

無線アプリケーションの PCBレイアウトレビュー

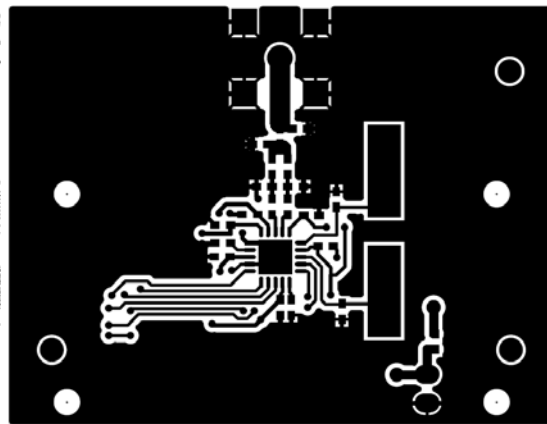
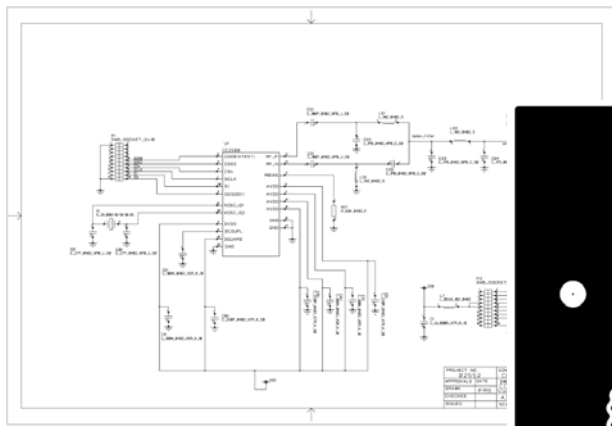
日本テキサス・インスツルメンツ株式会社 主催
2011年 ワイヤレス・コネクティビティ テクニカルセミナーより
(2011年12月14日開催)

本日のアジェンダ

- 1.HWデザインにおける推奨事項
- 2.リファレンスデザイン
- 3.シミュレーション
 - ・ お客様のデザインのレイアウトレビューを試してみる
- 4.回路図レビュー
- 5.レイアウトレビュー

HWデザインにおける推奨事項

- リファレンスデザインのコピー
 - 回路図、レイアウトに沿って設計していただくことを推奨いたします。

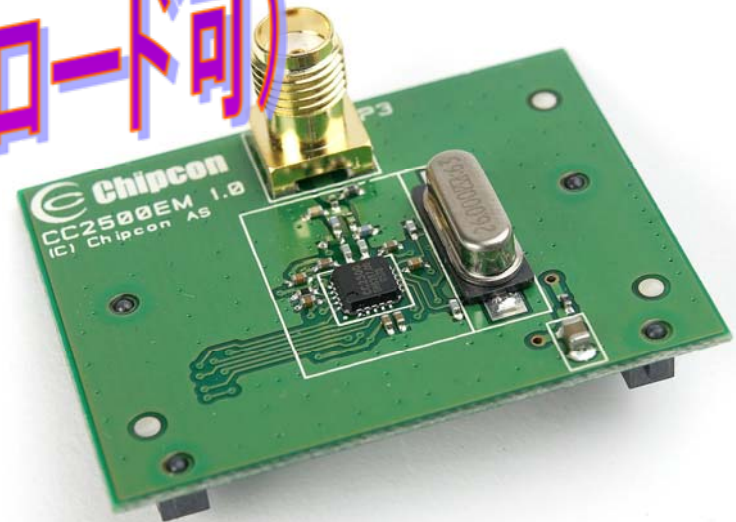
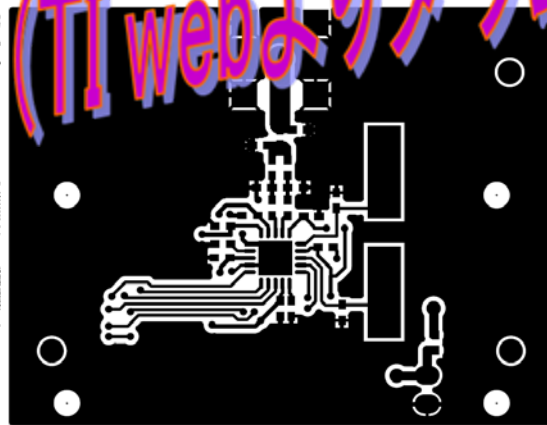
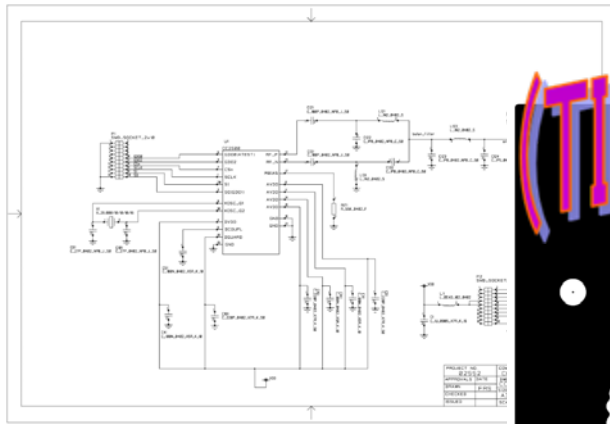


なぜコピーをする必要があるのか

- データシートのRF特性は評価ボードの測定結果
- RF特性を最大限に引き出すため何度も改版を繰り返した上で提供
- ICの開発元でデザインされているため、合理的な設計
- RFに特化した数多くのエンジニアがそれぞれデザインレビュー

無償提供

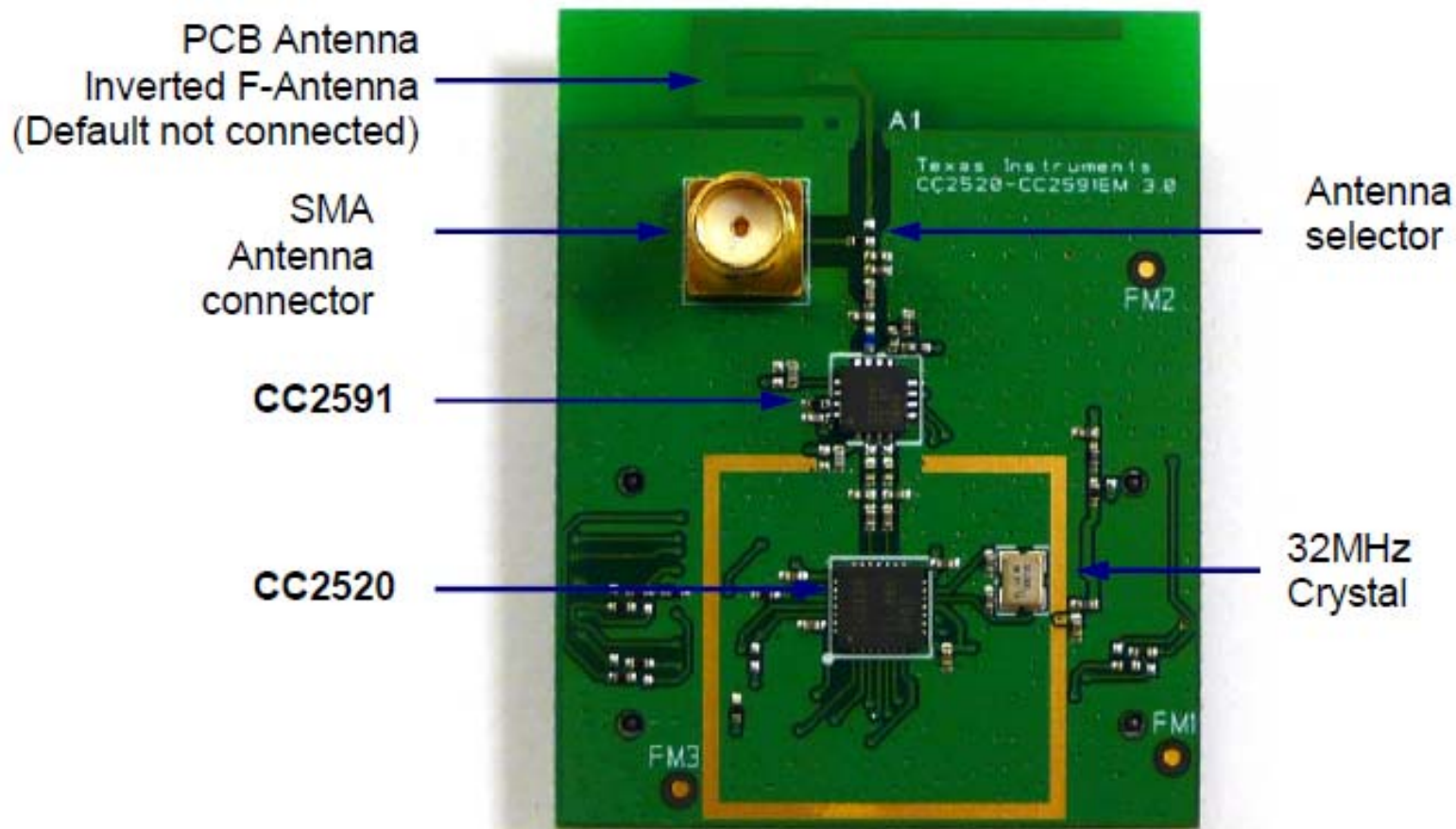
(TI webよりダウンロード可)



リファレンスデザイン

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社 主催
2011年 ワイヤレス・コネクティビティ テクニカルセミナーより

