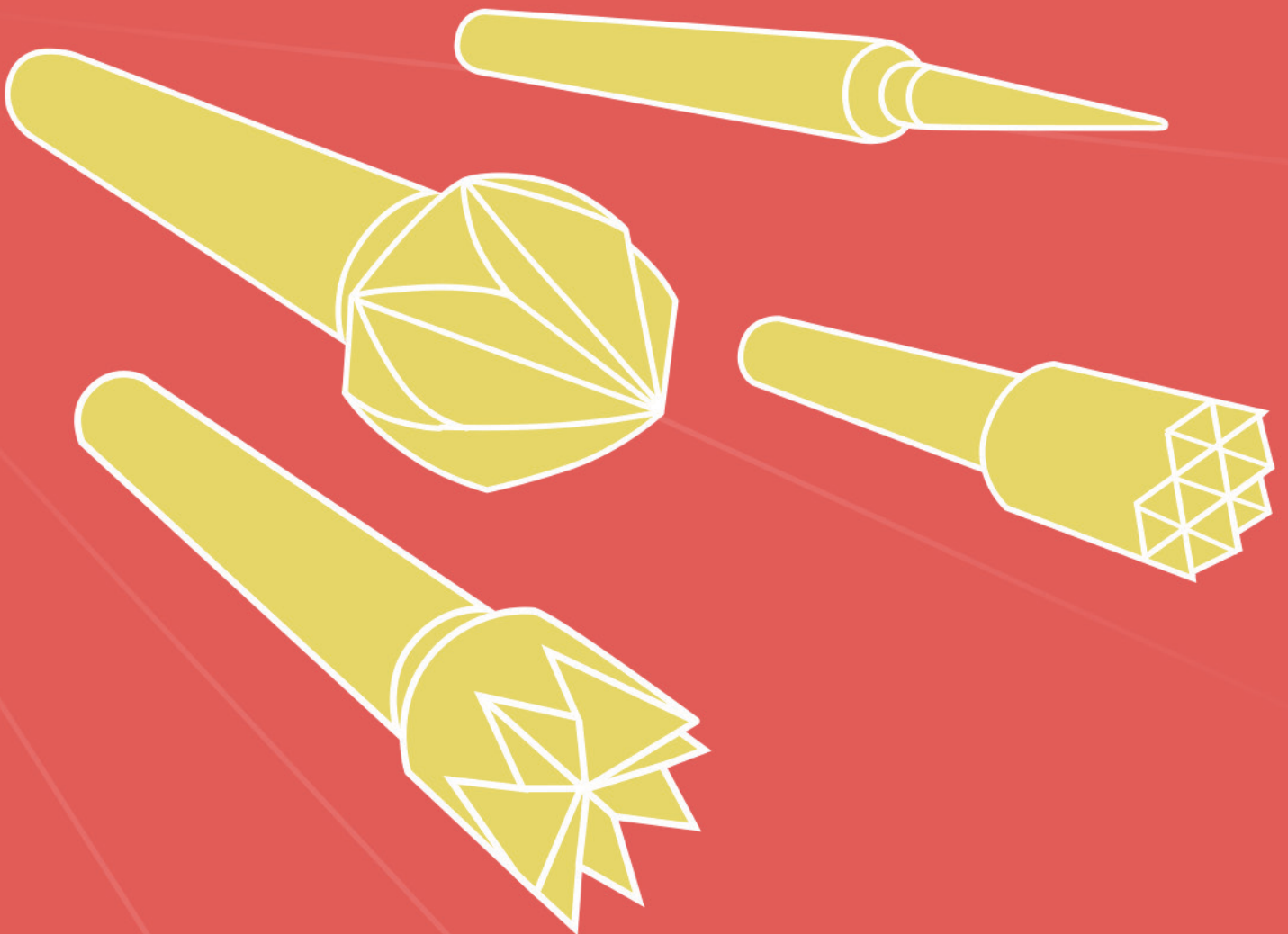


**Altium**<sup>®</sup>

# テスト容易化設計



**Christopher E. Carlson**

Senior Field Applications Engineer

# テスト容易化設計

---

## 概要

プリント回路基板が完成するまでにかかる全コストは、ブランクPCBの製造コスト、コンポーネントのコスト、実装コスト、テストのコスト、のように複数の基本カテゴリーに分類できます。最後に出てきた、完成した基板をテストするのにかかるコストは、製品の合計製造コストの25%から30%を占める場合があります。

