

ポータブル医療機器や埋め込み型(インプラント)

医療機器でのシリコン PICS 技術

概要

ポータブル医療アプリケーションや埋め込み型医療アプリケーションは、体積制約が非常に重要となり、またデバイスにとって大きな性能の向上だけでなく、より高いインテグレーションが求められます。特定のアセンブリ条件（温度など）によっては、さらに制約が発生します。2つのアプリケーションについては文末にて詳しく説明します。

ポータブル/埋め込み式での医療機器の問題

- ・体積の制約
- ・高い信頼性
- ・バッテリーの寿命、コンデンサでの低漏れ電流の必要性
- ・効率的なデカップリングと小さな埋め込み型コンデンサ
- ・どんな動作電圧においても、容量性回路で十分なエネルギーを確保するための余裕を持った容量値
- ・製造プロセスでの温度サイクル

PICS 技術のソリューションと価値

- ・2000nF/mm³までのコンデンサの集積機能
- ・アプリケーションに使われるパッシブ部品数を減らし、かつ絶縁破壊を起こすクラックを防ぐ高集積技術(TDDB 寿命、37℃で 12 年超)
- ・とても低い漏れ電流(200nF のコンデンサで 3.6V で 500pA 以下)
- ・フル動作電圧と温度範囲(-55～+200℃)におけるとても安定した静電容量
- ・300℃を超える高温サイクルに対応するシリコンベースのプロセス

