

スイッチングノイズ解析事例

どっちがいい？

パソコンー貫通電流編

S-NAP PCB Suite(Ver.3)解析サンプル

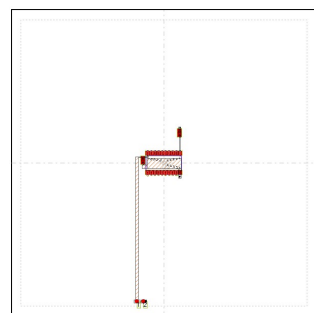
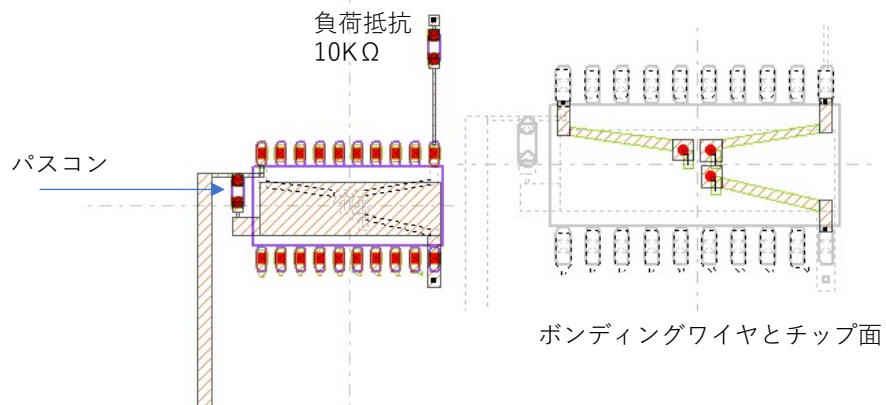
MEL Inc.
2018/7/14

貫通電流があるとき、パスコン位置はVDD側、GND側、どちらが良い？

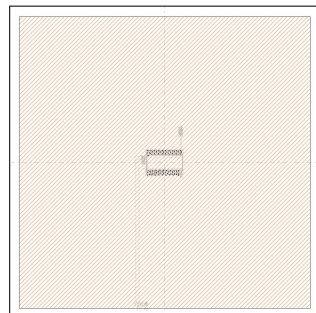
スイッチング動作をしているICがある場合、パスコンをVDD寄りに付けた場合と、GND寄りに付けた場合のそれぞれの特性のシミュレーションを行います。ボンディングワイヤを考慮し、0.5mm上方にチップ面を設定しています。

テスト基板
2層 $h=1\text{mm}$ $\epsilon r=4.5$
グラウンド面 $100\text{mm} \times 100\text{mm}$

(1) パスコン位置：VDD側

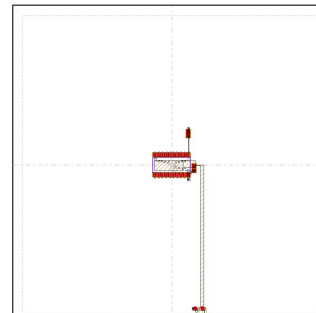
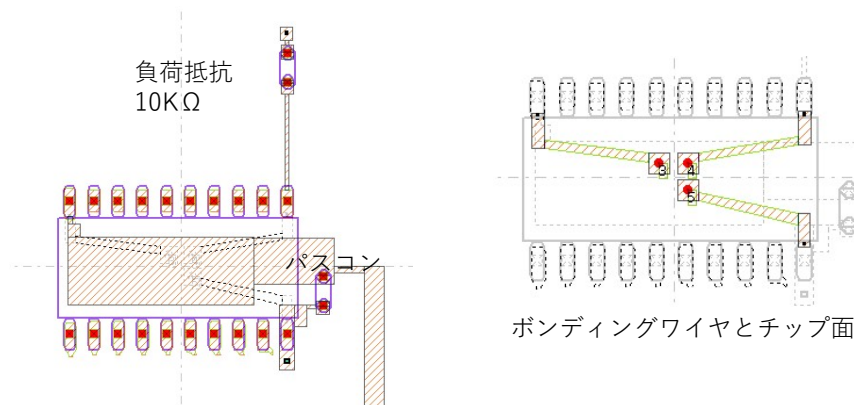


