

2015 年 6 月 17 日
Draft ver0.1

WPMc共鳴調整設計手順書（案）

1. 送受電デバイス調整の構成	・ ・ ・ ・ ・ 2
2. 送電デバイスの共振キャパシタンスの調整方法	・ ・ ・ ・ ・ 3
3. 受電デバイスの共振キャパシタンスの調整方法	・ ・ ・ ・ ・ 6

1. 送受電デバイス調整の構成

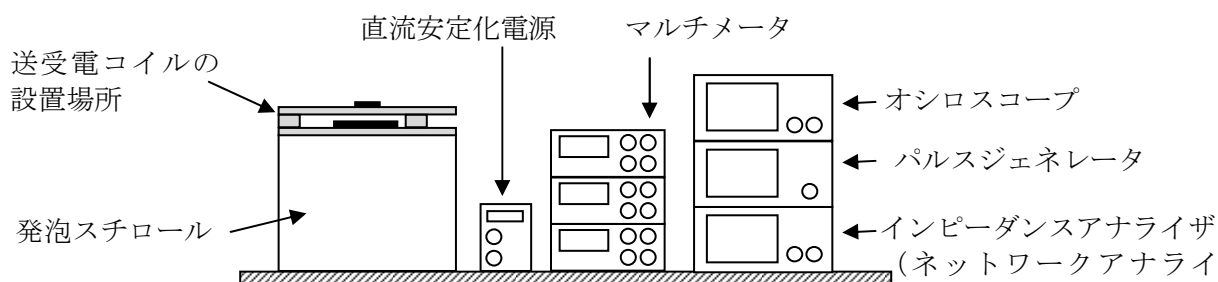


図 1. 測定構造の概要

【測定器】

- ① 直流安定化電源：1 台
送電デバイスへの+5V 供給に使用。
※安定化電源の出力電流は 0.4A で制限すること。
 - ② マルチメータ：3 台
受電デバイスの受電電圧、送電デバイスの入力電圧と入力電流の測定に使用。
 - ③ オシロスコープ：1 台
送電デバイスの電圧波形の測定に使用。
- ※推奨スペック
オシロスコープ：サンプリング 2GS/s 以上、帯域幅 100MHz 以上。
測定プローブ：100:1 パッシブプローブ(先端容量が小さいもの)、帯域幅 100MHz 以上。
- ④ パルスジェネレータ
送電デバイスの共振キャパシタンスの調整に使用。high : +3V、low : 0V、デューティ : 50%の矩形波出力が可能で、6MHz~7MHz の範囲を 0.1MHz 程度の間隔で可変なものを使用。
 - ⑤ インピーダンスアナライザ（またはネットワークアナライザ）
送電コイルと受電コイルのインダクタンスの測定に使用。6.78MHz で測定が可能なものを使用。

【測定治具】

- ① 発泡スチロール
測定テーブル面からの高さの確保に使用。（縦 500mm×横 500mm×高さ 300mm 程度）
※送受電コイルをテーブル等の金属体から遠ざけるために使用。金属体がコイルの周囲にあると特性に影響を与えるため、測定時に影響がないか確認すること。
- ② ポリプロピレン板
送電デバイスと送電デバイスの固定や送受電コイルの間の距離調整に使用。

2. 送電デバイスの共振キャパシタンスの調整方法

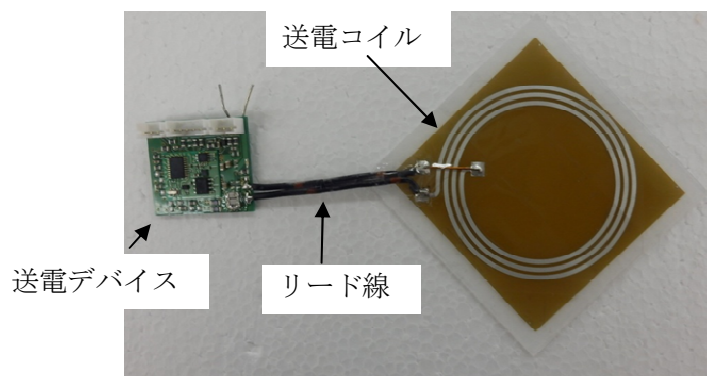


図 1. 送電デバイスの構成

- ① 図 2 のように送電コイルに送電デバイスとの接続リード線を取付ける。インピーダンスアナライザまたはネットワークアナライザに送電コイルを接続して、送電コイルのインダクタンスを測定する。測定は 6.78MHz で行うこと。

