

BCPX3 評価キット

R30AN0327JJ0100

PLC 評価ボード設計ガイドライン

Rev.1.00

Nov 1, 2017

要旨

本書は、BCPX3 評価キット J80D1/J80D2 を例に、直流電力線通信(以降、DC PLC)向けの PLC モデム LSI (CPX3)と Power Amp (ISL15110)、電源 IC を搭載した PLC 評価ボードの部品配置、基板レイアウト、及び配線パターンに関する諸注意について解説します。PLC 評価ボードには、CPX3 直接駆動(以降、CPX 駆動)方式と CPX3+Power Amp 駆動(以降、PA 駆動)方式の 2 種類があり、各々の回路構成を記載しています。PA 駆動は CPX 駆動より出力レベルが 20dB 大きく、接続台数が多い場合や通信距離が長い場合に使用します。

【注】本書で解説します諸注意は、BCPX3 評価ボード J80D1、J80D2 を例にしたものです。お客様の評価ボードのサイズや搭載部品、レイアウトによっては、かならずしも効果的でない場合がございます。

目次

1. 駆動方式による回路構成	3
1.1 CPX 駆動	3
1.2 PA 駆動	4
2. 部品配置に関する注意事項	6
2.1 デカップリング容量の配置に関して	6
2.1.1 U1 (CPX3) 周辺部品 (CPX 駆動/PA 駆動 共通)	6
2.1.2 U3 (ISL15110) 周辺部品(PA 駆動)	8
2.2 水晶発振子周辺回路の配置(CPX 駆動/PA 駆動 共通)	9
2.3 直流電源供給回路 (CPX 駆動/PA 駆動 共通)	10
2.4 入出力保護回路 (CPX 駆動/PA 駆動 共通)	11
3. PCB レイアウトに関する注意事項	12
3.1 PCB 基板層数 (CPX 駆動/PA 駆動 共通)	12
3.2 GND 層 (CPX 駆動/PA 駆動 共通)	13
3.3 電源層 (CPX 駆動/PA 駆動 共通)	15
3.4 裏面 GND 及び放熱パターン(CPX 駆動/PA 駆動 共通)	16
3.5 U1 (CPX3)と U3 (ISL15110)の配線	17
3.5.1 U1 (CPX3)の信号配線(CPX 駆動/PA 駆動 共通)	17
3.5.2 U3 (ISL15110)の入出力信号線、電源、GND(PA 駆動)	18
3.5.3 直流電源供給線のレイアウト(CPX 駆動/PA 駆動 共通)	20
3.6 信号配線の分離	21
3.6.1 RXPGAIN 信号の分離 (CPX 駆動/PA 駆動 共通)	21
3.6.2 電源回路と RXPGAIN 信号(CPX 駆動/PA 駆動 共通)	24
3.7 その他(CPX 駆動/PA 駆動 共通)	26
4. 配線パターンに関する注意事項	28
4.1 配線長	28

4.2 配線幅.....	28
4.3 配線間ギャップ.....	28

1. 駆動方式による回路構成

本章では、CPX 駆動と PA 駆動の回路構成を図 1-1、図 1-2 に示します。

1.1 CPX 駆動

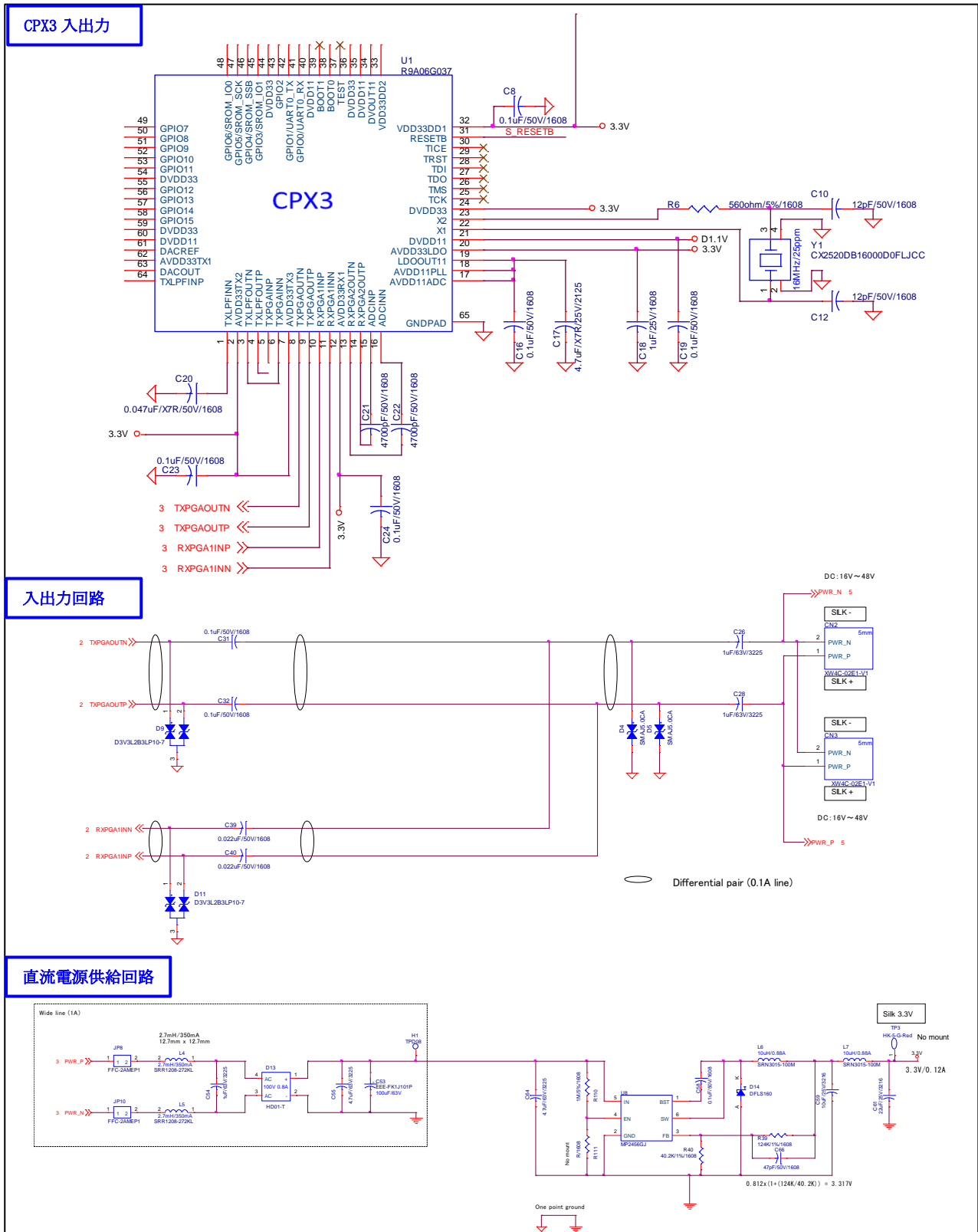
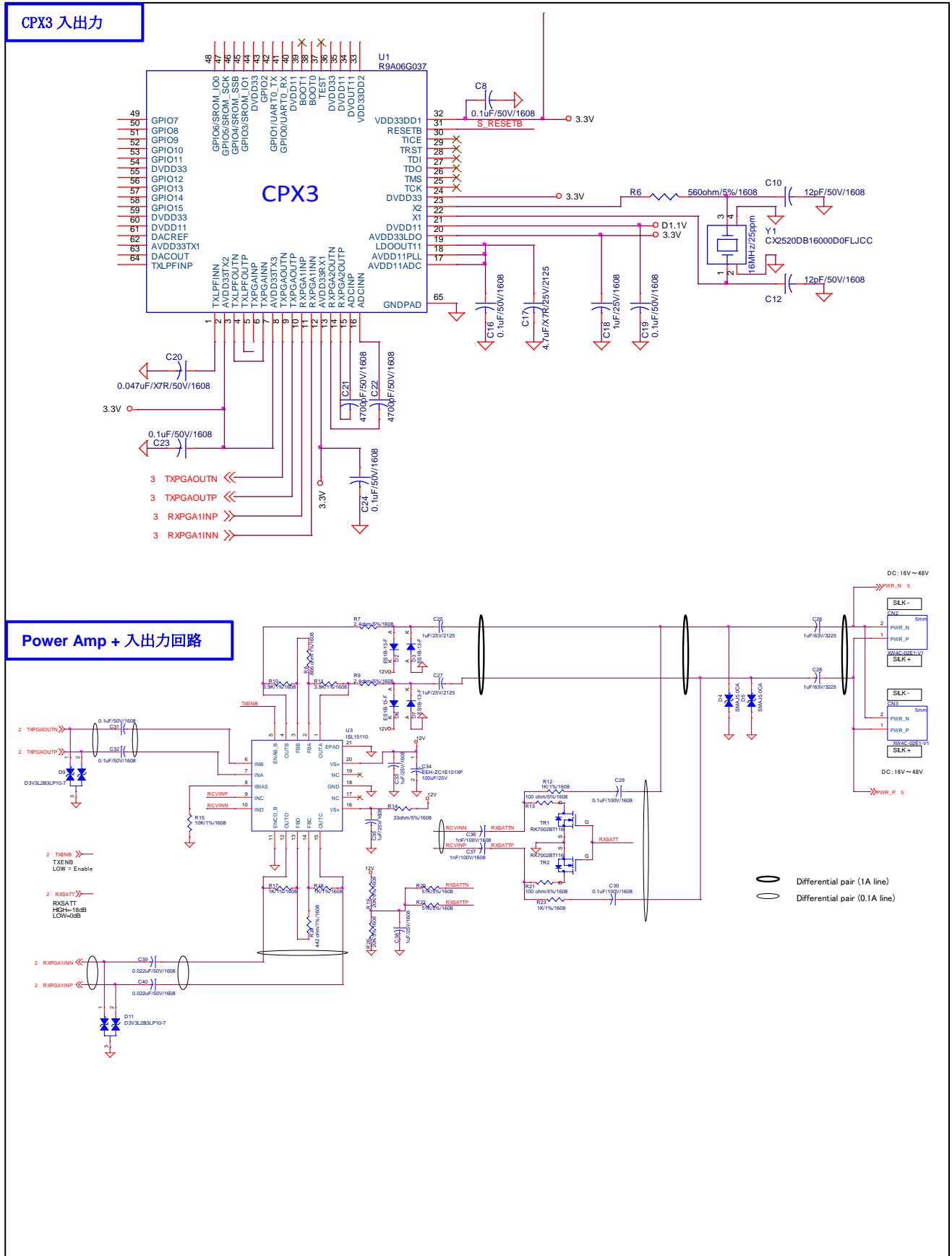


図 1-1 主要回路構成 (CPX 駆動)

1.2 PA 駆動



直流電源供給回路

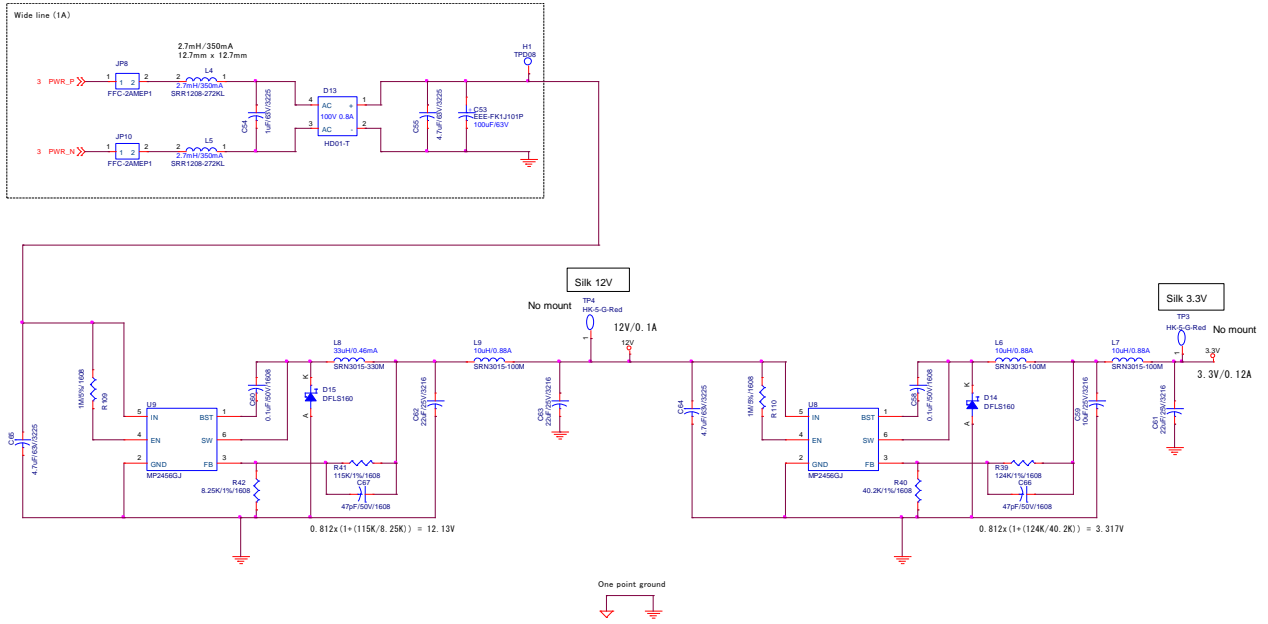


図 1-2 主要回路構成 (PA 駆動)

2. 部品配置に関する注意事項

2.1 デカップリング容量の配置に関して

2.1.1 U1 (CPX3) 周辺部品 (CPX 駆動/PA 駆動 共通)

U1 (CPX3)のデカップリング容量 C2~C9、C11、C14、C16、C17、C23、C24については、図 2-1 に示す様に、それぞれの端子の近傍に配置し、配線パターンを短くしてください。部品配置に関しては、3.7 項も合わせて参考にしてください。

