が広がった。それにより、複数帯域からエネルギーを得ることで、より多くのエネルギーを得ることができた。そのため、2 素子よりも 6 素子の方が無線電力伝送の高速化されていることが示された。以下がそのグラフと回路である。

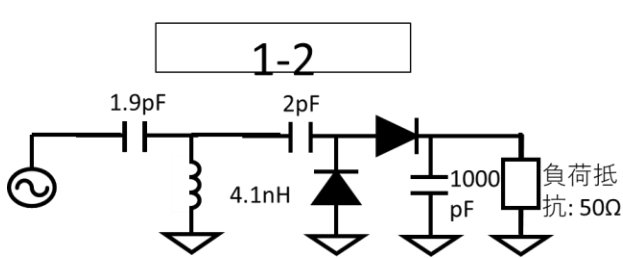


図 1 2 素子マッチング回路

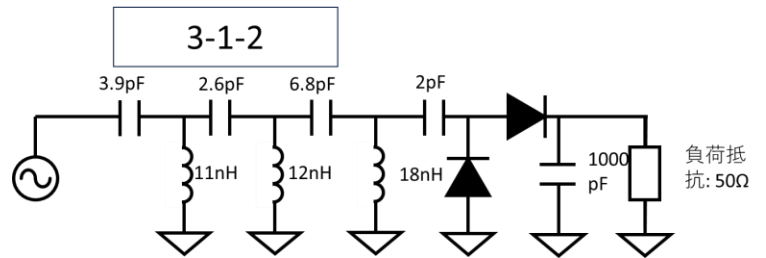


図 2 6 素子マッチング回路

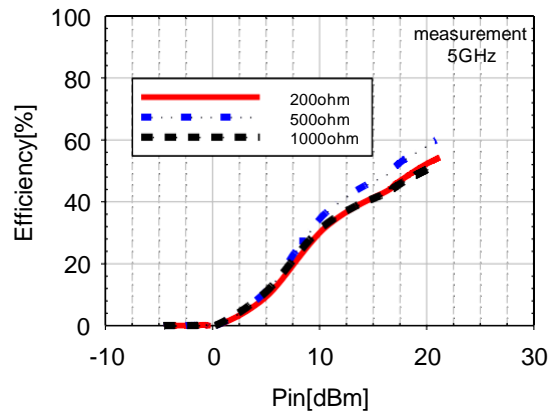
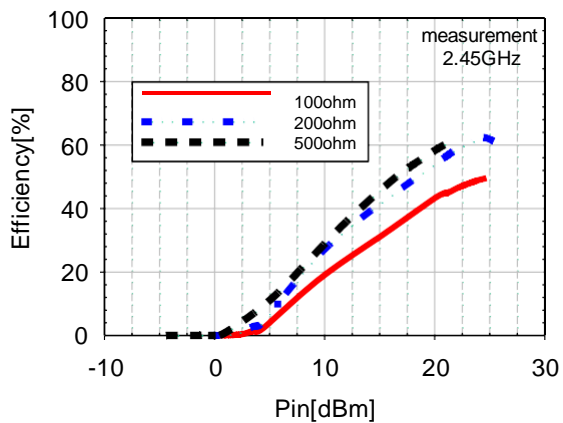
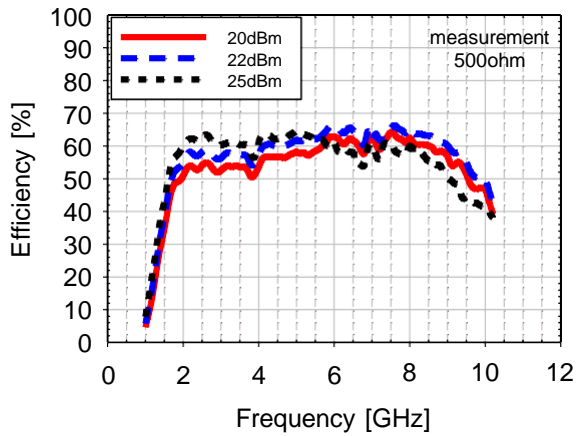


図 3 2 素子マッチング回路の入出力特性



	20dBm	22dBm	25dBm
周波数範囲	2~9.6GHz	1.7~9.9GHz	1.7~9GHz
帯域幅	7.6GHz	8.2GHz	7.3GHz
中心周波数	5.8GHz	5.8GHz	5.35GHz
比帯域	131%	141%	136%

