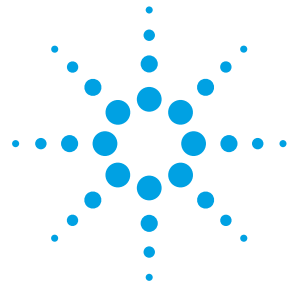


i1000D SFPインサーキット・ テスト・システムによる 自動車ヒューズ・ボックスのテスト



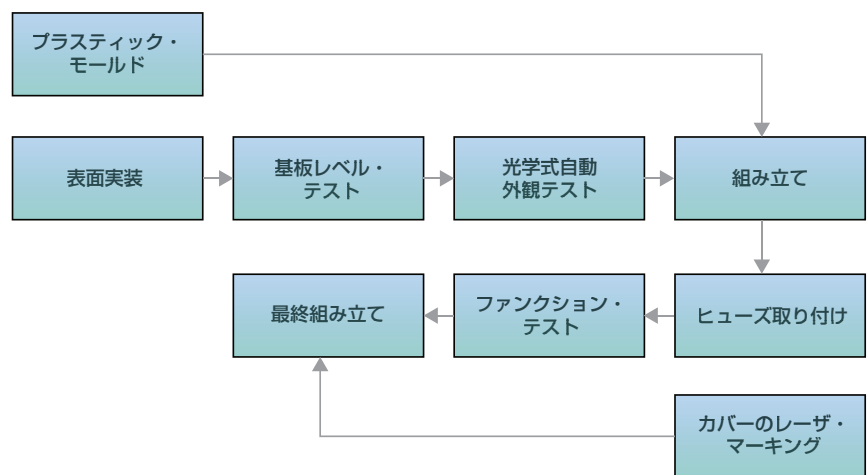
Application Note

自動車の中にあるヒューズ・ボックスは、ライト、エンジン、トランスミッション、オーディオなど、すべての電気機能につながる唯一の部品です。このヒューズ・ボックスは、基板上にいくつかのヒューズが載っている一見単純なボックスですが、すべての自動車がスムーズに走るために必要不可欠なものです。i1000D小型 (Small Foot Print、SFP) インライン・インサーキット・テストは、ヒューズ・ボックスのテストに最適な機能を搭載しています。

この小さな黒い箱の中には、さまざまな色のヒューズ・プラグが、プリント基板に実装された端子に差し込まれています。各ヒューズの仕様はカラーコードにより識別できます。ヒューズ基盤は複雑な回路ではなく、基本的には、たくさんのヒューズ端子がプリント基板にはんだ付けされ接続されたものです。そのほかに、抵抗、キャパシタ、ダイオードなどのパッシブ・コンポーネントもいくつか実装されていますが、それほど複雑ではありません。

しかし、この基板をテストする作業は、見かけほど容易なものではありません。このような単純な基板でも、自動車の最も重要な部品の1つであることから、テスト要件に関する厳しい考慮事項がいくつかあります。最初に、代表的な製造ラインのセットアップを見てみましょう。

ヒューズ・ボックスの代表的な製造プロセス



プロセスの最初に行うのは、コンポーネントとヒューズ端子をプリント基板上に表面実装することです。通常、プリント基板は、製造コストを下げるために、複数の基板からなるパネルとして製造されます。

組み立てられた回路基板は、最初のテスト・ステーションに運ばれて、基板レベルでテストされます。この段階では、ヒューズ・プラグはまだ装着されていません。したがって、基板上にあるのはいくつかのコンポーネントと多数のヒューズ端子だけです。この段階でのテストでは基本的に、残りの部品を実装する前にプリント基板が正常な状態であることを確認します。

基板レベルのテストに合格した基板には、ヒューズ・プラグと、残りのコンポーネントやプラスチック部品が装着されます。その後、ユニットはファンクション・テスト・ステーションに移動して、装着したヒューズと部品に対するより詳細なテストが行われます。

ファンクション・テストに合格したユニットは、最後にボックスに収められてマークが付けられます。



検査とテストの方針

ヒューズ・ボックスの製造テストの要件

- 標準的なインサーキット・テストのカバレッジ（オープン／ショート、RLC、ダイオード、トランジスタなど）
- 同一回路上のヒューズ端子の間の抵抗／ジャンパ・テスト
- 選択したヒューズ端子の間のHIPOTテスト
- 自動インライン・パネル化テスト
- リレーのオン／オフ・テスト
- 大電流リレー接点テスト
- 工場データ・ロギング
- テスト・プログラム制御