(*)TDDB:経時絶縁破壊

効率的なデカップリングとチャージポンプ

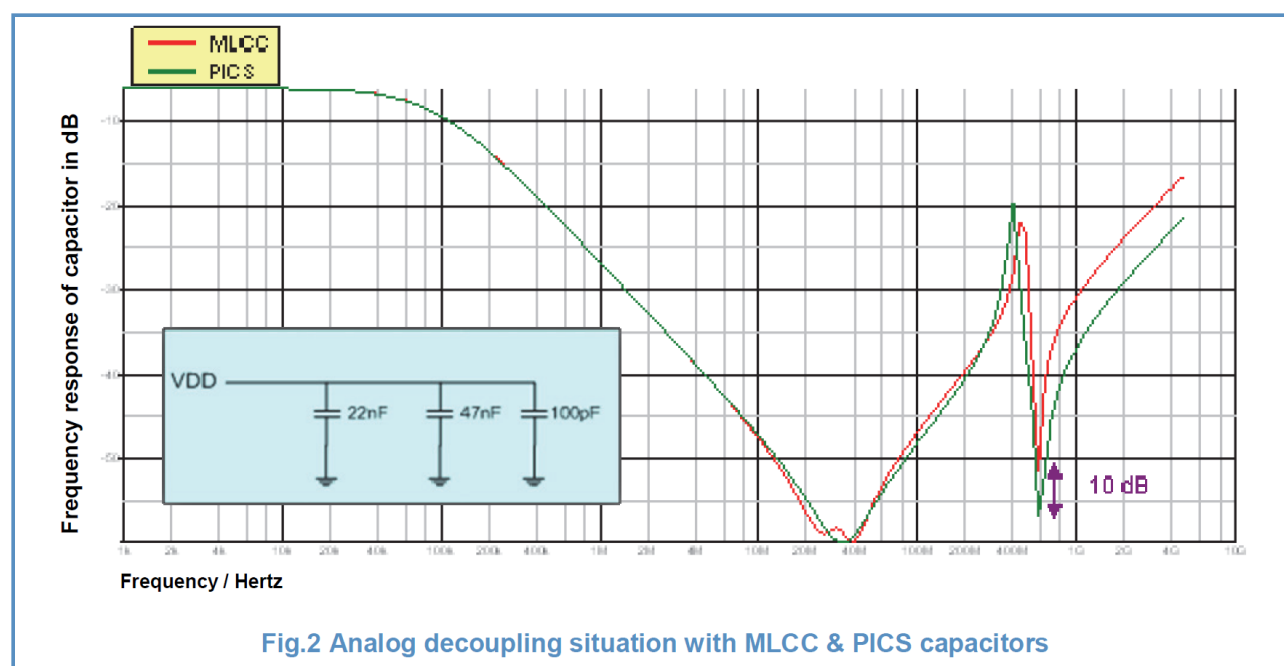
—電源デカップリング

電源デカップリングは標準 SMD デカップリングコンデンサと比較してより高性能なもので最適化されますが、一定のルールを確認する必要があります。

デカップリングコンデンサは影響のある 2 つのドメインがあります。

- ・静電容量値と直接関係する容量性領域
- ・寄生 ESL によって決まる誘導性領域

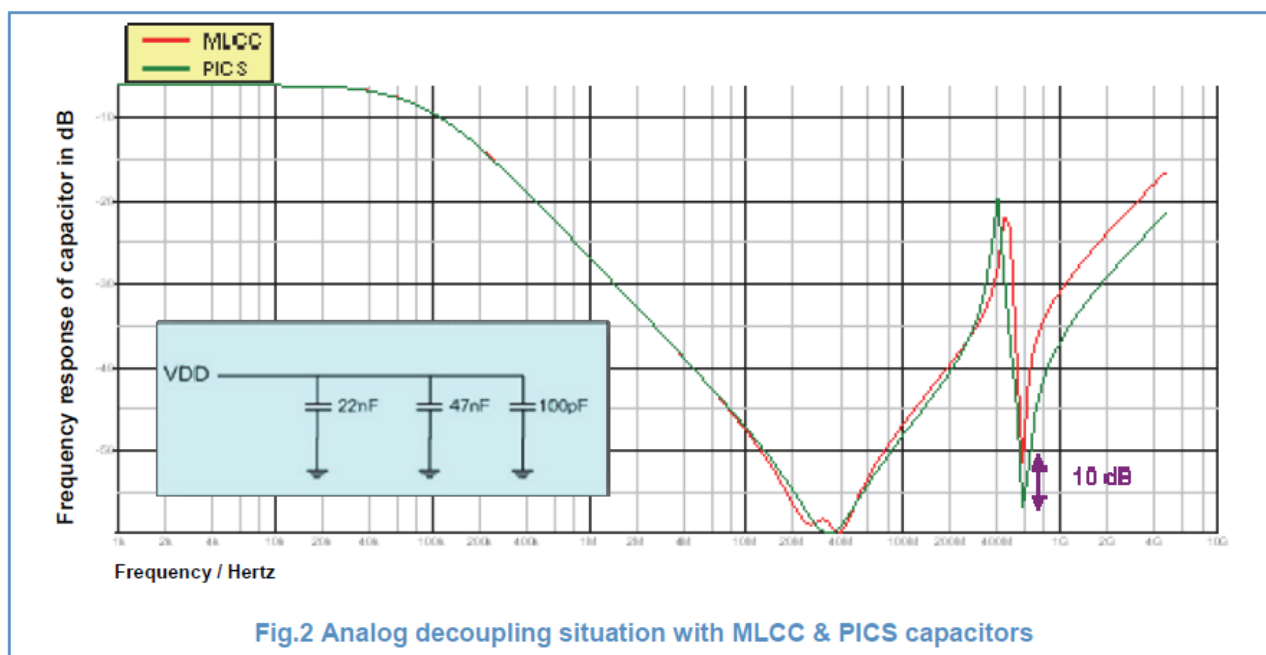
次の図は 100nF SMD MLCC コンデンサ(X7R、NPO など)と 100nF PICS コンデンサとの間で挿入損失を比較したものです。



共振周波数での挿入損失は ESR(PICS 技術ではより低い)によって直接決まります。デカップリング効果はインダクタンس領域の中で 15dB 向上します。

2 つのデカップリングの条件は下記例にて説明します。

条件 1 : 高周波帯効果(RF デカップリング)の多重共鳴



この状況ではデカップリングの静電容量はまず同じ値であることが必要です(最適化無し)。PICS の利点は共振周波数での効率が良いことです(低 ESR)。

静電容量を低減するために、MLCCとタンタルコンデンサを PICS コンデンサによって置き換えることを推奨します。動作周波数によっては、PICS の共振周波数のインピーダンスは MLCC とタンタルコンデンサよりも低いので、PICS コンデンサの静電容量は MLCC とタンタルコンデンサの静電容量の 1/2 から 1/10 となります。図 4 のグラフはインピーダンスを示しています。