インピーダンスアナライザ
(ネットワークアナライザ)

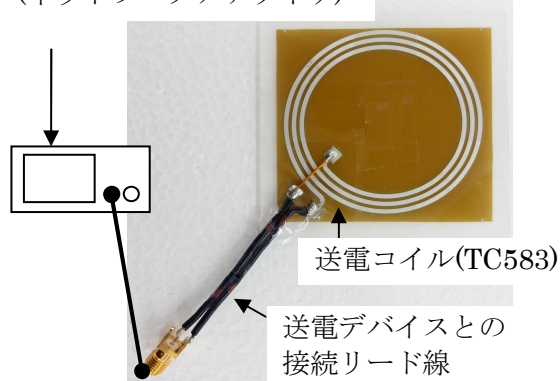


図 2. 送電コイルのインダクタンス測定

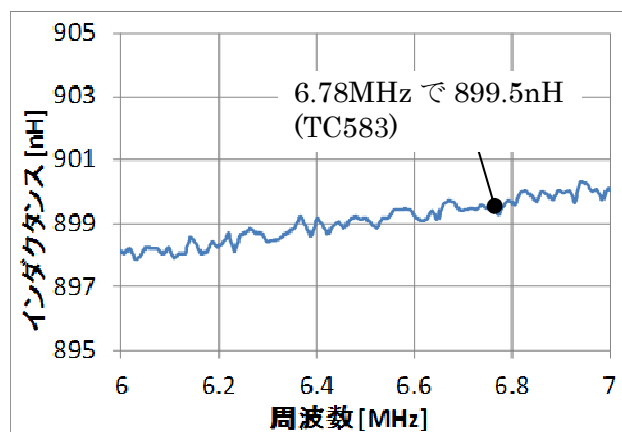


図 3. インダクタンスの測定結果の事例

- ② 測定したインダクタンスから式(1)により共振キャパシタンスを計算し、図 4 に示すように送電デバイスに共振キャパシタンスを実装する。また、送電コイルも送電デバイスに実装する。

$$C = \frac{1}{\omega^2 L} \quad (1)$$

送電コイルの接続ポイント

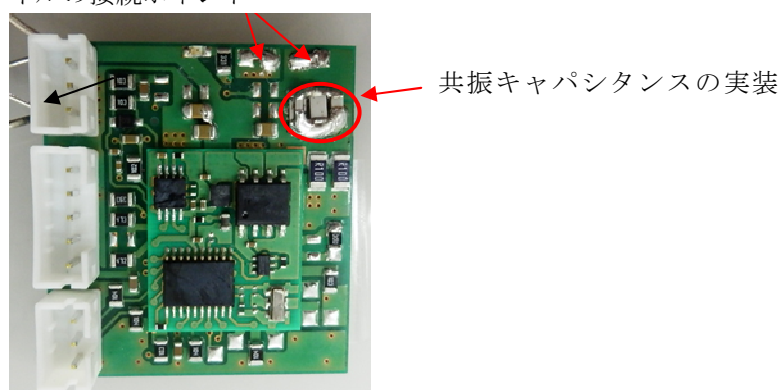


図 4. 送電デバイスの共振キャパシタンスの実装

- ③ 図 5 に示すように送電デバイス 0Ω 抵抗を取り外してパルスジェネレータを接続する。パルスジェネレータの出力波形は、図 6 のように high : +3V、low : 0V、デューティ : 50%、周波数 : 6.78MHz の矩形波とする。パルスジェネレータからの出力波形をオシロスコープで観測し、オーバーシュートやアンダーシュート、リングングがないか確認する。特にオーバーシュートにより電圧が +5V を超えると送電デバイスが故障するため注意すること。

