

EMCコンテスト 最終報告

2024/12/5-6 日立製作所

株式会社 日立製作所 研究開発グループ
サステナビリティ研究統括本部 生産・モノづくりイノベーションセンタ
システムエレクトロニクス研究部
遠藤 匠永 太田 慎一

- 名前: 遠藤匠永



- 大学の研究テーマ:
半導体プロセスによるRTDテラヘルツ発振デバイスの作製
- 趣味:
 - 音楽(ギター)
 - バイク(購入予定)
- 力を入れた:
今回のコンテストではハードウェアの設計を担当します。回路設計の基礎を再確認できればと思います。

- 名前: 太田慎一



- 大学の研究テーマ:
CMOSプロセス上で実装可能な温度センサの検討・設計
- 趣味:
 - バイク
 - 冬キャン
- 今回の意気込み:
本コンテストでは主にソフトウェアの担当となりました。回路を焼かないように慎重な設計を心掛けたいと思います(経験談)。

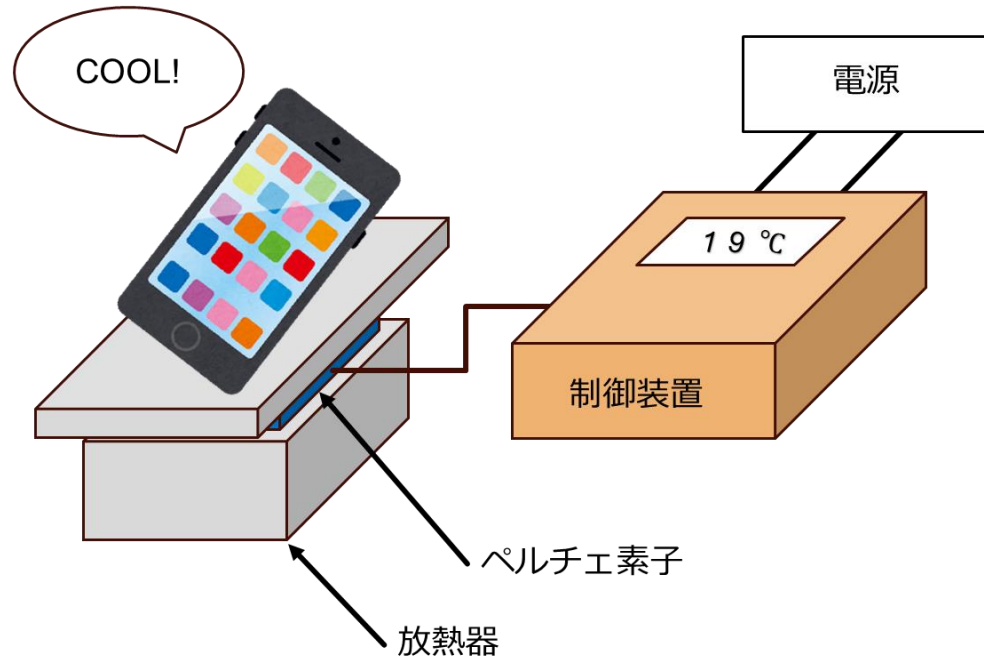
製作物

- ペルチェをPWMで制御するスマホクーラーを作製
- ペルチェが測定中に故障したため、制御対象をLEDに変更し対策効果確認

エミッション対策

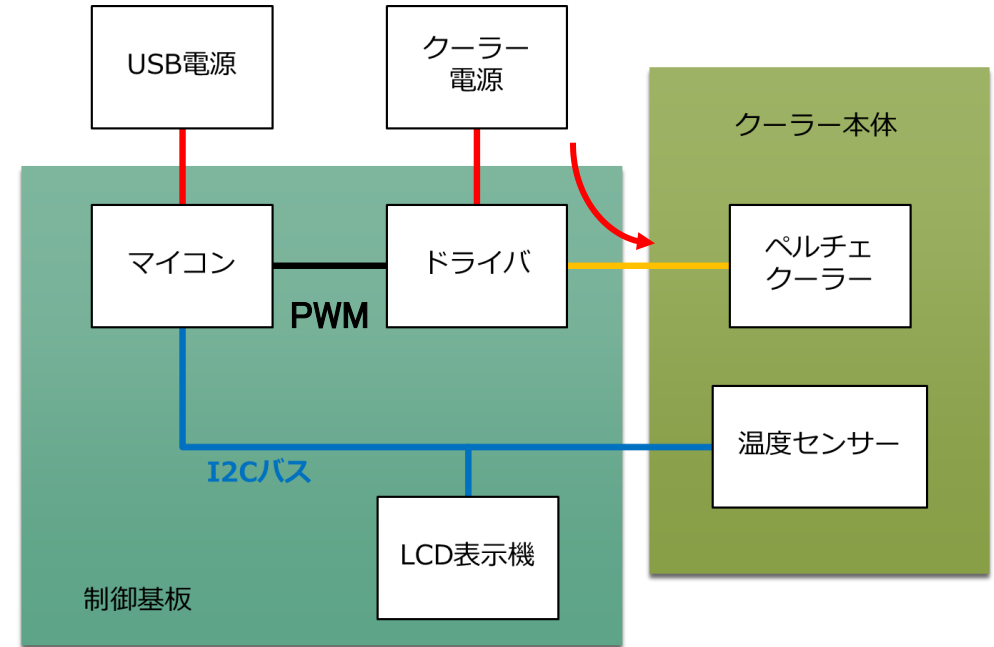
- I2C部の対策(ゲート抵抗挿入)
- ペルチェ駆動部の対策(寄生容量除去)
- LED駆動にて対策効果がみられた