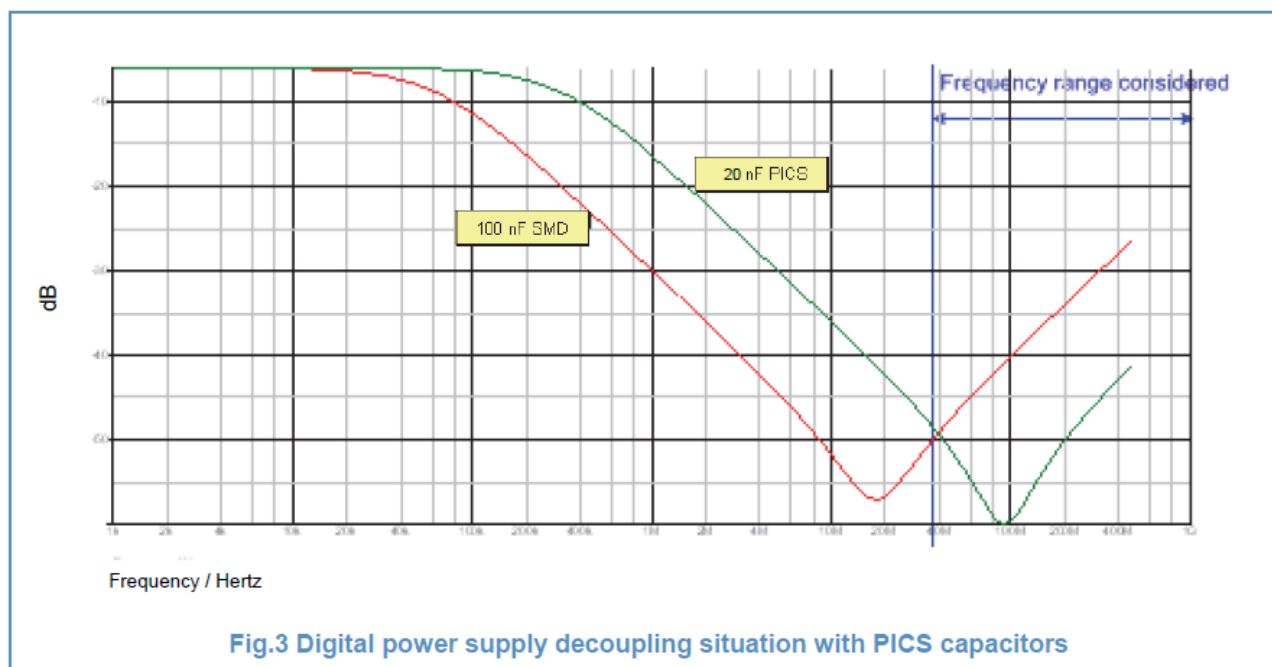
例：

MLCC & Tantalum Cap.		PICS recommended Cap.
100 pF	⇒	10 pF to 50 pF
4.7 nF		470 pF to 2.35 nF
100 nF		10 nF to 50 nF
1 μF		100 nF to 0.5 μF
4.7 μF		470 nF to 2.37 μF
10 μF		1 μF to 5 μF

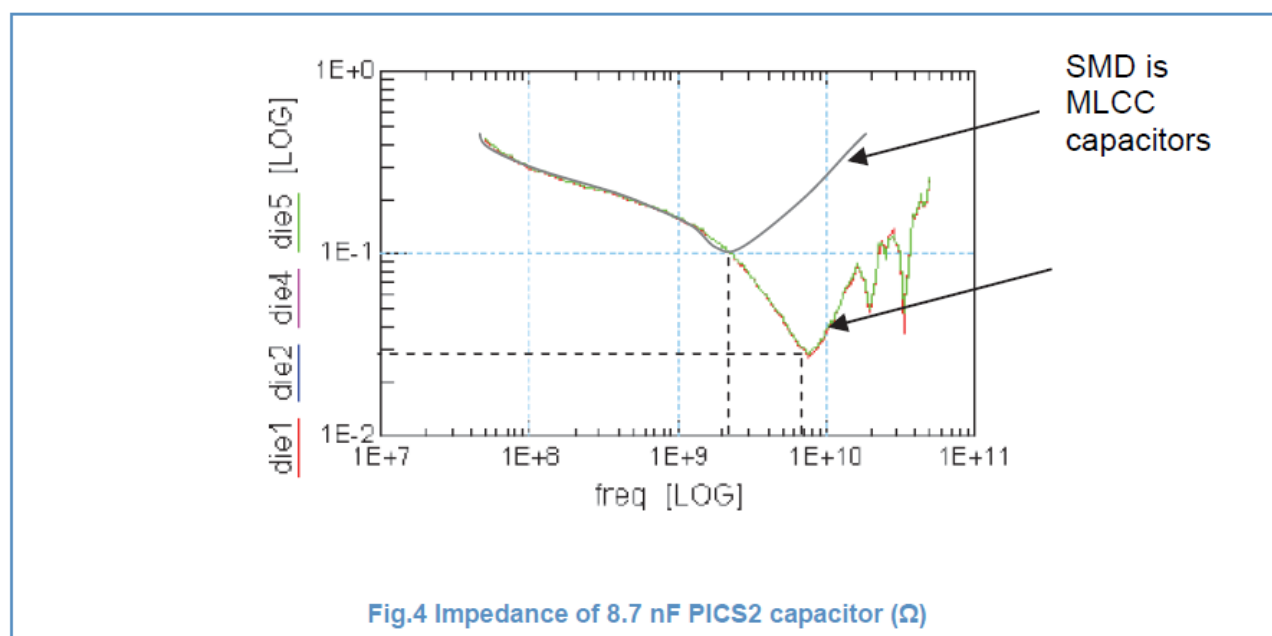
PICS 技術は必要な周波数においてノッチを設計することで ESL の微調整が可能です。