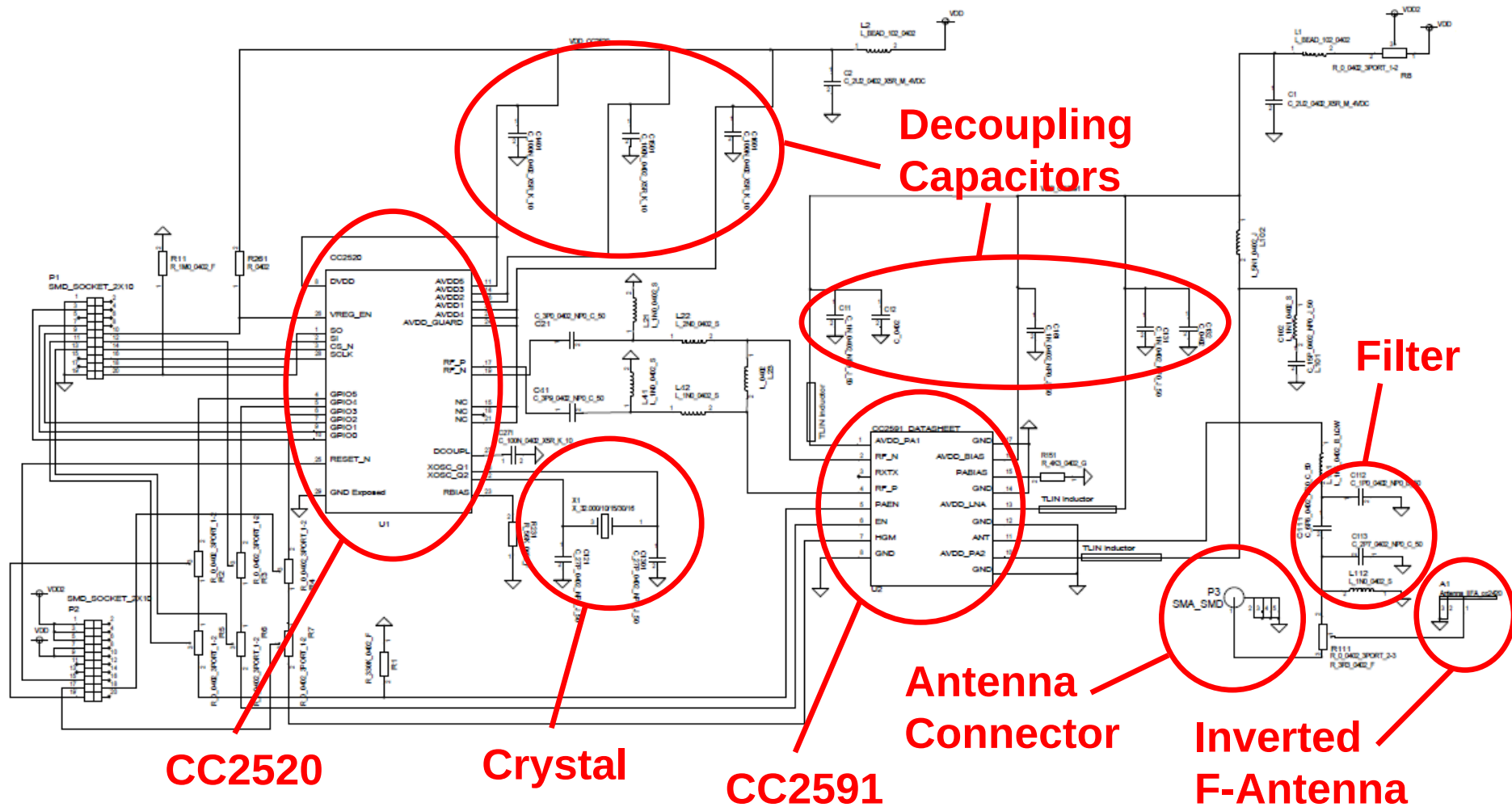
例) CC2520-CC2591 評価ボード



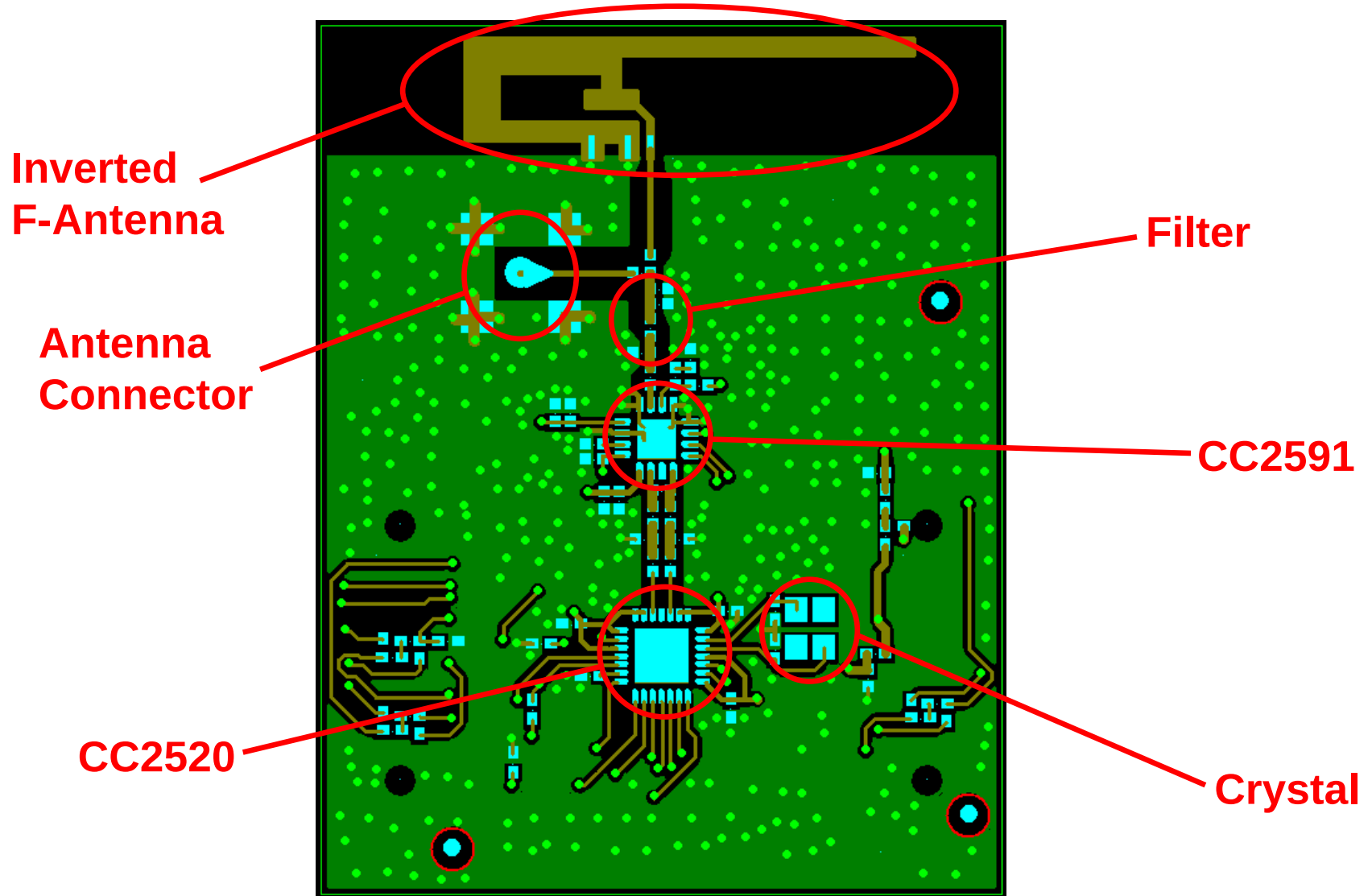
CC2520 – IEEE802.15.4準拠のトランシーバIC

CC2591 – 2.4GHz用 LNA内蔵パワーアンプ

例) CC2520-CC2591 回路図



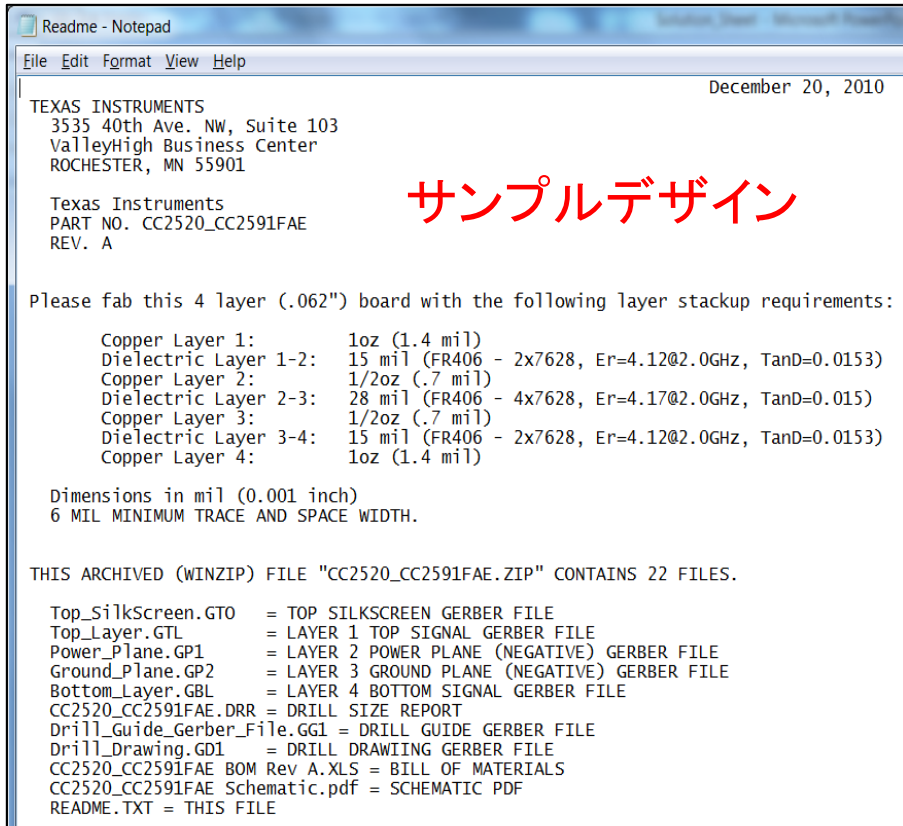
例) CC2520-CC2591 レイアウト図



シミュレーション

お客様のデザインのレイアウトレビューを試みる

Stack - up



サンプルデザイン

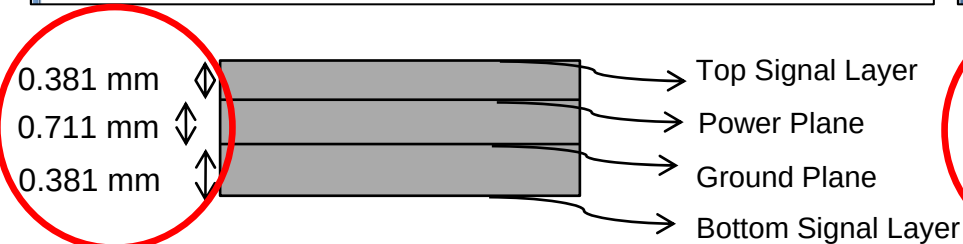
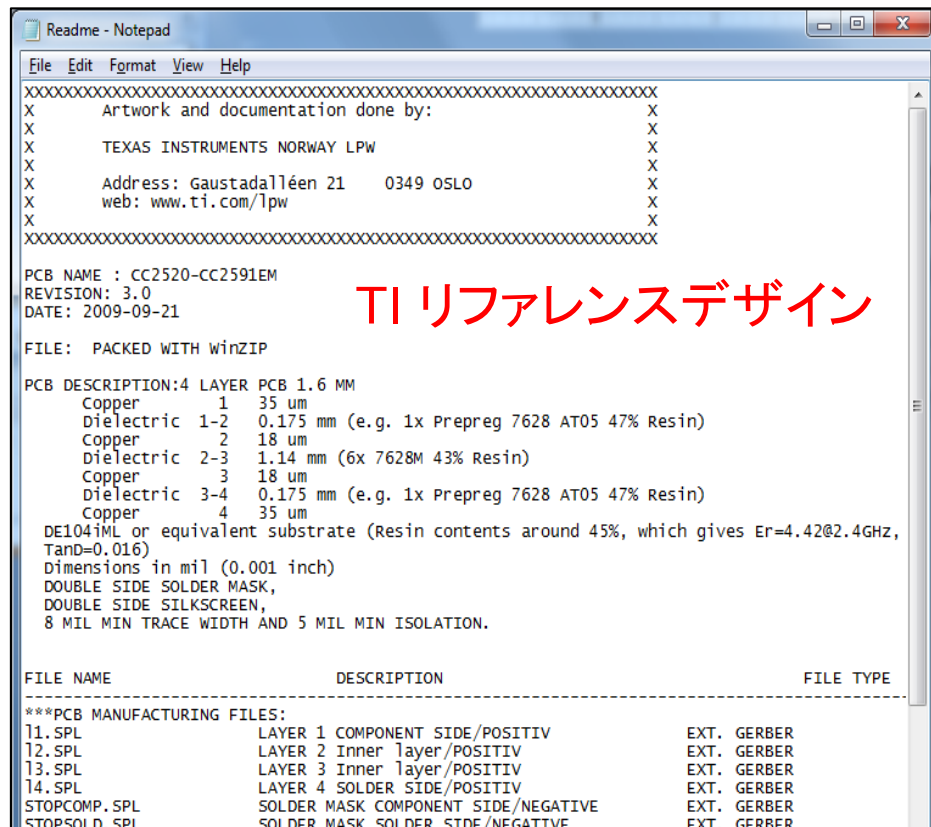


Fig: サンプルデザイン - Stack-up



TI リファレンスデザイン

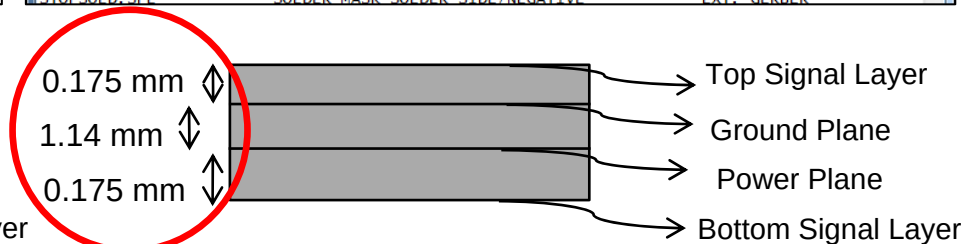
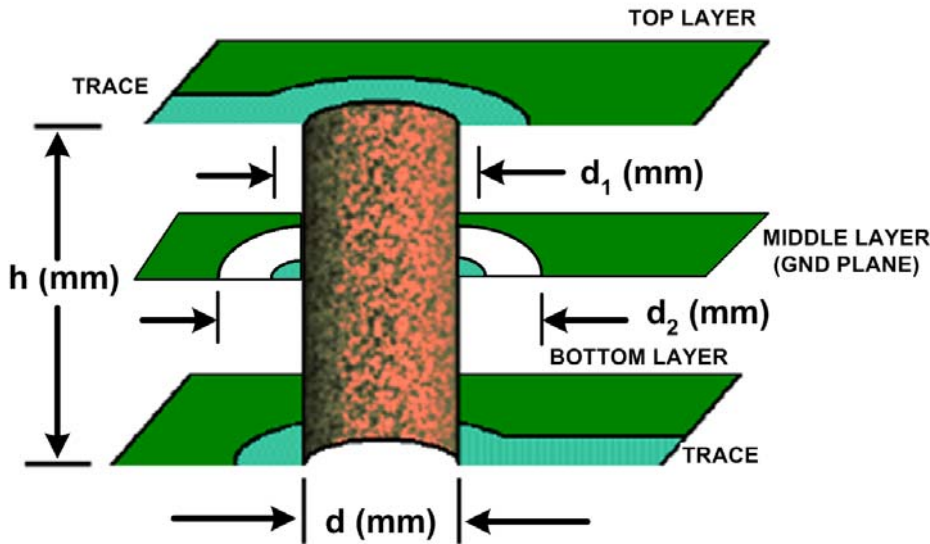


