



## ESA1セット17

ESA1セット – アプリケーション例: 電子機器の排出問題のトラブルシューティング

はじめに

トラブルシューティングの対象となるPCB（DUT）は、2本のケーブルが接続されたマイクロコントローラボードです。1本目のケーブルは電圧供給に使用され、2本目のケーブルはシリアルインターフェースを介して通信相手との接続に使用されます



図1: DUT - 干渉放射問題のある電子機器

放射スペクトル

この基板とそのケーブルからの放射スペクトルは、遠方界アンテナで測定され、以下のスペクトルを示し、いくつかの限度値違反を示しています

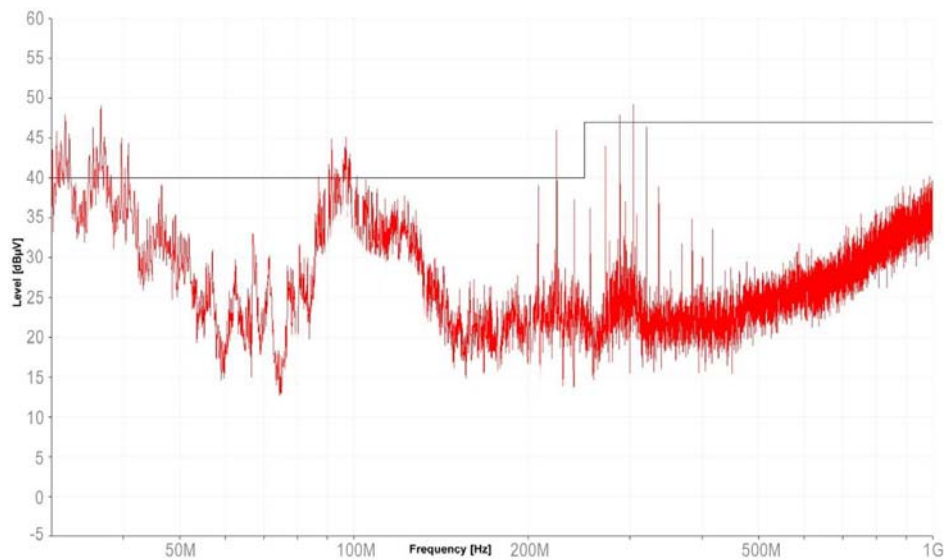


図2:遠方場における放射干渉 - アンテナ測定のスเปクトル

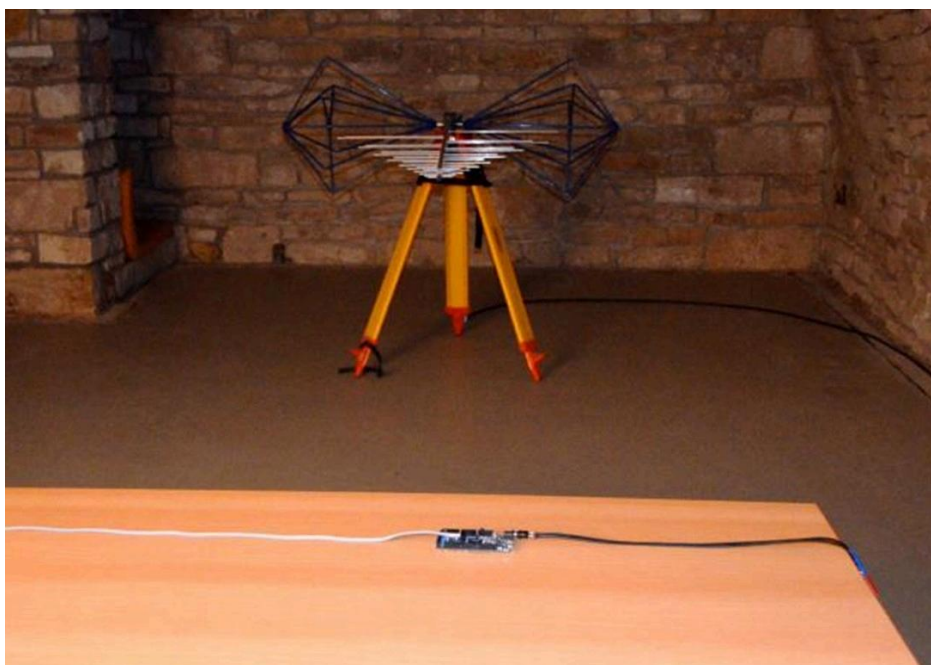


図3:遠方場測定のセットアップ - 回路基板から3mの距離にあるアンテナ

## ステップ1：再現

Langer EMV-Technik GmbHのESA1セットはトラブルシューティングに使用され、ハードウェア設計者のデスクで直接セットアップできます。回路基板はシールドテントのベースプレート上に配置され、DUTにはHFW 21を介して電源が供給されます

