EMIシールド、およびEMI適合におけるその重要性

Purwang Patel
Matrix Comsec Pvt Ltd.

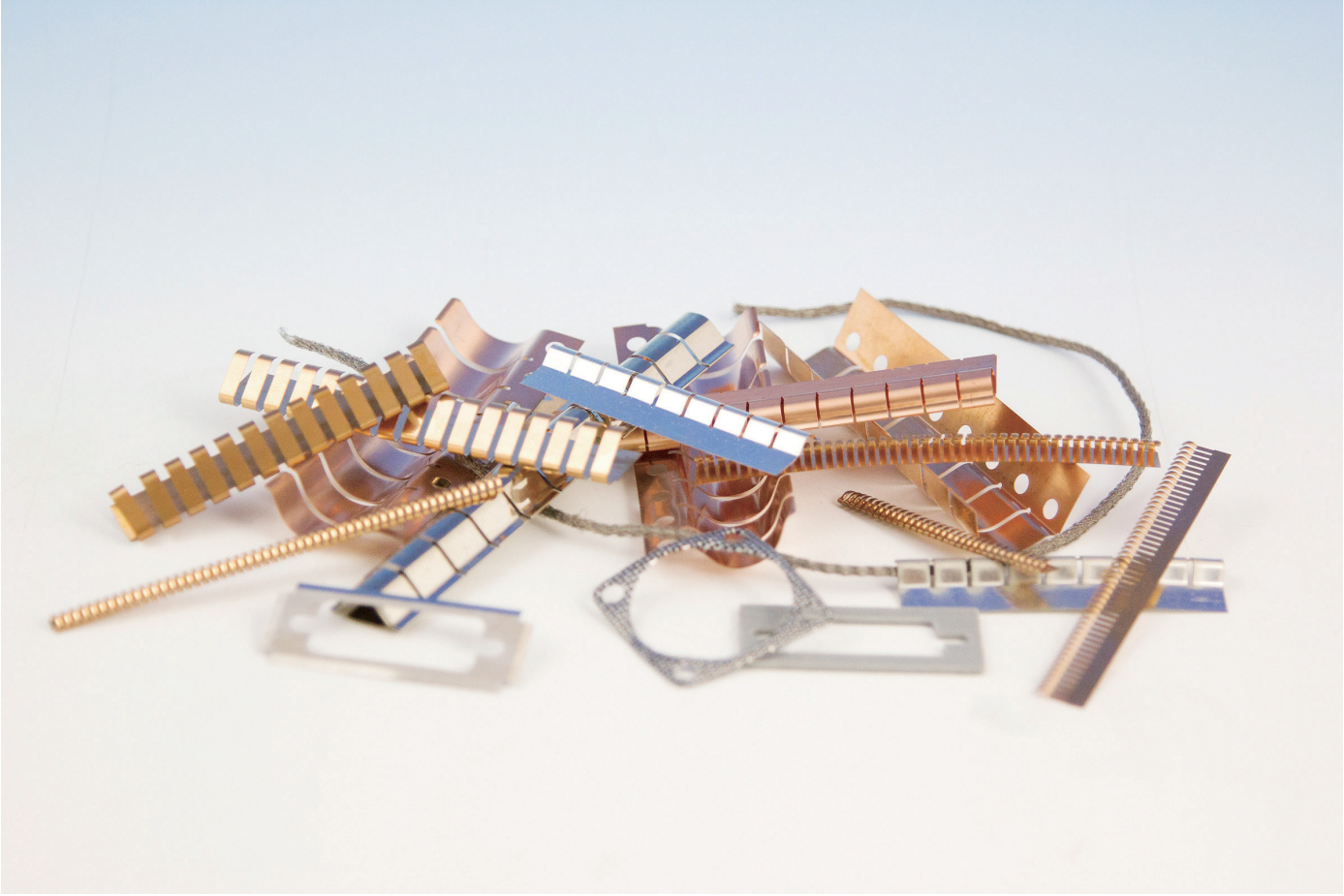
通常「シールド」という言葉は、電子製品または製品の一部を完全に囲う金属筐体を指す。完璧なシールドは、電磁界の伝搬に対する障壁となる。