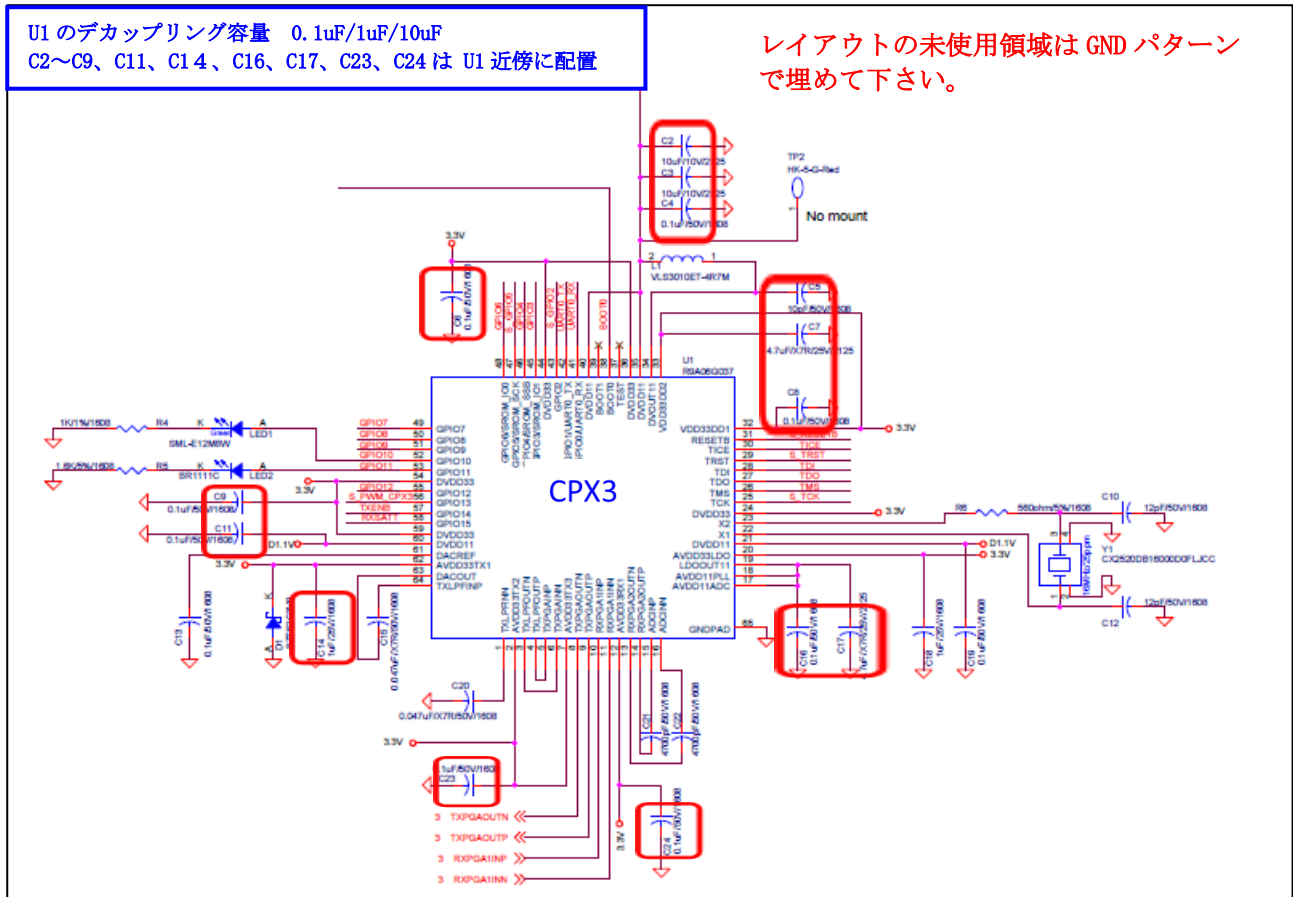


図 2-1 U1 (CPX3)近傍に配置するデカップリング容量

例：U1 (CPX3)近傍の1層/4層のデカップリング容量の配置例を図 2-2 に示します。

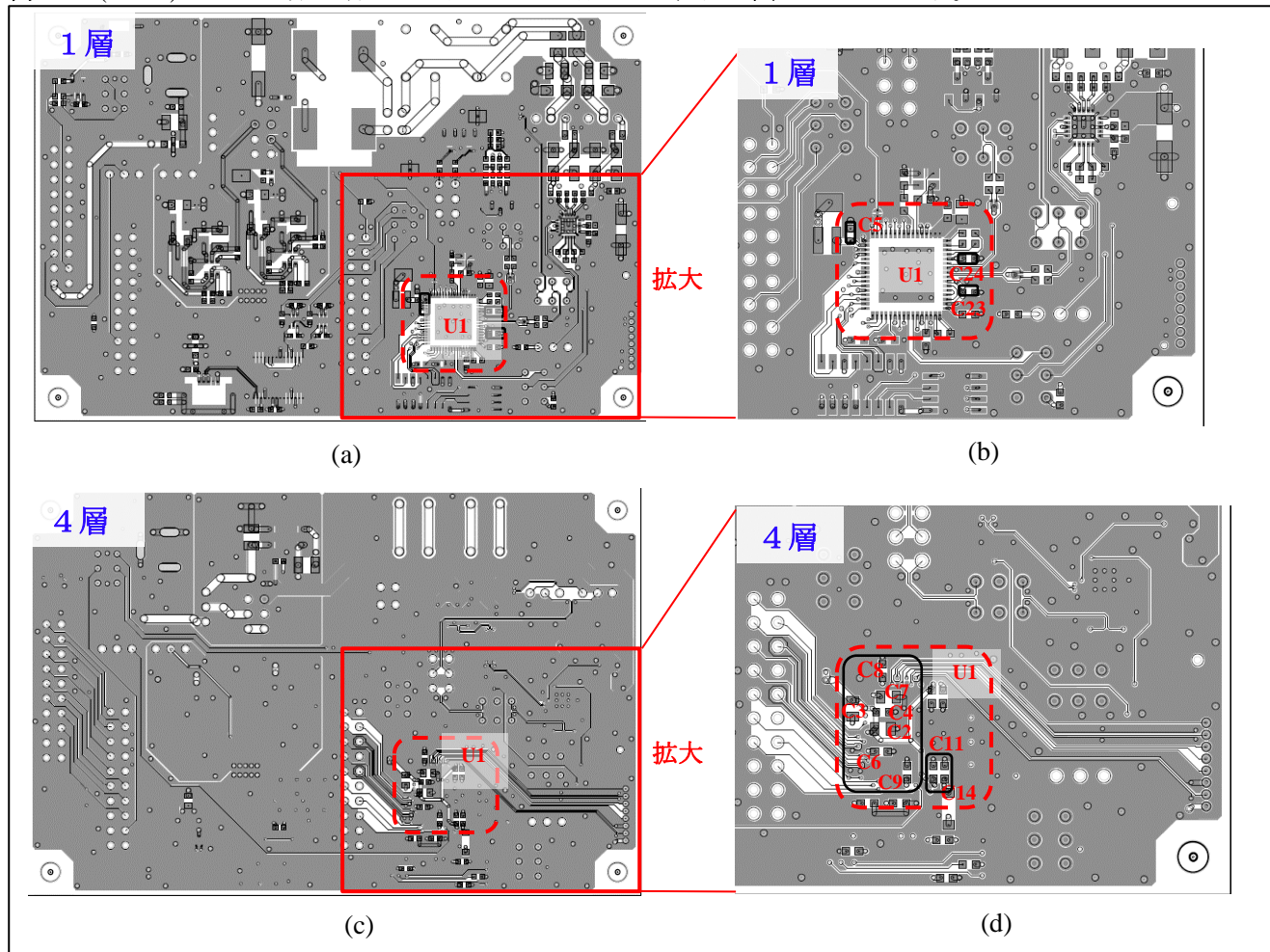


図 2-2 U1 (CPX3)近傍の1層/4層のデカップリング容量の配置例

2.1.2 U3 (ISL15110) 周辺部品(PA 駆動)

U3 (ISL15110) のデカップリング容量 C33~C35 は、図 2-4 に示す様に、それぞれの端子の近傍に配置し、配線パターンを短くしてください。部品配置に関しては、3.8 項も合わせて参考にしてください。

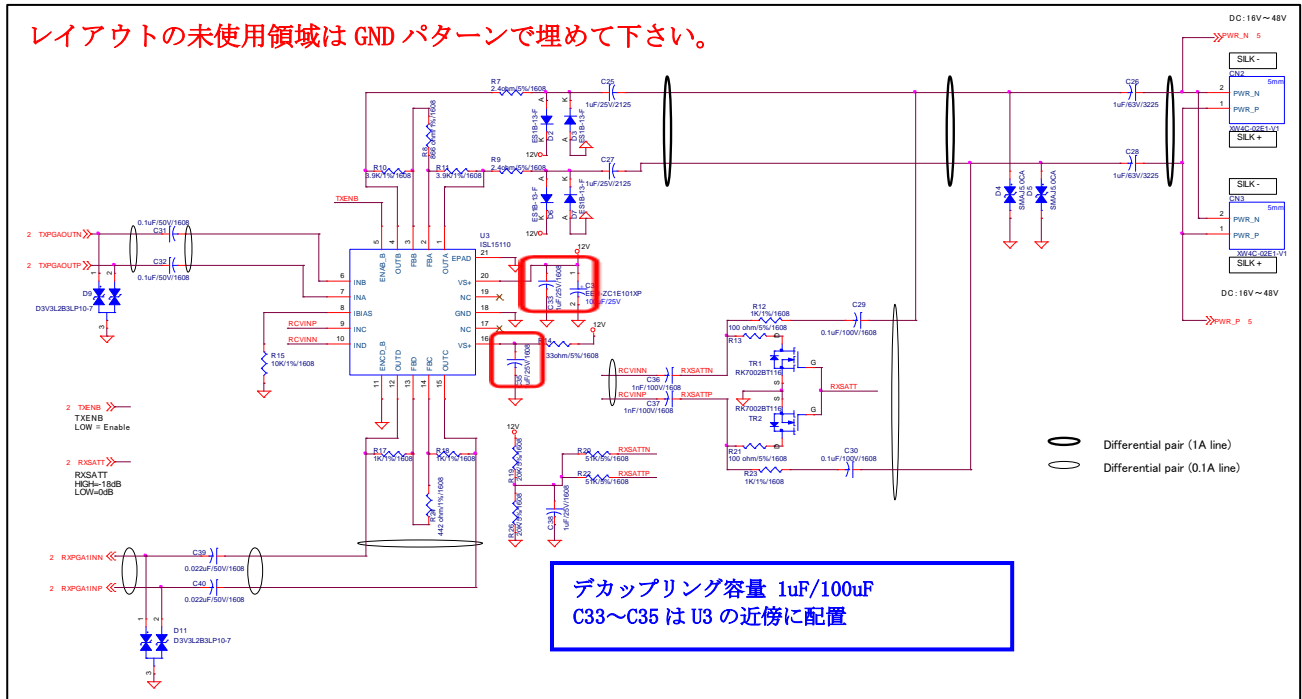


図 2-3 U3(ISL15110)近傍に配置するデカップリング容量

例：U3(ISL15110)近傍の 1 層/4 層のデカップリング容量の配置例を図 2-4 に示します。

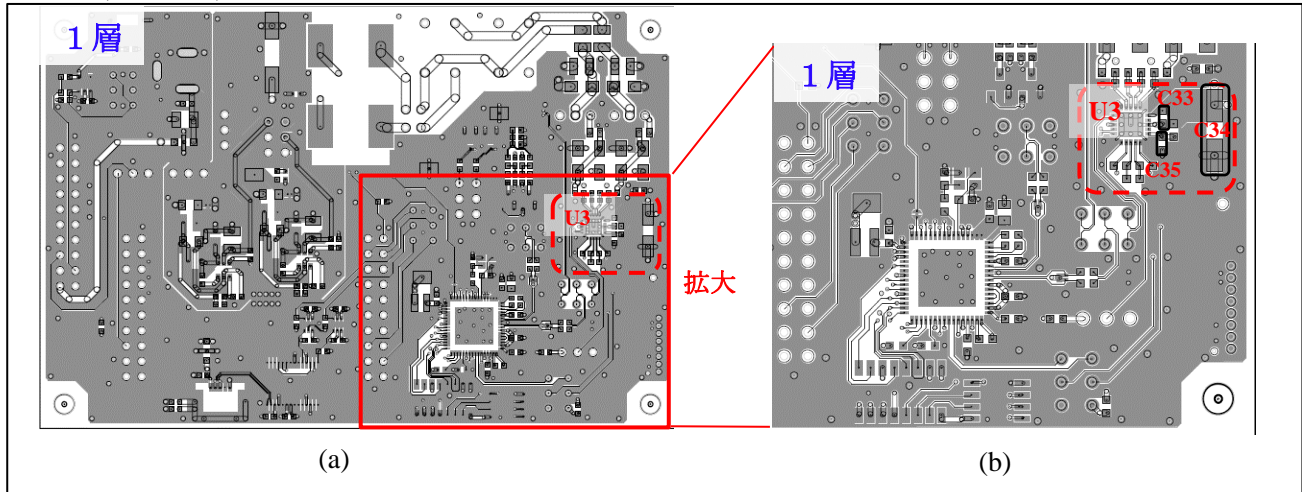


図 2-4 U3 (ISL15110)近傍のデカップリング容量配置例

2.2 水晶発振子周辺回路の配置(CPX 駆動/PA 駆動 共通)

水晶発振子(Y1)、R6、C10、C12は、図2-5に示す様に、極力U1(CPX3)の近傍に配置し、配線パターンを短くしてください。また、水晶発振子の下面及び周囲にGNDベタ・パターンを配置してください。