L1層 (部品面)

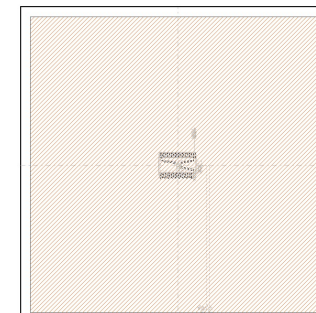


L2層 (全面GND)

(2) パスコン位置：GND側



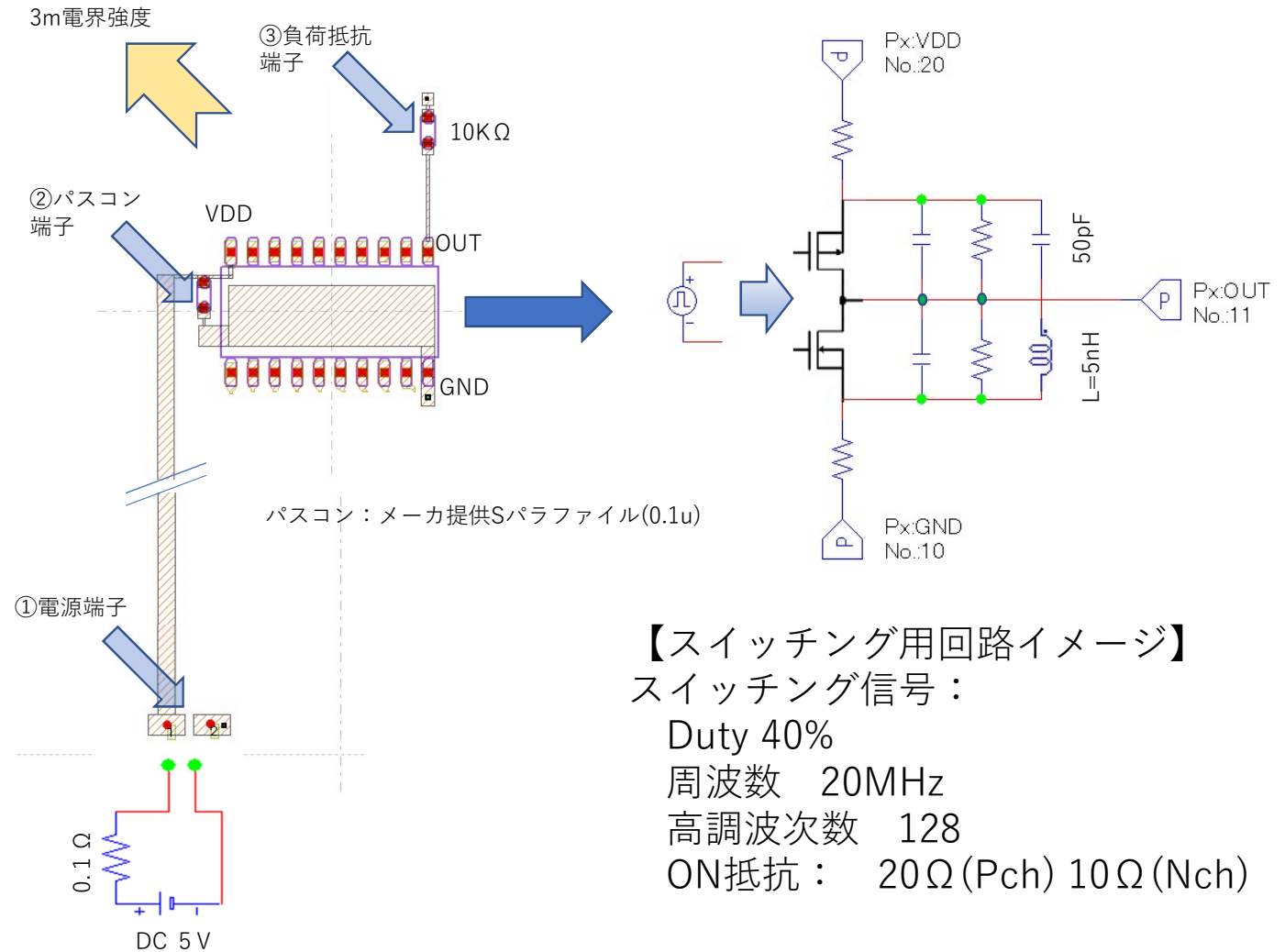
L1層 (部品面)