Fig: TI リファレンスデザイン Stack-up

ビア



$$L(nH) \approx \frac{h}{5} \left[1 + \ln \left(\frac{4h}{d} \right) \right]$$

$$C(pF) \approx \frac{0.0555 \epsilon_r h d_1}{d_2 - d_1}$$

$$Z_0(\Omega) = 31.6 \sqrt{\frac{L(nH)}{C(pF)}}$$

$$T_p(ps/cm) = 31.6 \sqrt{L(nH)C(pF)}$$

Via径:0.4mm、基板厚:1.6mmの時、インダクタンス成分は $\approx 1.2nH$

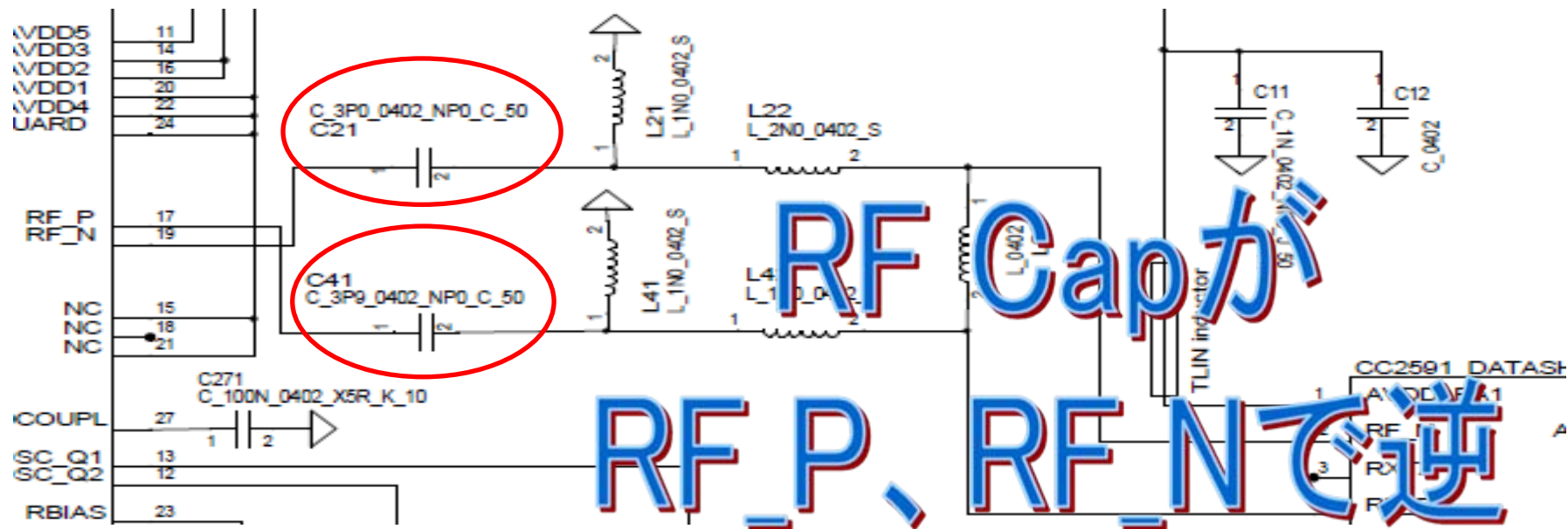
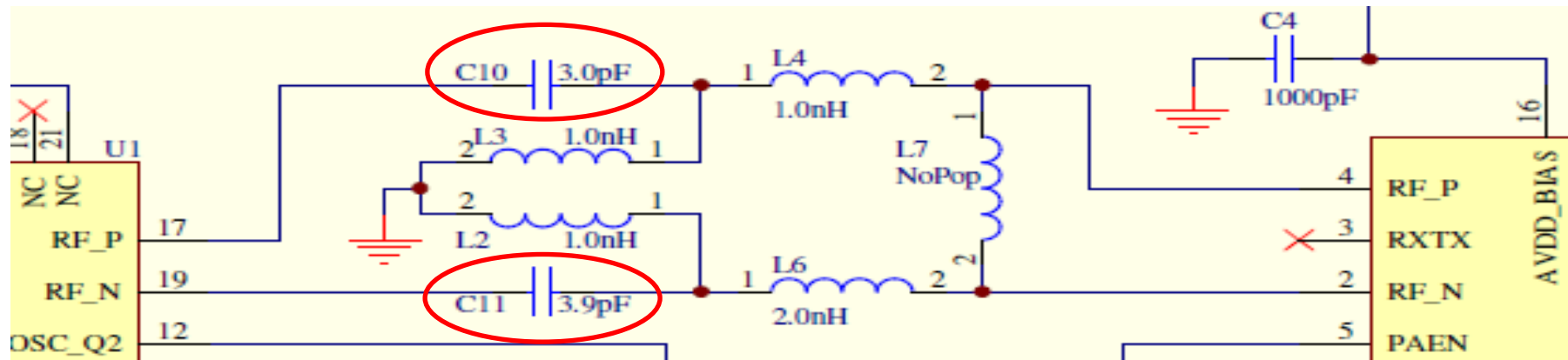
基板厚:1.6mm、Via周りのクリアランス:0.8mmの時、FR-4では $\approx 0.4pF$

ϵ_r = 誘導率 (FR-4 $\approx 4.5 \sim 4.8$ 、HFFR-4 $\approx 4.8 \sim 5.0$)

回路図レビュー

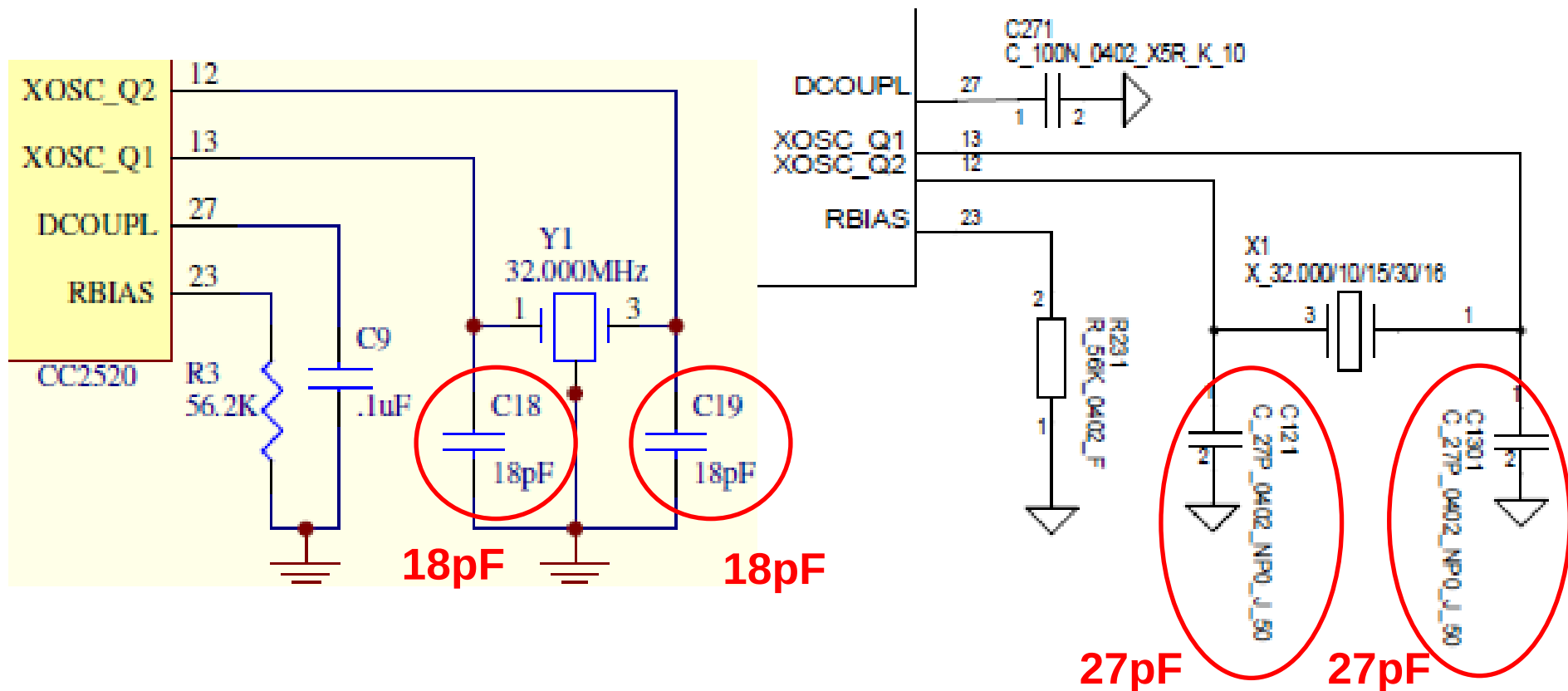
日本テキサス・インスツルメンツ株式会社 主催
2011年 ワイヤレス・コネクティビティ テクニカルセミナーより

受動部品 - RFマッチング回路



上図: サンプルデザイン、下図: TIリファレンスデザイン

受動部品 - 水晶マッチング回路



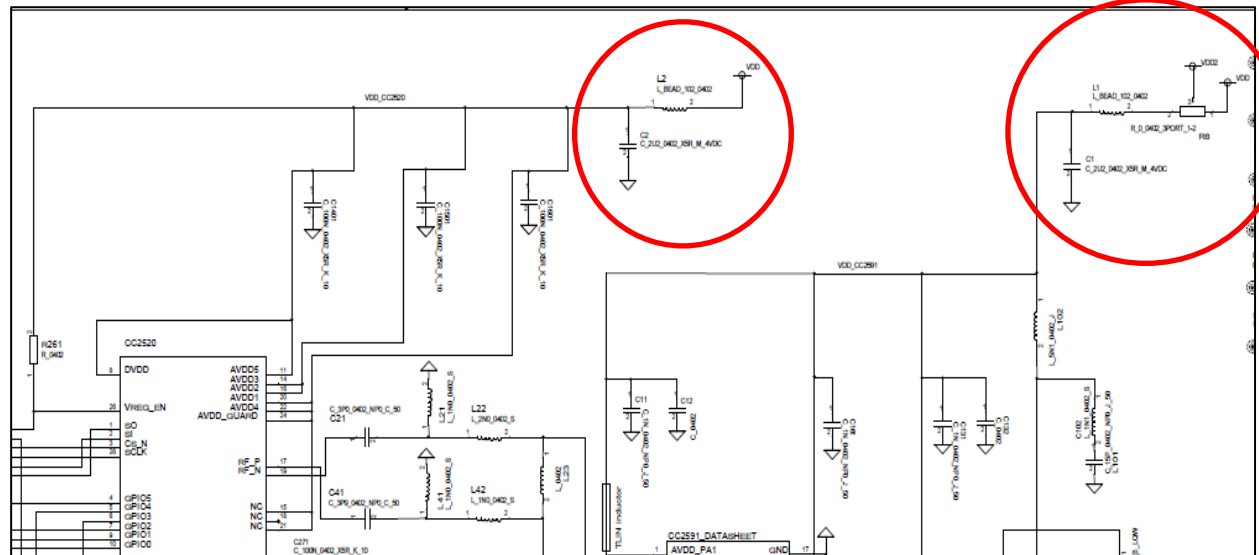
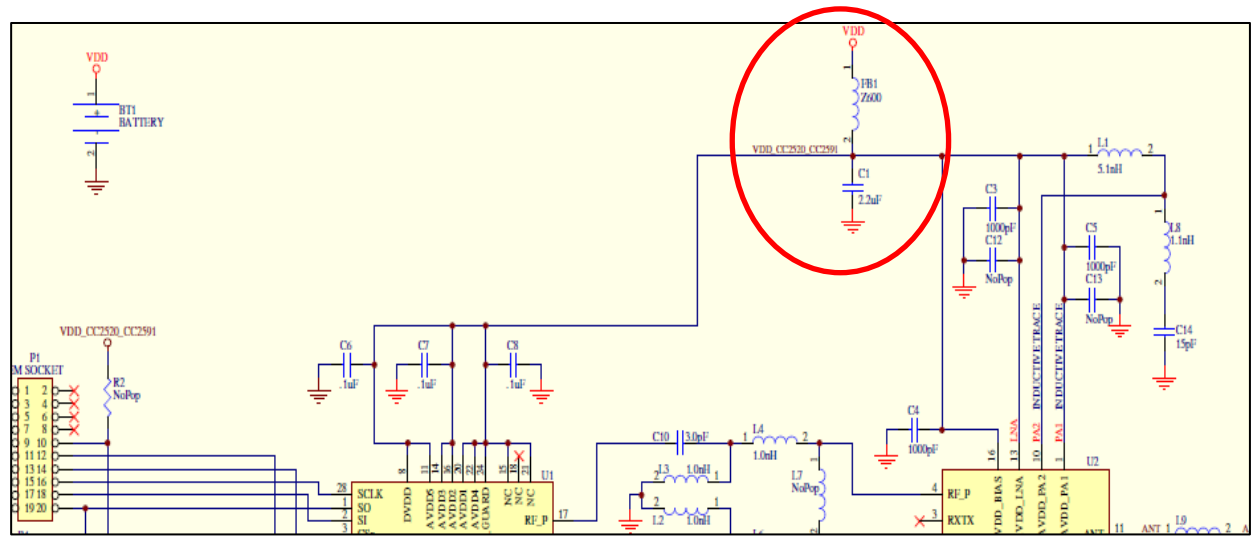
左図：サンプルデザイン、右図：TIリファレンスデザイン

