

無線機器のPCB設計

Kenneth Wyatt
Wyatt Technical Services, LLC

1. 機器内部から発生する EMI の影響について

最近は無線技術を既存製品にも新製品にも取り入れて開発しているメーカーが多い。その製品の多くには LTE 携帯接続技術が使われていて、設計者はよく知っていることだが、オンボード DC / DC コンバータや CPU プロセッサ、メモリを接続するバスからの電磁妨害波は、携帯電話プロバイダの感度要求事項に不適合になるポイントまで携帯電話のダウンリンクチャンネル受信感度を下げる (desensed) のに十分な広帯域電磁干渉 (EMI) の発生源になる。この広帯域 EMI が 1575.42 MHz の GPS バンドにまで広がり、ナビケーション性能に影響することも時々ある。

携帯プロバイダには携帯電話の受信感度に対する厳しい要求があるが、全等方感度 (TIS: Total Isotropic Sensitivity) は CTIA^{※1} の適合性評価試験の 1 つである。受信感度が不十分な場合、その製品は携帯電話システムへの接続が許可されない (参考文献 1、2)。

2. なぜ適切な PCB 設計が重要なのか

EMI を低くする設計の重要なファクタの 1 つは適切な PCB 設計である。高速信号が伝送線路構造内で捉えられない場合、コモンモード電流が発生し、EMI 放射が漏れ出ると同時にクロストークが起こりうる。現在の近代的な無線設計は層を重ねる設計で 1990 年代に提

案されていたが、それを使った顧客がスケジュールの遅れやデバッグ、繰り返される適合性評価などのトラブルにいつも悩んでいたことを私は知っている。失敗しないためには適切な PCB 設計が重要な鍵となる理由を知るには、まず高速信号が PCB 内でどう動くかを理解する必要がある。

3. 信号は PCB 内でどのように動くか

電流は銅のワイヤまたは回路トレース内の電子の流れであり、その信号は光速に近い速度で進んでいると大学で習った人が多いだろうが、これは疑わしいと思っている。つまり不正確ということである。大学の電磁気学や電気回路の科目で、信号が PCB 内の伝送線路をどのように伝搬するのか、きちんと教わったということもありそうにない。

信号がどのように PCB 内で伝搬するか理解する前に、まず物理学をある程度理解しなければならない (参考文献 3 と 4)。

もちろん、この電流の流れは DC 回路において部分的に正しい (但し電池を接続したときの過渡応答は除く)。しかし AC (または RF) 回路やスイッチング電源からのスイッチング過渡応答については、全ての接続ワイヤ/トレースが今や伝送線路であると考えなければならないことを理解する必要がある。

まず、コンデンサが一見どのように電子の「流れ」を認めているかを

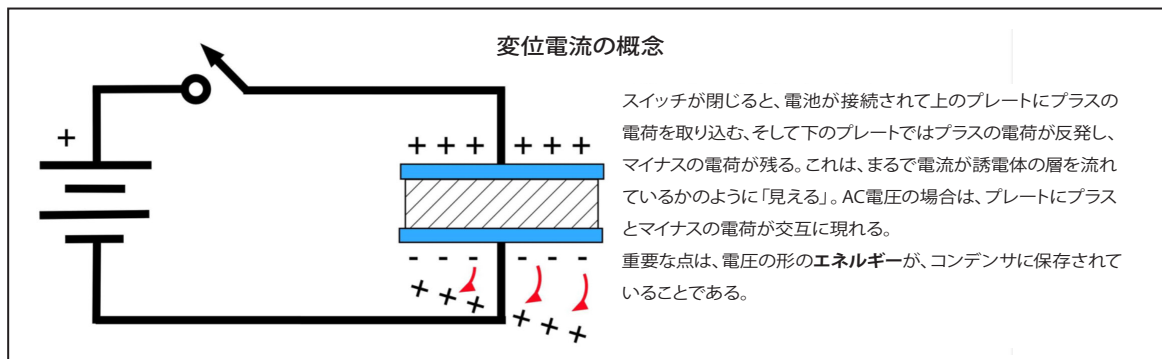


図1. コンデンサの中を通る変位電流の概念

[※訳者注 1] CTIAは米国のCellular Telecommunications and Internet Associationの略で移動体通信事業者団体である。

[※訳者注 2] CBRS (Citizens Broadband Radio Service) は、周波数範囲3550~3700 MHzの3.5GHz帯で運用される無線通信サービスで、FCC規則のパート96で規定されている。