L2層 (全面GND)

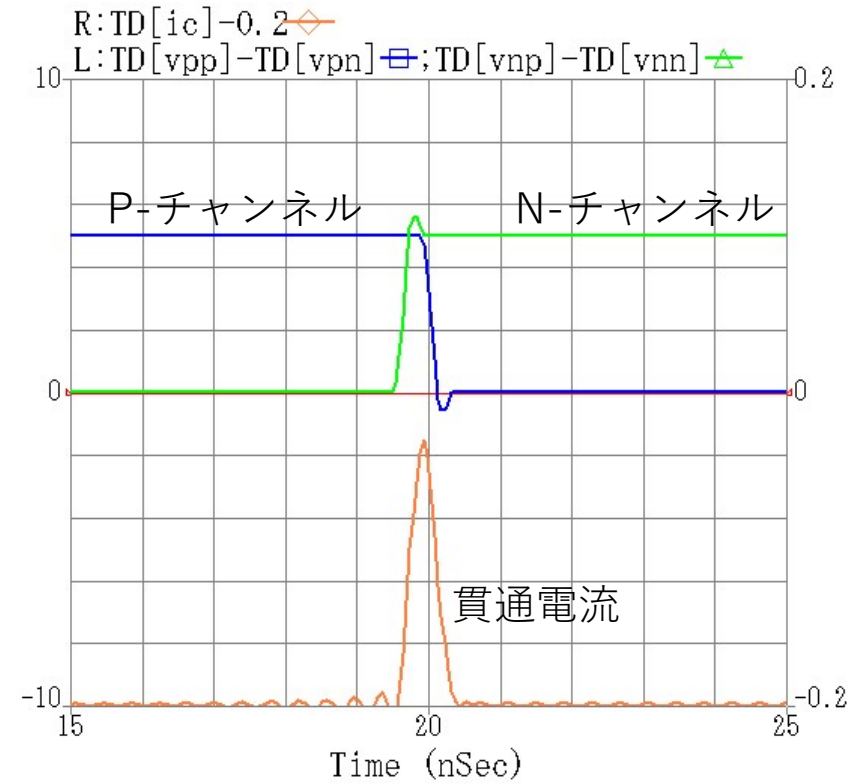
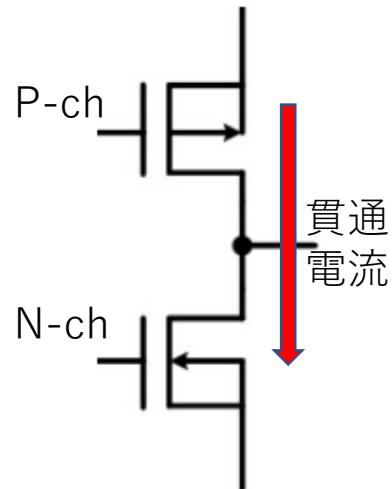
回路設定

図の20ピンのICは、20MHzDuty40%の発振器になっており、出力はスイッチング動作を行っています。信号は11番ピンのOUT端子に出力されています。ポイントは、発振器は2つのスイッチング素子から構成されており、電源端子から出力電流を引き込むところにあります。スイッチング素子は非線形素子ですから、ON/OFFに伴ってICの電源インピーダンスが変化します。この動作を再現するためには、非線形定常応答解析が必要になります。S-NAP/PCBでは、ハーモニックバランス法をベースにした手法で定常応答を得ることができます。観測点は、①電源端子、②パスキンの両端子、③負荷抵抗端子としました。また、3m地点の電界強度比較も行いました。



貫通電流設定

貫通電流は、PチャンネルとNチャンネルのFETが同時にONすることで、ショート状態に流れる電流です。今回は、右図のようにPチャンネルがOFFする前に、約350psec（位相2.5度）早くNチャンネルがONする状況を設定しました。