条件 2：デジタルデバイス(デジタル電源デカップリング)

この条件はデジタルデバイスのデカップリングに適しています。例として、100nF コンデンサがデカップリングとして使われ、特定の値より上の周波数を抑制する必要がある誘導性領域に使われると仮定します。PICS コンデンサはデカップリングのために(コンデンサのパッドの間の寄生インダクタンスの極端な削除)電源 pins/pads のできるだけ近くに置かれます。SMD 静電容量値を 4 から 5 によって割るのが一般的です。



例えば、以下のグラフは PICS2 8.7nF のコンデンサのインピーダンスを表しています。共振周波数は 7.2GHz で、ESR27mΩ ESL56fHと測定されました。



ーチャージポンプ

チャージポンプアプリケーションでは、2つのパラメーターが重要です。

- ・印加電圧における安定的な静電容量(グラフ 5.6 を参照)
- ・コンデンサを充電した状態で出来るだけ小さな漏れ電流にします。これはバッテリー駆動アプリケーションにおいて重要です

次のグラフはさまざまな印加電圧と温度の環境で、電圧が印加されない時と比較した静電容量値の安定性を示しました。

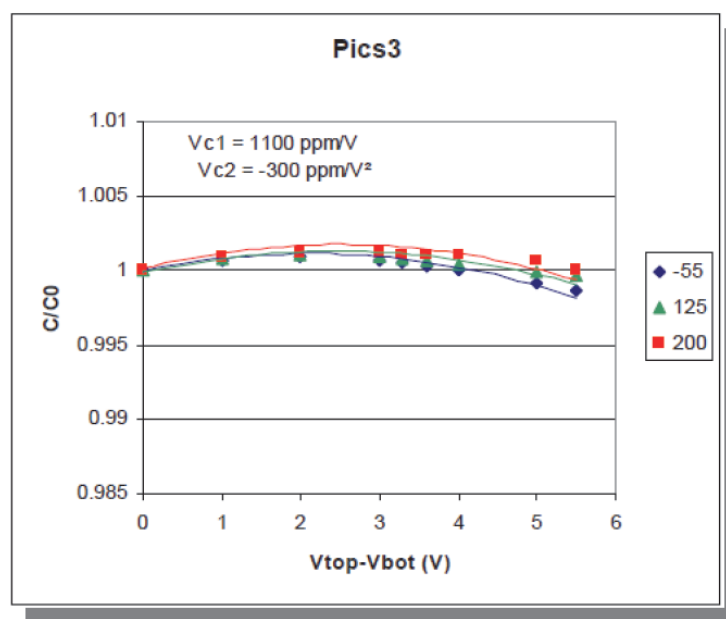


Fig.5 Capacitance stability vs. applied voltage at different temperatures

静電容量は以下で表します。

$$C = C_0(1 + VC_1V + VC_2V^2) \cdot (1 + T_{cl}(T - T_0))$$

For PICS3: $VC_1 = 1100 \text{ ppm/V}$ $VC_2 = 300 \text{ ppm/V}^2$ $T_{cl} = 62 \text{ ppm/k}$