収益性を求める設計は、2つの論理的側面から生まれます。1つはDFM (Design for Manufacturability)、つまり最小の欠陥率を維持しながら可能な限り最小の製造コストで製品を開発すること、もう1つはテスト容易化設計 (DFT) です。テストカバレッジを最大化し、製造エラーおよびコンポーネント障害に関する欠陥を迅速に分離できるよう、製品を設計することによって、DFTは収益性のある設計として最高のものとなります。この記事では、DFTを詳細に検討し、特にインサーキットテスト (ICT) に焦点を当てます。

## DFMおよびDFTガイドライン

委託製造業者 (CM) を選択する際は、必ずDFMおよびDFTのガイドラインを提出してもらう必要があります。必ず、契約を検討しているCMごとにこれらのガイドラインを入手し、目を通すようにします。複数のCMから提出されたDFMとDFTのガイドラインをレビューすることで、それぞれCMの専門的な技術、知識、能力のレベルを把握することができます。したがって、これらのガイドラインは、自社製品の生産に最適なCMを決定する際に役立ちます。

## 今後に向けた計画

設計を計画するときに聞く最初の質問は次のとおりです。

1. 誰が実装をテストしますか?
2. 機能は何ですか?

設計を計画するときに聞く最初の質問は次のとおりです。1) 誰が実装をテストしますか? 2) 機能は何ですか? DFTガイドラインは最初のレイアウトの計画で役に立ちます。しかしながら、CMに直接連絡して、知識のあるテストエンジニアと特定のニーズについて議論するのはよい考えです。テストエンジニアは機能について議論することができ、提供できるものとは異なるテスト方法論があることを気づかせてくれます。バウンダリースキャン (JTAG)、自動ICTテスト、X線断層撮影 (AXI) および目視検査 (マニュアルおよびマシンビジョン) の組み合わせにより、最も包括的なテストカバレッジを実現します。また、これにより製造プロセスについて即時フィードバックが得やすくなり、ワークフローを必要に応じて迅速に修正し、欠陥コンポーネントを特定して取り除くことができます。

次に、完成品の品質を保証するためには、どのテストカバレッジが必要かを検討する必要があります。アプリケーションと実際のコストの制約から、利用可能なテスト機能の全てを使用することが必要な場合と、そうでない場合があります。例えば、地球の周りを公転する衛星を調査する場合、可能な限りのタイプのテストを実施して、修理できない環境でも、数年にわたって完成品が確実に機能するのを保障しようとするでしょう。しかし、ミュージカルの挨拶状を作成する場合は、シンプルな必要最低限の機能テストだけになるでしょう。

## ICTテスト

ICTテストは、製造と部品の両面で、多くの欠陥を検出できます。ICTテストシステムには2つのタイプがあります。1つは、テストフィクスチャーを使用するタイプです。テストフィクスチャーで、テスト対象のプリント回路アセンブリ (PCA) を挟み込み、さまざまなネットをプローブしてテストを実行します。もう1つは、フライングプローブテストです。プローブはコンピューターシステムで制御され、テスト対象のPCAの特定のネットに電氣的に接触します。

テストにより、ショート/オープン、コンポーネントの不足、間違った偏波や悪い値のコンポーネントなど、さまざまな項目について検査できます。ICTテスターは、テスト対象のPCAに電源を供給して、アナログおよびデジタル回路を使用して適切な動作を検証するこ

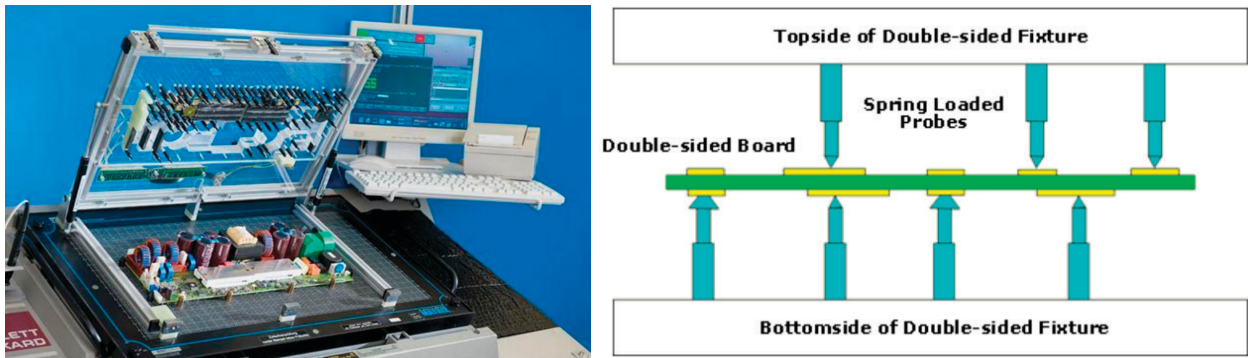
# テスト容易化設計

## ICTテストに向けた設計上の考慮事項

テストヘッドを使用するICTテスターとフライングプローブテストでは、テストポイントとして何を考えることができるかについて、要件がやや異なります。

テストヘッドを使用するテストシステムでは、テストポイントの機能を規定したDFTガイドラインがあります。PCBの配置とレイアウトをマッピングする際は、必ず、最終的な実装テストを行うCMから提出されたDFTガイドラインのコピーを用意する必要があります。