負荷容量に誤りあり(データシートに算出式あり)

電源回路

リファレンス回路では CC2520、及び CC2591の電源を分離しており、よりデカップリングを良くしております。

TIはこれらの電源回路の構成、及びレイアウトをコピーすることを推奨致します。



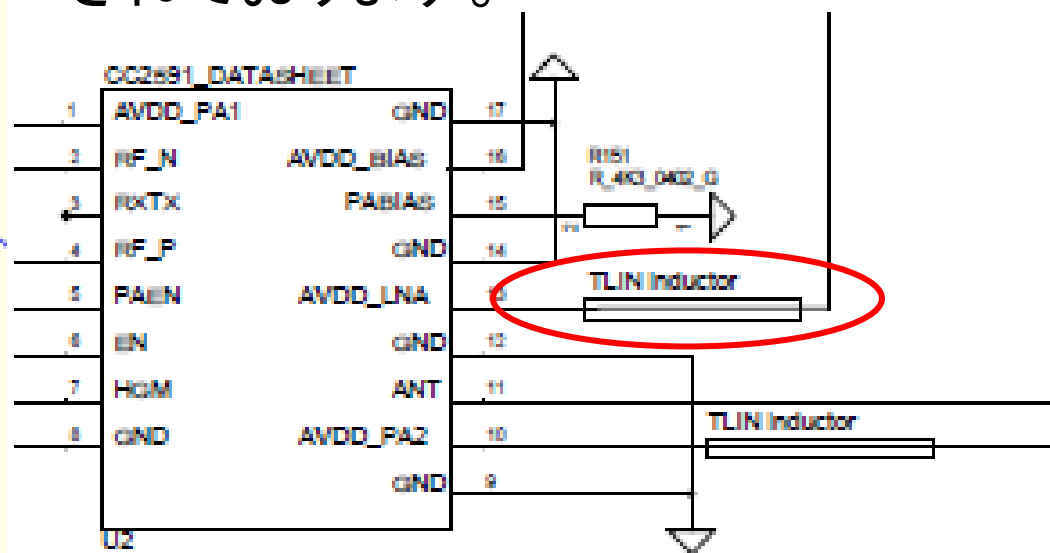
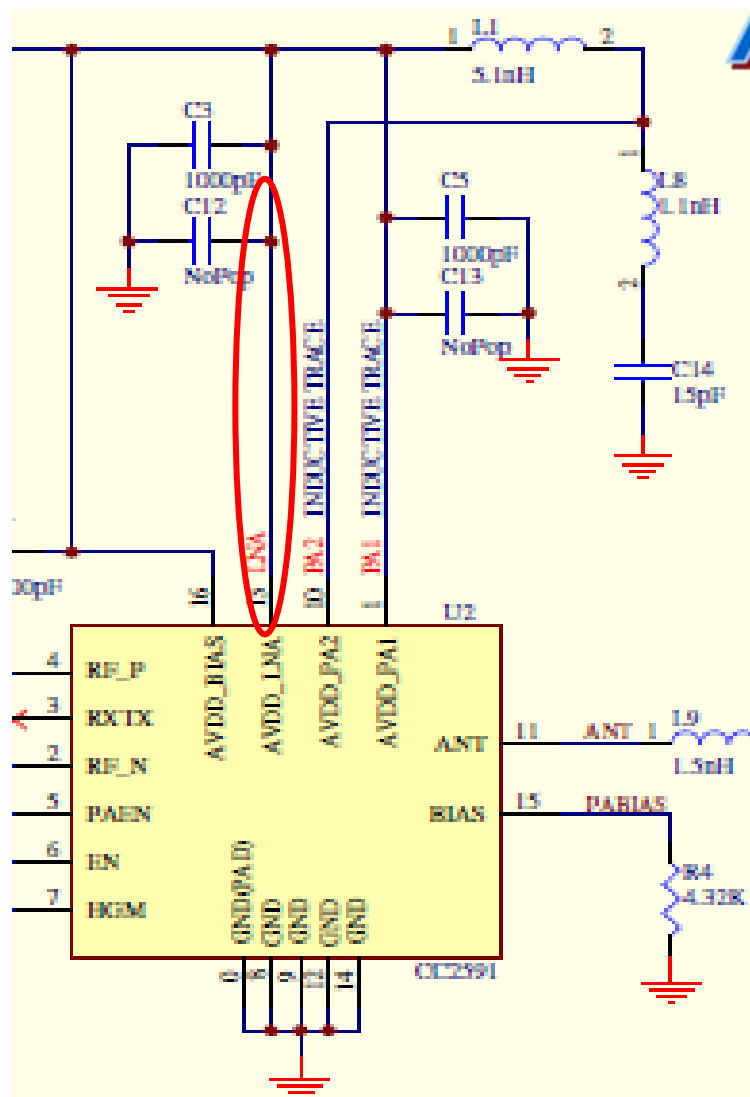
電源が分離されていない

上図：サンプルデザイン
下図：TIリファレンスデザイン

T-Line Inductance

AVDD_LNAに TLINがない

AVDDのピン(PA、及びLNA)は
パターンにてインダクタンス整合
されております。

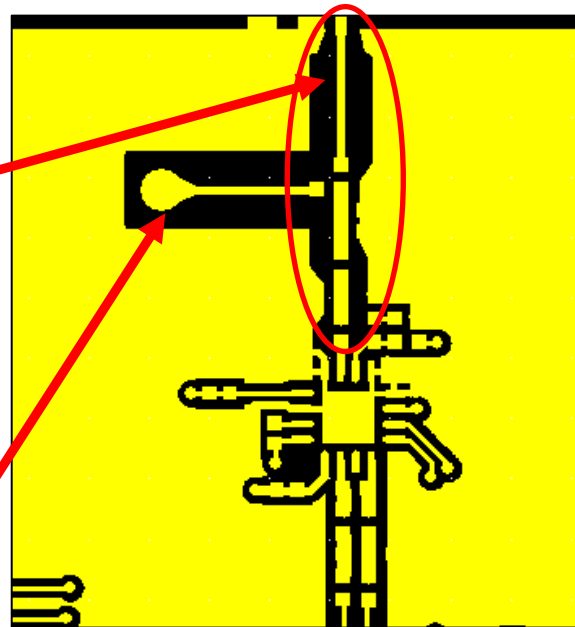
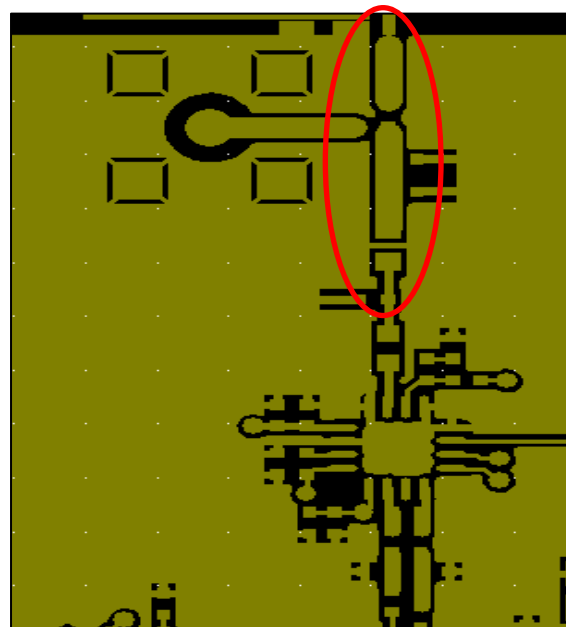