ハードウェア構成



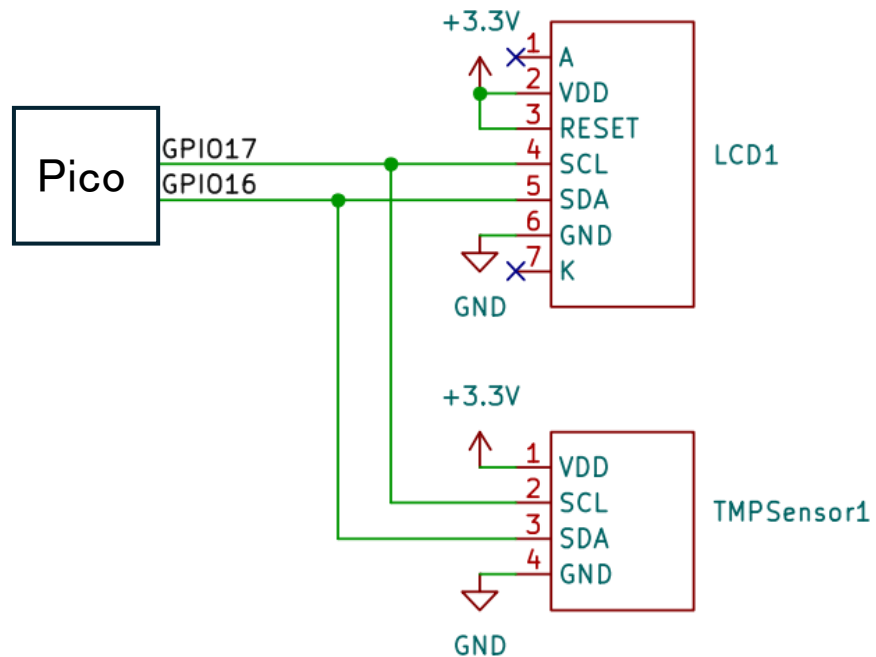
製作物：ペルチェ素子を用いたスマホクーラー

- 配布された温度センサー、LCDを用いて冷却板の温度を表示
- PWMでペルチェの電圧制御



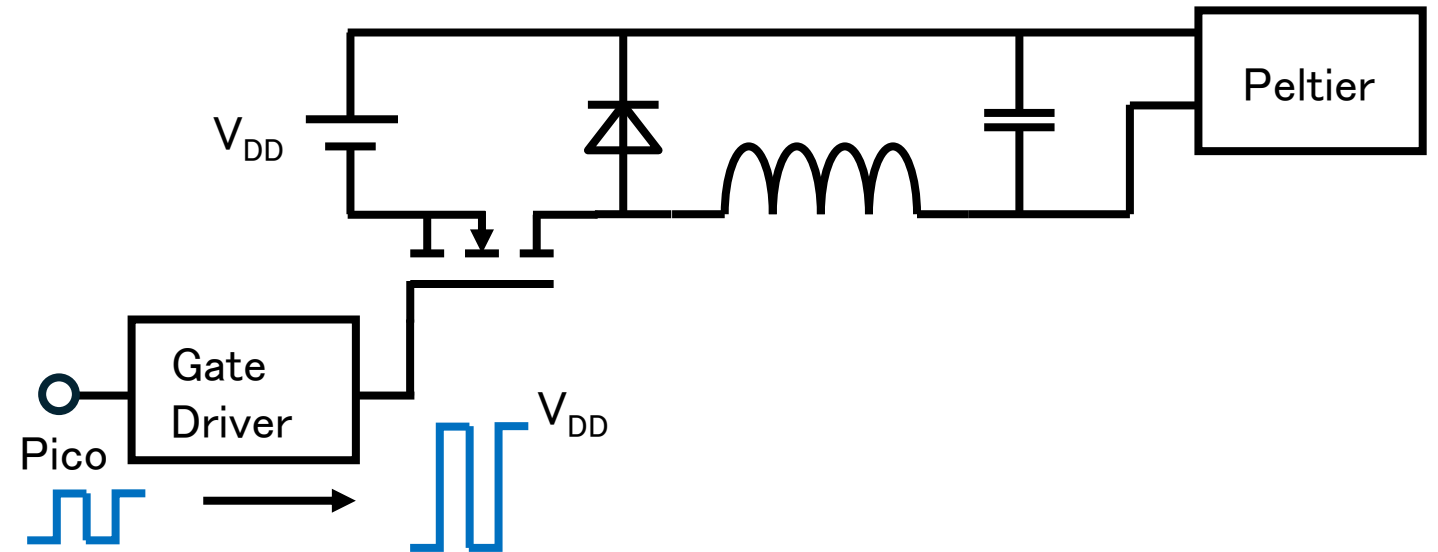
- ・ マイコン(pico), LCD, 温度センサーでI2Cバスを共有
- ・ ペルチェの電源(15V)は外部から供給
→ picoからのPWM信号で電圧を制御

温度表示部



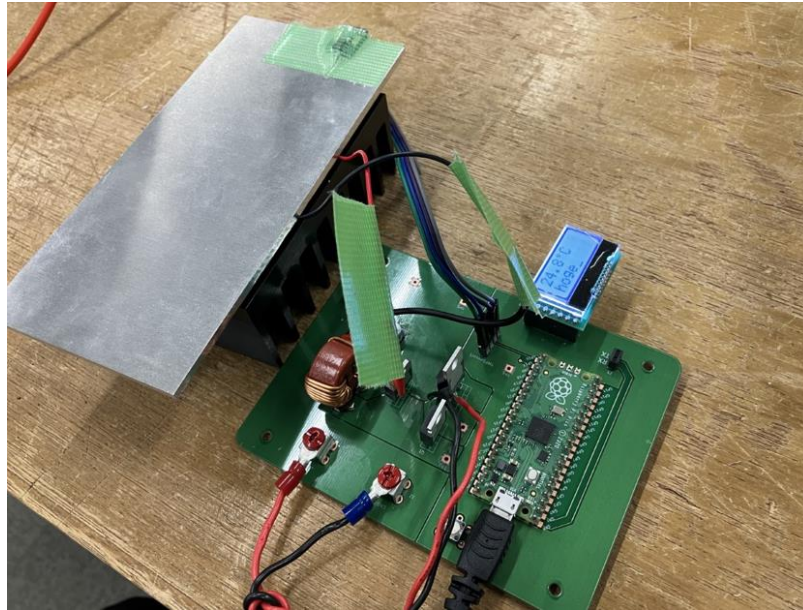
- ・マイコン(Pico)、温度センサー、LCD間でI2C通信
- ・バスとクロックを共有