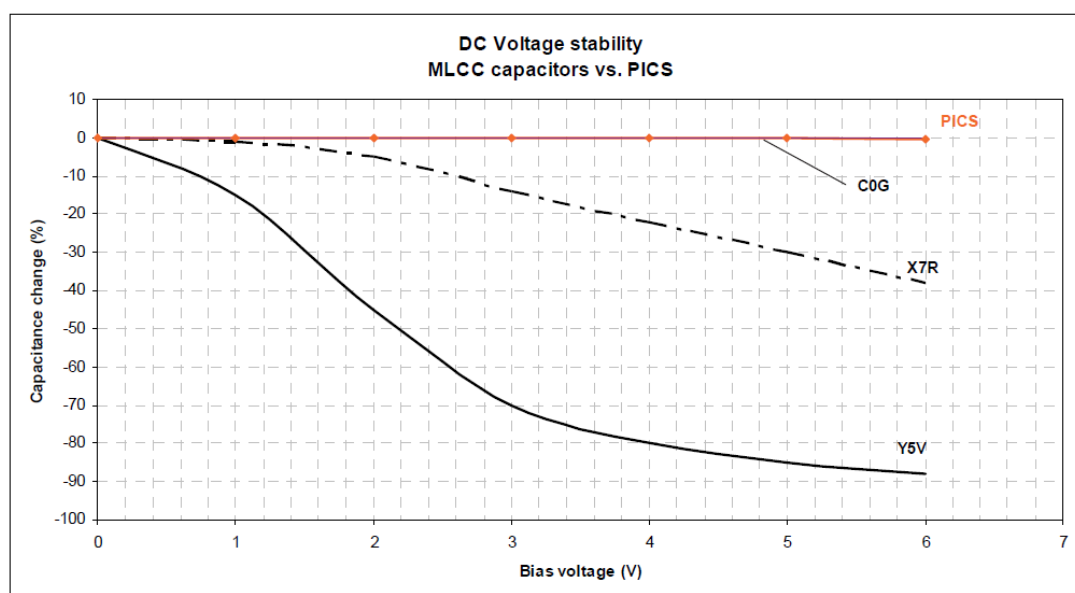


Fig.6 Voltage stability performance comparisons with various type of MLCC capacitor

次の図は PICS3 で作られた 3 つの静電容量値のキャパシタの漏れ電流性能を表したものです。

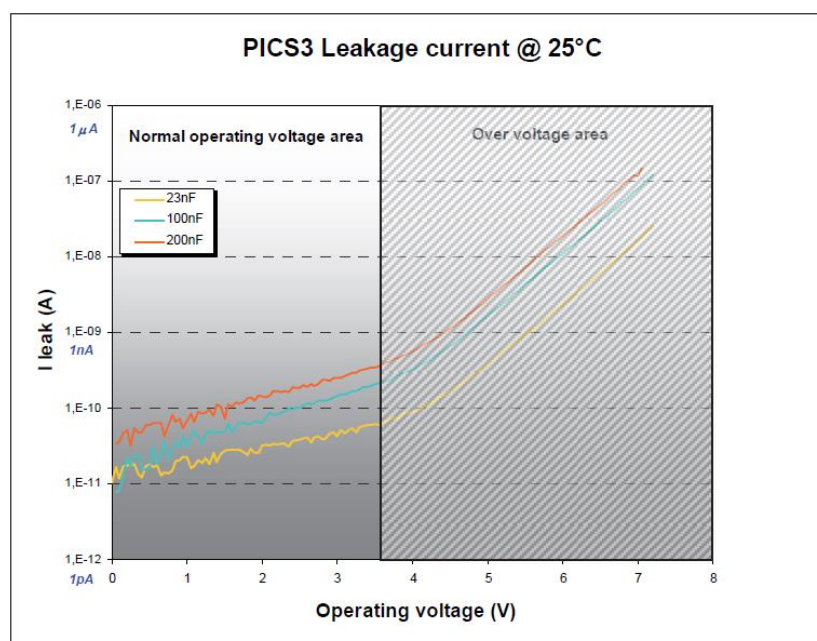


Fig.7 Leakage current in PICS capacitors (PICS3)