HFW 21はRFカレントトランスです。ケーブルとPCBで構成されるアンテナから放射する、DUTからの高周波励起電流を測定します。測定スペクトルはテントを閉じた状態で記録され、アンテナ測定の放射スペクトルとはわずかに異なります。結果は互いに比例関係にあります。

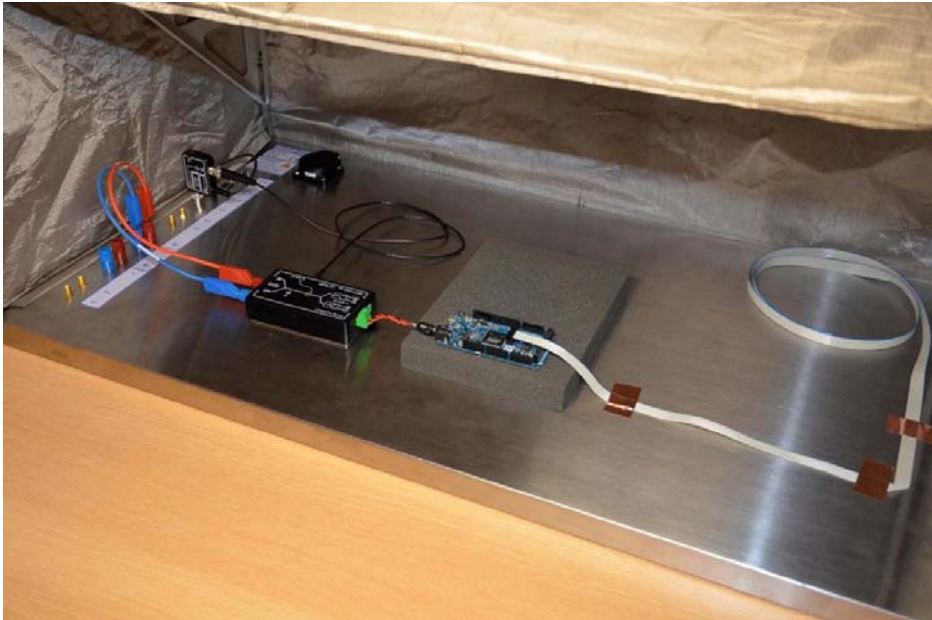


図4: ESA1測定 - HFW 21を使用したセットアップ

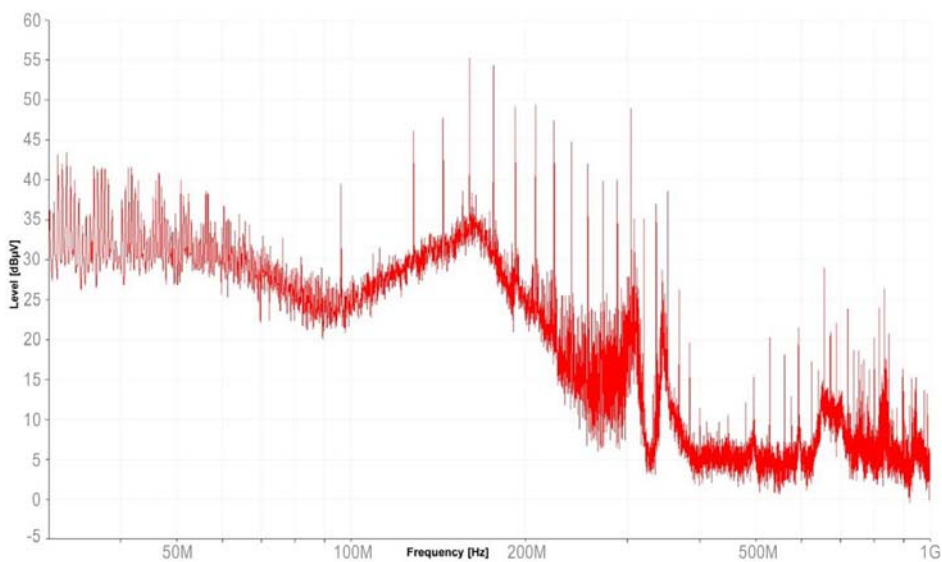


図5: ESA1測定 - HFW 21で記録されたスペクトル

## ステップ2：調査と修正

DUT上のRF発生源を特定するために、オープンテント内で近傍界プローブを使用します。電界プローブを用いることで、DC-DCコンバータのコイル周囲に発生する強力な電界を測定できます。通信ケーブルはコイルの真上に配置されており（図1）、干渉波がケーブルに結合します。アンテナ測定（図2）では、500kHzクロックのDC/DCコンバータの高調波が100MHz付近で5dBの限度を超えているため、干渉波は5dB以上（理想的には10dB）低減されるはずですが。