検査と電気的テストは、製品の品質保証のために必須です。

検査には手動検査と自動検査があります。オペレータによる手動検査は柔軟性が高く、広く用いられています。しかしながら、その再現性と効率には疑問があります。人間による検査方法は、主に製品を検査するオペレータ1人1人の判断によって制限されます。そのため、オペレータが検査対象の領域に集中できるように、通常はツールやテンプレートが用意されます。しかし、人間による検査では疲労や判断の違いによる影響が避けられず、判定を誤るおそれが常にあります。

これに対して、自動検査システムは、再現性の高さが特長です。この方法では、1つまたは複数のカメラを使用して、検査対象領域のデジタル画像を取得します。画像はデジタル的に解析され、不良があるかどうかが判定されます。ただし、検査対象の部品や接合部の色、形状、大きさの違いにより、合格と不合格の間に大きなグレー領域が生じます。このために、不合格判定が過度に多く出る傾向があり、最終的にはオペレータまたは技術者がチェックして、必要なら不合格判定を取り消す必要があります。

インサーキット・テスト(ICT)は、不良を機能的に発見するための最も正確で効率的な電気的テスト方法です。これは自動で実行でき、高速で正確です。検査と異なり、電気的テストでは合格と不合格の間のグレー領域がありません。あらかじめ定義された許容範囲に基づいて、各コンポーネントの接合部を精密に測定してテストできます。このため、テスト・プロセスは高速で信頼でき、再現性があります。

ヒューズ基板上的のコンポーネントに対しては、オープン／ショート回路、不良コンポーネントや間違ったコンポーネント、配置の誤り、接続不良などの製造上の不良をテストする必要があります。これらはすべて、ICTシステムの標準テスト機能に含まれています。

高い生産性目標を満たすため、通常は自動化されたインライン用ICTシステムが用いられ、基板は通常パネル化された状態で製造されます。このため、使用するICTシステムは、パネル上の基板を自動的に処理できる必要があります。

しかし、一般的にICTテストのカバレッジには限りがあります。大電流および高電圧環境での機能を検証するために、製品をさらにテストする必要があります。基板上的の選択したポイントで高電圧テスト(HIPOT)テストを実行し、高電圧での電流リーケージが小さいことを確認しなければなりません。また、大電流リレーでは、単にオン／オフ条件をテストするだけでなく、電流伝送能力もテストします。これらは標準のICTテスト機能ではなく、これらのテストを実行するために別のテスト・ステーションが用意されることもあります。

テストの課題の理解：基板レベル

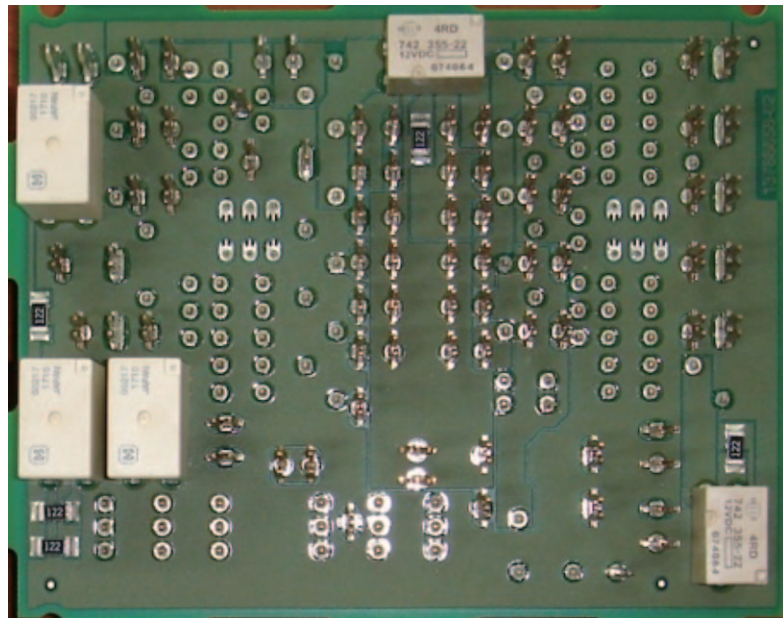
製造ラインのなるべく早い段階で不良を検出することが望まれます。製品が完全に組み立てられた後で発見される場合よりも、修正にかかる労力とコストが低いからです。このため、製品の各組み立て段階により必要なテスト・カバレッジを実現するために、異なるテスト・ステーションが製造ラインに導入されます。

ここに示す例では、電氣的テストを2つのステーションに分割しています。1つめのステーションは、表面実装組み立てプロセスの後、ヒューズ・プラグとリレーの装着前に配置されています。プリント基板は、ヒューズ端子とその他のコンポーネントを装着されて、ウェーブはんだ付けプロセスに通されます。この段階で、コンポーネント端子が正しく実装され、はんだ付けプロセスに起因する不良がないことを確認するテストが行われます。これは基板レベルのテスト段階です。