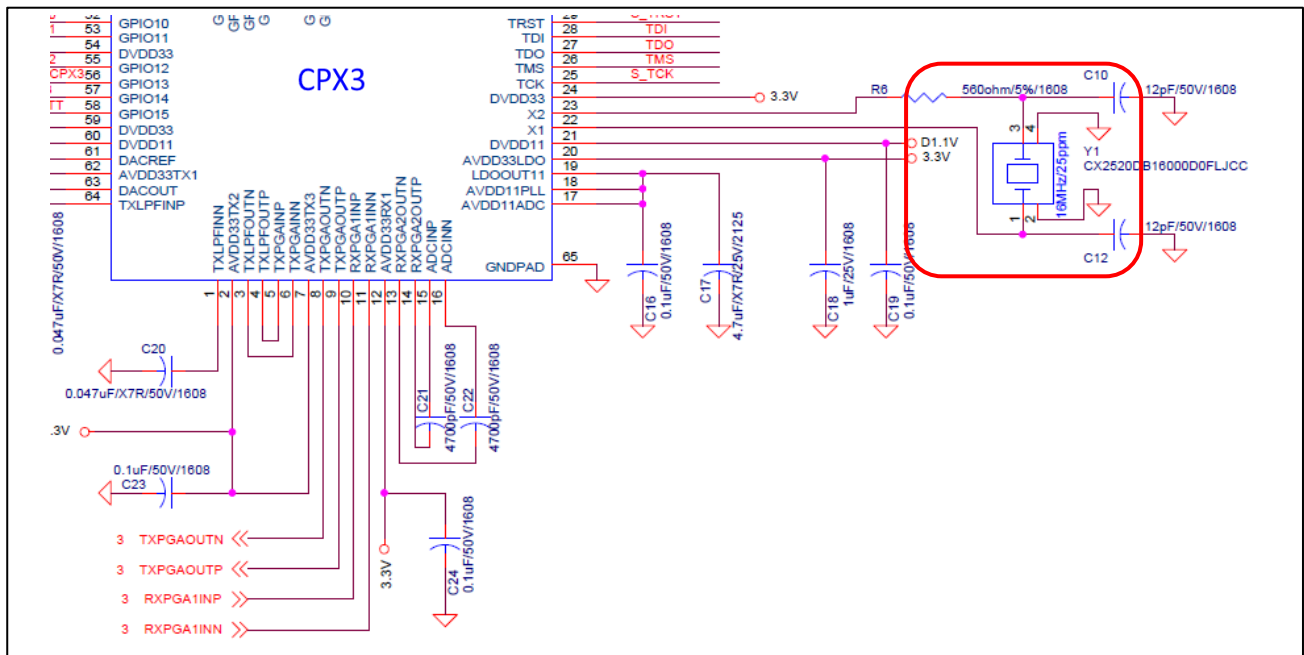


図 2-5 水晶発振子の周辺回路

例：水晶発振子(Y1)、R6、C10、C12の配置例を図2-6に示します。

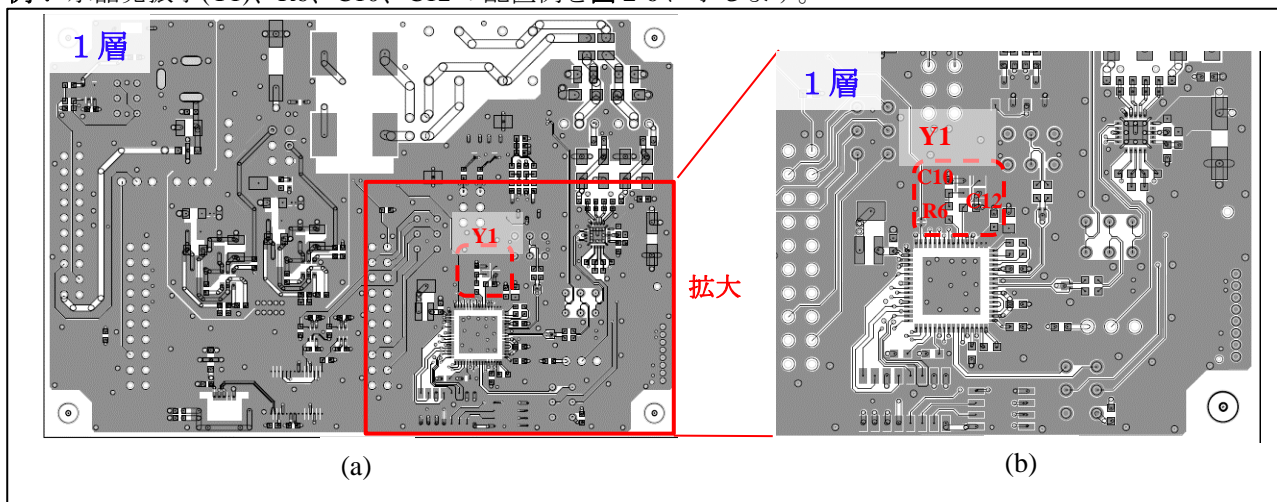


図 2-6 水晶発振子と周辺回路の配置例

2.3 直流電源供給回路 (CPX 駆動/PA 駆動 共通)

DC PLC 通信時に電源回路のインピーダンスの影響を受けないために、インピーダンスを高くする目的で、図 2-7 に示す様に、L4、L5 のインダクタンス及び C54 の容量を挿入することを推奨します。

L4、L5 のインダクタンス値の選定方法は、DC PLC 受信部入力インピーダンスが 1~2kΩ なので、電源回路側のインピーダンスが DC PLC 受信部入力インピーダンスに影響を与えない様に使用する周波数帯のインピーダンスを 2 倍以上に設定します。

PLC 評価ボードの L4、L5 は 2.7mH であり、例えば、150kHz 時のインピーダンス Z_L は次式となります。

$$Z_L = 2\pi fL = 2 \times 3.14 \times 150\text{kHz} \times 2.7\text{mH} = 2.54\text{k}\Omega$$

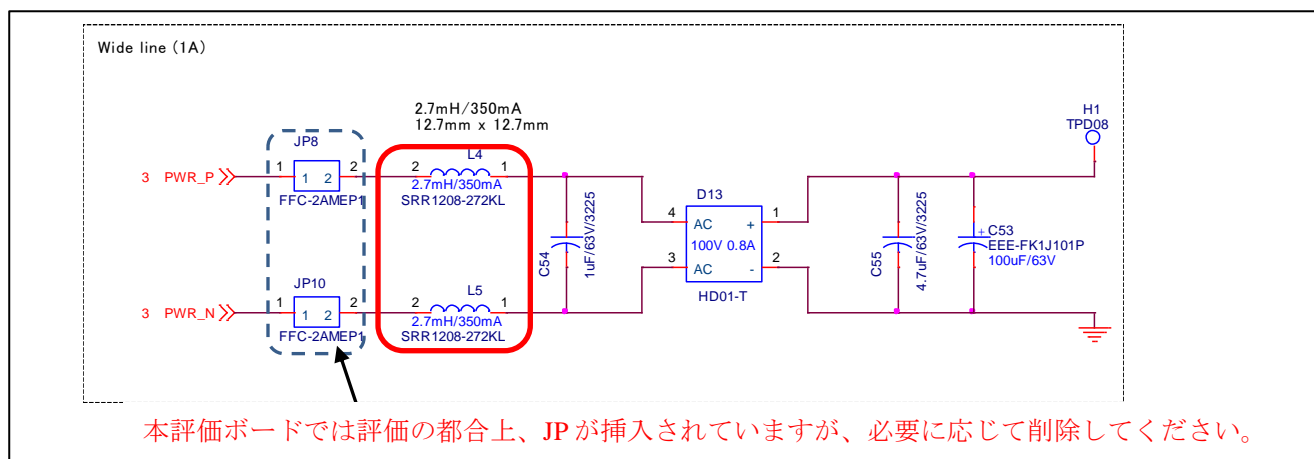


図 2-7 直流電源供給回路

2.4 入出力保護回路 (CPX 駆動/PA 駆動 共通)

PLC 評価ボードの CPX 駆動、PA 駆動の入出力回路は、図 2-8 に示す様に、保護回路を挿入することを推奨します。

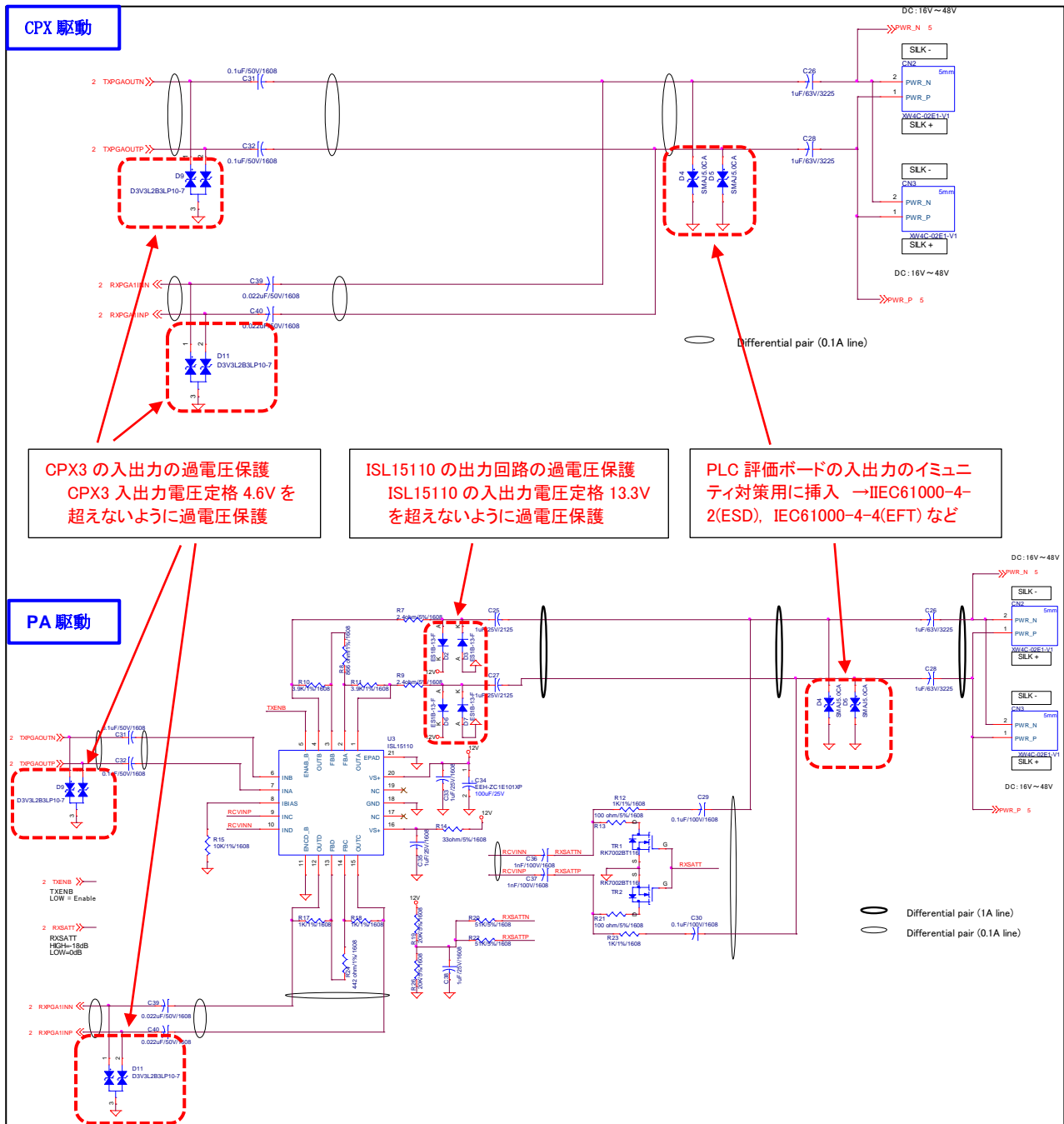


図 2-8 入出力保護回路

3. PCB レイアウトに関する注意事項

本章では、PLC 評価ボードの PCB レイアウトについて説明します。

3.1 PCB 基板層数 (CPX 駆動/PA 駆動 共通)

PLC 評価ボードの PCB 基板は、4 層以上の基板を推奨します。各層の構成例を図 3-1 に示します。特に、信号分離、ノイズ遮蔽、放熱のためには 2 層もしくは 3 層に GND 層の形成が重要になります。また、信号層である 1 層と 2 層の未使用領域は GND パターンで埋め、1 層、2 層、4 層の各層の GND パターンを強化するために、多くのビア・ホールで接続することを推奨します。さらに、U3 (ISL15110) については放熱を十分考慮した設計を行ってください。

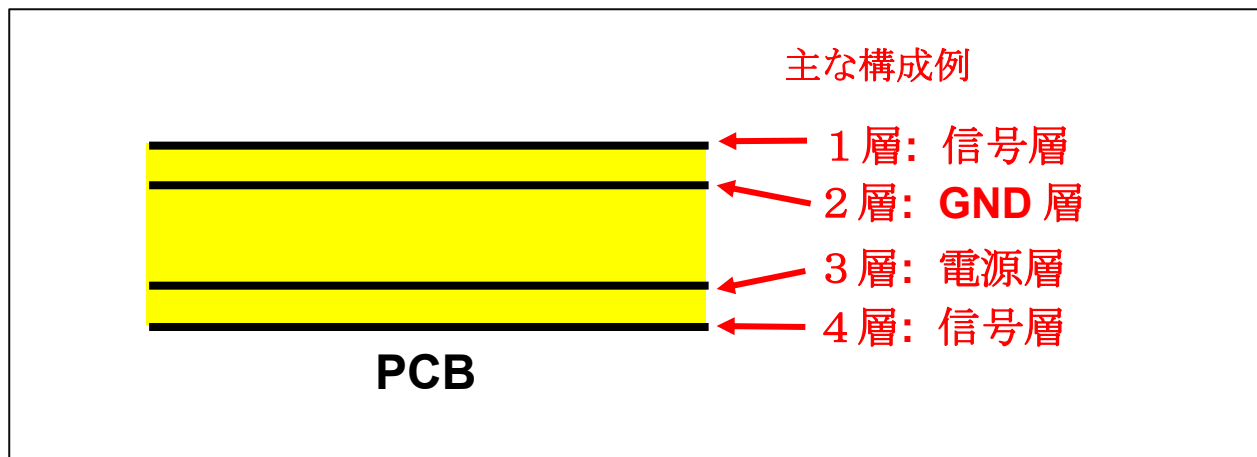


図 3-1 4 層基板の層構成の例

3.2 GND 層 (CPX 駆動/PA 駆動 共通)

GNDは単層(2層もしくは3層)で構成することを推奨します。デジタル GNDとアナログ GNDを分離せず、ベタ GNDとします。但し、電源回路からのノイズの影響を避けるため、電源回路の GND パターンの他のアナログ及びデジタルのベタ GND パターンとは分離することが効果的です。図 3-2 に電源回路の GND パターンと他のアナログ及びデジタルのベタ GND パターンを1層、2層、4層で分離し、1層を1か所でのみ接続した PCB レイアウトの例を示します。