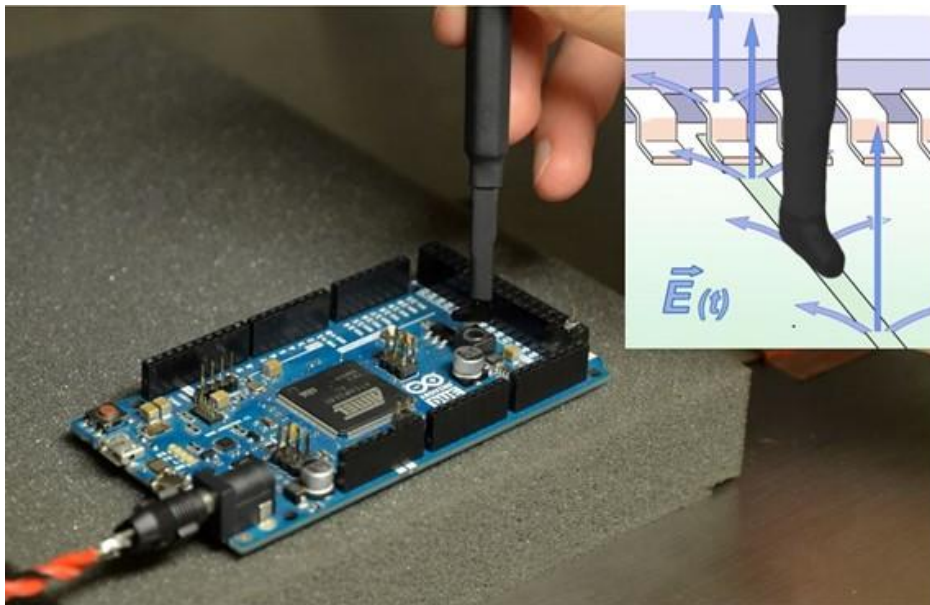


図6:電界プローブを用いたRF源の位置特定

電界結合を減らすために、DC-DC コンバータのコイルの上にシールドを配置し、DUT のグランドに接続します。

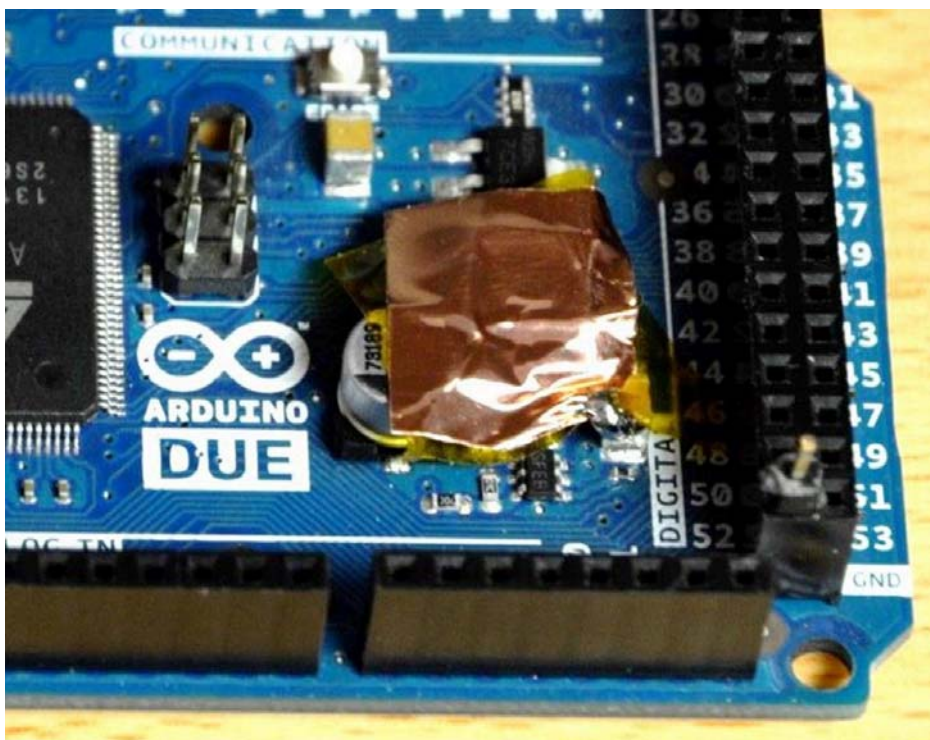


図7:銅テープでチョークをシールドする

磁界プローブは、リボンケーブル内のシリアルインターフェースのクロックラインを干渉源として特定します（図8）。200MHzから400MHzの間のスパイクは、アンテナ測定周波数に対応します（図2）。