ICTフィクスチャーは、基板上のさまざまな機能をプローブして、テスト対象のPCAで測定、電源供給、シミュレーション、信号計測を行います。テストシステムは、PCAの両面を検査することができます。ただし、テストポイントを基板の片側に置くと、テストフィクスチャー



ICTテストフィクスチャー[1]

PCA用にテストフィクスチャーが開発されると、テストフィクスチャーをさらに変更して製品に変更を加えた場合、追加コストがかかります。これらの追加コストは増額する可能性があります。したがって、PCAを変更する際は、既存のテストポイントの場所を移動しないように注意する必要があります。

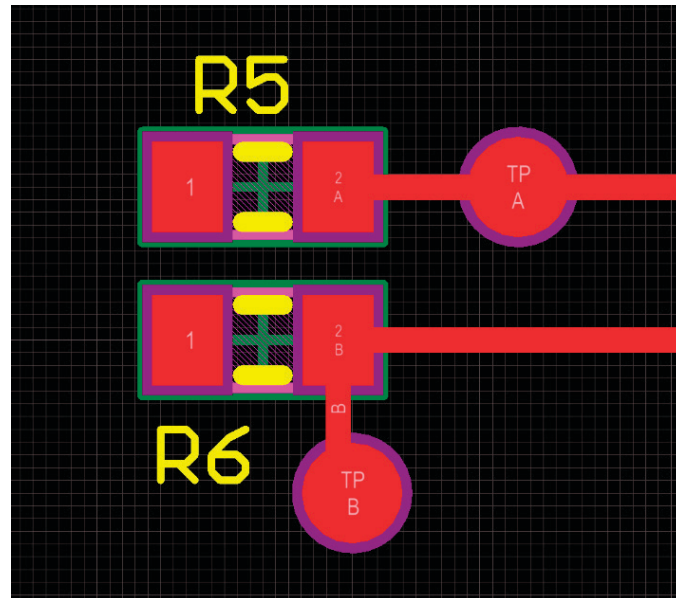
PCAの多くの機能は、ICTのテストポイントとして使用できます。PCA上のネットへの適切な電氣的接続を容易にするため、さまざま



ICTテストプローブ[2]

# テスト容易化設計

多くの場合、基板の裏面に突出しているコネクタピンのような、リード線が突出したスルーホールパッドをプローブできます。ビアは通常テストポイントとして使用できます。ただし、部品がはんだ付けSMTパッドは、テストフィクスチャーを使用した場合、有効なテストポイントとはみなされない場合があります。

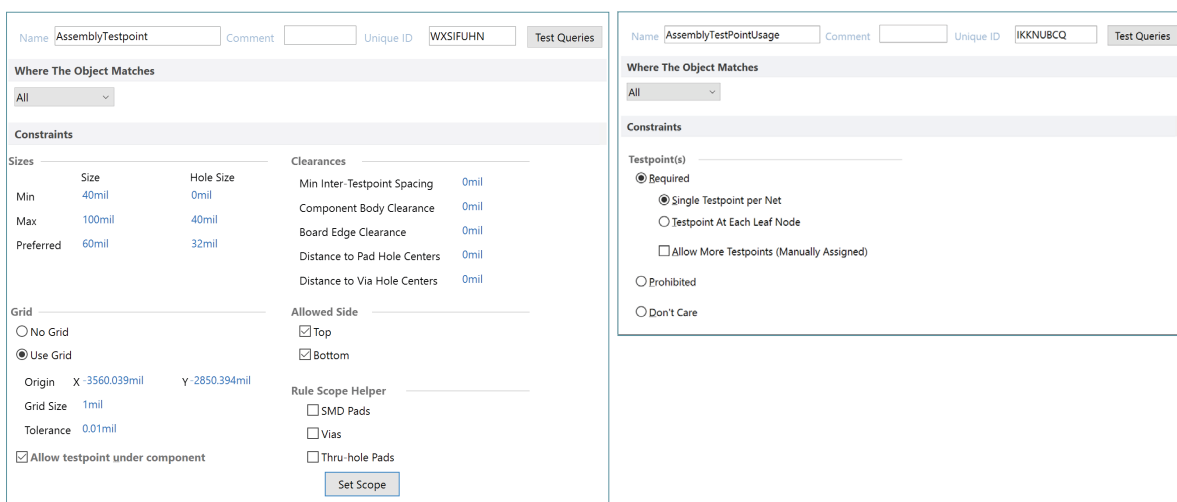


ICTテストポイント-TP

SMT技術が適用され、テストポイントとして使用できるビアがない場合、テストポイントのパッドを設計に組み込む必要があります。ICTテストパッドのジオメトリーおよびクリアランスは、テストを行うCMが提供するDFTガイドラインに記載されている項目に含まれている必要があります。