図4 1-2 の2素子マッチング回路の結果

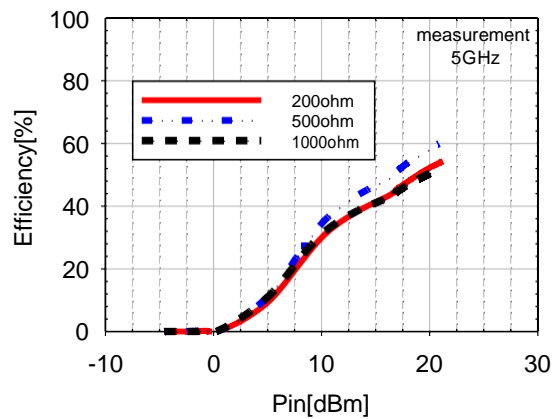
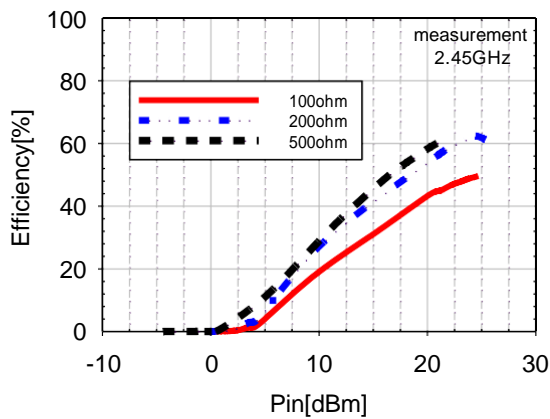
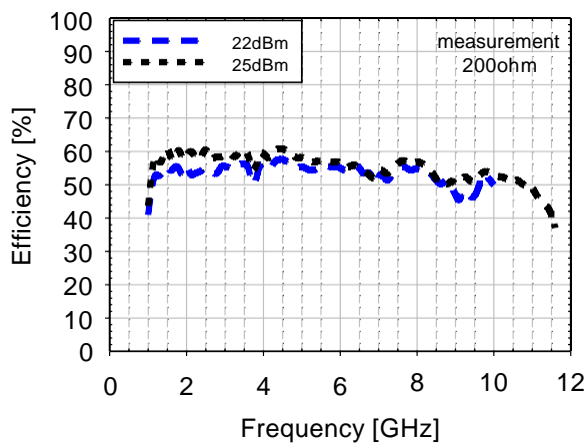
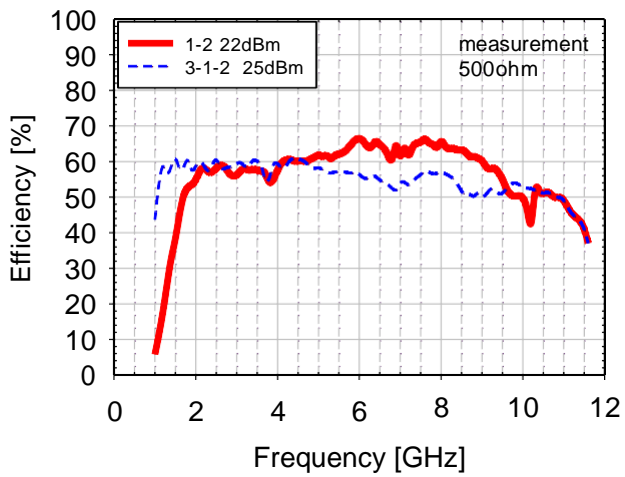


図5 6素子マッチング回路の入出力特性



	22dBm	25dBm
周波数範囲	1.2~10GHz	1.1~10.7GHz
帯域幅	8.8GHz	9.6GHz
中心周波数	5.6GHz	5.9GHz
比帯域	151%	162%

図5 3-1-2 の6素子マッチング回路の結果



	1-2	3-1-2
周波数範囲	1.7~9.9GHz	1.1~10.7GHz
帯域幅	8.2GHz	9.6GHz
中心周波数	5.8GHz	5.9GHz
比帯域	141%	162%

図 6 2 素子マッチング回路と 6 素子マッチング回路の比較結果