ペルチェ駆動部



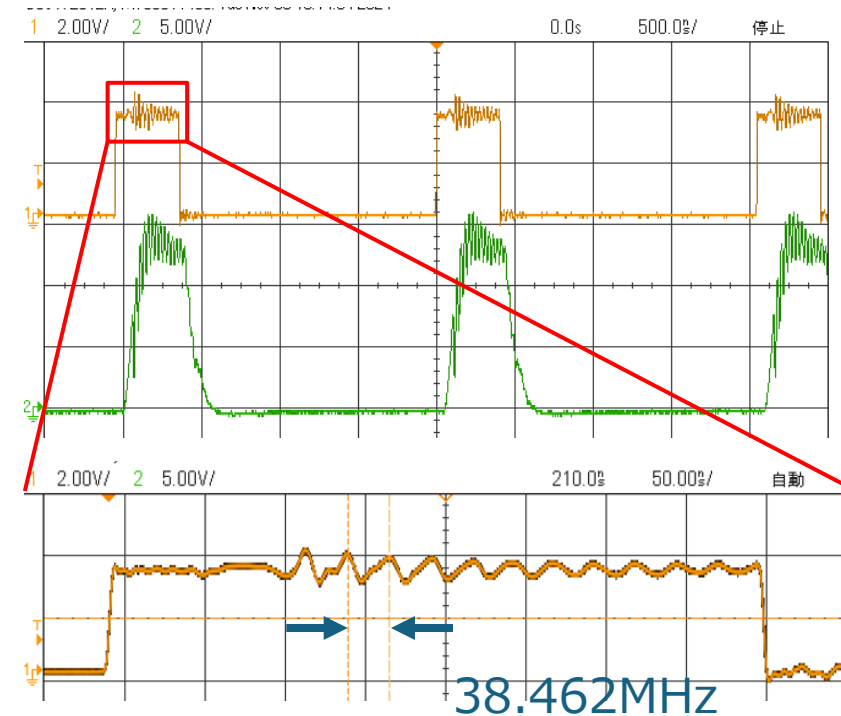
- ・バックコンバーター回路により、デューティ比に応じた直流電圧をペルチェに印加

完成図



- ・ペルチェによる冷却に成功($27^{\circ}\text{C} \rightarrow 24^{\circ}\text{C}$)
- ・ペルチェに加わる出力電圧は 3.01V @ (デューティ比20%, 電源電圧15V)で、バックコンバータは正常動作していた

測定結果



- ・ペルチェを駆動すると、ゲート制御電圧に38.462MHzのノイズが乗る
→後述の対策

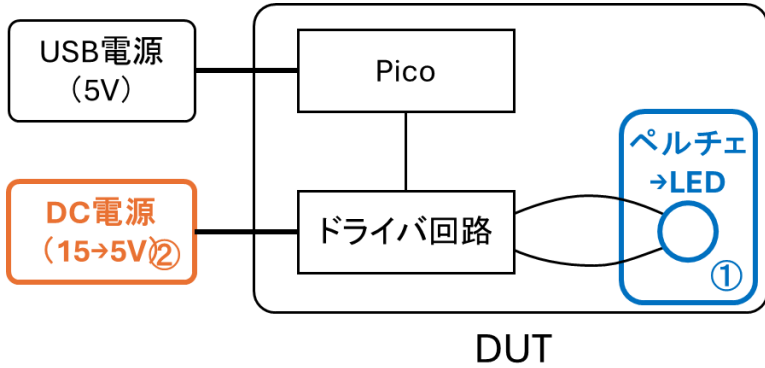
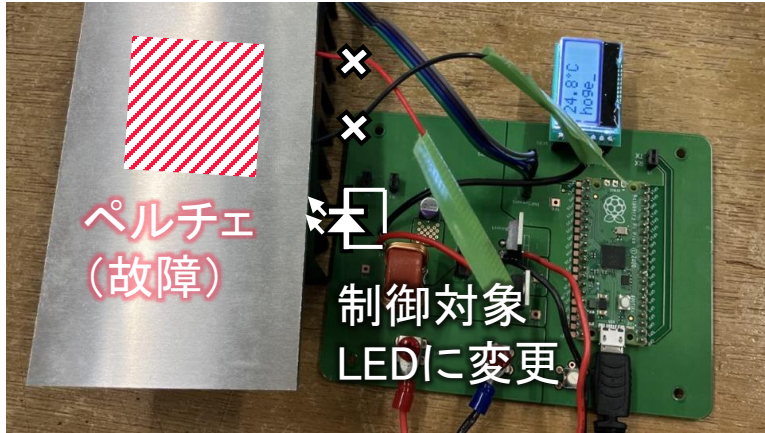
測定セットアップ



測定条件

- 測定条件は下記2つを想定
- 1. デューティー比40%一定の条件
 - 2. DC電源供給なし

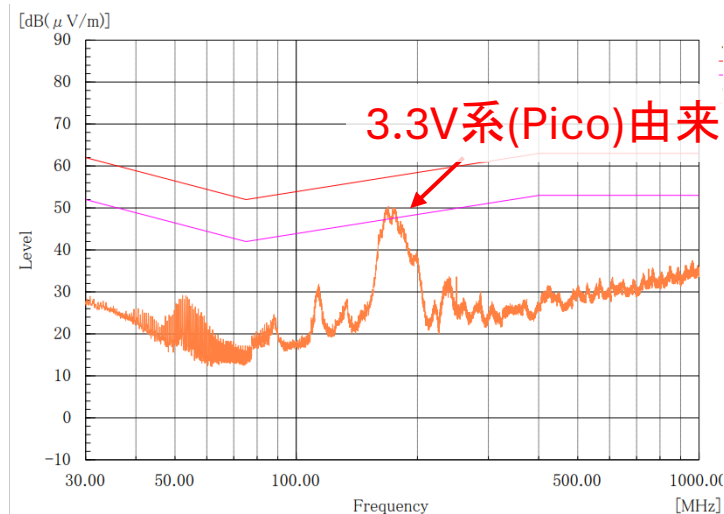
測定時トラブル



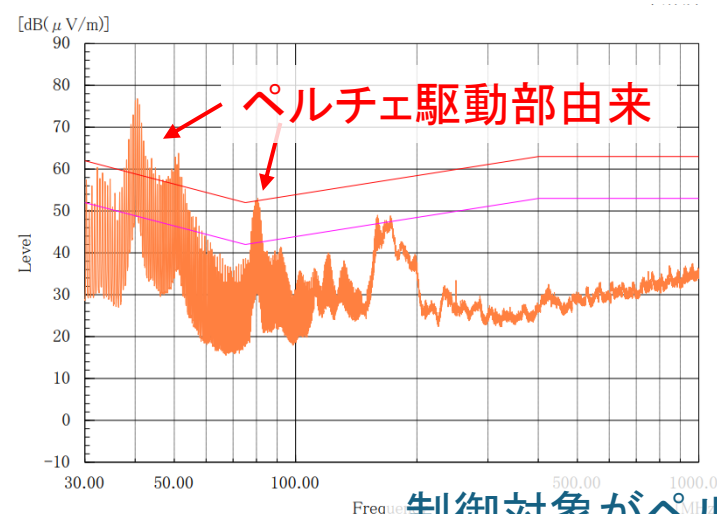
	DC電源供給なし	ペルチェ駆動	LED駆動
対策なし	①	②	③
対策済み	④	×	⑤