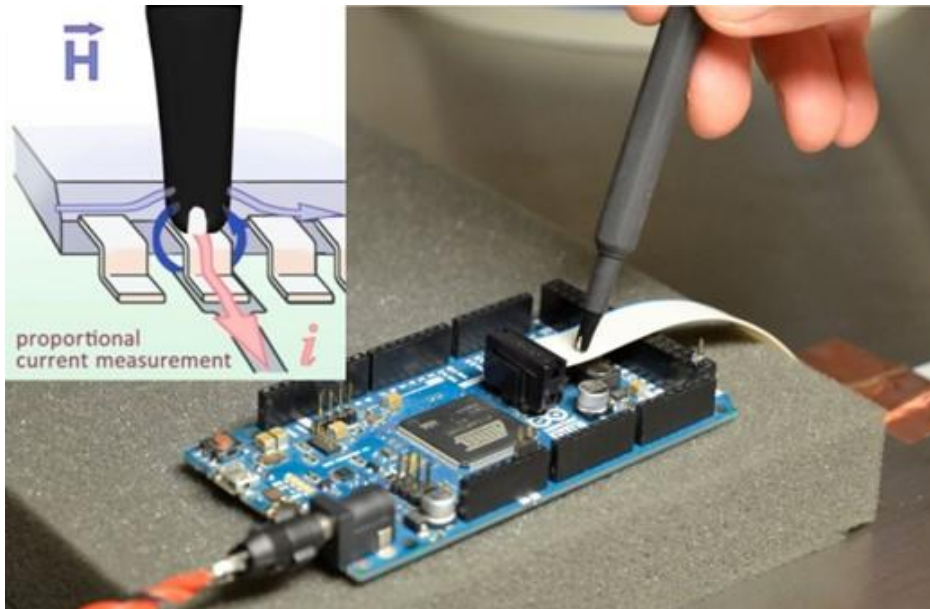


図8:磁場プローブを用いたRF源の位置特定

これらのスパイクを減らすために、47 pF のフィルタ コンデンサがクロック ラインに追加されます。

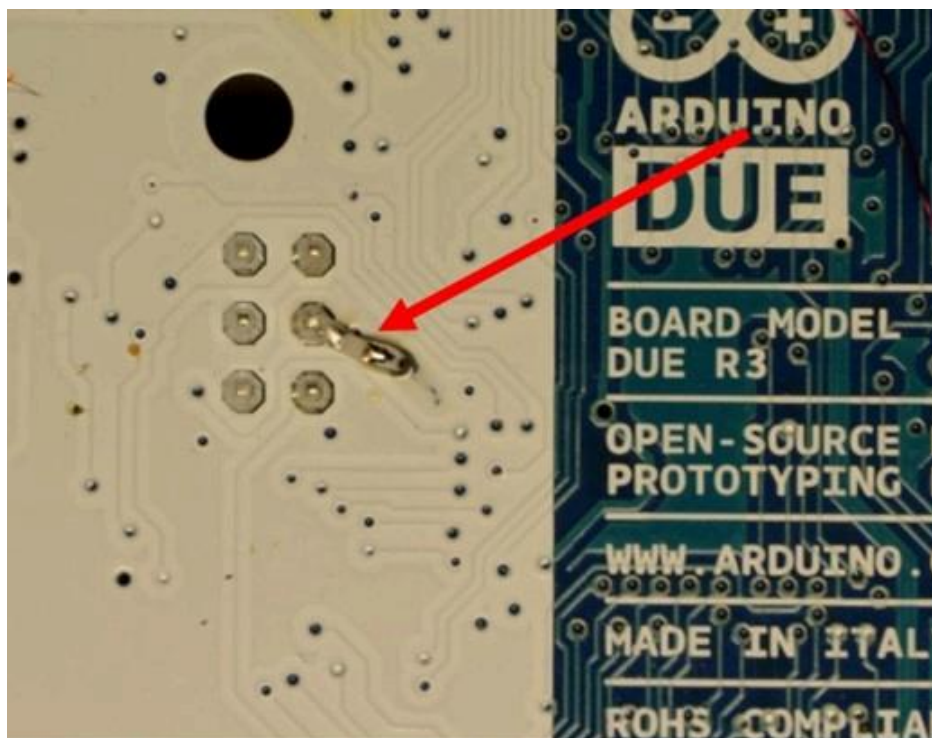


図9:リボンケーブルのクロックラインに追加のフィルタコンデンサ

### ステップ3：効果の検証

効果は密閉テント内でのHFW 21測定により確認されました。電源ケーブルの高周波励起電流は効果的に低減されました。