この段階での製品テストには、パネル化された製品を処理できるテスト・ステーションが必要です。生産性と再現性を高めるために、ほとんどの場合は自動インライン・テスト・システムが用いられます。はんだ付けの不良とコンポーネントの誤り／不良を検出する通常のテスト・ストラテジーの他に、この段階でのテスト・ストラテジーには、あまり一般的でないICTテスト手法もいくつか含まれています。

基板レベルのテストの課題

不十分な接触	はんだ付けされていない端子表面は、プローブの接触品質が非常に悪くなります。
テスト作成	同じ回路上のすべての端子に対して、それぞれテストを作成する必要があります。
HIPOT機能	端子にはHIPOTテストが必要ですが、通常のICTシステムはこれをサポートしていません。
自動テスト・システム	スループットを高めるために基板の自動処理とテストが必要です。
パネル・テスト機能	高いスループットを実現するために、パネル化された基板のテストが必要です。



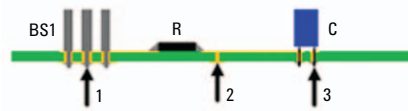
テスト作成

一般的なインサーキット・テスト・システム・ソフトウェアは、テスト作成プロセスで入力される部品表(BOM)やネットリストなどの情報に基づいて、テストを自動的に作成します。ソフトウェアはBOM内の各コンポーネントを調べて、そのコンポーネントが回路内の2つ以上のネットを接続していると想定します。そして、そのコンポーネントをテストするために、接続されているネットの間のテストを作成します。例えば、抵抗には2本のピンがあり、それぞれが回路内の別のネットにつながっていると想定して、ソフトウェアは、抵抗が接続されている2つのネットの間の抵抗テストを作成します。しかし、ヒューズ端子に関してはこのようにはいきません。1つのヒューズ端子にはいくつかのピンがありますが、すべてのピンが回路内の同じネットに接続されているため、ICTソフトウェアからは、これらのピンは1本のピンと見なされます。したがって、ソフトウェアはテストを作成するための対応するネットを見つけられません。右の例では、BS1は回路上のどこにも接続されていないので、テストされません。

したがって、ヒューズ端子のすべてのコンタクト・ピンに対する完全なカバレッジを実現するには、ユーザが手動で各ピンに対するテストを作成する必要があります。これは非常に手間と時間のかかる作業であり、ミスが発生する可能性も高まります。

ユーザはまず、コンタクト・ピンの1つ1つに対してテスト・プローブを追加する必要があります。上の例では、プローブ1をBS1のコンタクト・ピンの1つの下から上に移動しています。残り2つのコンタクト・ピンに対して、プローブ4と5を追加します。その後、BS1に対して必要なテストを手動で作成します。

標準のICTテスト作成はネットに基づいています。テストはネット間では自動的に作成されますが、同じネット内のピンの間では作成されません。

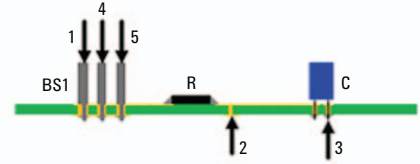


RとCのみに対してテストが作成されます。BS1(端子)は、すべてのピンが同じネット上にあるため、テストは作成されません。

作成されるテスト：

Rのテスト(ネイル1と2を使用)
Cのテスト(ネイル2と3を使用)

BS1はテストされない



端子をテストするため、ネイル4と5を追加します。

作成されるテスト：

Rのテスト(ネイル1と2を使用)
Cのテスト(ネイル2と3を使用)

手動で作成するテスト：

BS1のテスト(ネイル1と4を使用)
BS1のテスト(ネイル1と5を使用)
BS1のテスト(ネイル4と5を使用)

不十分な接触

コンタクト・ピンの表面はハンダで覆われていないため、テストでは別の問題が生じます。軟らかいはんだ層がないため、テスト・プローブはコンタクト・ピンの表面から中に侵入できず、接触品質が低下して大きな接触抵抗が生じます。

HIPOT機能

これらは回路の同じネットに属するすべての端子ピンをテストするための要件であり、またネット間のアイソレーションが正常であることを確認するために選択した端子ピンと他のピンの間で実行される高電圧テストの要件でもあります。ただし、基板に高電圧を印加した状態では、高電圧によってコンポーネントが損傷する可能性があるため注意が必要です。また、テストの間で電源を切り替える場合にも細心の注意が必要です。

