オンボードDC-DCコンバータからの妨害波エミッションを最小にする方法10種

Kenneth Wyatt

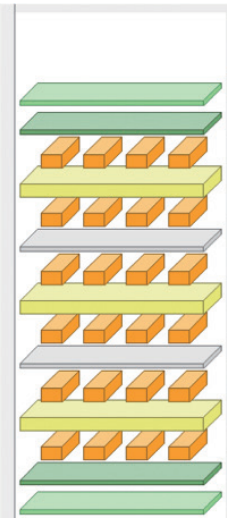
現代のコンパクトなモバイル機器やIoT機器に、複数のオンボードDC-DCコンバータがあるのは、かなり一般的なことである。機器が無線機、GPS、セルラーなどの技術を使っている場合、DC-DCコンバータ（通常1～3 MHzのスイッチング周波数を使用）からの放射妨害波は、無線モジュールの受信性能を低下させる。このようなコンバータからの高調波エミッションは、2GHzあるいはそれ以上になることが多いので、携帯電話の低い帯域（700-900 MHz）やGPS（1575.42 MHz）、おそらくWi-Fi（2.4 GHz）ではあまりないだろうが、実際に問題は突発的に起こる。携帯電話プロバイダは厳しい受信感度要求を課し、総合等方向受信感度（TIS:Total Isotropic Sensitivity）は、CTIA適合するために実行される試験の1つである。受信感度が十分にない場合は、その製品はセルラーシステムへの搭載は許可されない（参照文献1および2）。本稿ではDC-DCコンバータからのエミッションを減らすための方法を10種類、紹介しているが、掲載順にかかわらず全て重要なことばかりである。

1. エミッションが低いコンバータの仕様を定める

Texas Instruments（TI社）、および元Linear Technologies社を買収したAnalog Devices（AD社）は、エミッションが低い機器の開発を続けている。AD社は最近、特にICパッケージのすぐ近くに入力／出力コンデンサを配置したSilent Switcherを開発した。最新の製品Silent Switcher 2はエミッションの低いコンバータで、入力／出力コンデンサの両方および関連するループをICパッケージ内で統合している。また同社のμModuleシリーズのコンバータは出力インダクタも同様に統合している。高額になるが、こちらのほうがどれも全てエミッションが少ない。

2. 積層プリント回路基板の適切な層構成

私の顧客の殆どは、これについて間違った理解をしている（図1）。全ての信号層は隣り合ったグランド基準プレーン（GRP：Ground Reference Plane）を持たなければならず、全ての電源トレース（またはプレーン）は隣り合ったGRPも持たなければならない（図2）。これは、現代の高速デジタル技術では全てのマイクロストリップライン、ストリップライン、電源経路は伝送線であるとみなすべきだからである。このルールを適用しない場合は、ノイズと信号が回路間で結合（クロストークの一種）し、放射エミッションと、プリント回路基板端からの放射が直接アンテナに入ることが予測される。



Layer Name	Type	Material	Thickness (mil)	Dielectric Material	Dielectric Constant
Top Overlay	Overlay				
Top Solder	Solder Mask/Coverlay	Surface Material	0.4	Solder ...	3.5
Top Layer	Signal	Copper	1.4		
Dielectric	Dielectric	Core	7	FR-4	4.2
GND	Signal Gnd	Copper	1.4		
Dielectric 3	Dielectric	Prepreg	15	FR-4	4.2
Signal Layer 1	Signal	Copper	1.4		
Dielectric 5	Dielectric	Core	10	FR-4	4.2
Signal Layer 2	Signal	Copper	1.4		
Dielectric 4	Dielectric	Prepreg	15	FR-4	4.2
Power	Signal Power	Copper	1.4		
Dielectric 1	Dielectric	Core	7	FR-4	4.2
Bottom Layer	Signal	Copper	1.4		
Bottom Solder	Solder Mask/Coverlay	Surface Material	0.4	Solder ...	3.5
Bottom Overlay	Overlay				

図1. 非常に一般的ではあるが妨害波エミッションには不向きな多層プリント配線版の層構成（6層の例）。信号層4と6は電源に対向しているが、GRPと電源プレーンは、2つの信号層の間には隣り合っていない。つまり、その2つの信号層上に電源トランジェントが結合することになる。

[訳者注] ※CTIAは米国の無線通信企業の業界団体で、Cellular Telecommunications & Internet Association の略。