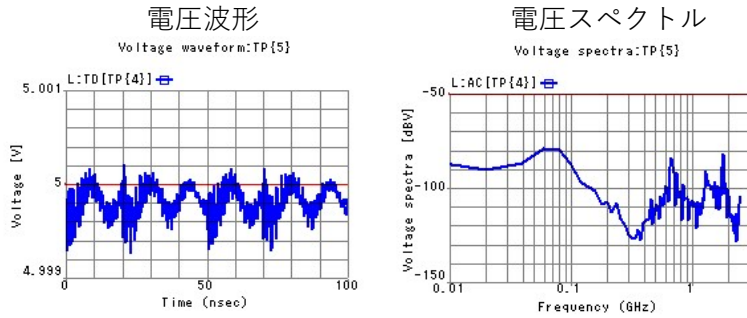


電圧比較

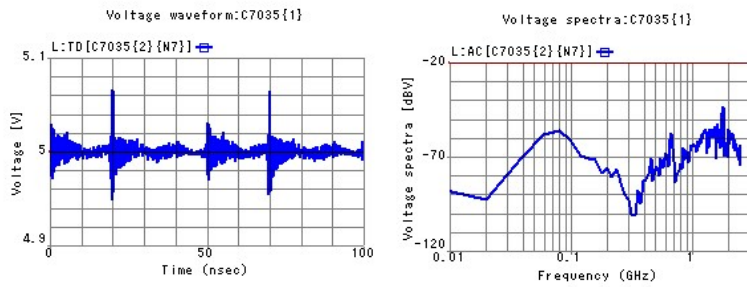
パソコン位置を変えて①～③の電圧比較を行います

パソコン位置：VDD側

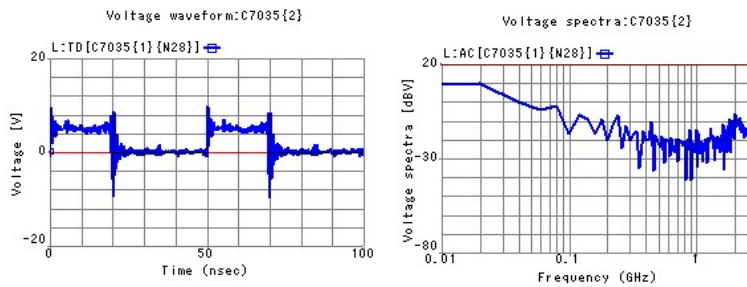
①電源端子
(伝導ノイズ)



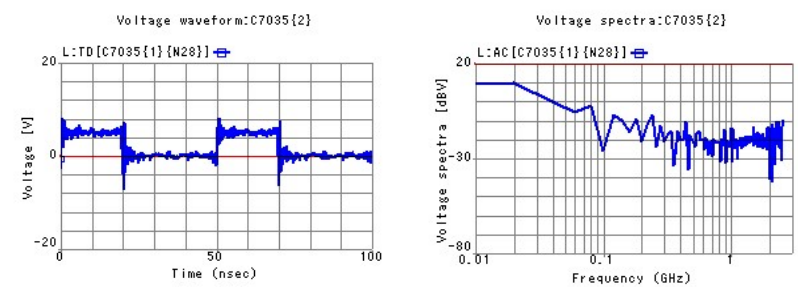
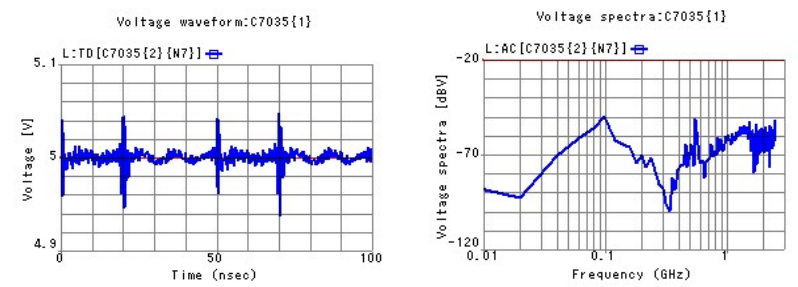
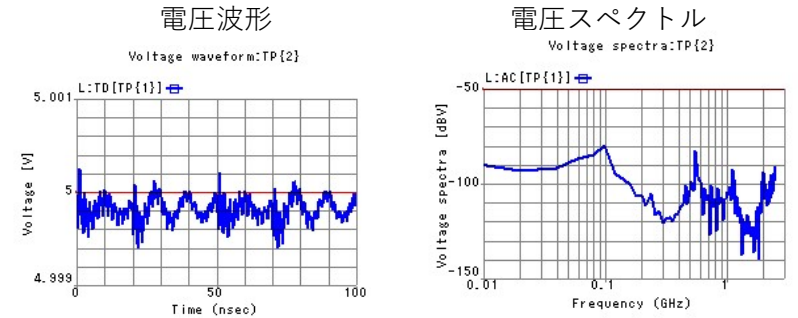
②パソコン端子