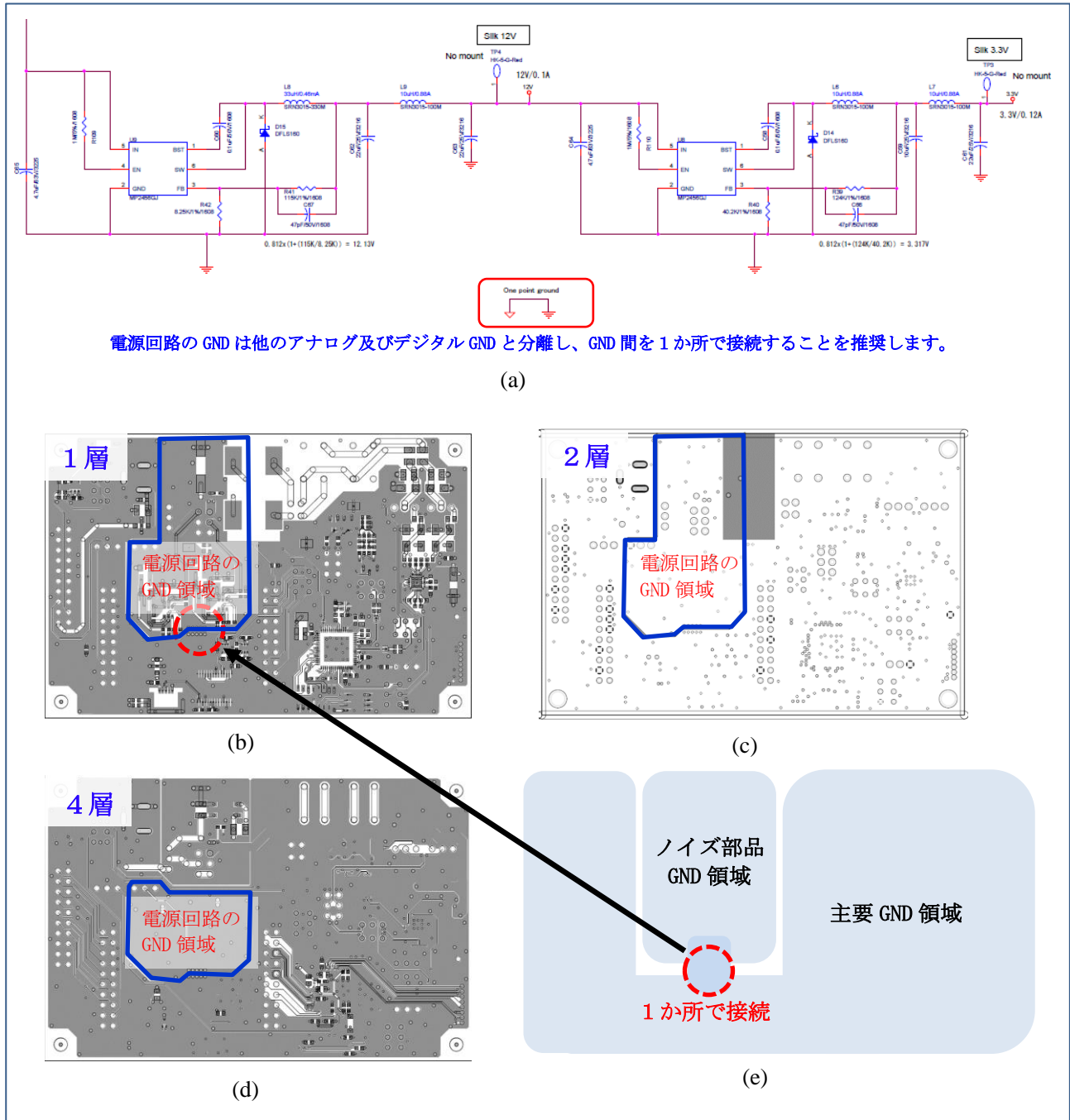


図 3-2 GND パターンの例

その他、GND パターンに関する注意事項を図 3-3 に示します。PCB レイアウトでは未使用領域を GND パターンで埋め、多くのビア・ホールで接続してください。小さな島状領域になったり、信号配線に並走させてノイズのアンテナになったりする様な場合には、無理に GND パターンで埋める必要はありません。特に、インダクタンスの下は GND パターンで埋めないでください。

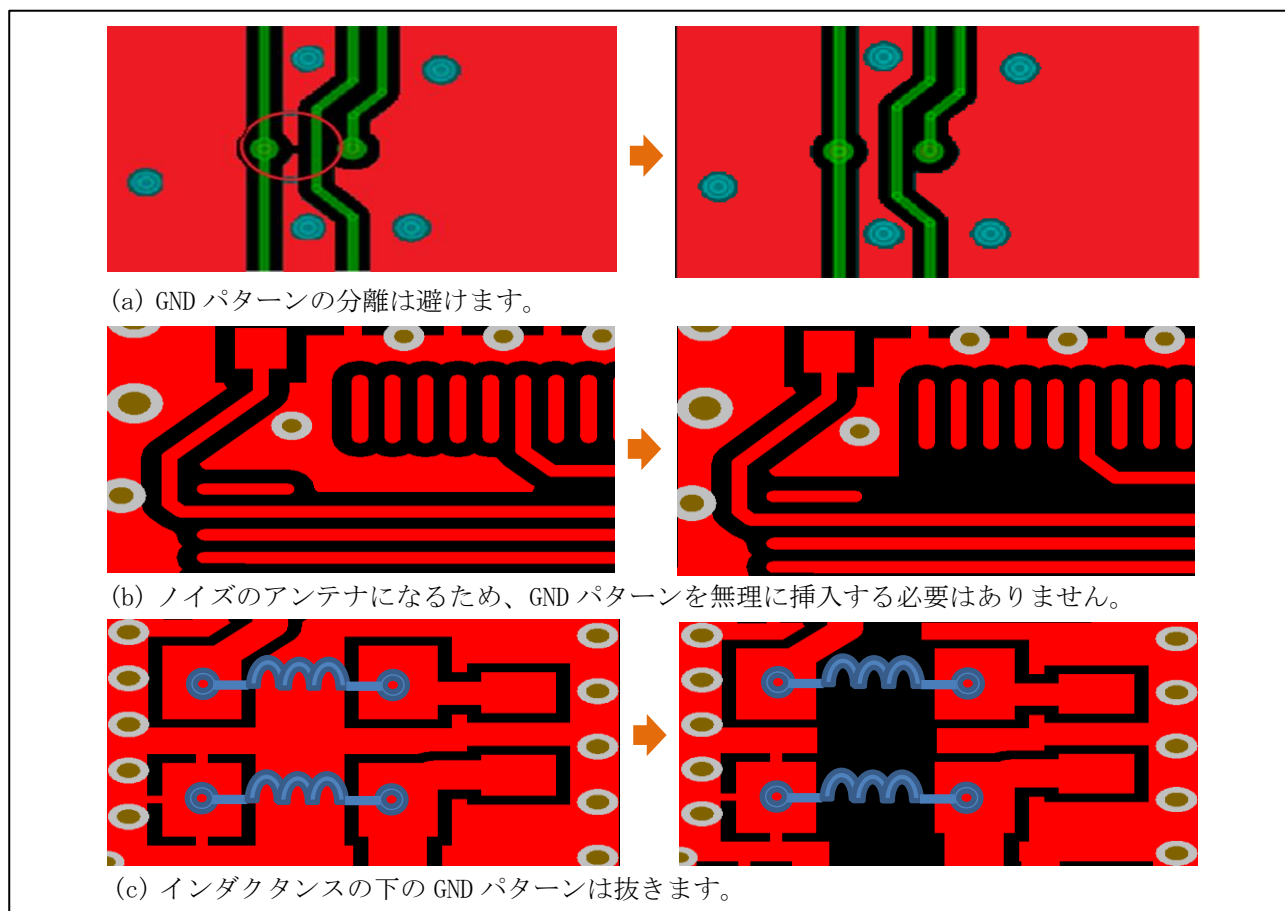


図 3-3 GND パターンの注意事項

3.3 電源層 (CPX 駆動/PA 駆動 共通)

電源層は、PLC 評価ボードで使用している 3.3V 電源領域と 12V 電源領域を配置し、電源領域以外の部分は GND パターンを配置することを推奨します。図 3-4 に 3 層に構成した電源層のレイアウトパターン例を示します。

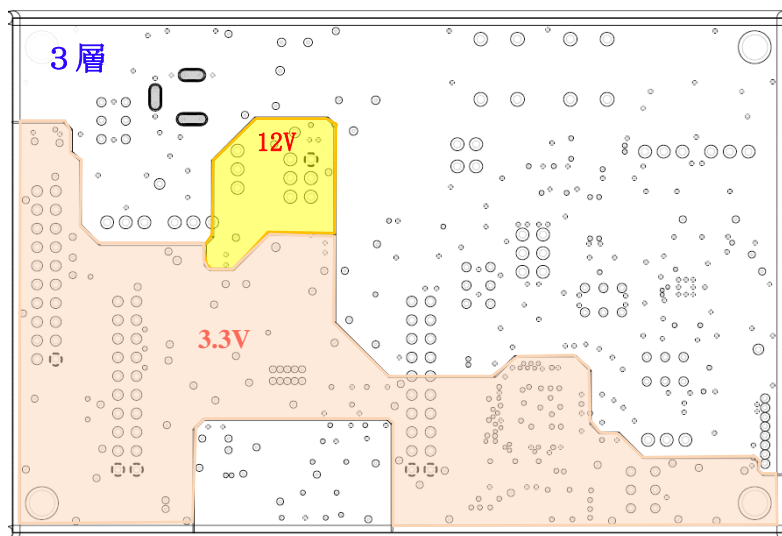


図 3-4 評価ボードの電源層の例

尚、電源ノイズが大きく電源領域間で干渉の懸念があるときは、図 3-5 に示す様に、電源配線間に GND 配線 (GND 用ビア・ホールが配置できるスペースを確保) を挿入して、ノイズの影響を最小限に抑えるようにすることを推奨します。

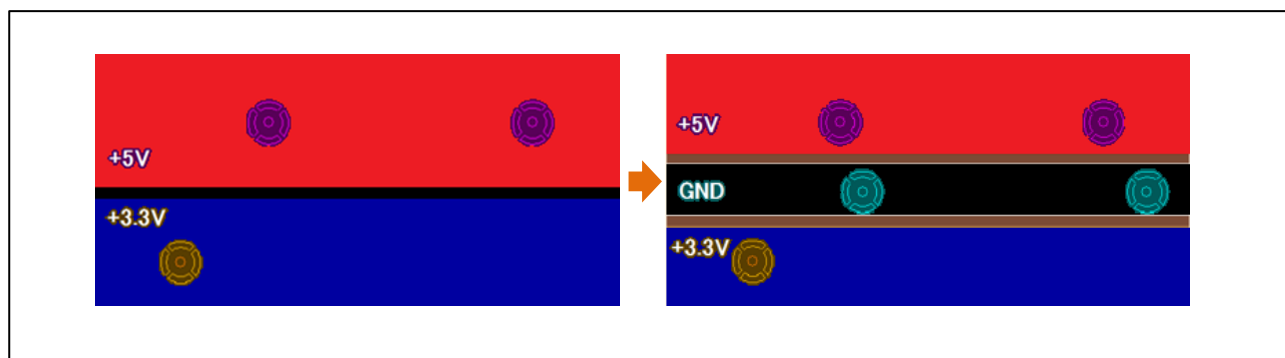


図 3-5 電源パターンの注意事項

3.4 裏面 GND 及び放熱パターン(CPX3 駆動/PA 駆動 共通)

U1 (CPX3)と U3 (ISL15110)は、裏面 GND を接続し、GND 強化及び放熱を考慮する必要があります。図 3-6 に示す様に、裏面 PAD を接続する GND パターンを各基板層に形成し、ビア・ホールで各層を接続してください。GND パターンにはビア・ホール(推奨：径 0.3mm、CPX3：9 個以上、ISL15110：8 個以上)を配置してください。また、裏面 PAD を接続する GND パターンは、1 層もしくは 4 層にてベタ GND パターンと太い配線(目安：3mm 以上)で接続してください。