水平
偏波

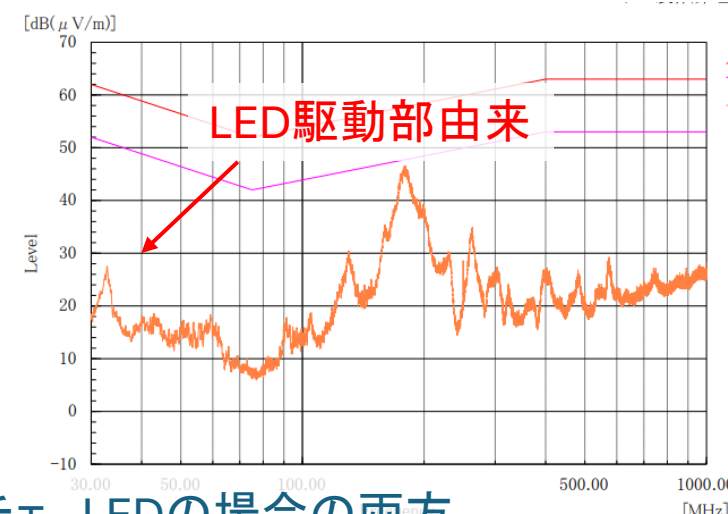
①ペルチェ駆動なし



②ペルチェ駆動(15V, 40%)

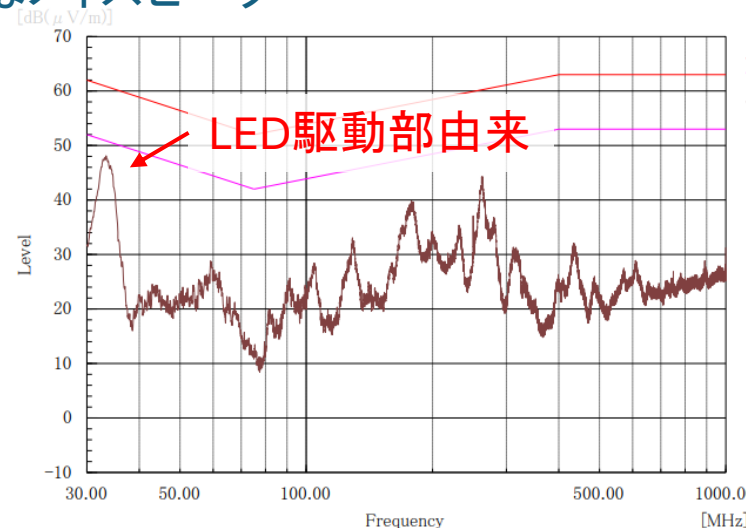
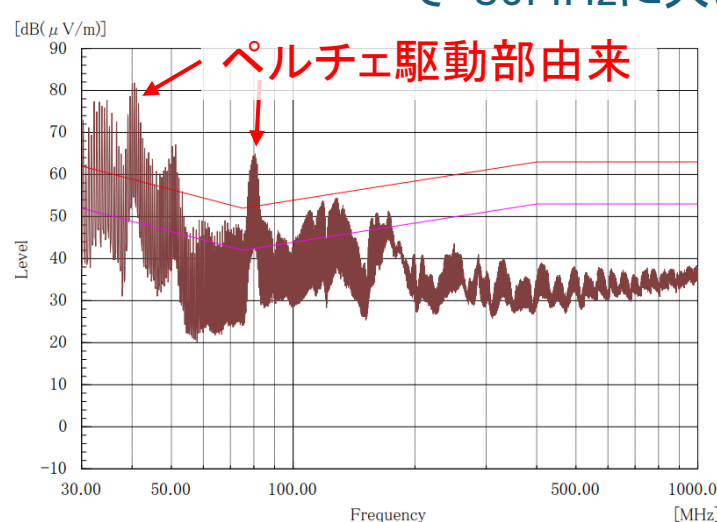
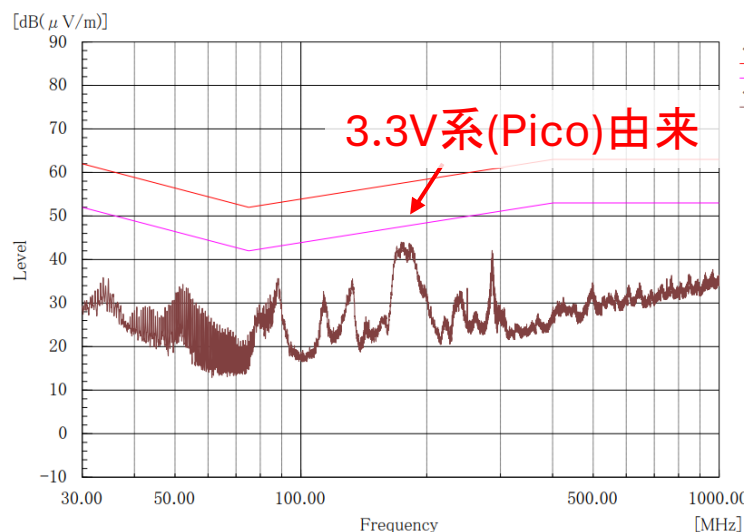


③LED駆動(5V, 40%)