1. シールド

電流がケーブルを通して流れるときはいつでも、アンペールの法則 (Ampere's law) により磁界が電気導体の周りに発生する。まず、定義から見てみよう。

EMI「電磁妨害」Electromagnetic Interference：妨害波発生源から妨害波が電磁誘導や静電結合、伝導などによって電気回路に伝搬し、電気回路に影響を及ぼすことである。この妨害は回路の性能を低下させ、機能が停止することさえある。

EMC「電磁両立性」Electromagnetic Compatibility：電磁環境において機器が十分に機能を発揮する能力。つまり妨害を防ぐために



エミッションが制限され、外部の環境に対してシステムがどれぐらい耐性があるか、ということである。

3a1 筐体の目的は、連続的に閉じた導電性の外装によって外部電磁界の侵入を防ぎ、同時に内部で発生した電磁界が外へ出るのを防ぐことである。図1はこれを図解したものである。

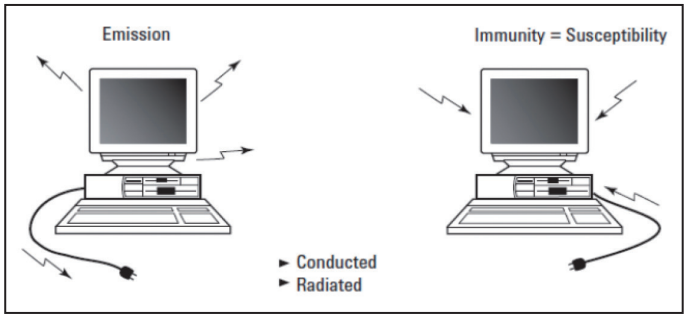


図1. EMI/EMCの例

従って、回路から発生する電磁放射（妨害波）の量を最小化するだけでなく、周囲環境からの電磁妨害も許容するように回路を設計しなければならない。回路設計だけでは、機器から生じる、あるいは機器に影響する過大な電磁波レベルに対する適切な保護が不十分なこともある。

電磁妨害に対する保護が不十分な場合、図2の例のような電磁シールドが一般的に用いられる選択肢の1つである。

電磁放射は一種の波である。電磁シールドは適切に設計されていれば電磁波を防ぐことができる。この電磁シールドは、機器からのエミッションを防ぐと同時に、ユニットに影響を及ぼす可能性のある電磁波放射を防ぐ、という双方向で機能するので、EMC 試験や EMI 試験も同様に改善する優れた方法である。

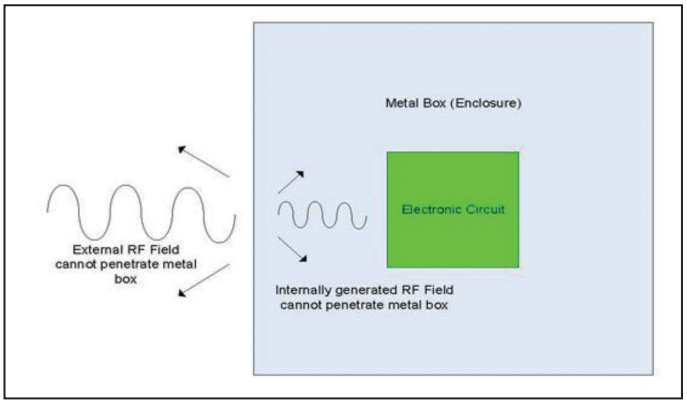


図2. シールドの効果

筐体内で生成された電界は、図 3a1 に示すように、筐体内の物体または筐体の壁の内面で終端する。 エンクロージャ上の自由電荷は、エンクロージャ内またはエンクロージャの外部の電界を正確に打消すために、必要に応じて自動的に再配置される。