③負荷抵抗端子



パソコン位置：GND側

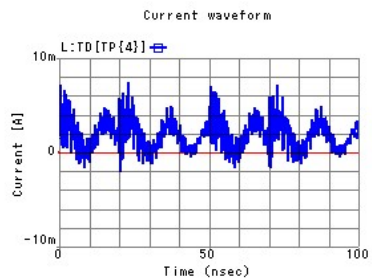


電流比較

パソコン位置を変えて①～③の電流比較を行います

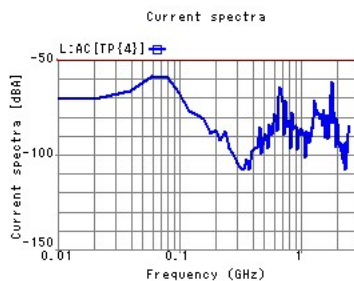
パソコン位置：VDD側

電流波形

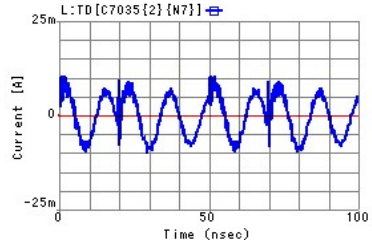


①電源端子電流
(伝導ノイズ)

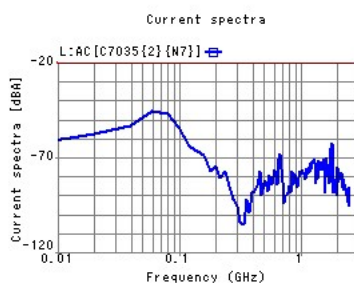
電流スペクトル



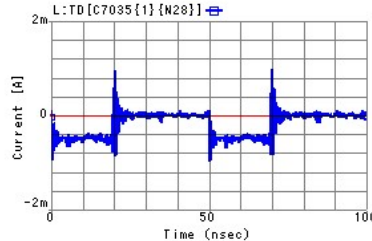
電流波形



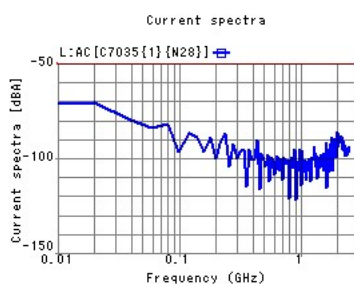
②パソコン電流



電流波形

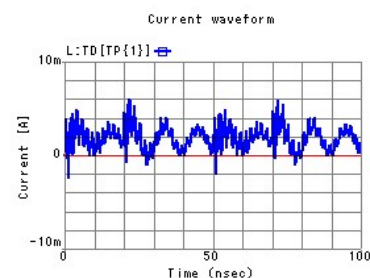


③負荷抵抗電流