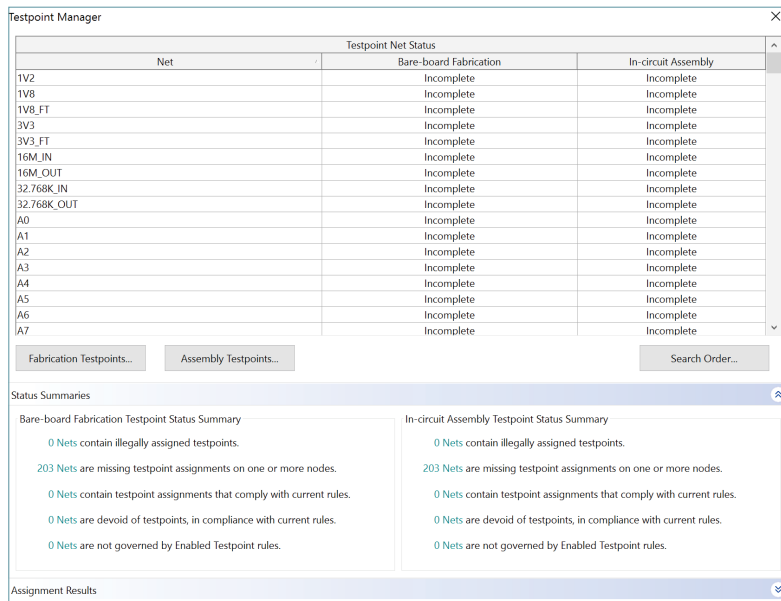
DFTに記述されるその他の関連情報としては、テストポイント間のクリアランス、ボードの端までのクリアランス、テストポイントとして使用可能な要素などがあります。

基板のレイアウトを実行するために使用されるEDAツールには、必要なテストカバレッジとともに、テストポイントを構成するものを定義する一連の設計ルールがあります。レイアウトの計画段階でそれらのルールセットを（DFTガイドラインに従って）適切に設定す