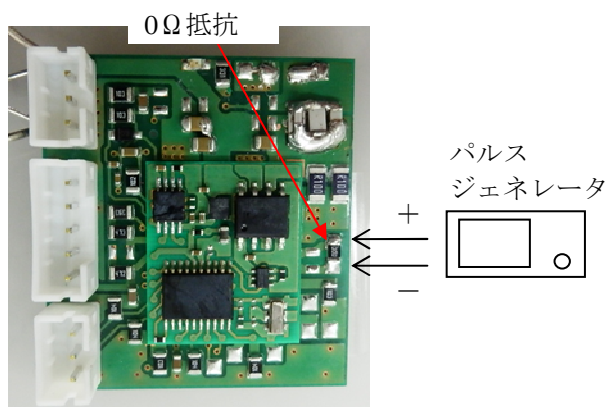


図 5. パルスジェネレータの接続

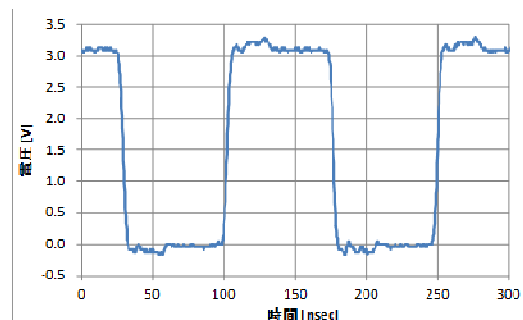


図 6. パルスジェネレータの出力波形

- ④ 図 7 および図 8 に示すように 5V 給電線や入力電圧・入力電流の測定用のマルチメータを接続し、直流安定化電源から送電デバイスに +5V を供給する。送電デバイスの保護のため、直流安定化電源の電流は 0.4A で制限する。+5V を供給した後、パルスジェネレータから矩形波を入力する。先に矩形波を入力すると送電デバイスが故障する可能性があるため、必ず +5V を先に供給すること。矩形波の周波数を 6MHz から 7MHz まで徐々に変化させて、図 9 のような周波数に対する入力電流を測定する。