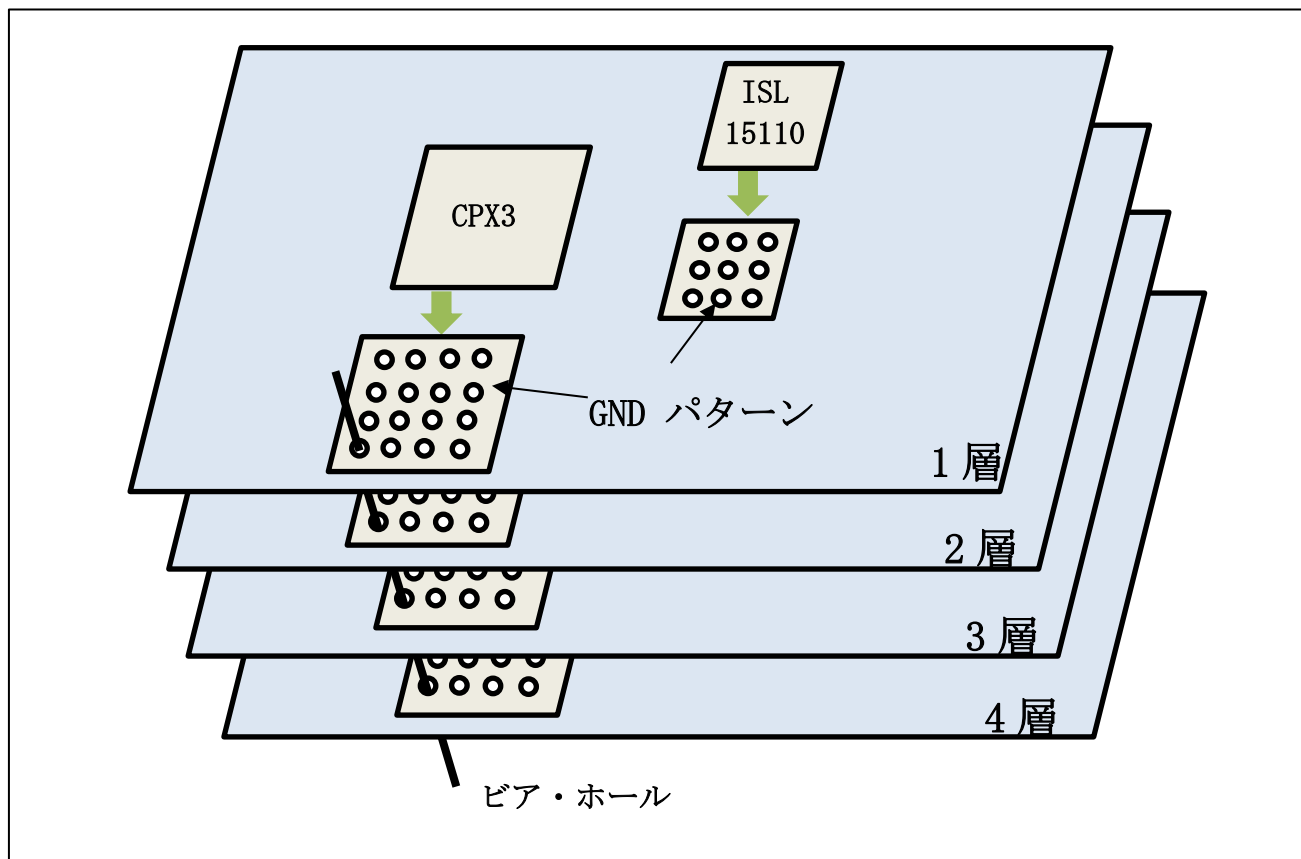
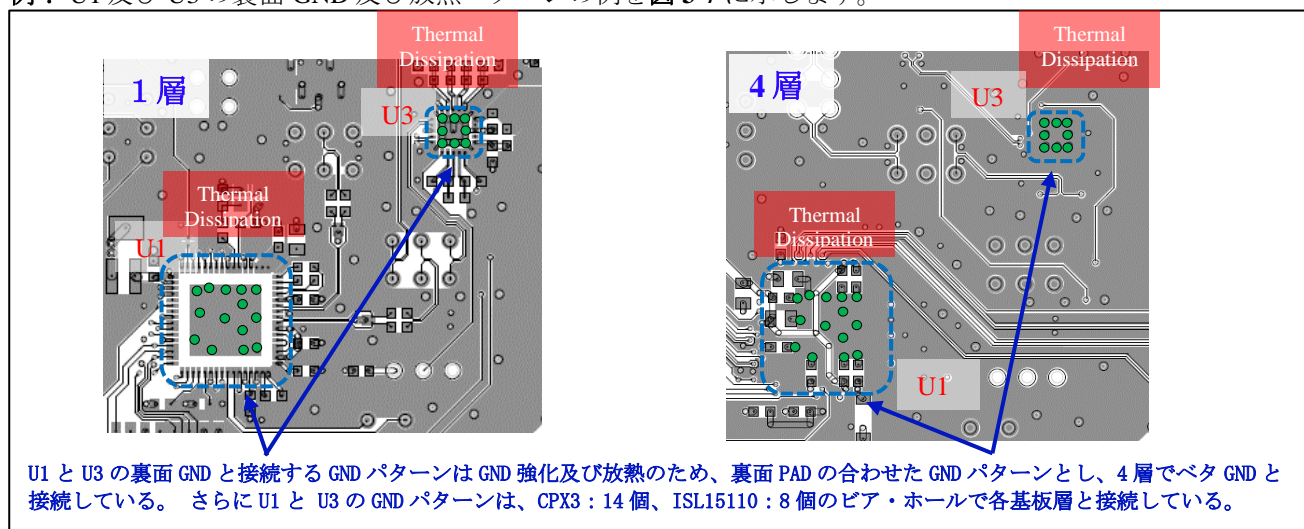


図 3-6 裏面 GND 及び放熱パターンの例

例：U1 及び U3 の裏面 GND 及び放熱パターンの例を図 3-7 に示します。



U1 と U3 の裏面 GND と接続する GND パターンは GND 強化及び放熱のため、裏面 PAD の合わせた GND パターンとし、4 層でベタ GND と接続している。さらに U1 と U3 の GND パターンは、CPX3：14 個、ISL15110：8 個のビア・ホールで各基板層と接続している。

図 3-7 U1 及び U3 の裏面 GND 及び放熱パターンの例

3.5 U1 (CPX3)と U3 (ISL15110)の配線

3.5.1 U1 (CPX3)の信号配線(CPX 駆動/PA 駆動 共通)

U1 (CPX3)の送信信号 TXPGAOUT と受信信号 RXPGAIN は差動信号です。差動信号配線は、等長配線し、GND でシールドしてください。図 3-8 に U1 (CPX3)の信号配線の注意事項を示します。

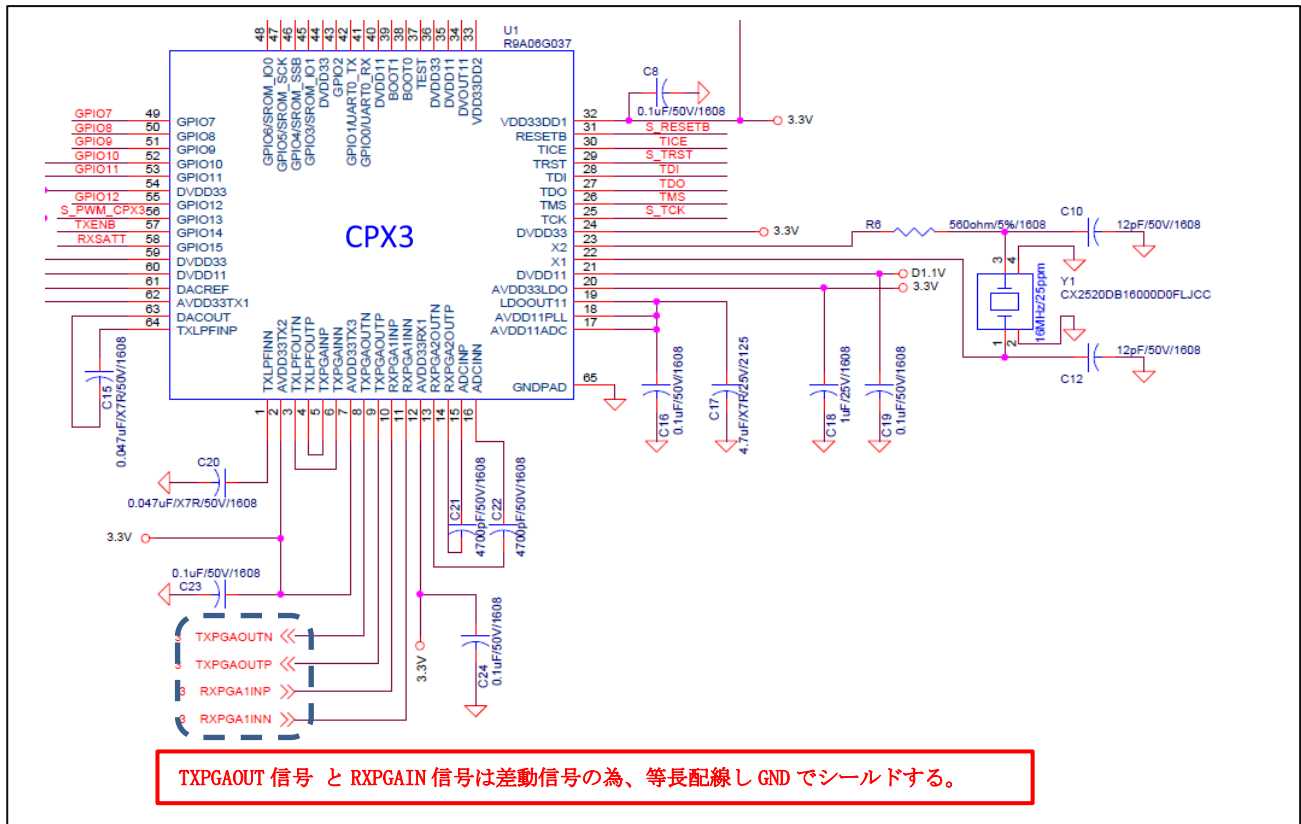


図 3-8 U1 (CPX3)の信号配線の注意事項

例：図 3-9 に U1 (CPX3)の TXPGAOUT/RXPGAIN 信号配線の例を示します。赤の点線が TXPGAOUTP /TXPGAOUTN 信号、緑の点線が RXPGAINN/RXPGAINP 信号で、U1-U3 間の接続を等長配線してあります。

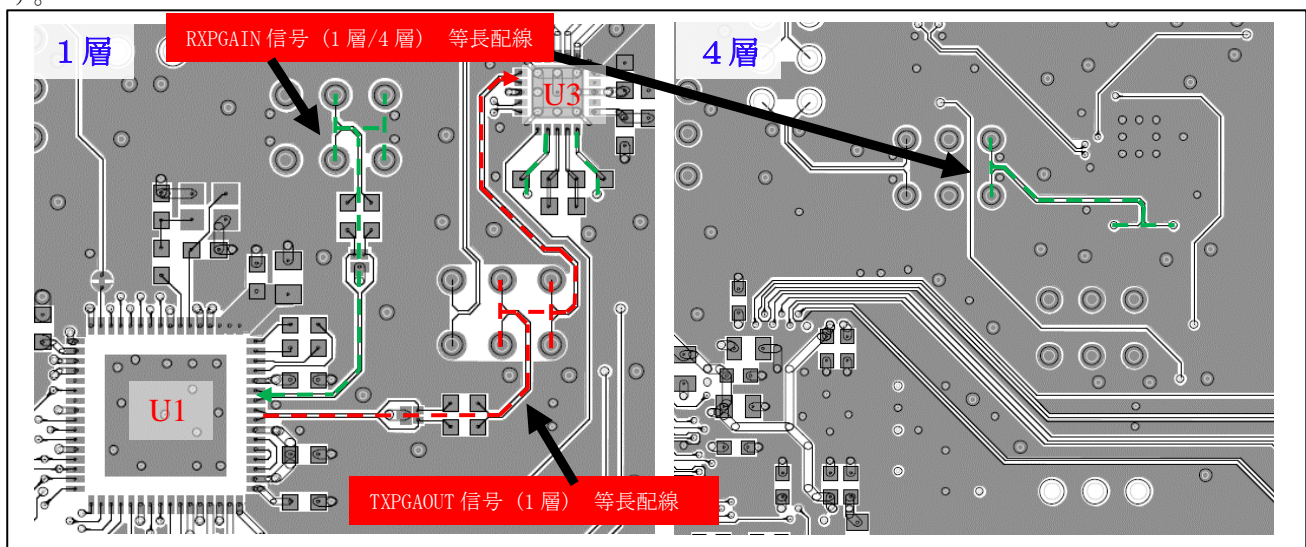


図 3-9 U1(CPX3)の TXPGAOUT/RXPGAIN 信号配線の例

3.5.2 U3 (ISL15110)の入出力信号線、電源、GND(PA 駆動)

U3 (ISL15110)の出力信号線には最大 1 A が流れるため 1mm 以上のパターンにしてください。また、U3 (ISL15110)の入出力信号は差動配線のため等長配線し、GND でシールドしてください。図 3-10 に U3 (ISL15110)の配線の注意事項を示します。

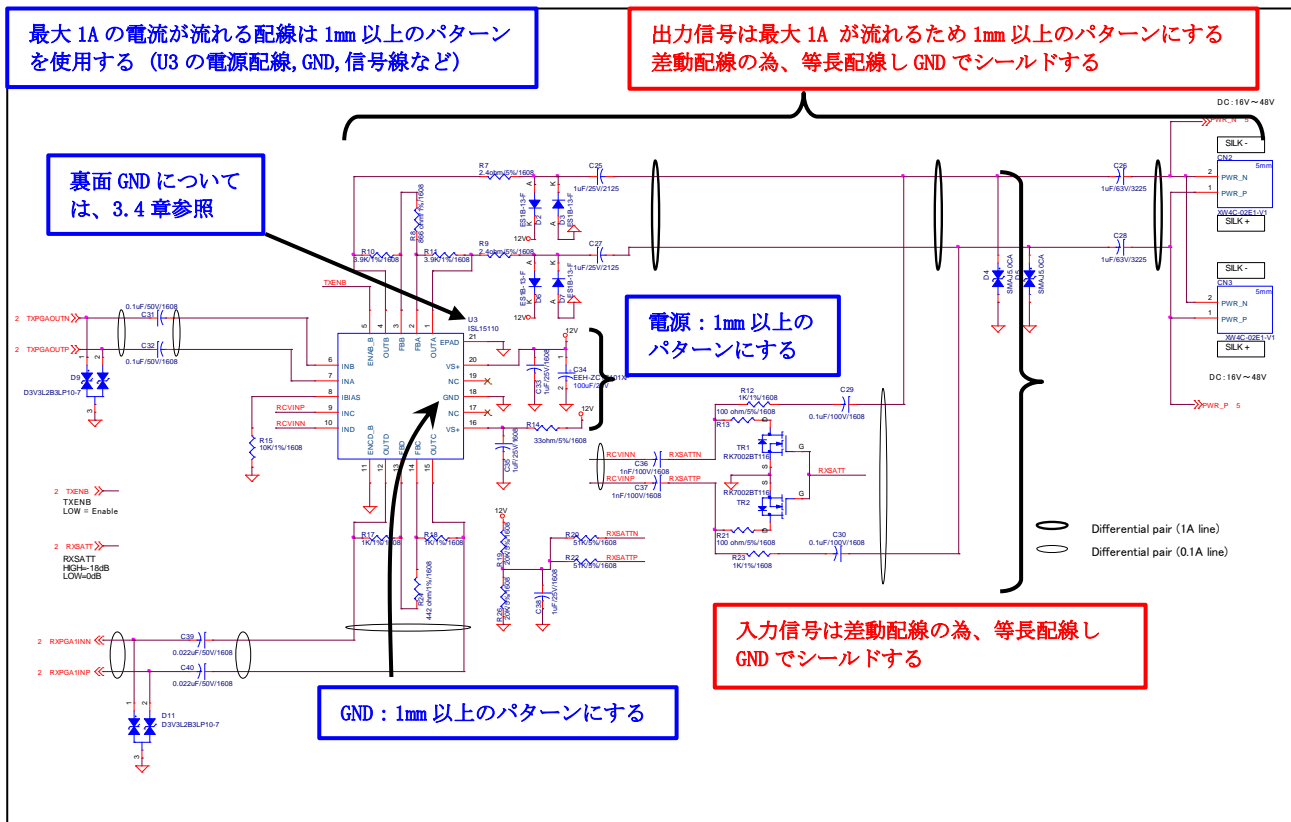


図 3-10 U3 (ISL15110)の配線の注意事項

例：図 3-11 に U3 (ISL15110) 周辺の PCB レイアウトの例を示します。①の赤と緑の線が出力信号で、この信号は最大 1 A の電流が流れるため 1mm 幅以上のパターンを使用しています。②の赤の点線で囲まれた赤と緑のパターンが入力信号で等長配線してあります。③の青い点線矢印は 12V 配線パターンで、最大 1 A の電流が流れるため 1mm 以上のパターンにしています。④の U3 の GND は 1 層、2 層(GND 層)、4 層の GND パターンと 8 個のビア・ホールで接続してあります。