電荷が内部電界を打消すのに十分な速さで再配置できる限り、完全に導通していないエンクロージャでも良好なファラデーケージとなる。大きな継目または開口部がない金属筐体の殆どは、幅広い周波数範囲で優れた電界シールドを可能にする。

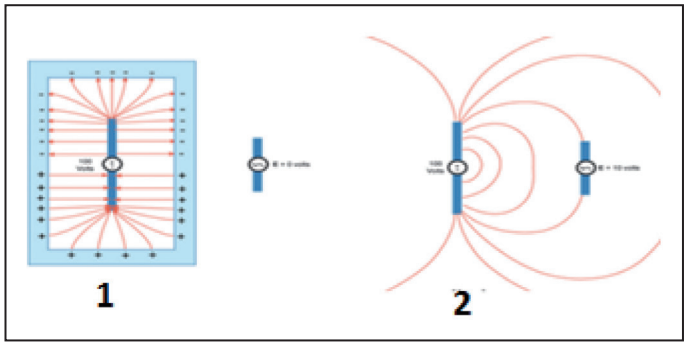


図3a. 完全な電界結合と電界シールド

図 3a の 1 にあるシールドがない場合、電気力線は他の導体で終端され、図3a の2に示すように導体間に電位差が生じる結果となる。だが図 3b の 1 に示す部分的なシールドや、図 3b の 2 に示す単純な金属プレートでさえ電気力線の経路を変えて被害側回路に強い電気力線が届かないようにすることで、これらの電位を実質的に減らすことができる。

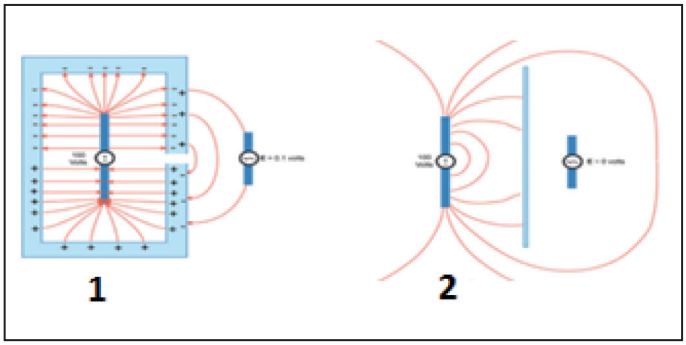


図3b. 部分的な電界シールド

しかし回路にアクセスして有効化するには電磁シールド（金属ボックス）を貫通する必要がある。ここから問題が始まる。

RF（Radio Frequency：無線周波数）は筐体の開口部や貫通部および／または継目があるところを通り抜けてしまう。電磁シールドされた筐体の性能は、開口部、貫通部分、継目への対応次第で決まる。

2. なぜ開口部から放射されるのか?

開口部とはシールド筐体の穴であり、換気、光学ディスプレイ、プラスチック部分、機械的支持などのために必要である。筐体によるシールドを可能にするには、筐体表面に電流が妨害されることなく流れなければならない。幸いにも、波長よりはるかに短い開口部の最大寸法は、導電性の表面を流れる電流に対してインピーダンスの影響を殆ど及ぼさない。

この理由から、ある程度の開口範囲を作る必要がある場合（例えば換気のため）、シールド効果を達成するには、数個の大きな開口部より小さい開口部が多くある方がはるかによい。ご存知の通り、金属筐体内に発生する渦電流があるが、開口部または継目によって渦電流の通り道は図4に示すように迂回する。これにより2つの異なるエッジ間に電位差が生じ、放射が発生する。

開口部は、関係する周波数の最も短い波長よりできる限り小さくしておくのがベストである。通常、この値は最も高い周波数の波長の 1/20 と考えられている。波長λを算出する式は以下の通りである。