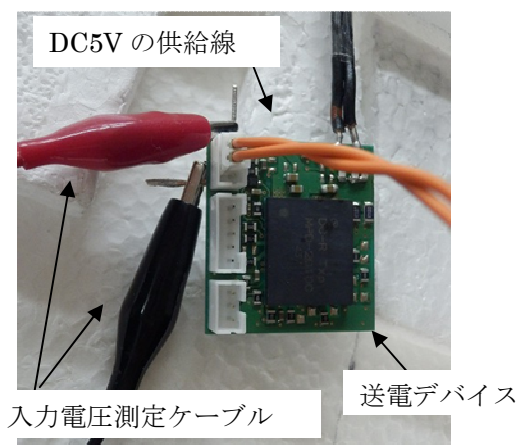


図 7. 送電デバイスへのケーブルの接続

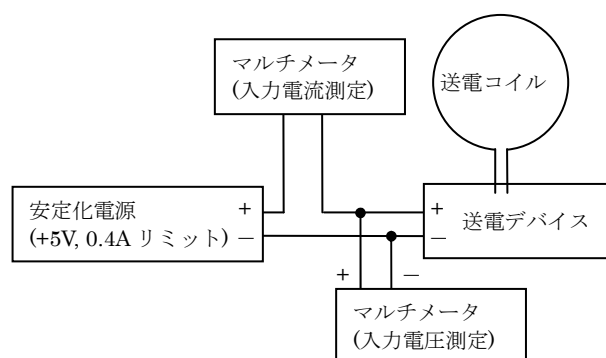


図 8. 送電デバイスへの測定器の接続の概要

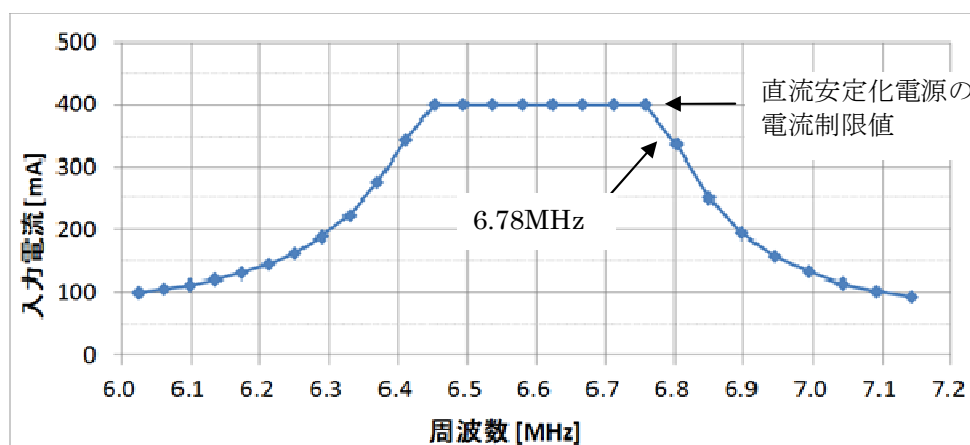


図 9. 送電デバイスの周波数特性の測定結果

- ⑤ 図 9 の入力電流の周波数特性のグラフにおいて、6.78MHz が入力電流の立ち下がり位置で規定の電流量になるように共振キャパシタンスを調整する。共振キャパシタンスの調整時に送電デバイスの動作を停止させるときは、パルスジェネレータの出力を停止してから+5V の供給を停止させること。
- ⑥ パルスジェネレータを取り外し、③で取り外した 0Ω 抵抗を再実装する。直流安定化電源から+5V を供給し、パルスジェネレータで調整したとおりの入力電流になるか確認する。
 ※パルスジェネレータの 6.78MHz の入力電流と一致しない場合あり。その場合は規定の入力電流となるように共振キャパシタンスを微調整する。微調整後に、再度、パルスジェネレータを接続して、6.78MHz が入力電流の立ち下がり位置にあるか確認する。
- ⑦ +5V 供給部の電圧波形を確認する。オシロスコープで電源コネクタ部の電圧波形を測定し、電圧波形にリップルがないか確認する。電源コネクタ部に測定プローブを接続し難い場合は、図 10 のように電源コネクタ部分に測定ピンを取付けて測定する。電圧波形にリップルがある場合は、図 11 のように数 μF 程度の低インピーダンス（ルビコン ZL、日本ケミコン KZE など）のキャパシタンスを接続して電圧を安定化させる。

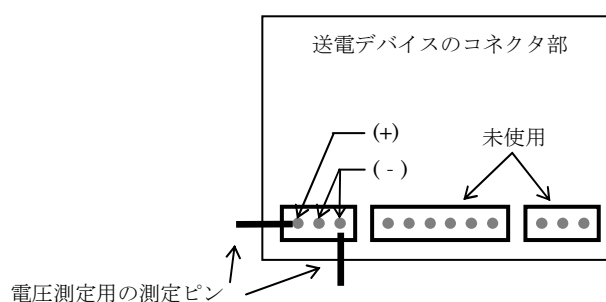


図 10. 送電デバイスの+5V 供給

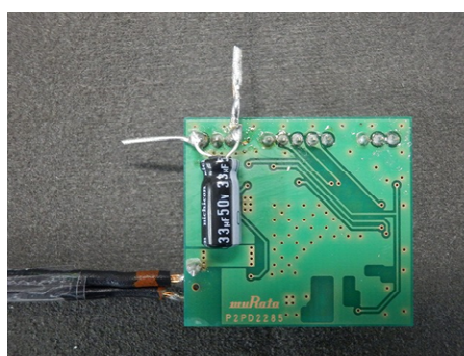


図 11. 電圧安定化キャパシタンスの取付け例

3. 受電デバイスの共振キャパシタンスの調整

- ① 送電コイルと同様に受電コイルのインダクタンスを測定する。図 12 のようにインピーダンスアナライザまたはネットワークアナライザに受電コイルを接続し、6.78MHz で測定を行う。