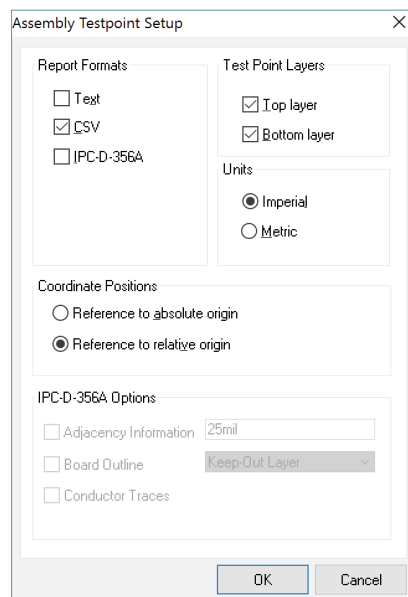


テストポイントおよびテストポイントカバレッジの特性に関するICTテストルール

# テスト容易化設計



自動テストポイントマネージャー

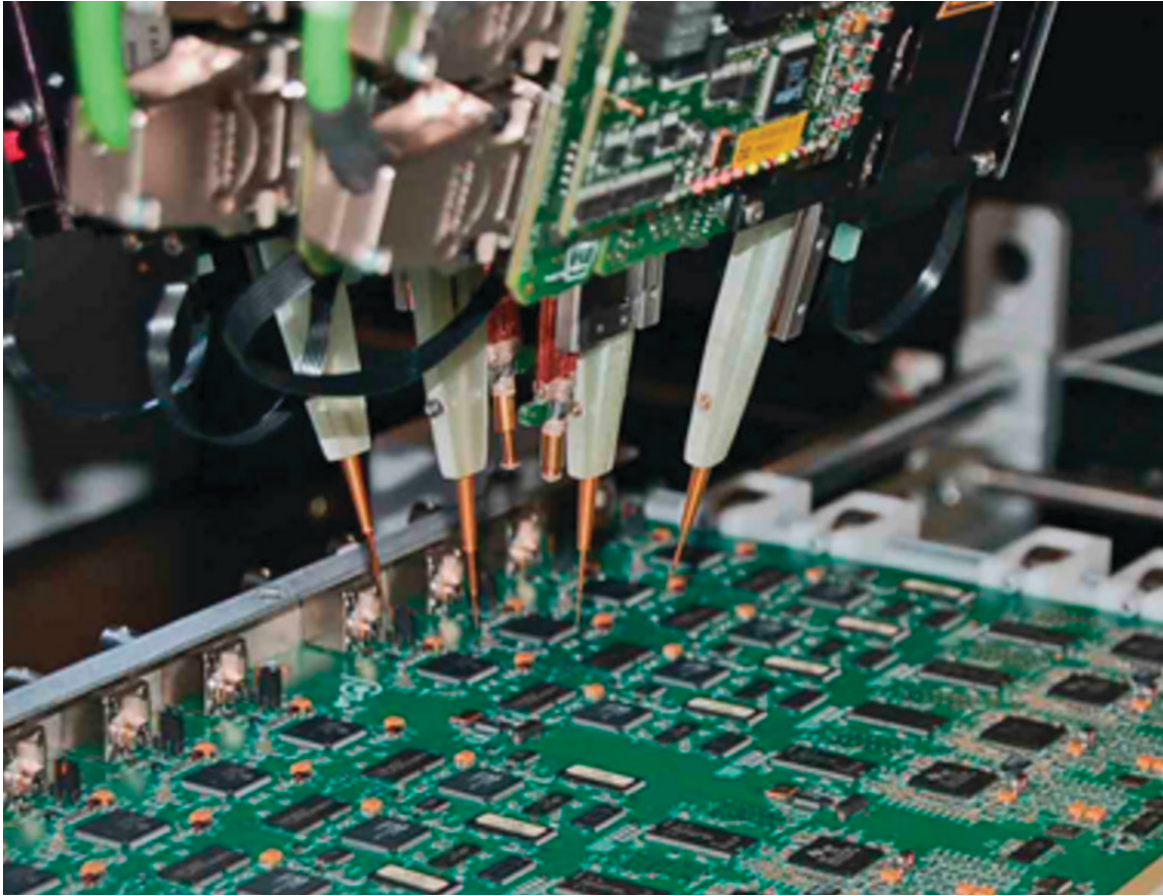


テストポイントファイルの生成

テストポイントや設計ルールが設定されると、EDAツールの自動機能によりテストポイントが設計に割り当てられます。一般に、ドキュメントとしては、各テストポイントの座標を含むテストポイントファイルまたはレポートが生成されます。このレポートは、IPC-D-356A形式を含むさまざまなファイル形式で生成できます。テストを実行またはフィクスチャーを作成するCMから、その他のファイル形式を求められる場合があります。テストを行うCMIに問い合わせ、テストフィクスチャーを作成するために必要なデータを確認してください。

## フライングプローブテスト

フライングプローブテスターはテストフィクスチャー用のツールを必要としないので、ICTテストソリューションの中で最も安価です。さらに、PCA上のはんだ付けされたSMTコンポーネントのリード線もプローブできます。ICTテストを行うCMを検討する際は、場合によってはフライングプローブICTテスト機能があるかどうか尋ねる必要があるかもしれません。この機能は、テストシステムのプログラミングが必要ですが、テストフィクスチャーを作成するコストはかかりません。また、PCAへの設計変更指示 (ECO) があった場合、テ



フライングプローブICTテストシステム[3]

## まとめ

完成した回路基板のテストフェーズで、全てのコストの最大30%を占めます。そのため、DFTプロセスを計画し戦略を練ることが以前にもまして重要になっています。そこで、最初に製造者の能力を知り、品質の高い完成品を保証するためにテストカバレッジに何が必要かを考えます。計画が整ったら、基板を完全製造する前に、包括的なICTテストで多数の欠陥を検出できます。

## 引用

[1] ICTテストフィクスチャー。デジタル画像。N.p.、n.d. ウェブ  
[http://www.mtarr.co.uk/courses/topics/0251\\_fixt/index.html](http://www.mtarr.co.uk/courses/topics/0251_fixt/index.html)

[2] ICTテストプローブ。デジタル画像。ピークテスト。N.p.、n.d. ウェブ  
<http://www.peaktest.co.uk/about/product-guides/headstyles>

[3] フライングプローブICTテストシステム。デジタル画像。Acdi。N.p.、2011年7月2日。ウェブ  
<http://www.acdi.com/latest-news/ict-without-expensive-fixtures-acdi-expands-capabilities-with-in-house-flying-probe-tester>