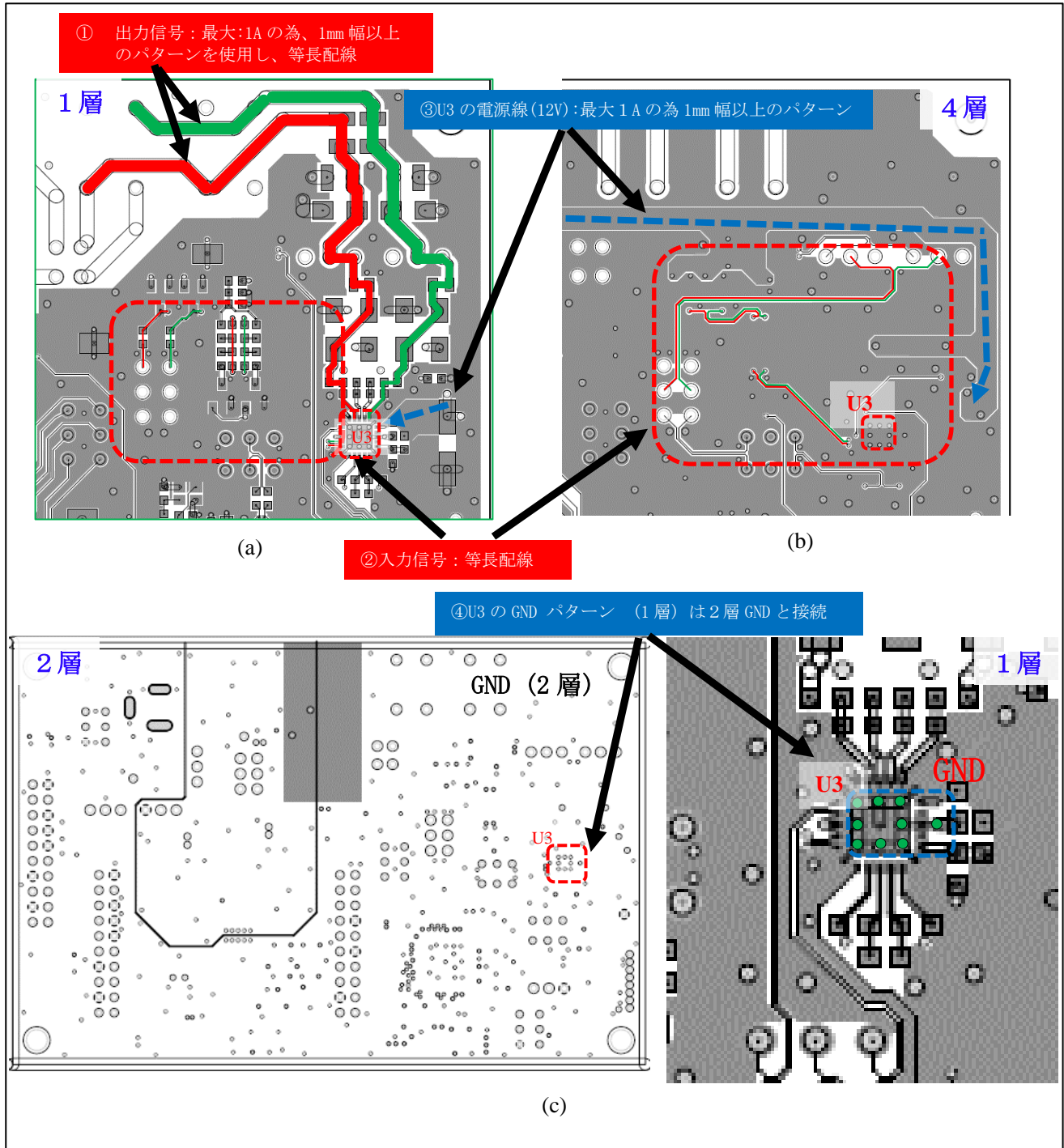


図 3-11 U3 (ISL15110) 周辺の PCB レイアウトの例

3.5.3 直流電源供給線のレイアウト(CPX 駆動/PA 駆動 共通)

直流電力線からの電源供給線は使用する電圧及び電流に応じた最適な配線幅に設定してください。PLC 評価ボードでは、直流電力線からの電源供給は最大 1A を想定した配線設計を行っています。図 3-12 に直流電源供給線の注意事項を示します。

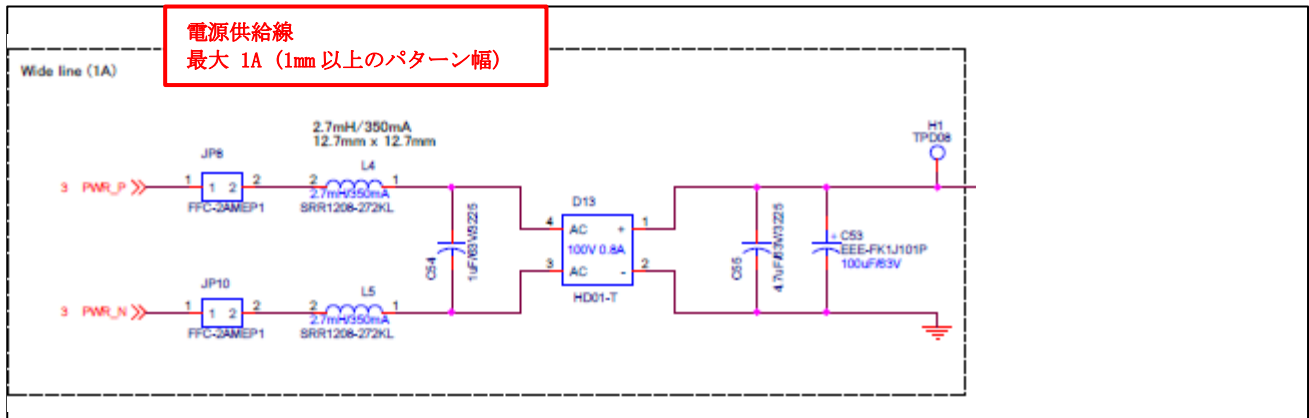


図 3-12 直流電源供給線の注意事項

例：図 3-13 に直流電源供給線の PCB レイアウトの例を示します。

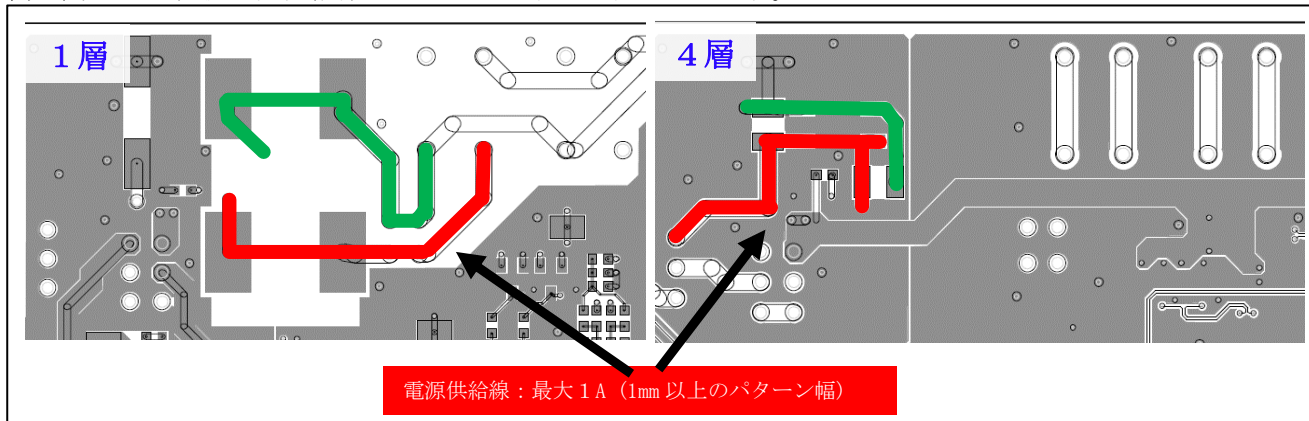


図 3-13 直流電源供給線の PCB レイアウトの例

3.6 信号配線の分離

3.6.1 RXPAIN 信号の分離 (CPX 駆動/PA 駆動 共通)

RXPAIN 信号は他の信号やノイズが干渉すると受信特性が劣化します。よって、RXPAIN 信号は他の信号やノイズが干渉しないよう十分注意してください。特に RXPAIN 信号に RXPAIN 信号と水晶発振子 (Y1)及び X1/X2 信号間、RXPAIN 信号と RXPGAOUT 信号間、そして RXPAIN 信号と TXPGAOUT 信号間について、干渉を考慮し、距離を離す、間に GND パターンを挿入する、異なる層を使って配線するなどの方法で、分離してください。図 3-14 に RXPAIN 信号との干渉の注意事項を示します。