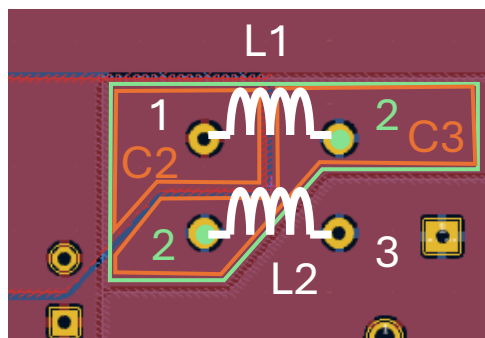


制御対象がペルチェ、LEDの場合の両方で~50MHzに大きなノイズピーク

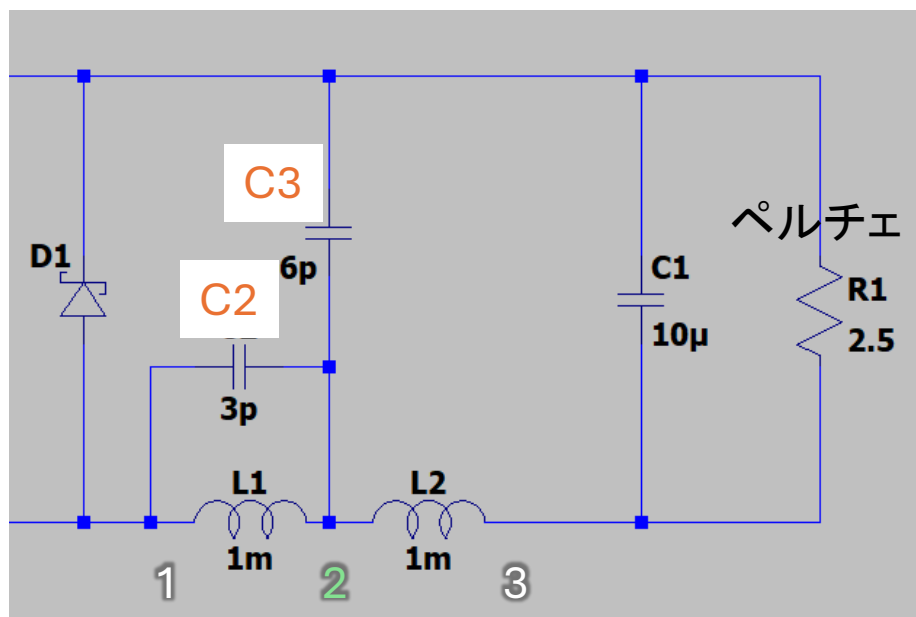
垂直
偏波



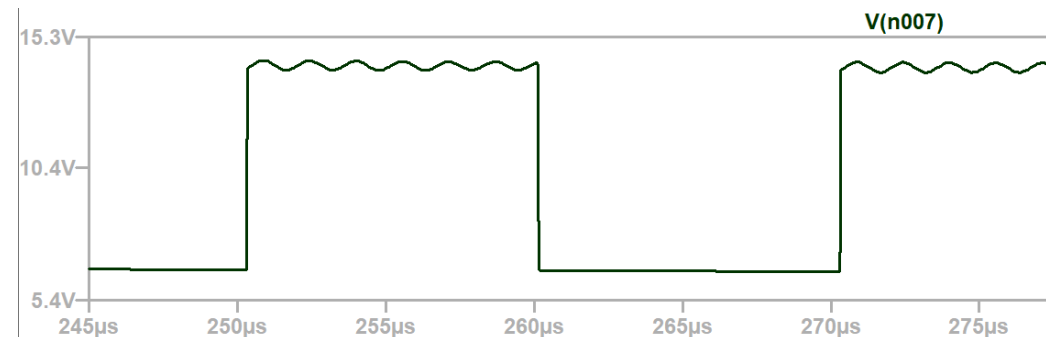
インダクタ中間の寄生容量



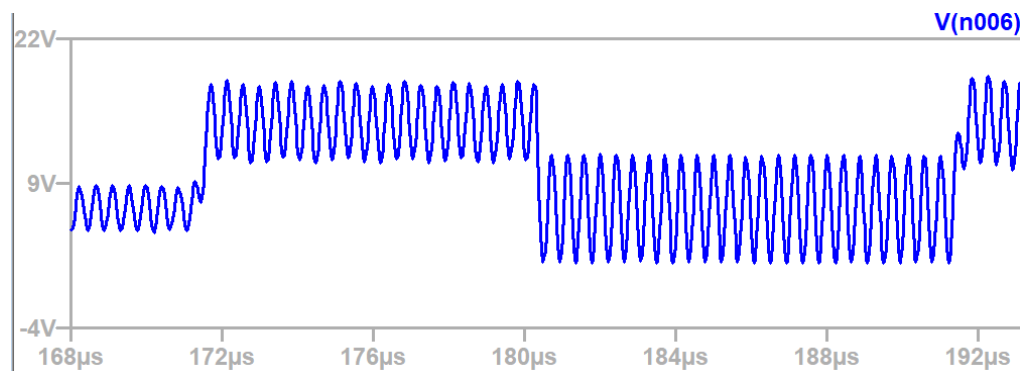
- ・インダクタの中間部分のパターンと周辺パターン間に大きな寄生容量が存在
- ・LC回路を構成→ノイズ源に



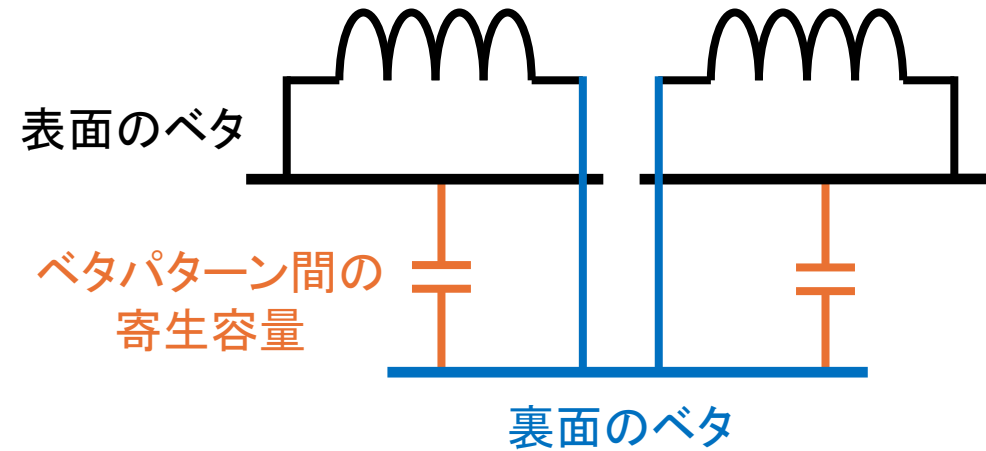
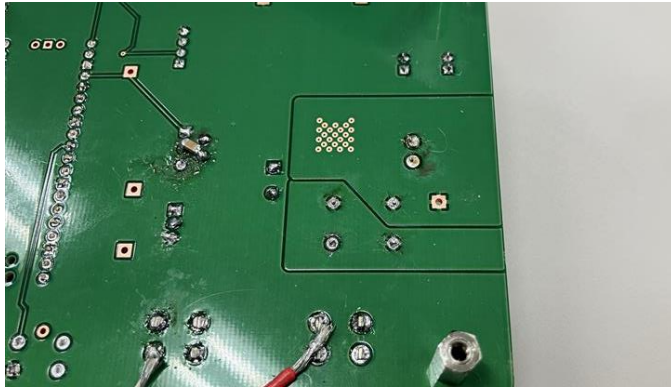
寄生容量なし