レイアウトレビュー

RF出力パス

トレース幅、及びトレース長がリファレンスデザインと異なる。

50 Ω 終端の逆F字アンテナやSMAコネクタのラインのトレース幅、トレース長が最適な設計ではない。



逆F字アンテナライン

SMAコネクタライン

上図: サンプルデザイン

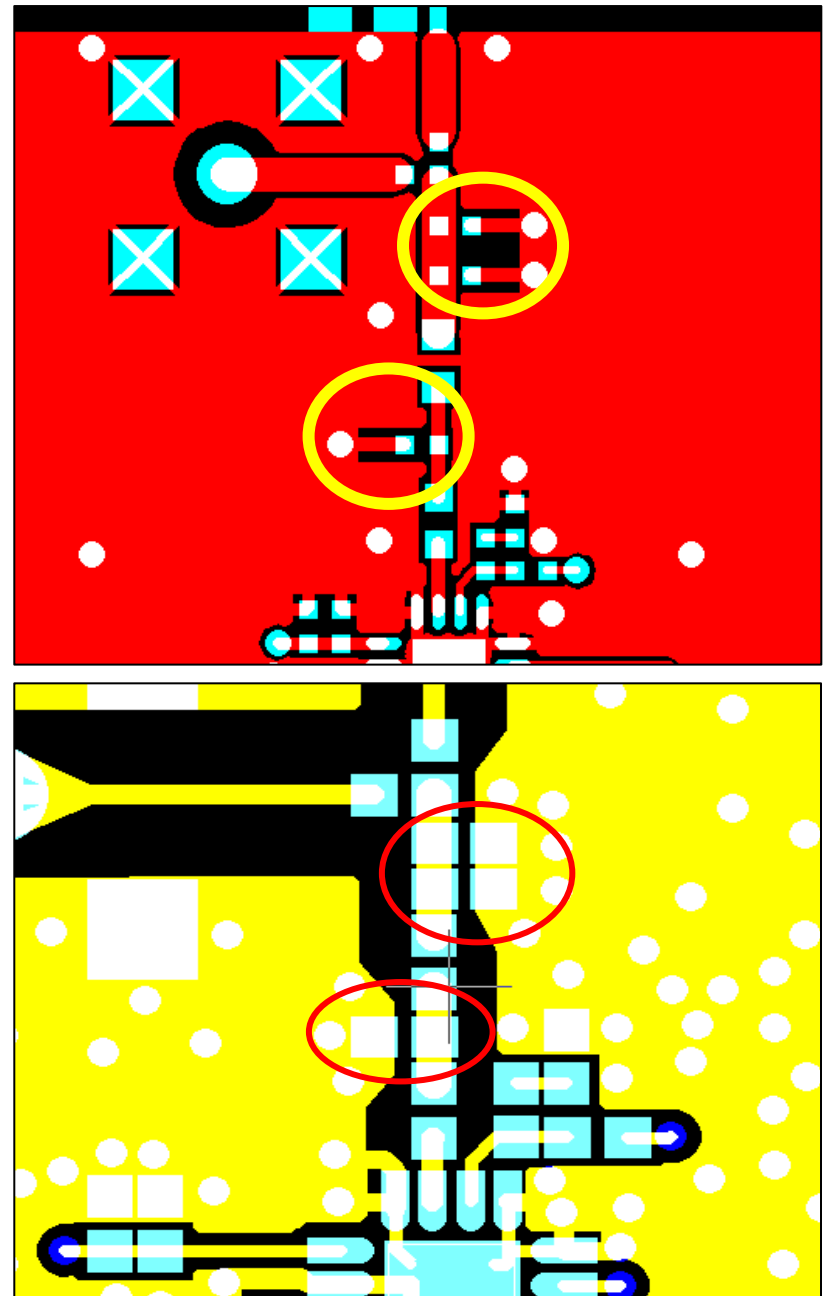
下図: TIリファレンスデザイン

RF出力パス

GNDがラインで形成されており、その先でGNDプレーンに接続されている。

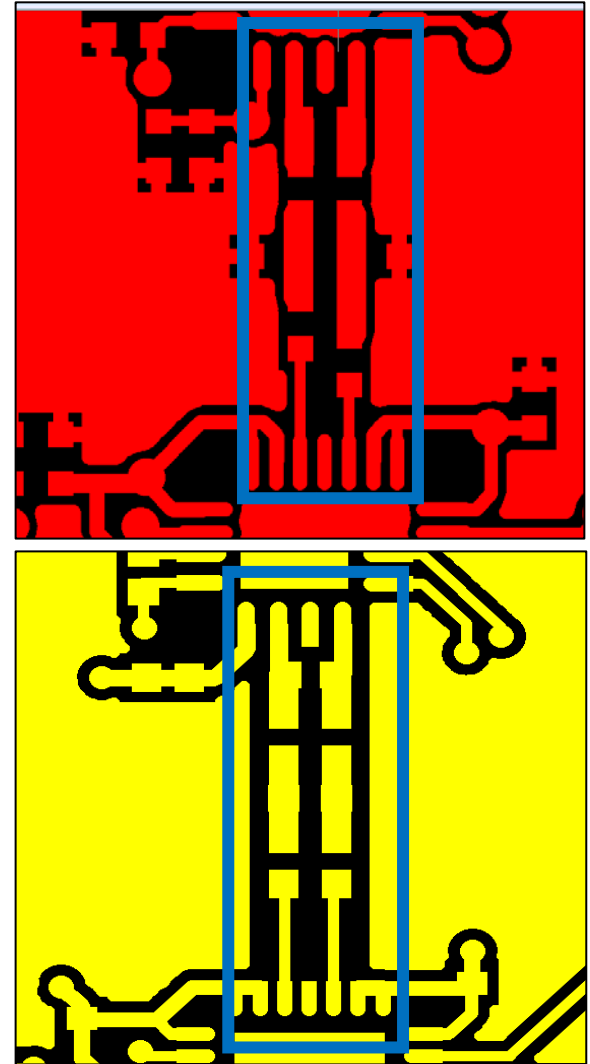
堅牢なGNDの接続を形成する必要があります。

上図: サンプルデザイン
下図: TIリファレンスデザイン



CC2520、CC2591間のRFパス

RF_P、RF_Nの長さに不整合が発生している。パターンはインダクタンス成分を含むため必ず左右対称にレイアウトする必要がある。

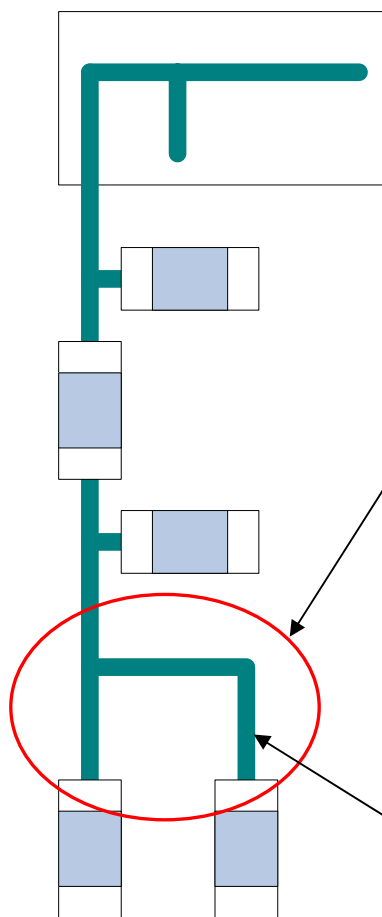


上図：サンプルデザイン
下図：TIリファレンスデザイン

PCB Layout

回路図上ではなんら変わりの見えない。

Not Good

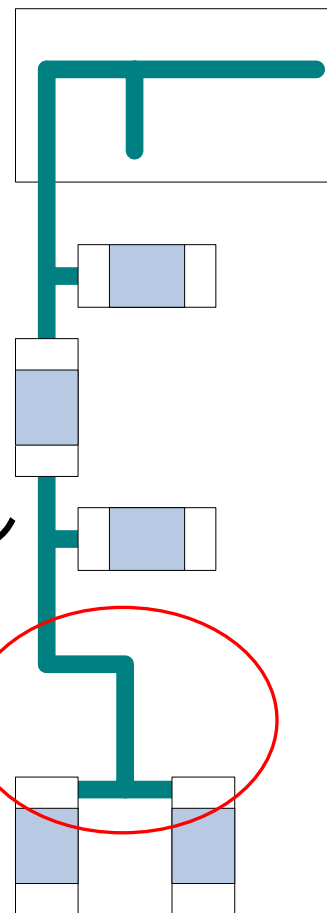


パターンのインピーダンスが左右対称で無い

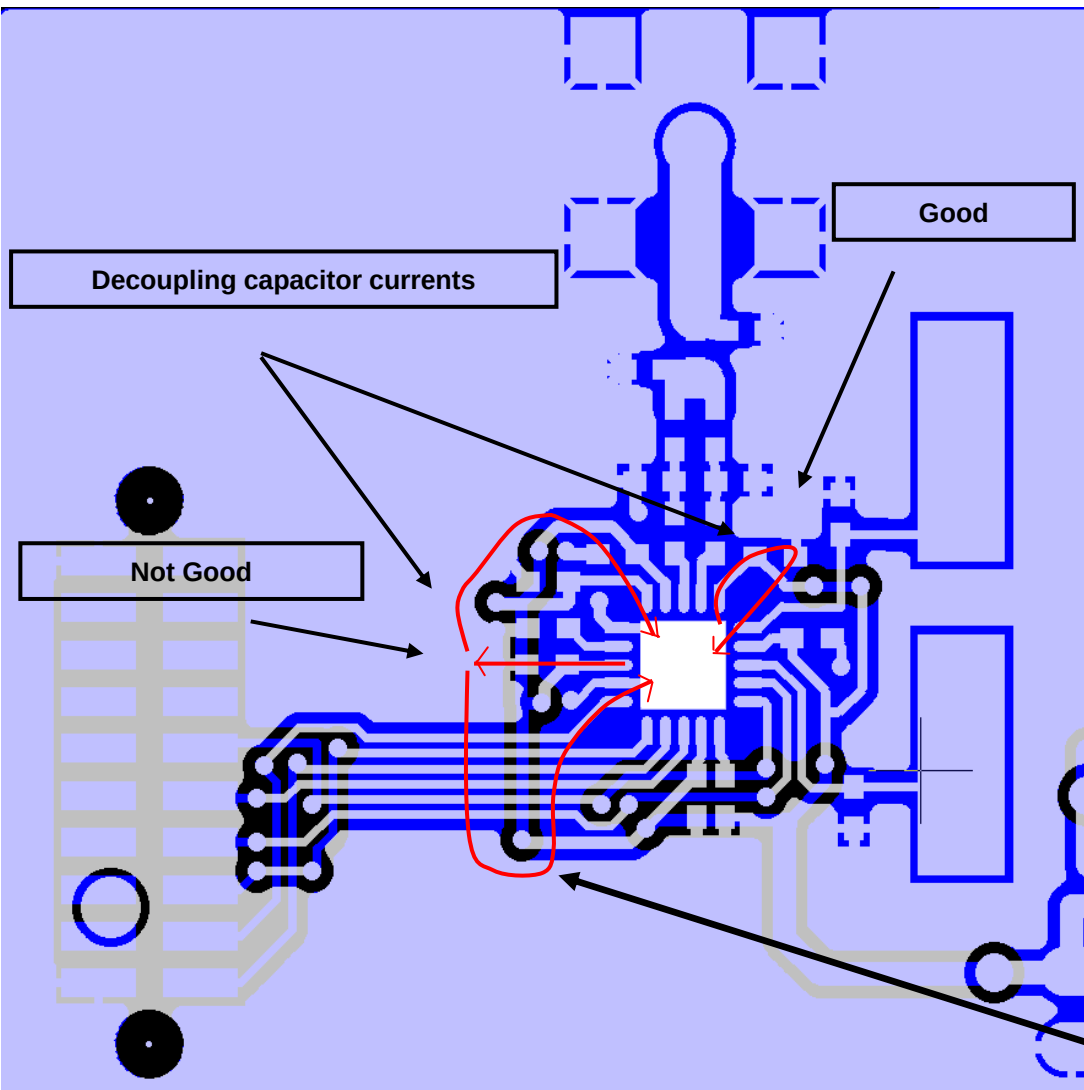
パターンのインピーダンスが左右対称

インダクタンス成分が多くなる

Good



Current Return Path



- 磁界と電界のエミッション (スプリアス)を最大限に低減するために

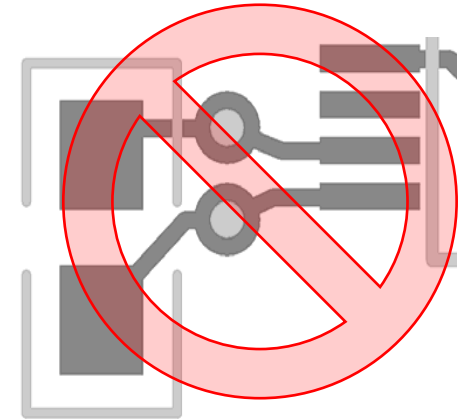
- RFIC⇒パソコン⇒RFIC
GNDのリターンパスを最短に設計していただくことが重要です。
- ひとつのパソコンに対しひとつのViaを設けることが重要です。

スプリアスはこのリターンパスが途切れたり、またはループが長くなることで磁界が発生

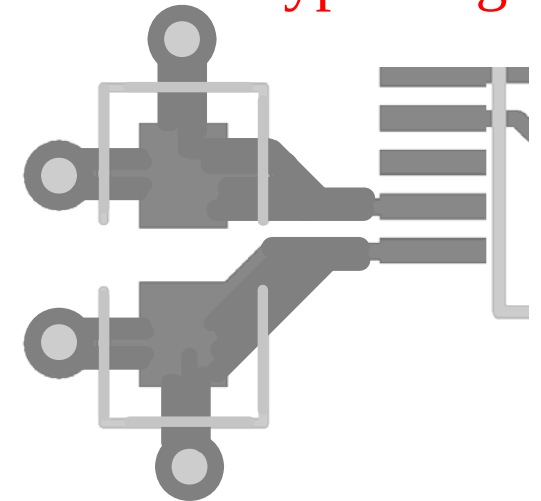
Bypass Capacitors

【インピーダンスノイズを低減するレイアウトとは?】

- IC、デカップリングコンデンサ間にViaを設置しないこと。
- RF ICと同レイヤに実装すること。
- それぞれ異なる経路でグランドに落とすこと。
- ピンの直近に配置すること。
- Viaをできる限り設けること。
- パターンを太くすること。
- 長さとの幅の比は3:1を超えないこと。