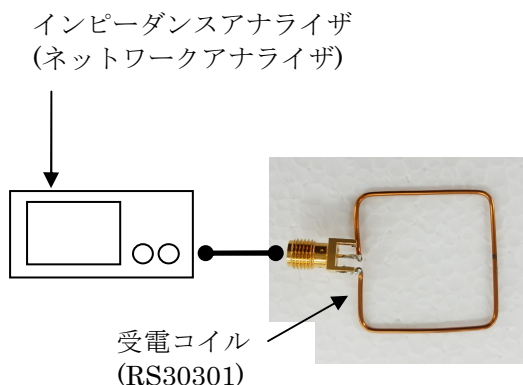


図 12. 送電コイルのインダクタンス測定

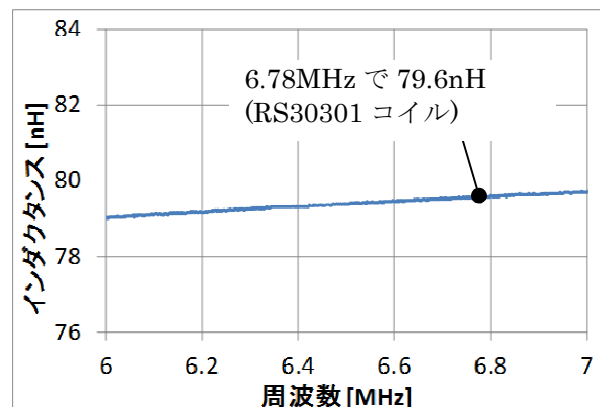


図 13. インダクタンスの測定結果の事

- ② 測定したインダクタンスから式(1)で共振キャパシタンスを計算して、図 14 のように受電デバイスに共振キャパシタンスを実装する。また、受電コイルを基板と並行になるように基板の裏面に実装する。