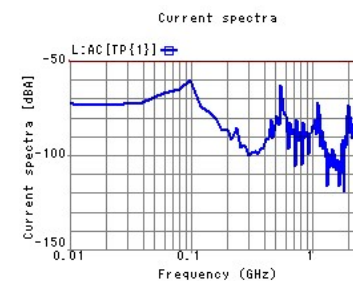


パソコン位置：GND側

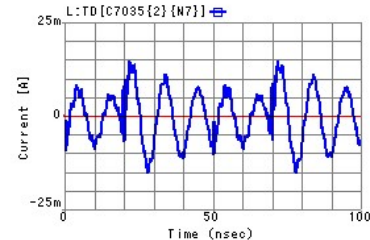
電流波形



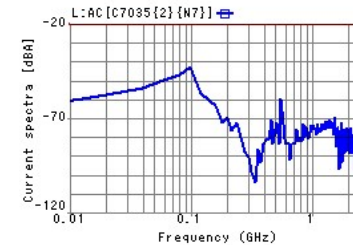
電流スペクトル



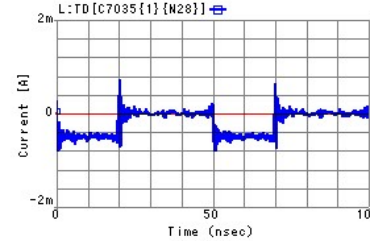
電流波形



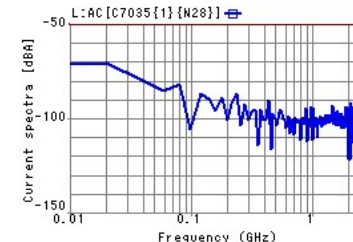
電流スペクトル



電流波形



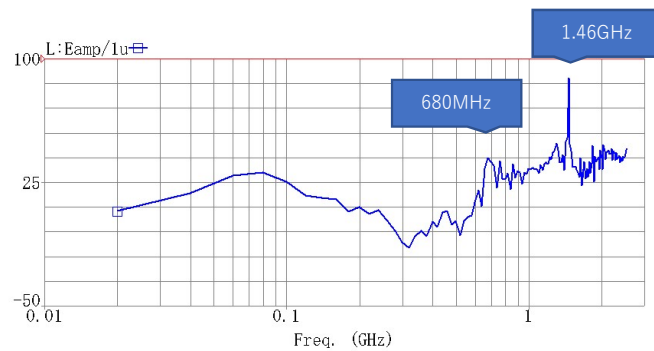
電流スペクトル



3 m電界強度及び電流分布比較

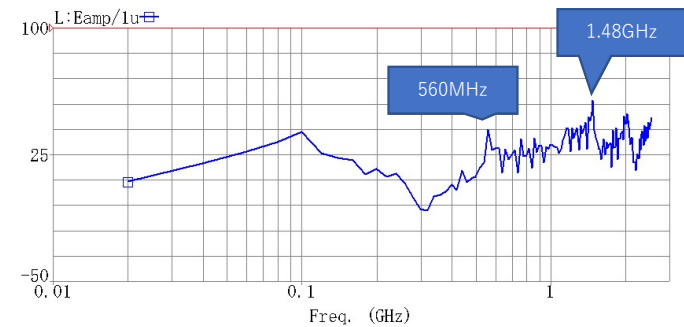
基板から3 m上方での電界強度の比較と、それぞれのピーク周波数での電流分布を示します。
パソコンVDD側は、1.46GHzでグラウンドがアンテナ状態になっていることがわかります。