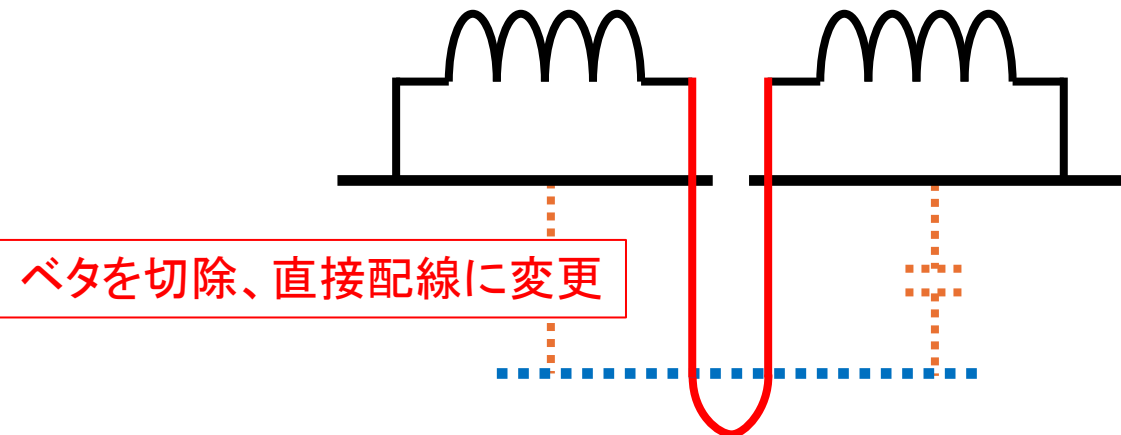
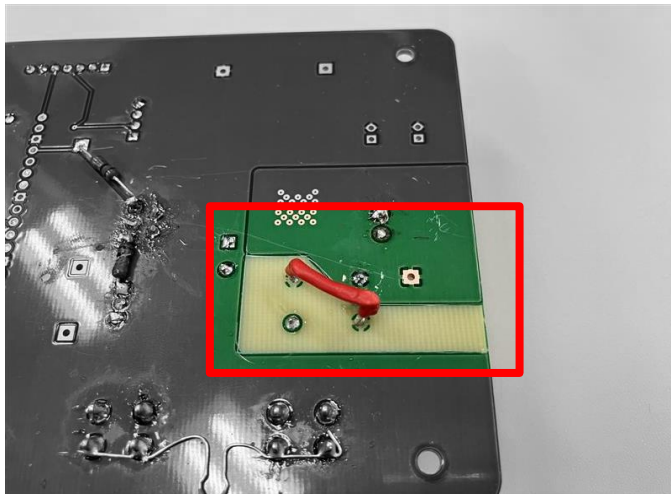
寄生容量あり



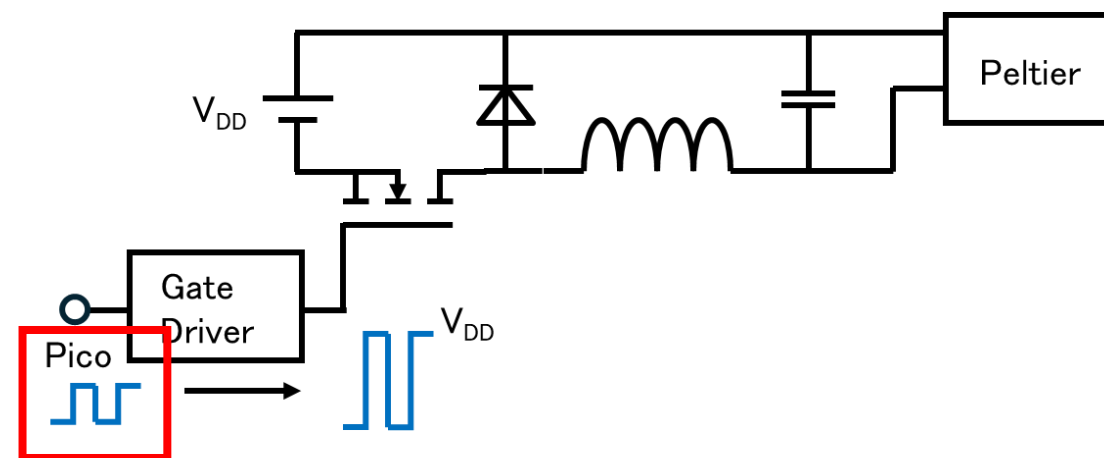
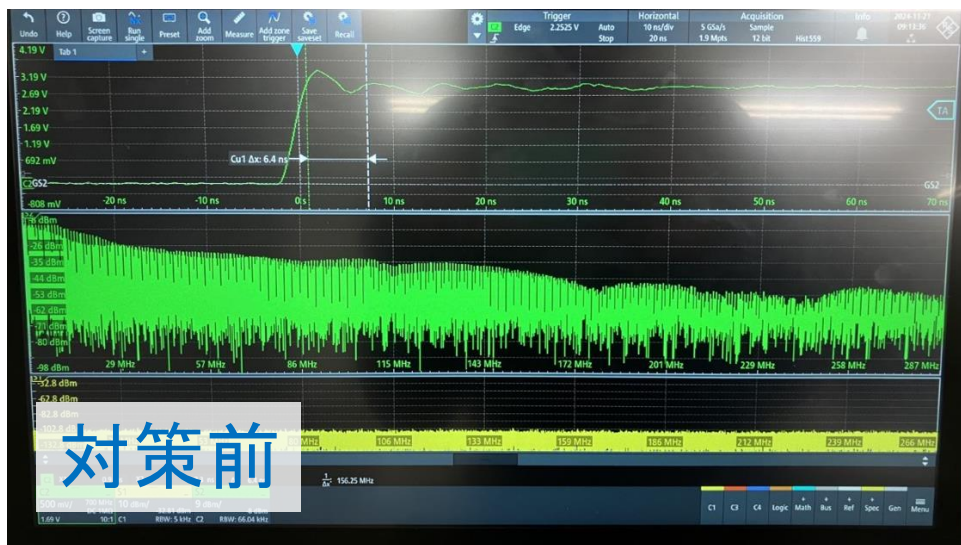
Before