コイルをシールドすることで低周波数域での広帯域干渉を低減し、クロックラインのコンデンサはスパイクを低減します。これらの変更により、別のアンテナ測定で制限値違反が解消されたことを確認できます。

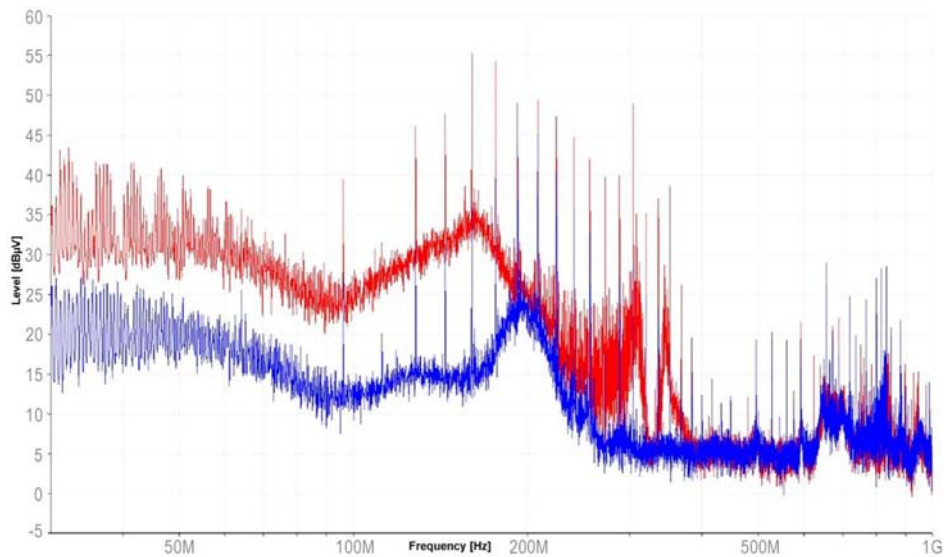


図10: HFW 21測定スペクトルの比較（赤 – 未修正、青 – 修正後）

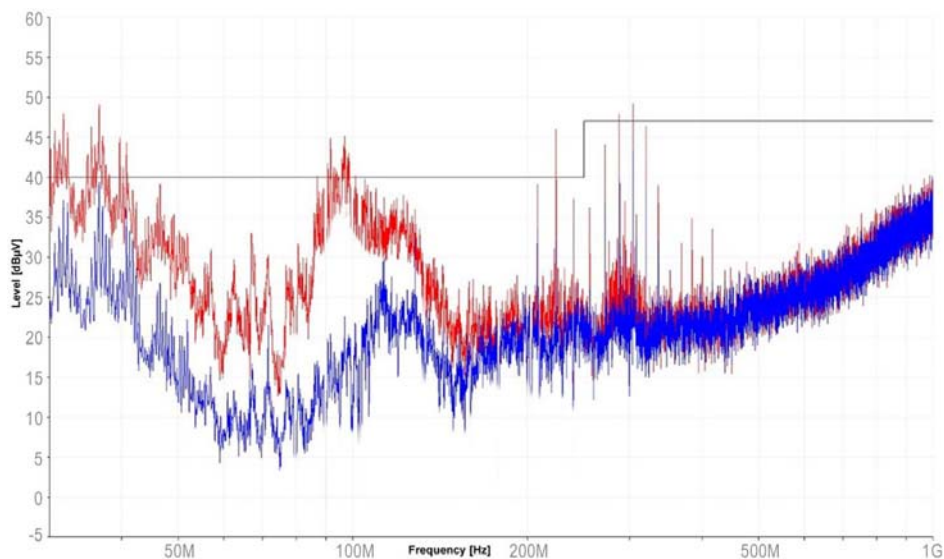


図11: アンテナ測定スペクトルの比較（赤 – 修正なし、青 – 修正あり）

たとえば、PCB アセンブリ上のコイルを再配置するなど、これらの変更を生産上実現可能な方法で実装すると、EMC の問題は完全に解決されます。