公称電源電圧(<3.6V)では、漏れ電流は 0.5nA 以下にとどまります。

次の図はさまざまな温度での 100nF コンデンサの動作電圧での漏れ電流の変化を表したものです。

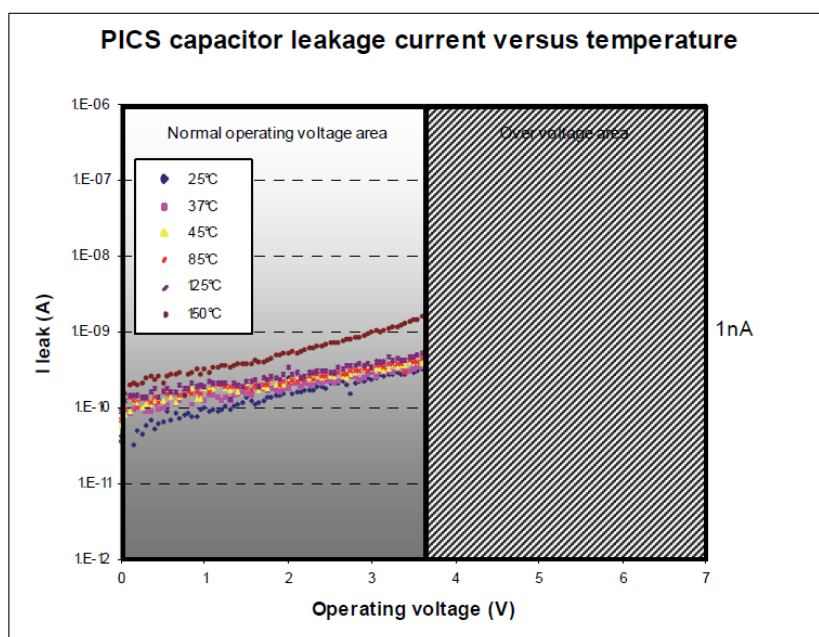


Fig.8 Leakage current in a 100nF PICS capacitor vs. temperature (PICS3)

Key values:

- ・プロセス、温度、電圧条件に関わらず、30nA/ μ F 未満の漏れ電流
- ・12pA(100nF につき)/ $^{\circ}$ C 未満の漏れ電流変化

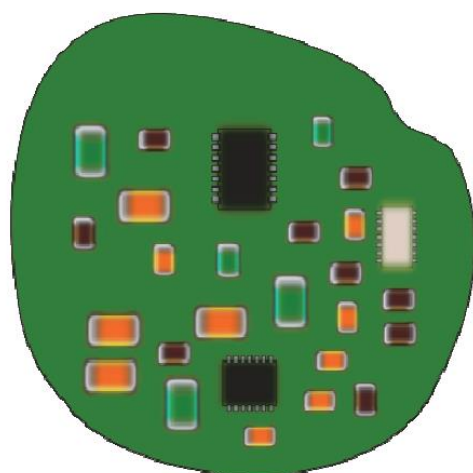
心臓除細動器アプリケーション

心臓除細動器のような埋め込み型医療機器は体積や重量を小さくすることが重要な問題です。



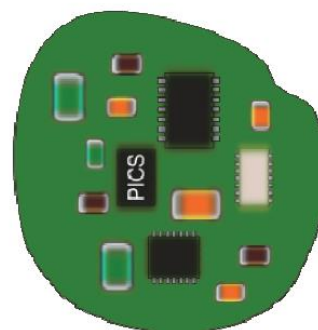
Fig.9 Defibrillator device

電子回路部でデカップリング目的と充電のためのさまざまな SMD コンデンサを統合します。



Current PCB

Area saving
> 50%



PCB size reduction by PICS
Integrated Passive integration

Fig.10 PCB size reduction with PICS technology

主な PICS コンデンサの利点

- ・高デカップリング効果
- ・体積を減らして静電容量を上げる
- ・バッテリー寿命を 30%以上にする

補聴器アプリケーション

このタイプのデバイスは大きな体積制約のために高度な統合技術が必要です。電子回路部は、デカップリングもしくは発振器、ワイヤレス部品などのさまざまなアナログ機能のいくつかのパッシブ部品を統合しています。PICS コンデンサじゃ、特に DSP's(条件 2 の電力供給デカップリングについて)のようなデジタルデバイスの電力供給のデカップリングとして高く推奨します。PICS コンデンサの低 ESR 性能は、標準 SMD に比べて体積メリットが提供できるので、低容量のコンデンサを埋め込むことができます。IPD 技術は RF/ワイヤレス部分にも活用できます。Baluns, Filters などの派生機能と同様に高 Q コイルも設計できます。

PICS と統合機能

PICS IPD 技術はさまざまな組立構造を可能とするシリコンベースのプロセスです。

- ・ワイヤボンディング
- ・ウェハーレベルチップスケールパッケージ
- ・ダイスタッキング

ダイは、モールド(プラスチック配合物)したり、チップオンボード(COB)として使われたり、PCB やフレキシ基盤上にフリップチップすることができます。

品質

ムラタ製造拠点は以下の認証があります。

- ・ISO-14001
- ・ISO-TS16949
- ・OHSAS-18001

ムラタシリコンコンデンサは RoHS に準拠しています。