Poor Bypassing



Good Bypassing

CC2520のデカップリング

電源ピン



パスコン

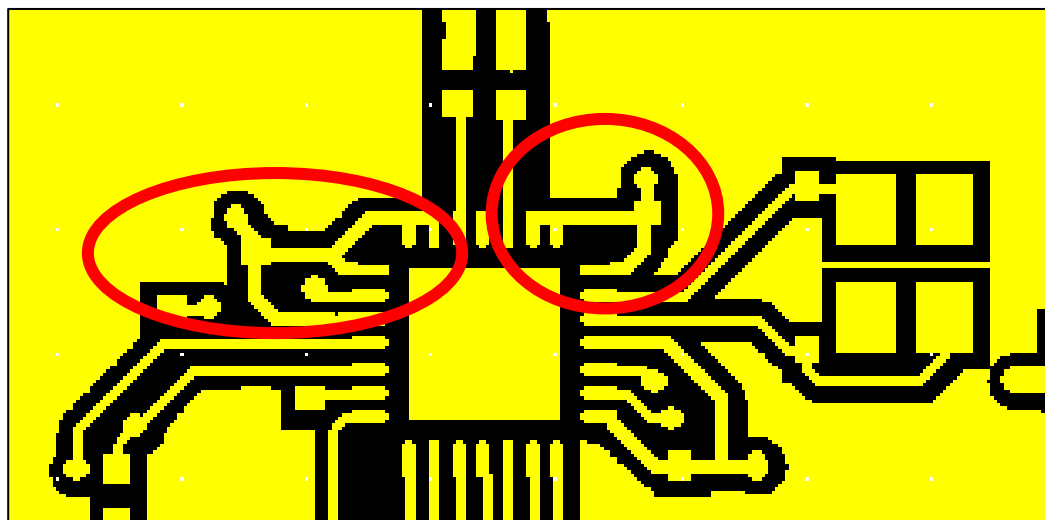
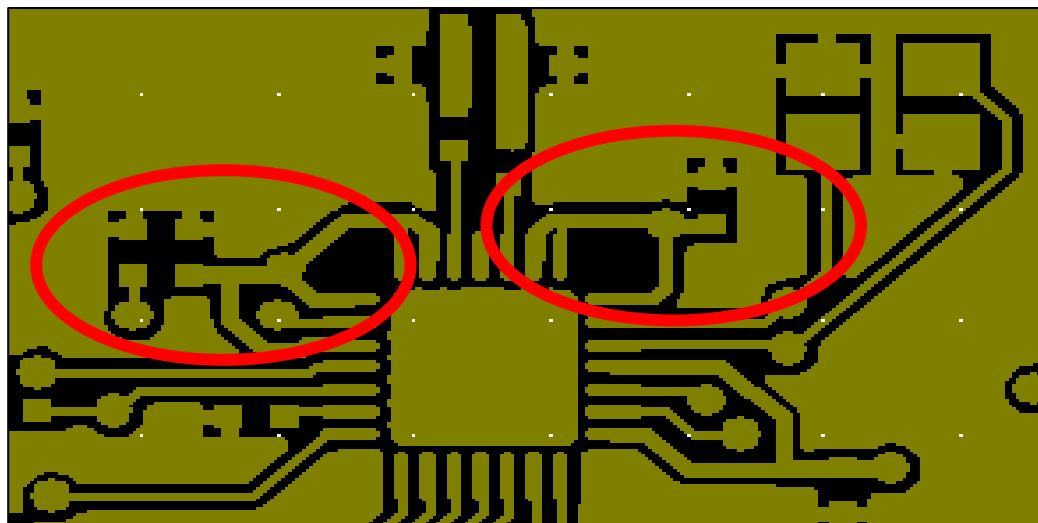


Via

上記のレイアウトに従っていない。

上図：サンプルデザイン

下図：TIリファレンスデザイン



CC2591のデカップリング

電源ピン



パスコン

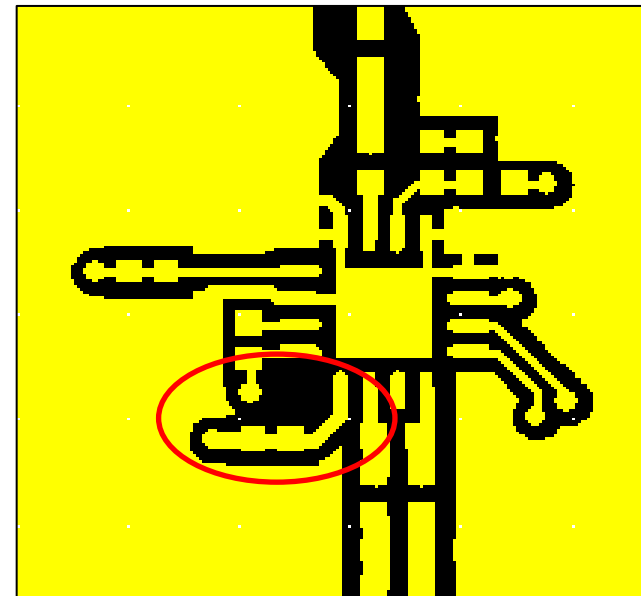
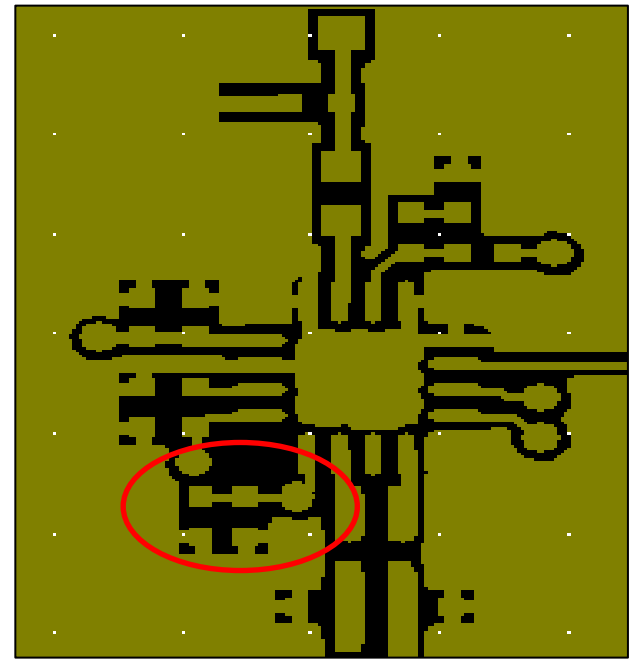


Via

上記のレイアウトに従っていない。

上図: サンプルデザイン

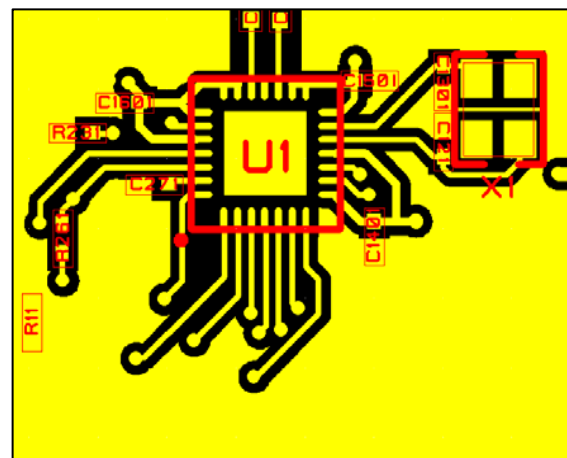
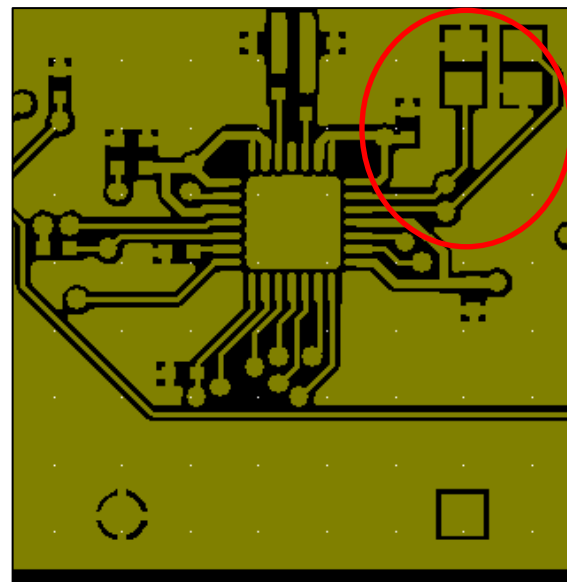
下図: TIリファレンスデザイン



水晶の負荷容量

サンプルデザインではViaを介して反対面にコンデンサが実装されている。Viaによる負荷容量が付与されるため必ず同レイヤに実装すること。

また水晶からRFICの距離は極力短くすること。

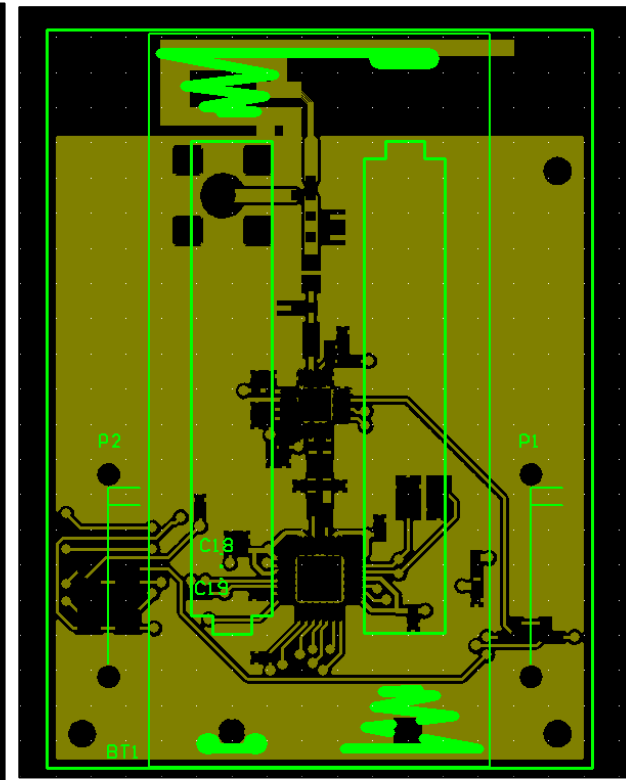
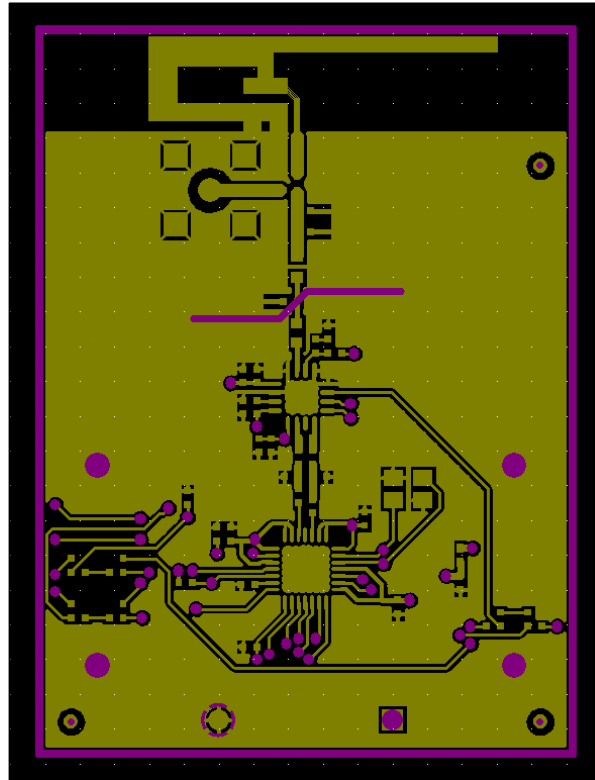