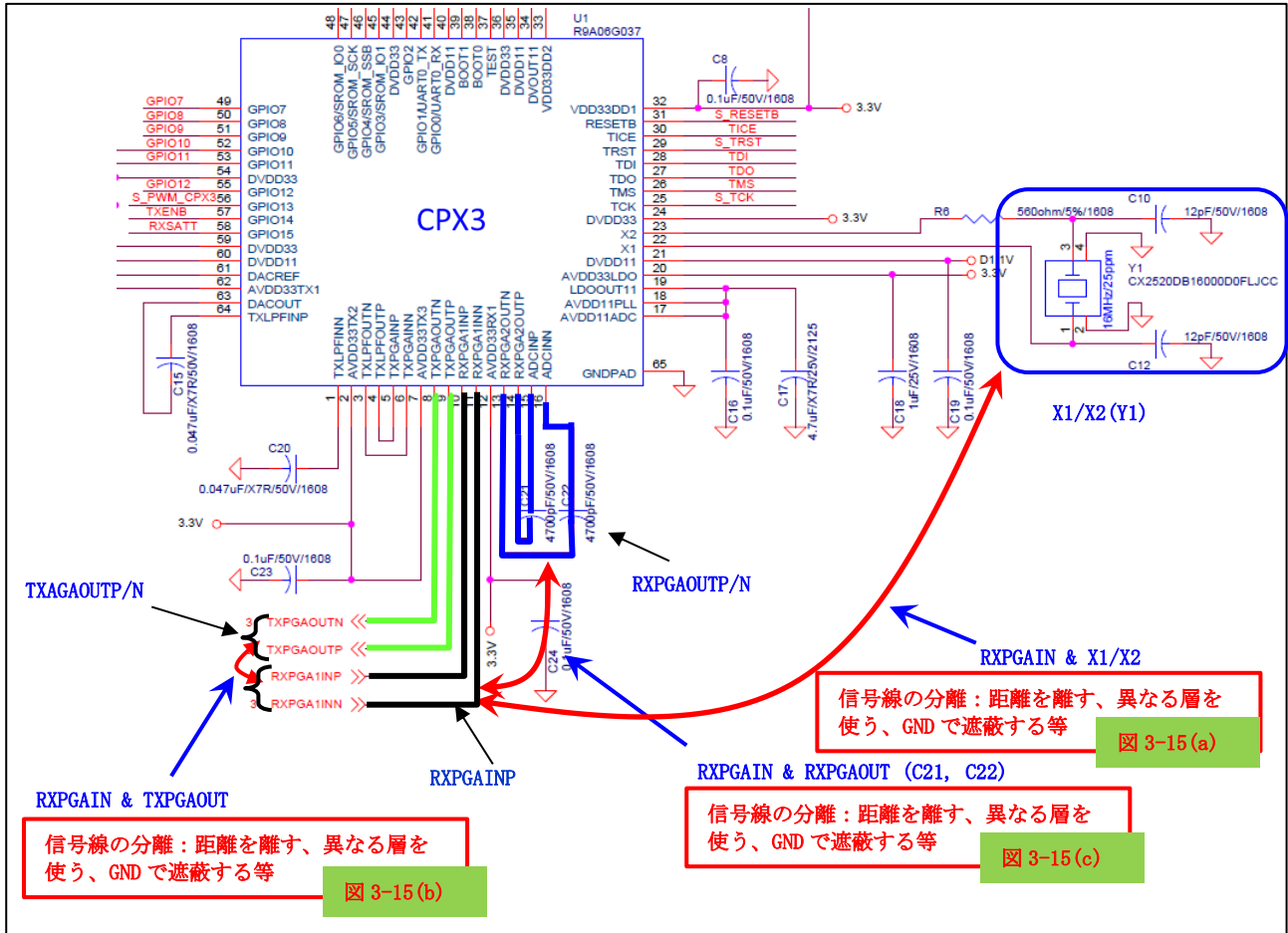


図 3-14 RXPAIN 信号との干渉の注意事項

例：

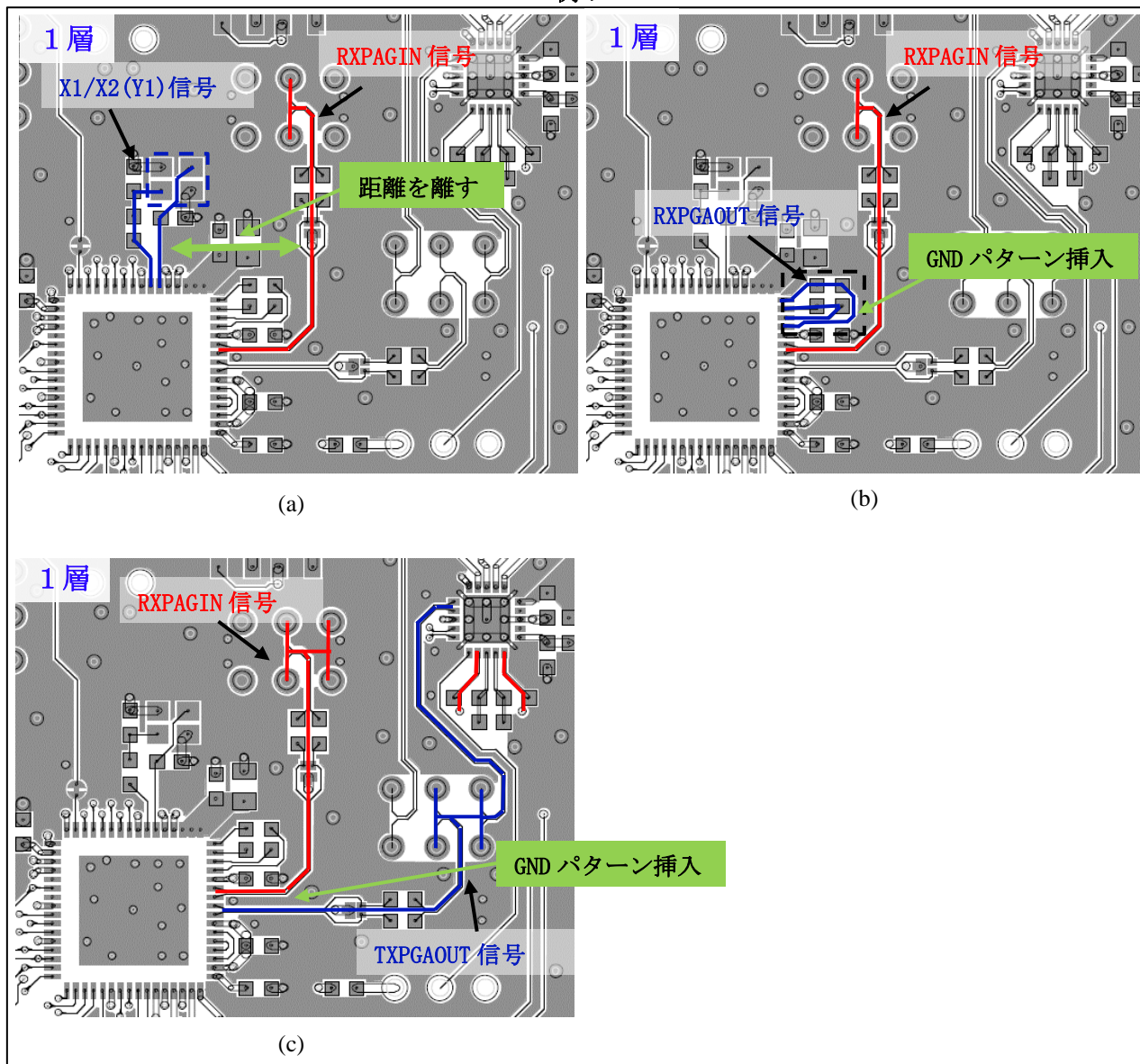


図 3-15 に RXPGAIN 信号と水晶発振子(Y1)及び X1/X2 信号間、RXPGAIN 信号と RXPGAOUT 信号間、RXPGAIN 信号と TXPGAOUT 信号間の干渉を考慮した PCB レイアウトの例を示します。

(a)RXPGAIN 信号は赤い線で、水晶発振子(Y1)の X1/X2 信号は青い線です。距離を離すことで分離しています。

(b)RXPGAIN 信号は赤い線で、RXPGAOUT 信号は青い線です。GND パターンを間に引くことで分離しています。

(c)RXPGAIN 信号は赤い線で、TXPGAOUT 信号は青い線です。GND パターンを間に引くことで分離し、TXPGAOUT 信号と RXPGAIN 信号が並走及び交差を避けて配線しています。

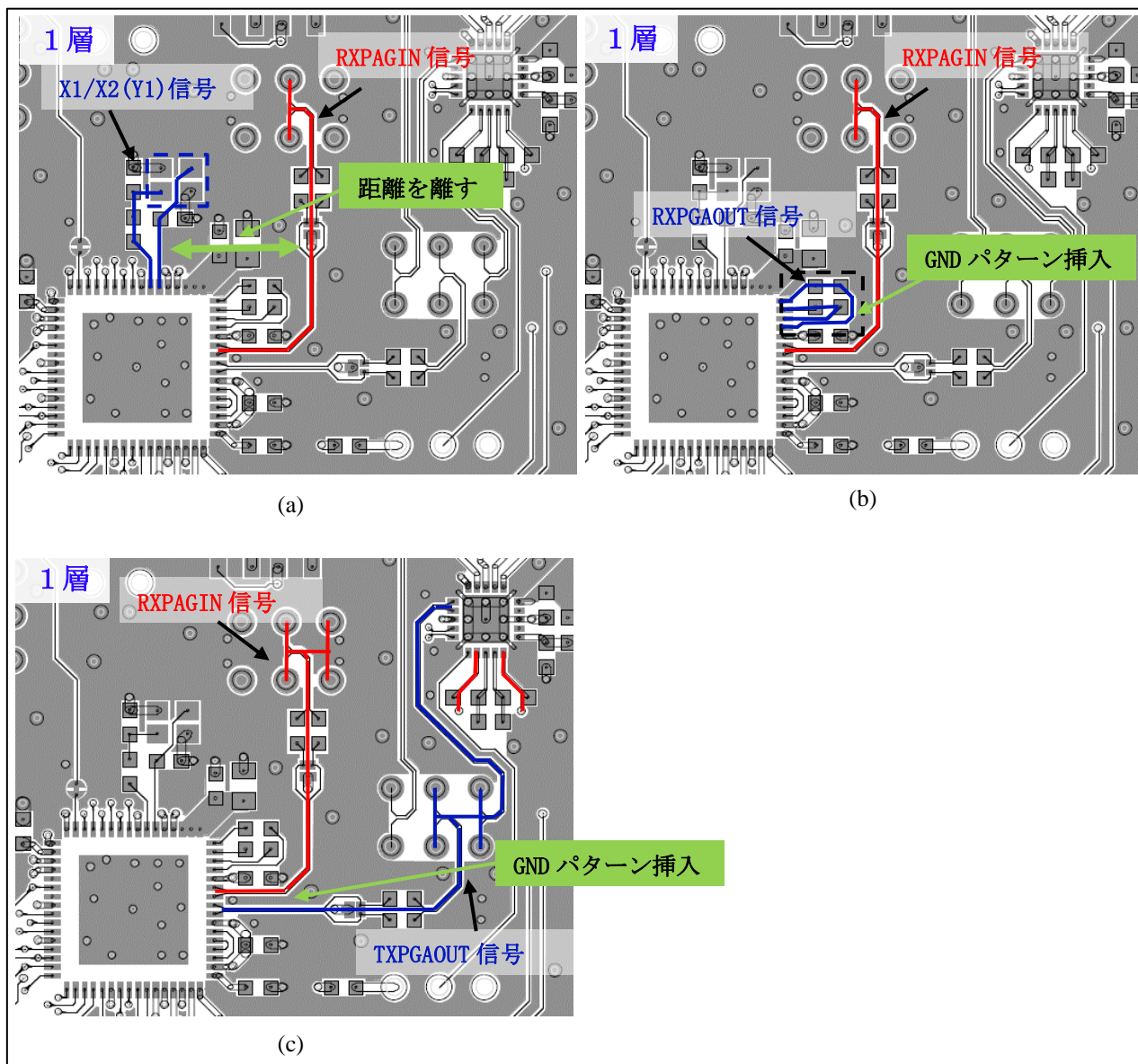


図 3-15 各信号線と RXPAGIN 信号線の PCB レイアウトの例

3.6.2 電源回路と RXPGAIN 信号(CPX 駆動/PA 駆動 共通)

RXPGAIN 信号はノイズの影響を受けやすい為、電源回路のノイズが干渉しない様に、電源回路と RXPGAIN 信号は、距離を離す、GND パターンを間に挿入する、異なる層に配置するなどのどの方法で、分離してください(推奨：4cm 以上)。電源配線と RXPGAIN 信号間も同様に、距離を離す、間に GND パターンを挿入する、異なる層を使って配線するなどの方法で、分離してください。図 3-16 に RXPGAIN 信号と電源回路の注意事項を示します。

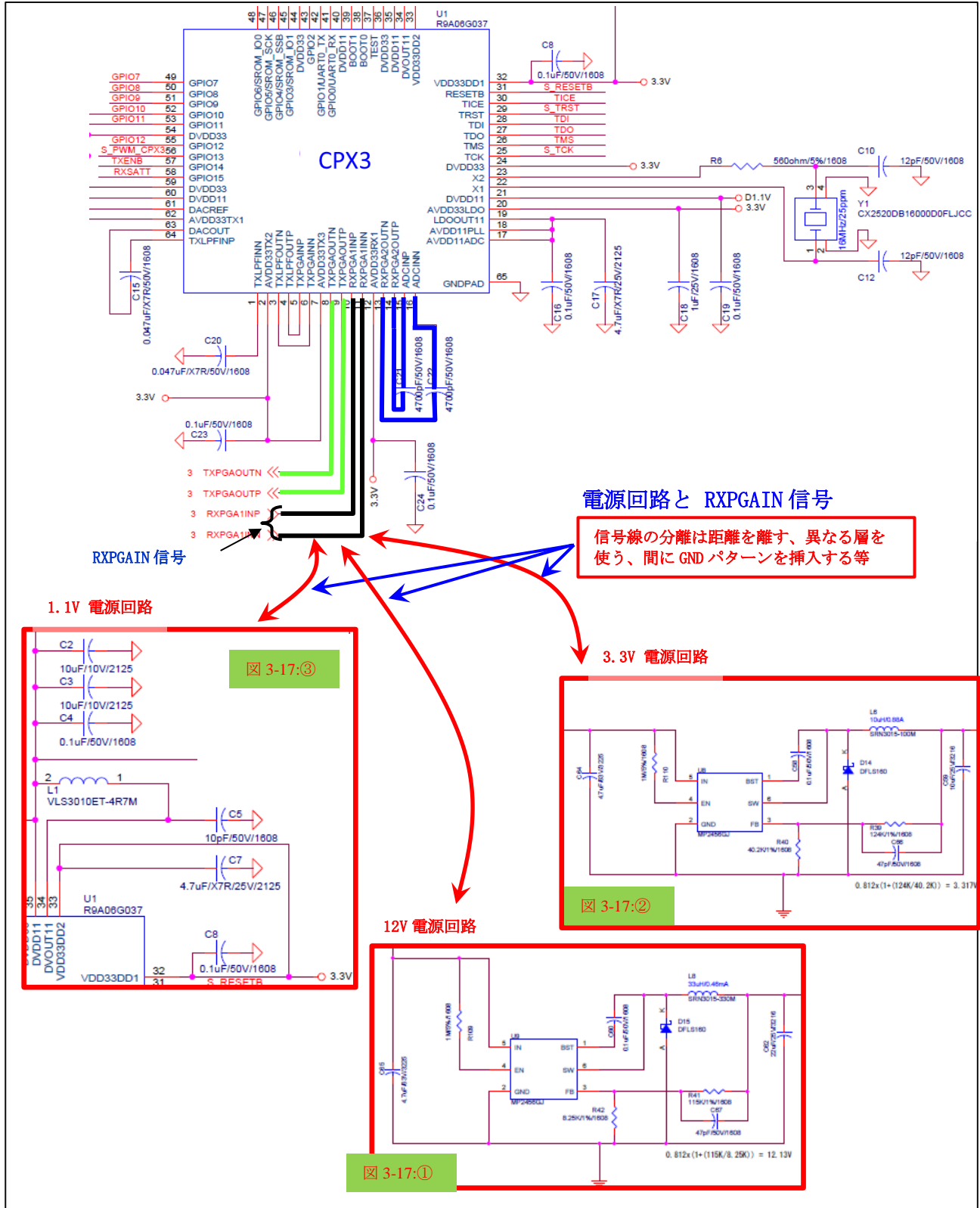


図 3-16 RXPGAIN 信号と電源回路の注意事項

例：図 3-17 は RXPAIN 信号と電源回路の PCB レイアウト例です。RXPAIN 信号と電源回路は 4cm 以上距離を離したり、間に GND パターンを挿入することで電源回路のノイズの影響を回避させています。