パソコン位置：VDD側

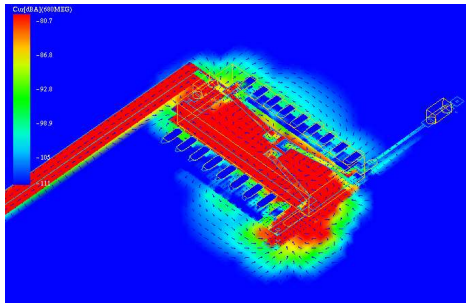


3 m地点電界強度

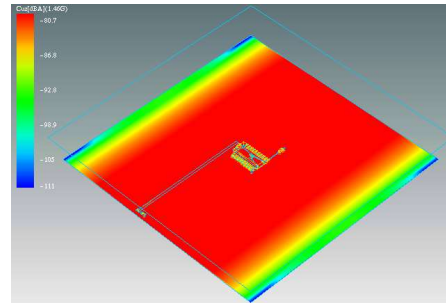
パソコン位置：GND側



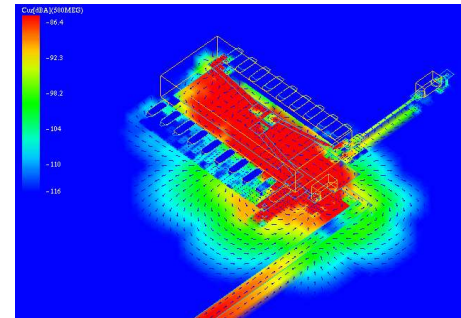
3 m地点電界強度



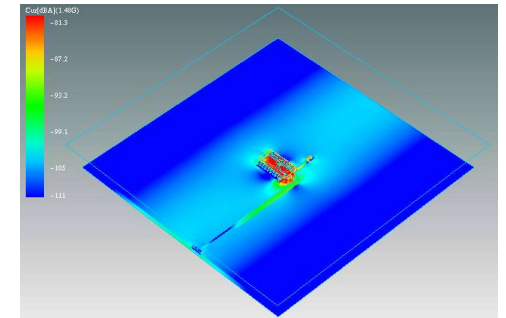
IC近傍 @680MHz



L2層 @1.46GHz



IC近傍 @560MHz



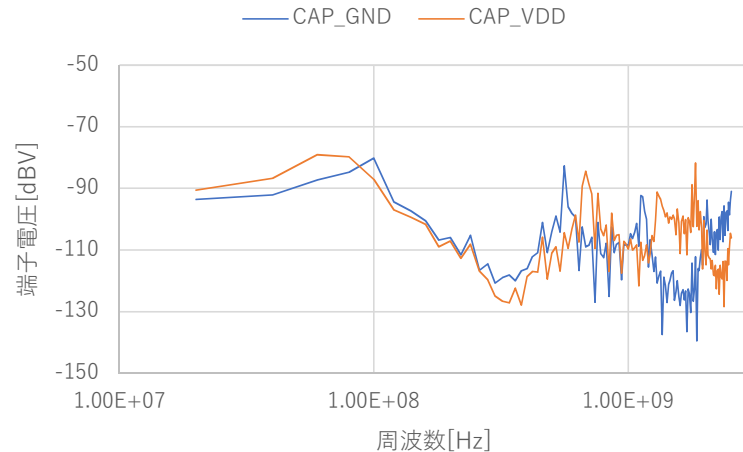
L2層 @1.48GHz

まとめ

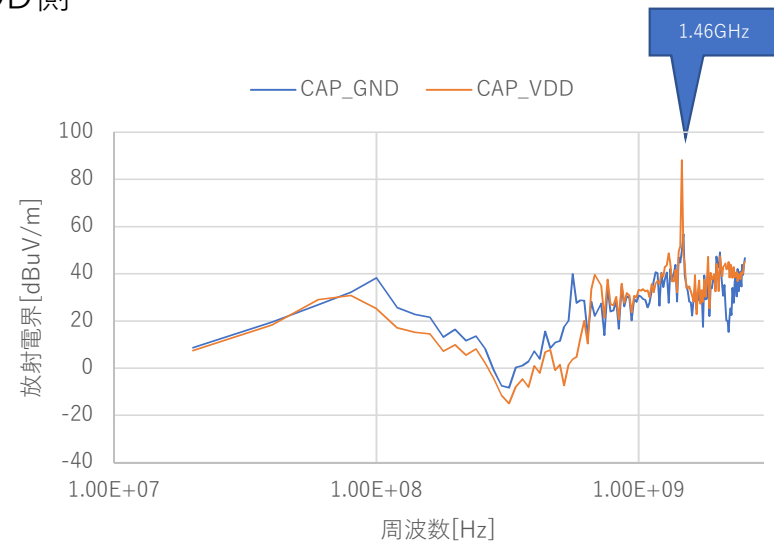
以下に、伝導ノイズ（電源端子電圧）と3 m地点放射電界の違いを示します。
1GHz以下ではVDD側が良いように見えますが、1GHz以上ではGND側がよいようにみえます。