上図: サンプルデザイン
下図: TIリファレンスデザイン

GNDプレーンとバッテリー

PCBモノポールアンテナではアンテナ下のGNDプレーンを取り除く必要がある。

バッテリーをアンテナ下を実装することでGNDプレーンの役割を担うためアンテナ下を実装しないこと。

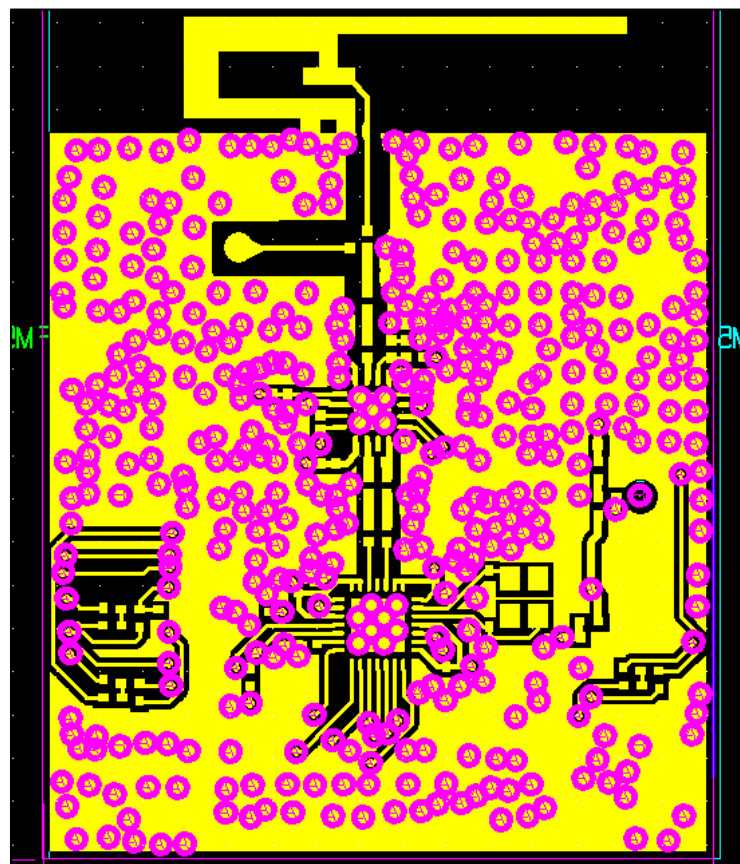
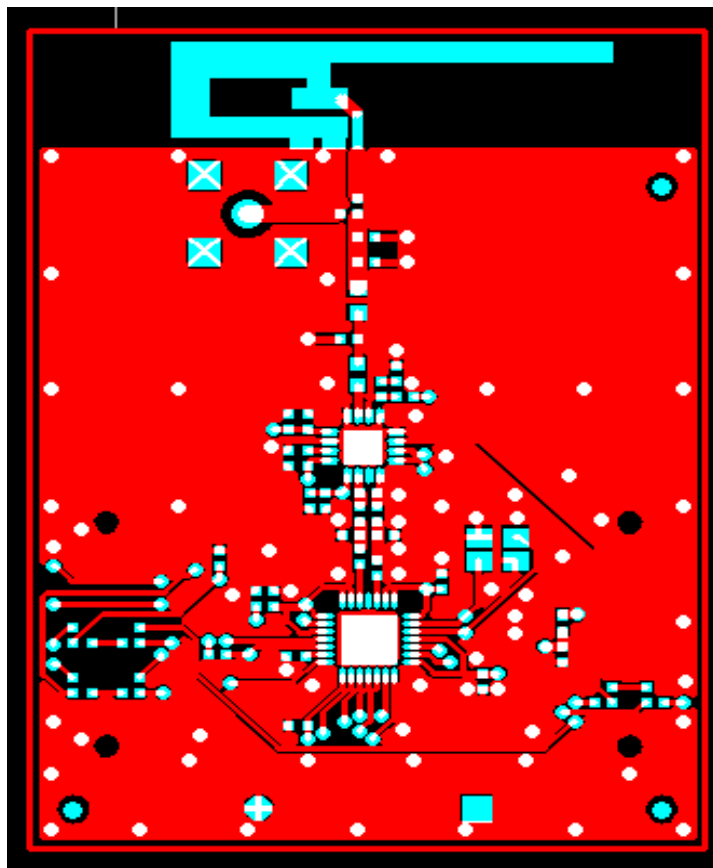


左図：GNDプレーン

右図：バッテリーの位置を示すシルク

ビア

堅牢なGNDプレーンを電流リターンパスを形成させるため多くのViaを設けることを推奨致します。

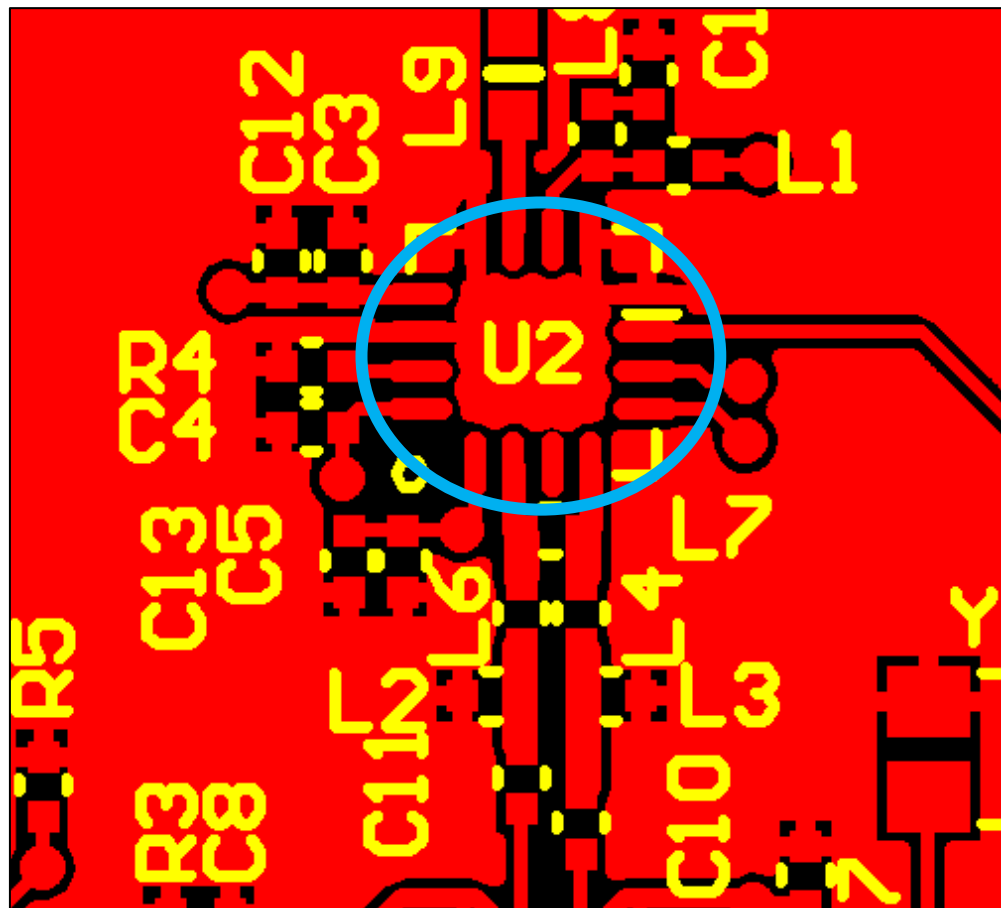


左図：サンプルデザイン
右図：TIリファレンスデザイン

シルク印字

RFIC の下のシルク
印字は入れないこと。

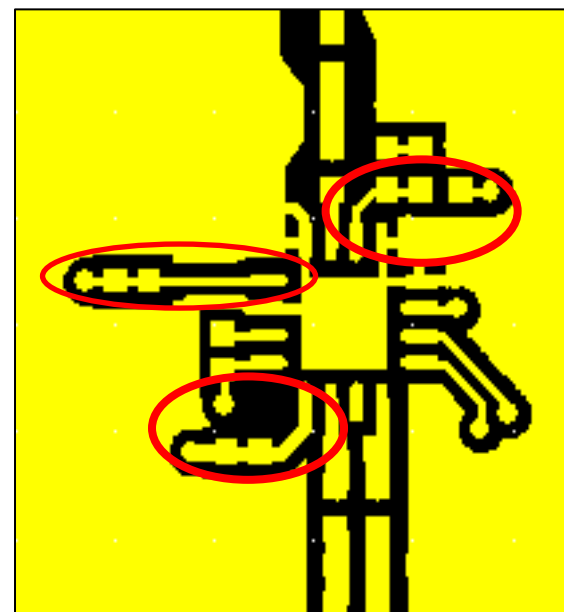
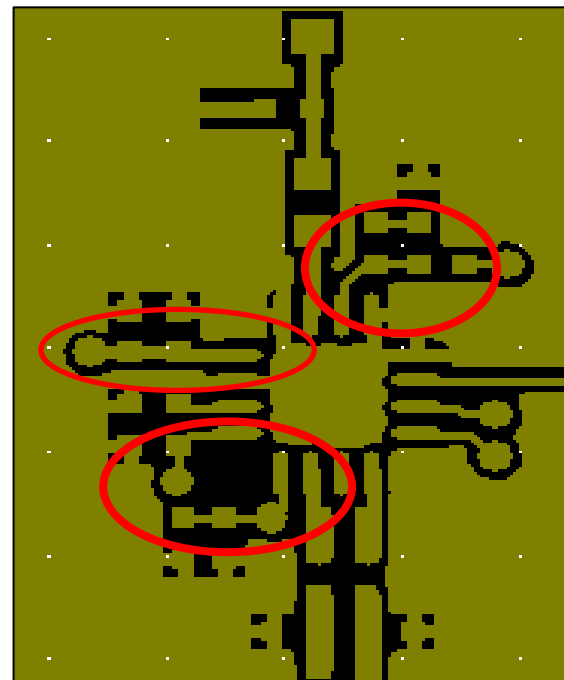
リフロー時の妨げと
なり、それにより所望
のRF特性を得られな
いことがございます。



T-Lines

T-LinesとはCC2591のPAやLNAの電源に設けられているパターンによって形成されたインダクタンス成分です。

高調波成分といったRF特性に大きく影響を及ぼす箇所なため、リファレンスデザインに従うことを強く推奨致します。

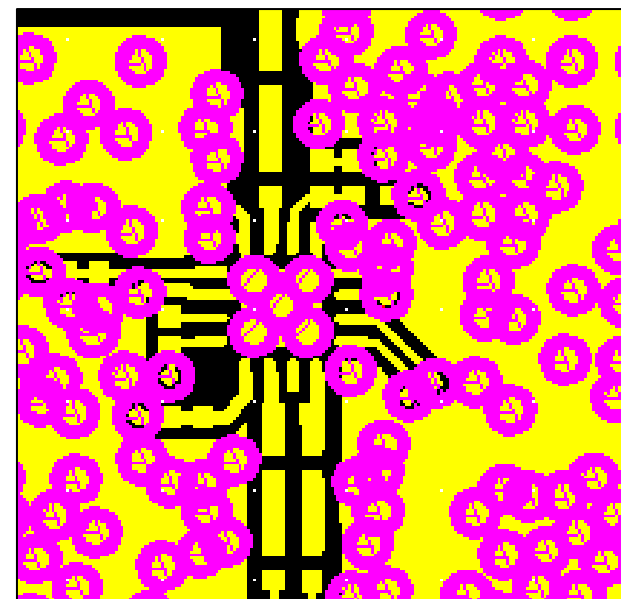
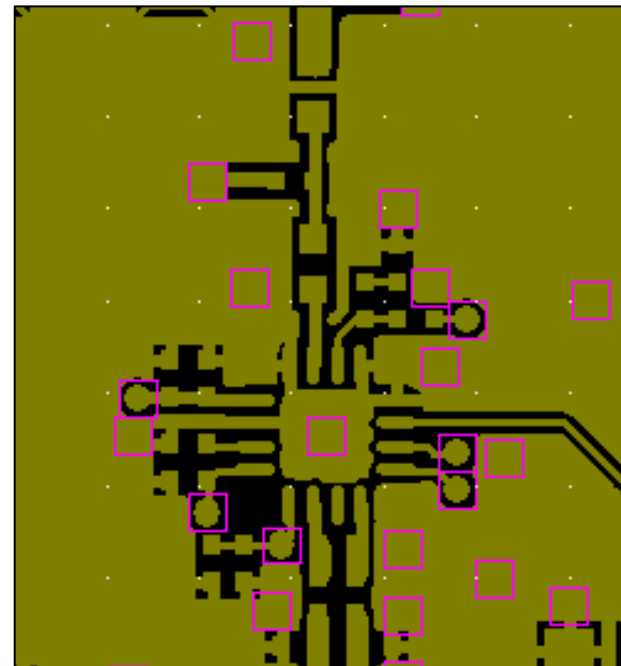
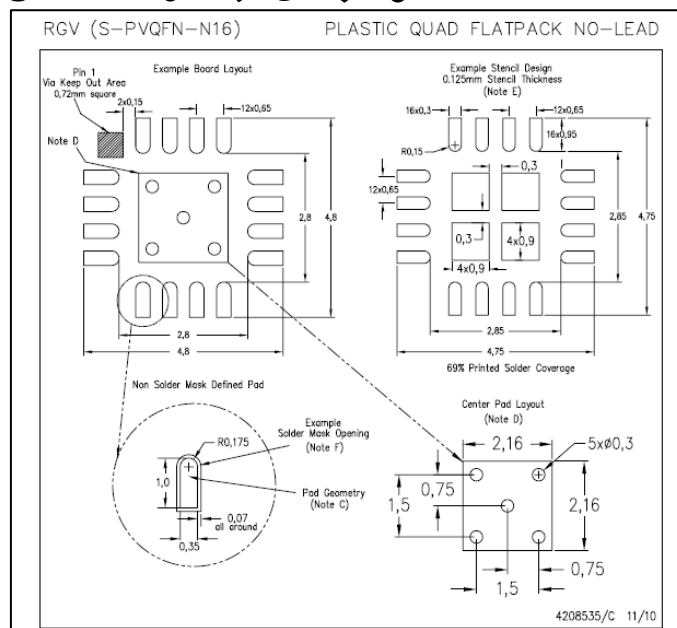