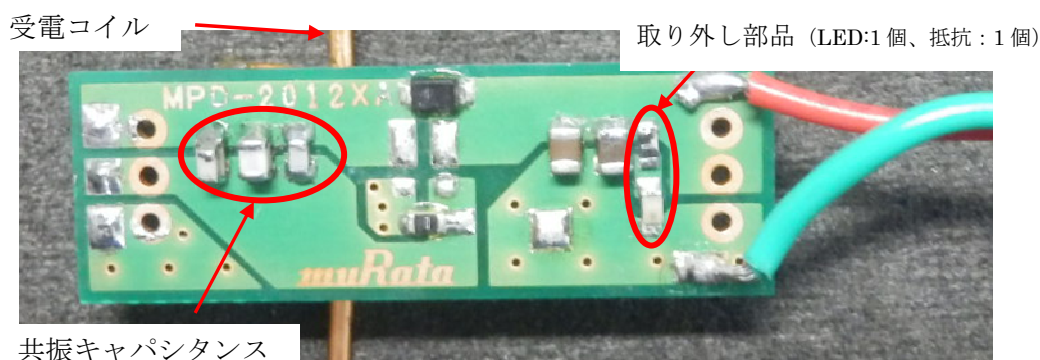


図 14. 受電デバイスの共振キャパシタンスの実装

※注意) 受電デバイスにデモンストレーション用の LED および負荷抵抗が実装されている場合は取り外すこと。

- ③ 図 15 のように受電デバイスに負荷抵抗を取り付け、図 16 のように送電デバイスと適度に間隔を開けて結合係数が小さい状態で設置する。

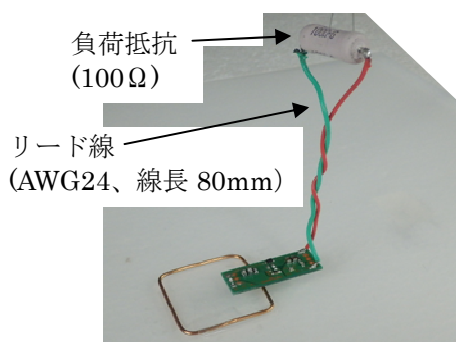


図 15. 受電デバイスの測定構造

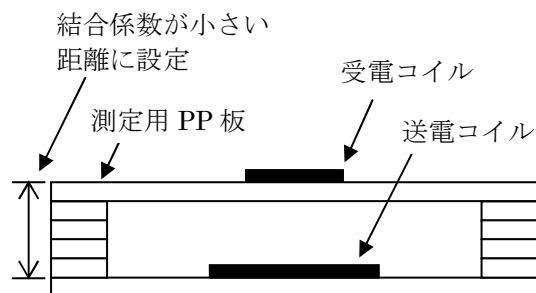


図 16. 送電デバイスと受電デバイス設置の概要

- ④ 図 17 に示すように受電電圧の測定用プローブを受電デバイスの上面からたらしめて接続する。送電デバイスには図 7 および図 8 のように+5V 供給線と入力電圧・入力電流の測定用のマルチメータを接続する。

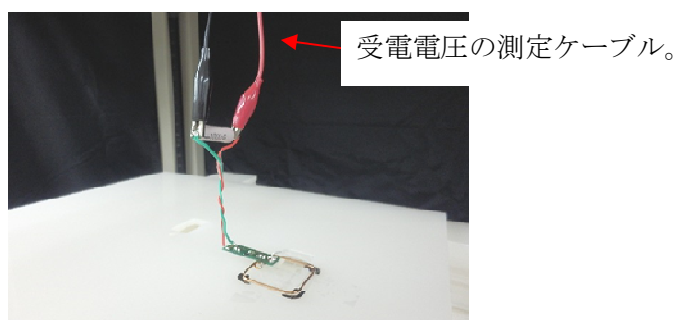


図 17. 受電デバイスへのケーブル接続

- ⑤ 送電デバイスに+5V を印加して受電電圧を測定する。直流安定化電源は電流を 0.4A で制限すること。表 1 および図 18 のように、受電電圧が最大となるように受電デバイスの共振キャパシタンスを調整する。

※共振キャパシタンスの調整時に入力電流が制限にかかる場合あり。送受電コイル間の距離を調整して、電流制限にかからないようにして共振キャパシタンスの調整を行うこと。

表 1. 受電デバイスの共振キャパシタンスの調整結果

キャパシタンス (pF)	受電		入力			総合効率
	電圧(V)	電力(W)	電流(mA)	電圧(V)	電力(W)	
5500	0.48	0.002	345	5.00	1.73	0.13%
5970	0.92	0.008	349	5.00	1.75	0.49%
6500	1.93	0.037	341	5.00	1.71	2.18%
6720	2.08	0.043	341	5.00	1.71	2.54%
6820	1.99	0.040	334	5.00	1.67	2.37%
6970	1.72	0.030	330	5.00	1.65	1.79%

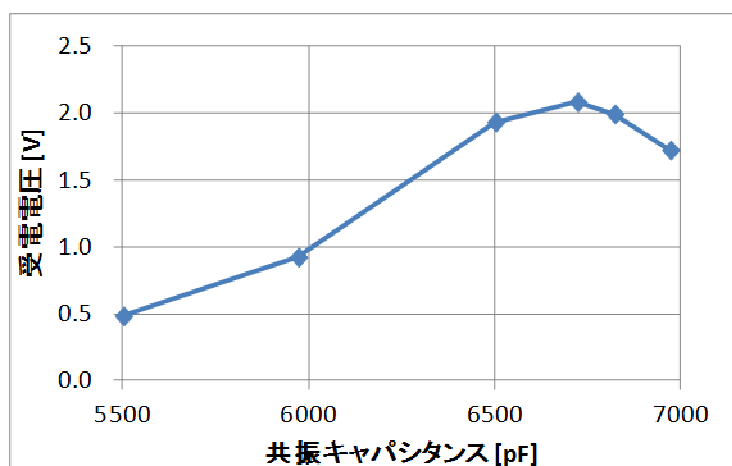


図 18. 受電デバイスの共振キャパシタンスに対する受電電圧の変化