この結果は今回の図形条件でのおはなしですので、実際の基板における特性は、その基板を用いてシミュレーションを行い確認する必要があります。

青：GND側 橙：VDD側



電源端子電圧スペクトル

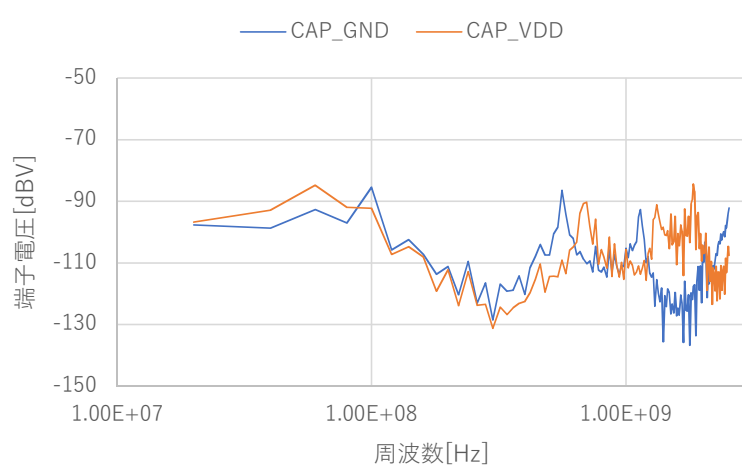


3 m地点放射電界強度

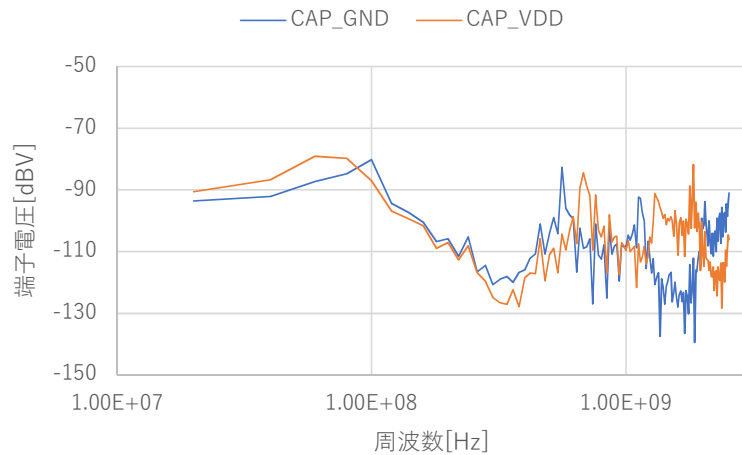
貫通電流によるノイズの影響比較

貫通電流がある場合は、全体的に5dB程度ノイズレベルが高くなっていることがわかります。

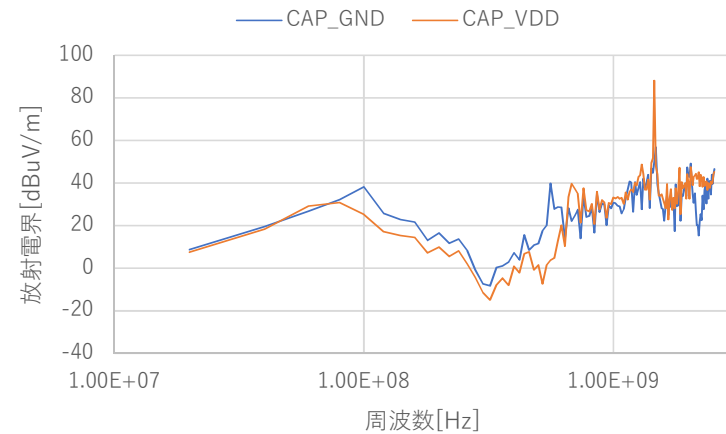
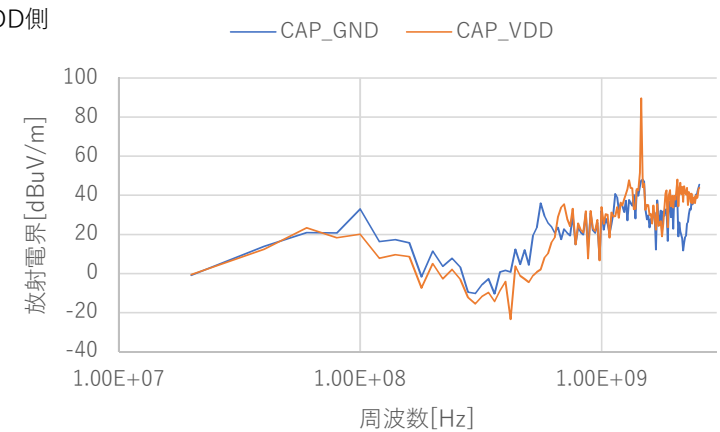
貫通電流
無し



貫通電流
あり



電源端子電圧スペクトル



3 m地点放射電界強度