上図: サンプルデザイン
下図: TIリファレンスデザイン

ダイパッド

データシート記載のダイパッドの設計に従うことを推奨致します。本構成はTI Standardに則って設計されており、RF特性の観点からもよりよいGND接続が可能なデザインとなっております。

データシートに詳細の寸法がございます。



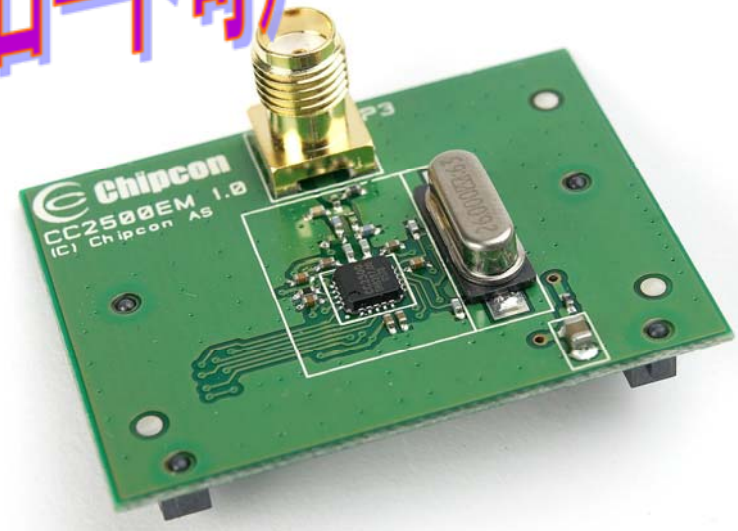
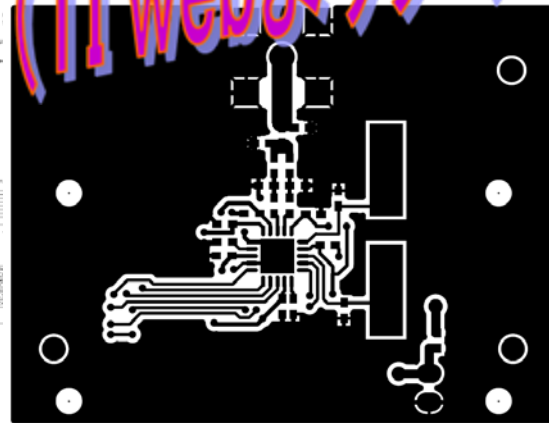
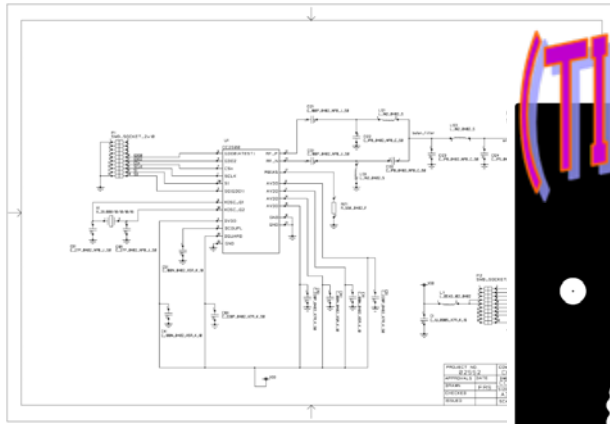
上図: サンプルデザイン
下図: TIリファレンスデザイン

HWデザインにおける推奨事項 まとめ

• リファレンスデザインのコピー

– 回路図、レイアウトに沿って設計していただくことを推奨いたします。

- データシートのRF特性は評価ボードの測定結果
- RF特性を最大限に引き出した上で何度も改版を繰り返した上で提供
- ICの開発元でデザインしているため、合理的な設計
- RFに特化した数多くのエンジニアがそれぞれデザインレビュー



無償提供
(TI webよりダウンロード可)

開発キット御利用に際して

【ご使用にあたっての注意】

本開発キットは技術基準適合証明を受けておりません。

本製品のご使用に際しては、電波法遵守のため、以下のいずれかの措置を取っていただく必要がありますのでご注意ください。

- (1) 電波法施行規則第6条第1項第1号に基づく平成18年3月28日総務省告示第173号で定められた電波暗室等の試験設備でご利用いただく。
- (2) 実験局の免許を取得後でご利用いただく。
- (3) 技術基準適合証明を取得後でご利用いただく。

なお、本製品は、上記の「ご使用にあたっての注意」を譲渡先、移転先に通知しない限り、譲渡、移転できないものとします。
上記を遵守頂けない場合は、電波法の罰則が適用される可能性があることをご留意ください。

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社
東京都新宿区西新宿6丁目24番1号
西新宿三井ビル
<http://www.tij.co.jp>

ご注意

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社（以下TIJといいます）及びTexas Instruments Incorporated (TIJの親会社、以下TIJないしTexas Instruments Incorporatedを総称してTIといいます）は、その製品及びサービスを任意に修正し、改善、改良、その他の変更をし、もしくは製品の製造中止またはサービスの提供を中止する権利を留保します。従いまして、お客様は、発注される前に、関連する最新の情報を取得して頂き、その情報が現在有効かつ完全なものであるかどうかご確認下さい。全ての製品は、お客様とTIJとの間に取引契約が締結されている場合は、当該契約条件に基づき、また当該取引契約が締結されていない場合は、ご注文の受諾の際に提示されるTIJの標準販売契約約款に従って販売されます。

TIは、そのハードウェア製品が、TIの標準保証条件に従い販売時の仕様に対応した性能を有していること、またはお客様とTIJとの間で合意された保証条件に従い合意された仕様に対応した性能を有していることを保証します。検査およびその他の品質管理技法は、TIが当該保証を支援するのに必要とみなす範囲で行なわれております。各デバイスの全てのパラメーターに関する固有の検査は、政府がそれ等の実行を義務づけている場合を除き、必ずしも行なわれておりません。

TIは、製品のアプリケーションに関する支援もしくはお客様の製品の設計について責任を負うことはありません。TI製部品を使用しているお客様の製品及びそのアプリケーションについての責任はお客様にあります。TI製部品を使用したお客様の製品及びアプリケーションについて想定されうる危険を最小のものとするため、適切な設計上および操作上の安全対策は、必ずお客様にてお取り下さい。

TIは、TIの製品もしくはサービスが使用されている組み合わせ、機械装置、もしくは方法に関連しているTIの特許権、著作権、回路配置利用権、その他のTIの知的財産権に基づいて何らかのライセンスを許諾するということは明示的にも黙示的にも保証も表明もしておりません。TIが第三者の製品もしくはサービスについて情報を提供することは、TIが当該製品もしくはサービスを使用することについてライセンスを与えとか、保証もしくは是認するということを意味しません。そのような情報を使用するには第三者の特許その他の知的財産権に基づき当該第三者からライセンスを得なければならない場合もあり、またTIの特許その他の知的財産権に基づきTI からライセンスを得て頂かなければならない場合もあります。

TIのデータ・ブックもしくはデータ・シートの中にある情報を複製することは、その情報に一切の変更を加えること無く、かつその情報と結び付けられた全ての保証、条件、制限及び通知と共に複製がなされる限りにおいて許されるものとします。当該情報に変更を加えて複製することは不公正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような変更された情報や複製については何の義務も責任も負いません。

TIの製品もしくはサービスについてTIにより示された数値、特性、条件その他のパラメーターと異なる、あるいは、それを超えてなされた説明で当該TI製品もしくはサービスを再販売することは、当該TI製品もしくはサービスに対する全ての明示的保証、及び何らかの黙示的保証を無効にし、かつ不公正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような説明については何の義務も責任もありません。

TIは、TIの製品が、安全でないことが致命的となる用途ないしアプリケーション（例えば、生命維持装置のように、TI製品に不良があった場合に、その不良により相当な確率で死傷等の重篤な事故が発生するようなもの）に使用されることを認めておりません。但し、お客様とTIの双方の権限有る役員が書面でそのような使用について明確に合意した場合は除きます。たとえTIがアプリケーションに関連した情報やサポートを提供したとしても、お客様は、そのようなアプリケーションの安全面及び規制面から見た諸問題を解決するために必要とされる専門的知識及び技術を持ち、かつ、お客様の製品について、またTI製品をそのような安全でないことが致命的となる用途に使用することについて、お客様が全ての法的責任、規制を遵守する責任、及び安全に関する要求事項を満足させる責任を負っていることを認め、かつそのことに同意します。さらに、もし万一、TIの製品がそのような安全でないことが致命的となる用途に使用されたことによって損害が発生し、TIないしその代表者がその損害を賠償した場合は、お客様がTIないしその代表者にその全額の補償をするものとします。

TI製品は、軍事的用途もしくは宇宙航空アプリケーションないし軍事的環境、航空宇宙環境にて使用されるようには設計もされていませんし、使用されることを意図されておられません。但し、当該TI製品が、軍需対応グレード品、若しくは「強化プラスチック」製品としてTIが特別に指定した製品である場合は除きます。TIが軍需対応グレード品として指定した製品のみが軍需品の仕様書に合致いたします。お客様は、TIが軍需対応グレード品として指定していない製品を、軍事的用途もしくは軍事的環境下で使用することは、もっぱらお客様の危険負担においてなされるということ、及び、お客様がもっぱら責任をもって、そのような使用に関して必要とされる全ての法的要求事項及び規制上の要求事項を満足させなければならないことを認め、かつ同意します。

TI製品は、自動車用アプリケーションないし自動車の環境において使用されるようには設計されていませんし、また使用されることを意図されておられません。但し、TIがISO/TS 16949の要求事項を満たしていると特別に指定したTI製品は除きます。お客様は、お客様が当該TI指定品以外のTI製品を自動車用アプリケーションに使用しても、TIは当該要求事項を満たしていなかったことについて、いかなる責任も負わないことを認め、かつ同意します。

Copyright © 2012, Texas Instruments Incorporated
日本語版 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社

弊社半導体製品の取り扱い・保管について

半導体製品は、取り扱い、保管・輸送環境、基板実装条件によっては、お客様での実装前後に破壊/劣化、または故障を起こすことがあります。

弊社半導体製品のお取り扱い、ご使用にあたっては下記の点を遵守して下さい。

1. 静電気
 - 素手で半導体製品単体を触らないこと。どうしても触る必要がある場合は、リストストラップ等で人体からアースをとり、導電性手袋等をして取り扱うこと。
 - 弊社出荷梱包単位（外装から取り出された内装及び個装）又は製品単品で取り扱いを行う場合は、接地された導電性のテーブル上で（導電性マットにアースをとったもの等）、アースをした作業者が行うこと。また、コンテナ等も、導電性のものを使うこと。
 - マウンタやはんだ付け設備等、半導体の実装に関わる全ての装置類は、静電気の帯電を防止する措置を施すこと。
 - 前記のリストストラップ・導電性手袋・テーブル表面及び実装装置類の接地等の静電気帯電防止措置は、常に管理されその機能が確認されていること。
2. 温・湿度環境
 - 温度：0～40℃、相対湿度：40～85％で保管・輸送及び取り扱いを行うこと。（但し、結露しないこと。）

- 直射日光があたる状態で保管・輸送しないこと。
3. 防湿梱包
 - 防湿梱包品は、開封後は個別推奨保管環境及び期間に従い基板実装すること。
 4. 機械的衝撃
 - 梱包品（外装、内装、個装）及び製品単品を落下させたり、衝撃を与えないこと。
 5. 熱衝撃
 - はんだ付け時は、最低限260℃以上の高温状態に、10秒以上さらさないこと。（個別推奨条件がある時はそれに従うこと。）
 6. 汚染
 - はんだ付け性を損なう、又はアルミ配線腐食の原因となるような汚染物質（硫黄、塩素等ハロゲン）のある環境で保管・輸送しないこと。
 - はんだ付け後は十分にフラックスの洗浄を行うこと。（不純物含有率が一定以下に保証された無洗浄タイプのフラックスは除く。）

以上