After



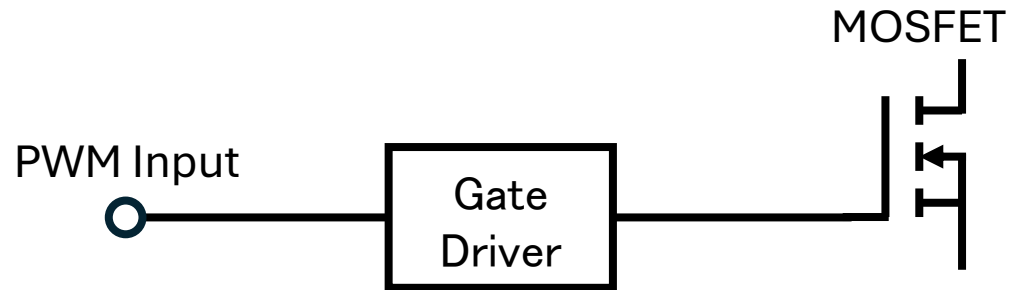
PWM信号のリングング



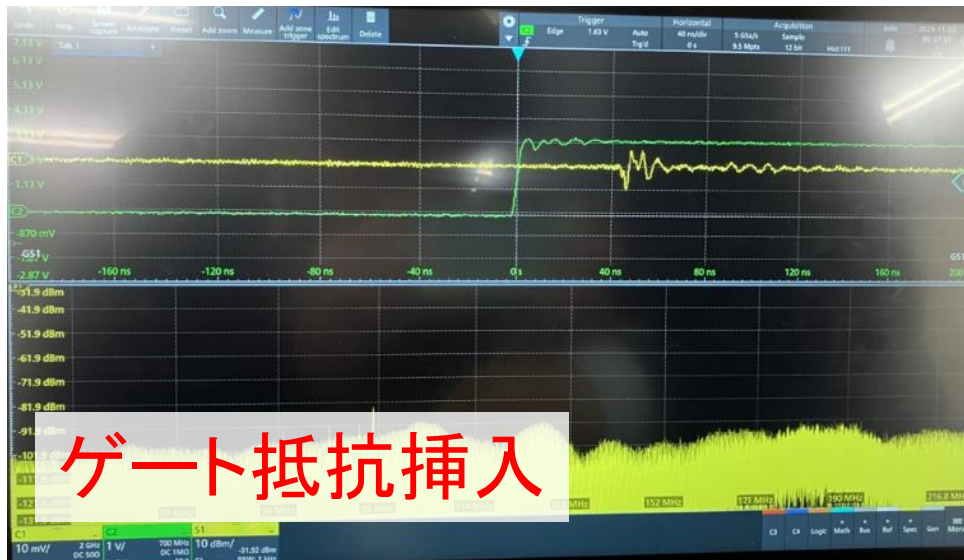
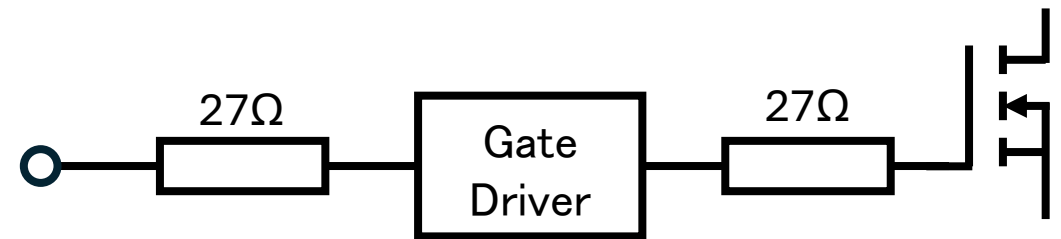
- ・PicoからゲートドライバへのPWM信号を確認すると、180MHz後半のリングングが発生していた
- 測定結果の、Pico由来のノイズの原因であると推測

対策② ゲート抵抗の挿入

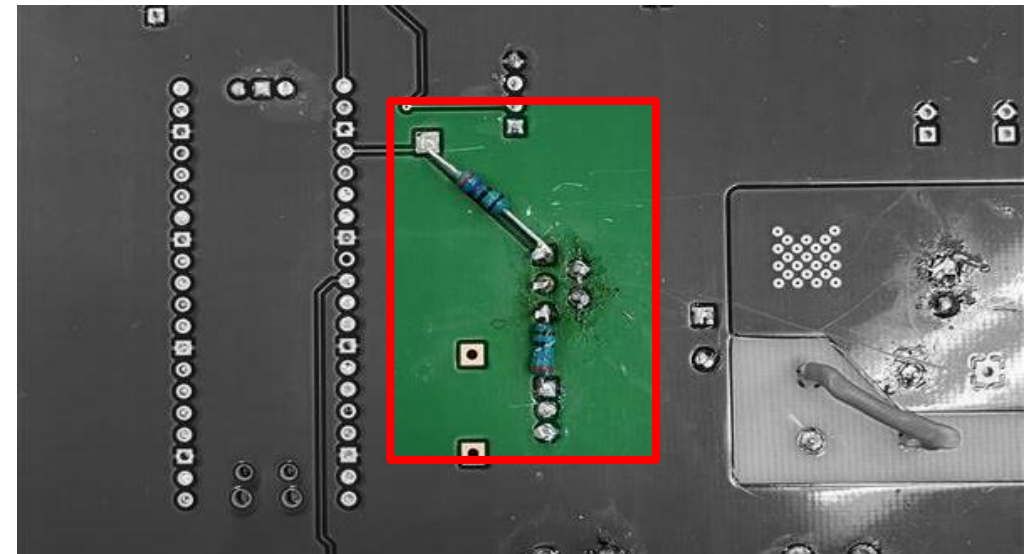
Before



After

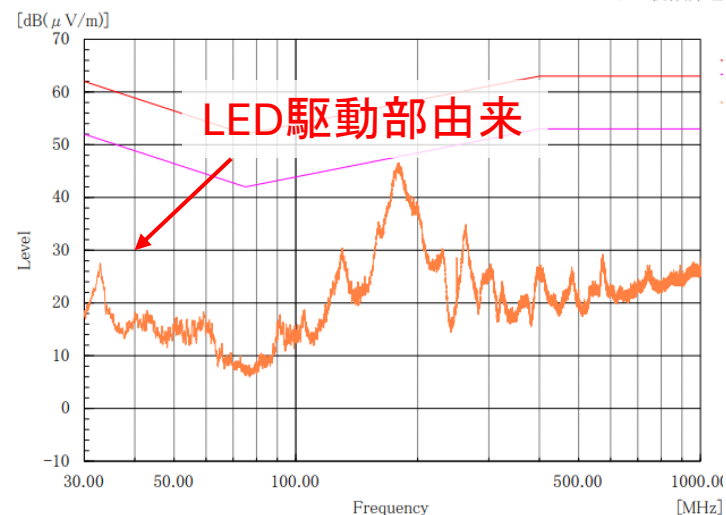


- ・Pico-ゲートドライバ間に27Ωのゲート抵抗を挿入
⇒リングングが抑制された

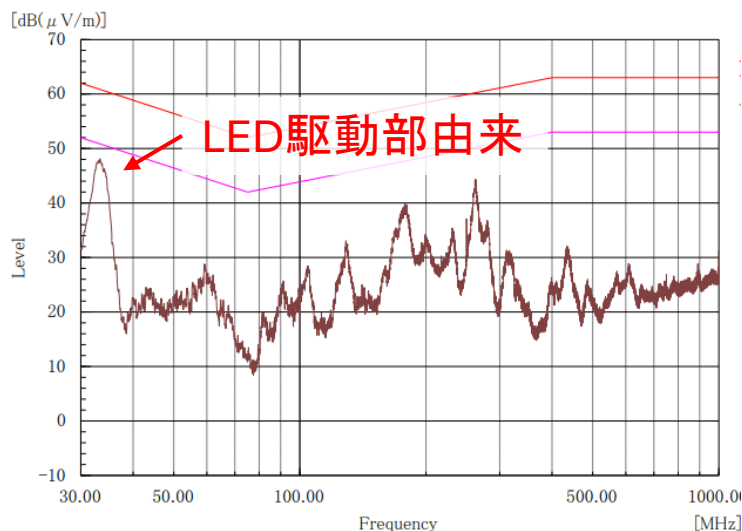


③対策前LED駆動(5V, 40%)