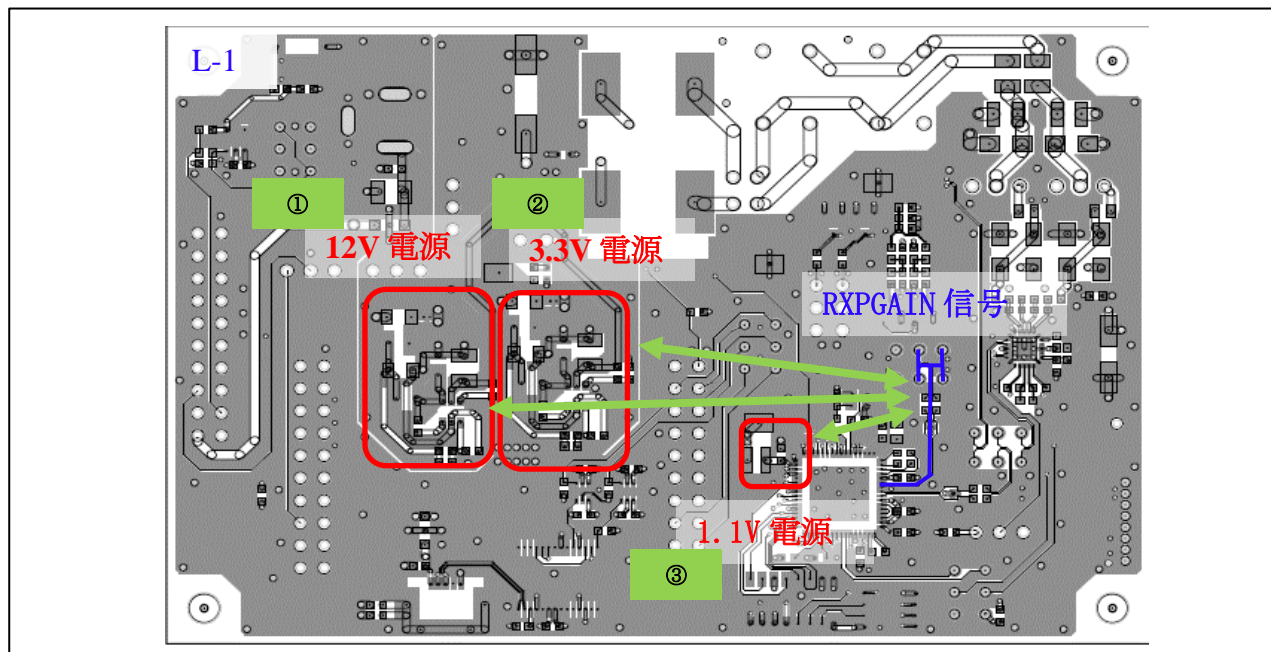
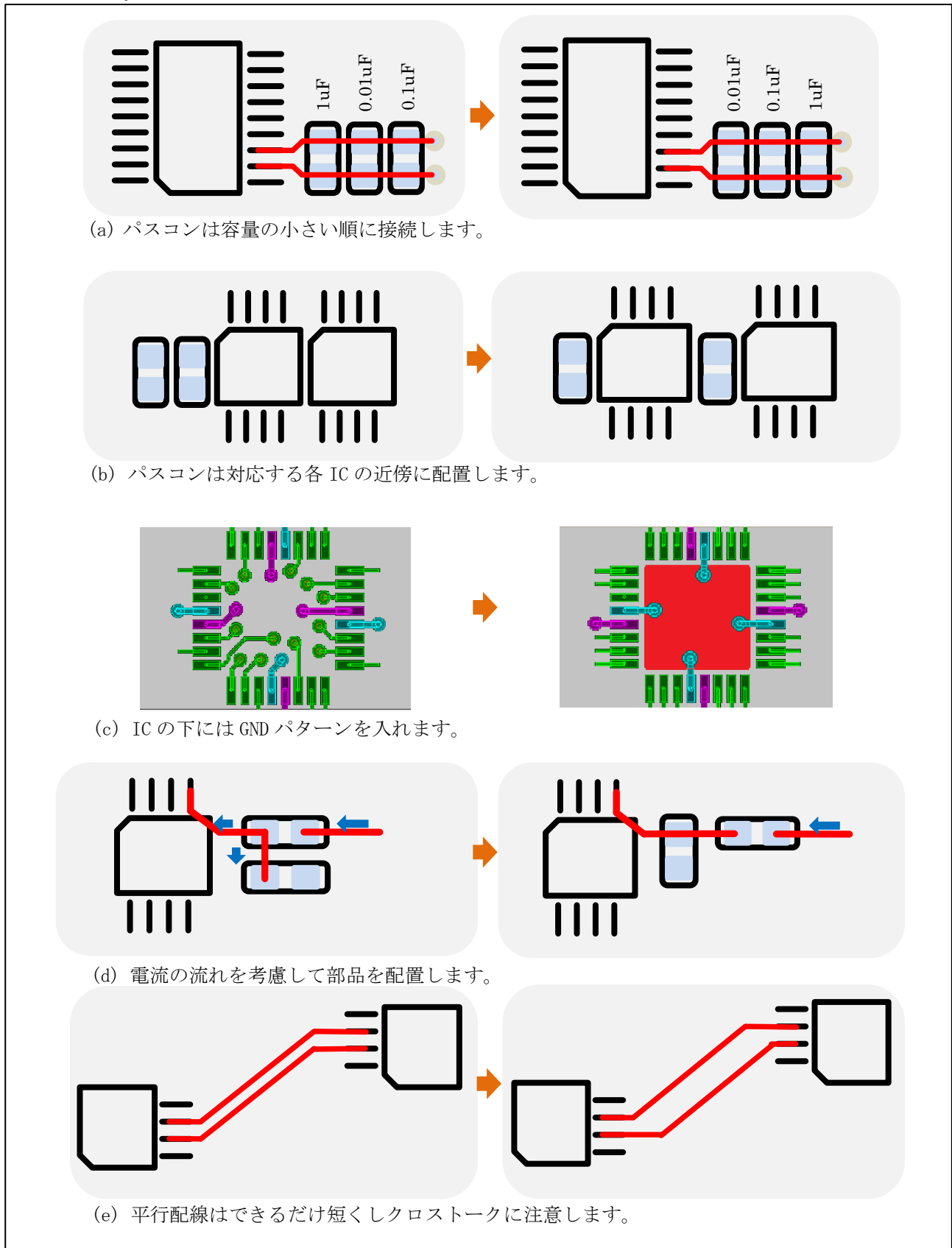
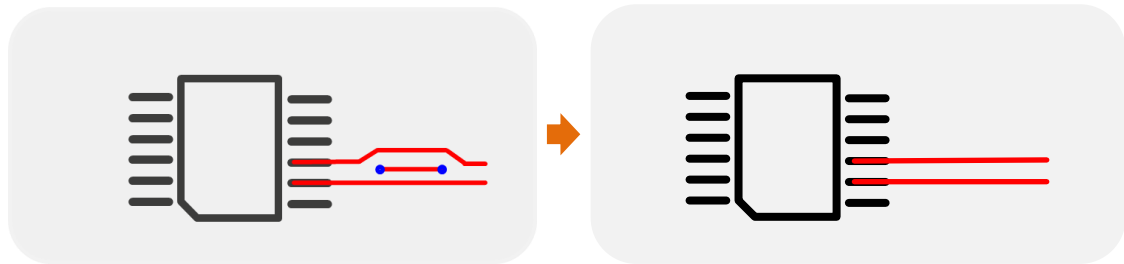


図 3-17 RXPAIN 信号と電源回路の PCB レイアウト例

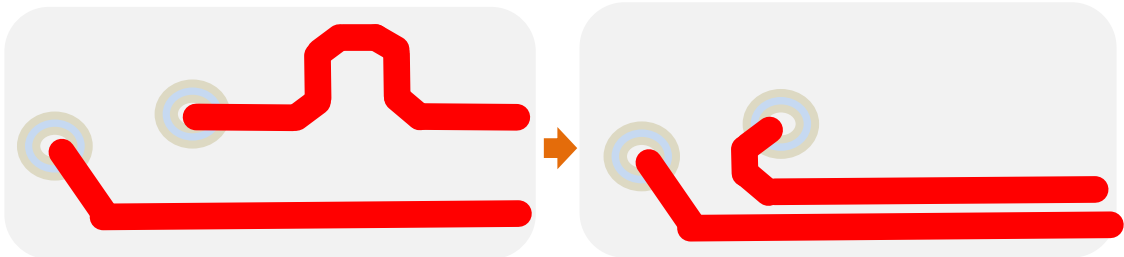
3.7 その他(CPX 駆動/PA 駆動 共通)

本章では、PCB レイアウトにおける一般的な注意事項を図 3-18 に示します。PCB を設計する場合に参照してください。

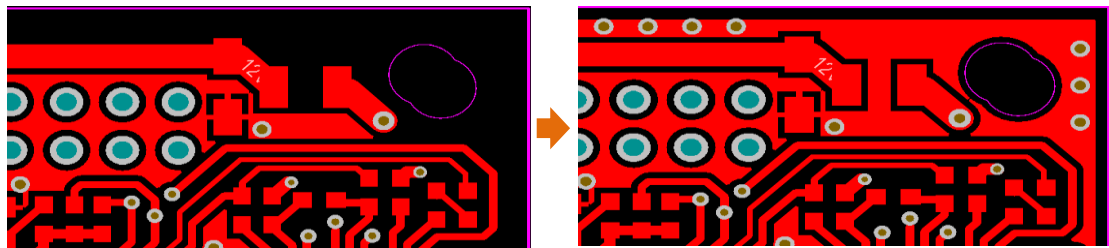




(f) 差動信号の配線はペア配線します。



(g) 差動信号の配線端子への繋ぎはペア配線します。



(h) 基板の空き領域は GND パターンを挿入します。

図 3-18 一般的な注意事項

4. 配線パターンに関する注意事項

本章では、配線パターンにおける一般的な注意事項を示します。PCB を設計する場合に参照してください。

4.1 配線長

信号パターンは、できる限り曲げずに最短距離で配線してください。
信号パターンは、できる限り分岐させずに、一筆書きで配線してください。

4.2 配線幅

GND パターンおよび電源パターンの配線幅は、インピーダンスを低くするため、極力太くしてください。電流仕様のある配線の場合、必要な配線幅を確保してください。
PLC 評価ボードでは、特性に電流指定のない信号配線は、0.1~0.15mm、1A 仕様の配線は、1mm 以上の配線幅としています。

4.3 配線間ギャップ

お客様の開発される PLC モデムのシステムや使用地域によっては、これらの配線間ギャップが法令により規定されている場合がございます。十分ご確認のうえ、設計ください。

ホームページとサポート窓口

ルネサスエレクトロニクスホームページ

<http://japan.renesas.com/>

お問合せ先

<http://japan.renesas.com/contact/>

すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2017.11.1		初版発行

ご注意書き

- 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器・システムの設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因して生じた損害（お客様または第三者いずれかに生じた損害も含みます。以下同じです。）に関し、当社は、一切その責任を負いません。
 - 当社製品、本資料に記載された製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等の情報の使用に起因して発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権に対する侵害またはこれらに関する紛争について、当社は、何らの保証を行うものではなく、また責任を負うものではありません。
 - 当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
 - 当社製品を、全部または一部を問わず、改造、改変、複製、その他の不適切に使用しないでください。かかる改造、改変、複製等により生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
 - 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」および「高品質水準」に分類しており、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使用されることを意図しております。
標準水準： コンピュータ、OA機器、通信機器、計測機器、AV機器、
家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット等
高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通制御（信号）、大規模通信機器、
金融端末基幹システム、各種安全制御装置等
当社製品は、直接生命・身体に危害を及ぼす可能性のある機器・システム（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの等）、もしくは多大な物的損害を発生させるおそれのある機器・システム（宇宙、海底中継器、原子力制御システム、航空機制御システム、プラント基幹システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、これらの用途に使用することはできません。たとえ、意図しない用途に当社製品を使用したことにより損害が生じても、当社は一切その責任を負いません。
 - 当社製品をご使用の際は、最新の製品情報（データシート、ユーザズマニュアル、アプリケーションノート、信頼性ハンドブックに記載の「半導体デバイスの使用上の一般的な注意事項」等）をご確認の上、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他指定条件の範囲内でご使用ください。指定条件の範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障、誤動作の不具合および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
 - 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めていますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は耐放射線設計を行っておりません。仮に当社製品の故障または誤動作が生じた場合であっても、人身事故、火災事故その他社会的損害等を生じさせないよう、お客様の責任において、冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、お客様の機器・システムとしての出荷保証を行ってください。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様の機器・システムとしての安全検証をお客様の責任で行ってください。
 - 当社製品の環境適合性等の詳細につきましては、製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制するRoHS指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。かかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は、一切その責任を負いません。
 - 当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器・システムに使用することはできません。また、当社製品および技術を、(1)核兵器、化学兵器、生物兵器等の大量破壊兵器およびこれらを運搬することができるミサイル（無人航空機を含みます。）の開発、設計、製造、使用もしくは貯蔵等の目的、(2)通常兵器の開発、設計、製造または使用の目的、または(3)その他の国際的な平和および安全の維持の妨げとなる目的で、自ら使用せず、かつ、第三者に使用、販売、譲渡、輸出、賃貸もしくは使用許諾しないでください。
当社製品および技術を輸出、販売または移転等する場合は、「外国為替及び外国貿易法」その他日本国および適用される外国の輸出管理関連法規を遵守し、それらの定めるところに従い必要な手続きを行ってください。
 - お客様の転売、貸与等により、本書（本ご注意書きを含みます。）記載の諸条件に抵触して当社製品が使用され、その使用から損害が生じた場合、当社は一切その責任を負わず、お客様にかかる使用に基づく当社への請求につき当社を免責いただきます。
 - 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを禁じます。
 - 本資料に記載された情報または当社製品に関し、ご不明点がある場合には、当社営業にお問い合わせください。
- 注1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサス エレクトロニクス株式会社およびルネサス エレクトロニクス株式会社とその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有する会社をいいます。
- 注2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注1において定義された当社の開発、製造製品をいいます。

(Rev.3.0-1 2016.11)



ルネサスエレクトロニクス株式会社

■営業お問合せ窓口

<http://www.renesas.com>

※営業お問合せ窓口の住所は変更になることがあります。最新情報につきましては、弊社ホームページをご覧ください。

ルネサス エレクトロニクス株式会社 〒135-0061 東京都江東区豊洲3-2-24 (豊洲フォレシア)

■技術的なお問合せおよび資料のご請求は下記へどうぞ。
総合お問合せ窓口：<https://www.renesas.com/contact/>