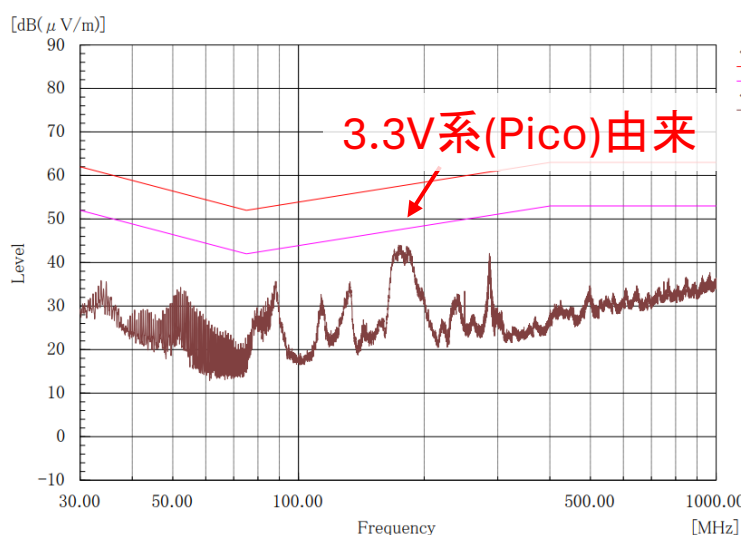
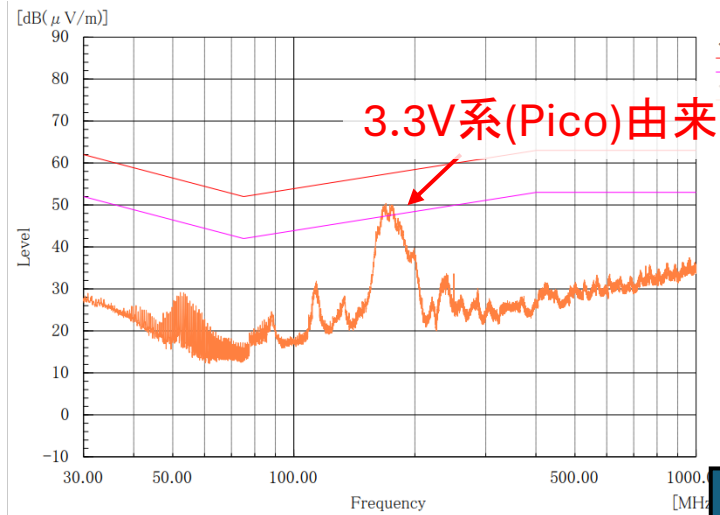
水平偏波



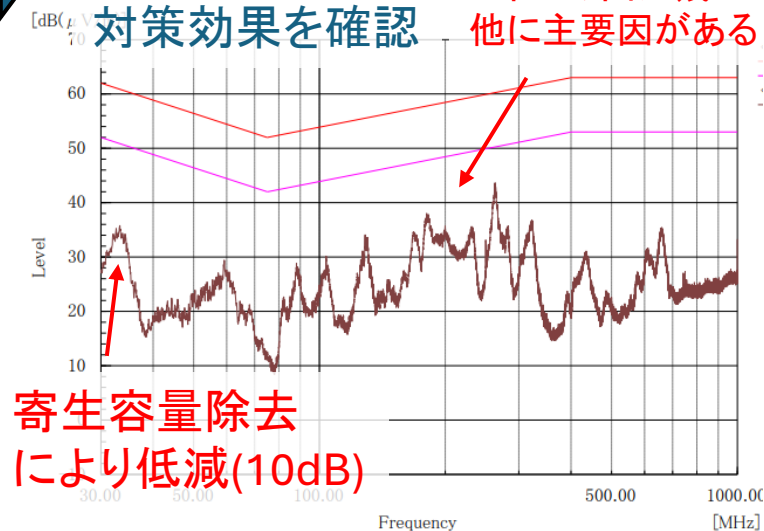
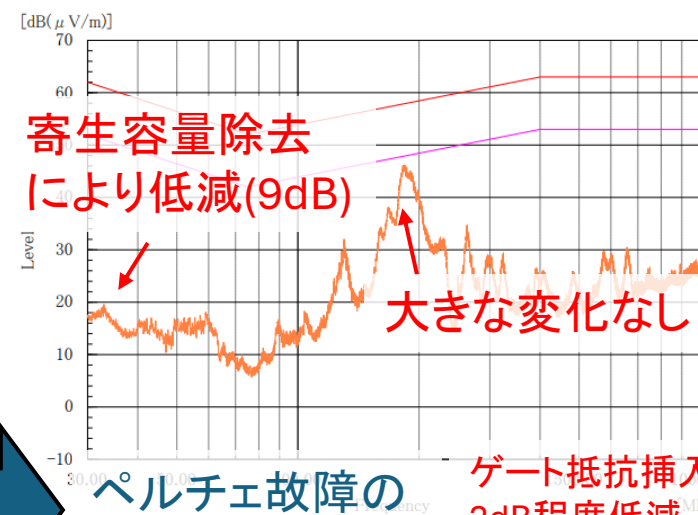
垂直偏波



①対策前LED駆動なし



⑤対策後LED駆動(5V, 40%)



ペルチェ故障のため、LEDで対策効果を確認

ゲート抵抗挿入により2dB程度低減
ノイズの山が残っており、他に主要因がある

製作物

- ペルチェをPWMで制御するスマホクーラーを作製
- ペルチェが測定中に故障したため、制御対象をLEDに変更し対策効果確認

エミッション対策

- ゲートドライバ前段へのゲート抵抗挿入
→わずかに効果はあったが、本質的でない
- パターン剥離により、寄生容量除去
→LED駆動にて対策効果あり
ペルチェ駆動時も効果が得られると考えられる



Hitachi Social Innovation is
POWERING GOOD