自動テスト・システム

自動車が道路の真ん中で端子接続の不良のために突然止まることがないように、端子の接続は十分堅牢でなければなりません。これらの端子は通常のアプリケーションの場合よりも長いので、基板の上側と下側の両方からこれらの端子に接触できるように自動テスト・システムの設計を変更する必要があります。端子の高さに違いがあるため、自動化の際にテスト・フィクスチャ上で基板を正しい位置に保持することも課題となります。誤って配置された基板に自動テスト・システムからの圧力がかかると、端子の曲がりによって不良判定が生じます。

パネル・テスト機能

ヒューズ・ボックスの基板はすべて、パネル化された状態でテストされます。単純な基板の場合はパネル1枚当りの枚数が多く、複雑な基板の場合はパネル1枚あたり2枚あるいは3枚ということもあります。特に基板の間に高い電圧がかかるため、通常のICTテストとHIPOTテストを含むテスト・プログラムの作成は重要です。

テストの課題の理解－機能レベル

2つめのテスト・ステーションはヒューズ配置プロセスの最後に置かれます。この時点ではすべてのヒューズ・プラグと大電流リレーがすでに装着されています。この段階ではプラスチック・カバーも部分的に組み立てられています。

機能レベルのテストの課題

リレーのファンクション・テスト	基板上的リレーのオン/オフの機能テストが必要
リレーの仕様テスト	基板上的リレーの電流仕様テストが必要
工場データ制御	各被試験ユニットに対する製造データのロギングとトラッキング
テスト・プログラム制御	正しいテスト・プログラムが使用されるようにユーザ・アクセス制御が必要です。



不十分な接触

この段階ではヒューズは装着され、回路の端子と端子の間がヒューズで接続されています。テスト・アクセスは、端子のコンタクト・ピンへの直接接触から、PCBの裏側の端子ピンがはんだ付けされている位置に変わります。ブラック・ボックス内部の端子にプローブを挿入する必要があるため、はんだ付けされた接点のプロービングはさらに困難になります。

リレーのファンクション・テストと仕様テスト

この段階では大電流リレーも回路に装着されていて、機能をテストする必要があります。このため、通常のリレーのオン/オフ・テストの他に、大電流リレーの電流伝送能力をチェックするために、通常より大きい電流源を使用したテストが必要です。

工場データ制御

ほとんどの自動車部品の製造では、出荷した製品の追跡が可能になるように、何らかの製造トラッキング・システムが必要です。これは工場データ制御(ショップフロア・データ・コントロール)と呼ばれています。

工場データ制御システムは、通常はメーカーによって開発され、製造ライン上の複数のステーションから製造データを収集します。各製品のシリアル番号が記録されるので、製品がいつ製造され、どこでテストされ、どのような合格と不合格が記録されたかを、工場データ・システムを使ってたどることができます。これは、製品が将来故障したときに貴重な情報となります。この情報を収集するために、製造ライン内の各ステーションは、工場データ・ソフトウェアが通常置かれているプロダクション・サーバに接続されています。ユーザによって、各ステーションの結果を単にサーバにアップロードするだけの場合もあれば、製品をステーションで処理するかどうかを決定するために製品のシリアル番号をサーバに照会する場合があります。製造ライン上で製品を追跡するには、製品に識別情報を持たせる必要があります。最も簡単な方法は、各ユニットにバーコード化されたシリアル番号のラベルを付けることです。すべての情報は、シリアル番号を固有の識別子として工場データ・サーバに送られます。

工場データ制御ソフトウェアは完全にカスタマイズされているため、すべてのユーザに適合する標準のデータ・ログ出力フォーマットをICTシステムが提供することはできません。そのため、製造ライン上の各システムにエクスポートするデータ・ログ・ファイル进行处理する特殊なスクリプトをユーザが開発する必要があります。このためにはある程度のソフトウェア・プログラミング能力が必要であり、出力データ・ログ・ファイルのフォーマットが複雑な場合は困難を伴うこともあります。

テスト・プログラム制御

そして最後に、テスト・プログラム制御の問題があります。製造テストには正しいテスト・プログラムを使用することが必須です。オペレータに許可された操作はテスト・システムにプログラムをロードすることだけであり、テスト・プログラムのパラメータの変更はいっさい認められていません。テスト・プログラムは通常エンジニアによって検証された後、製造用にリリースされます。オペレータにできるのはリリースされたテスト・プログラムをロードすることだけです。これにより、検証済みのプログラム以外が使用されないようにしています。

適切なテスト・ソリューションの選択

これまで述べたような課題が存在するため、効率的で安定した製造作業を実現するには、適切なテスト・ソリューションの選択が極めて重要になります。これは特に、オートメーションが採用される量産環境で重要です。このような環境では、ライン上のすべての機器が最大限の性能で動作しなくてはなりません。どれか1つの機器でも動作効率が低下すると、製造ライン全体の停止につながるからです。

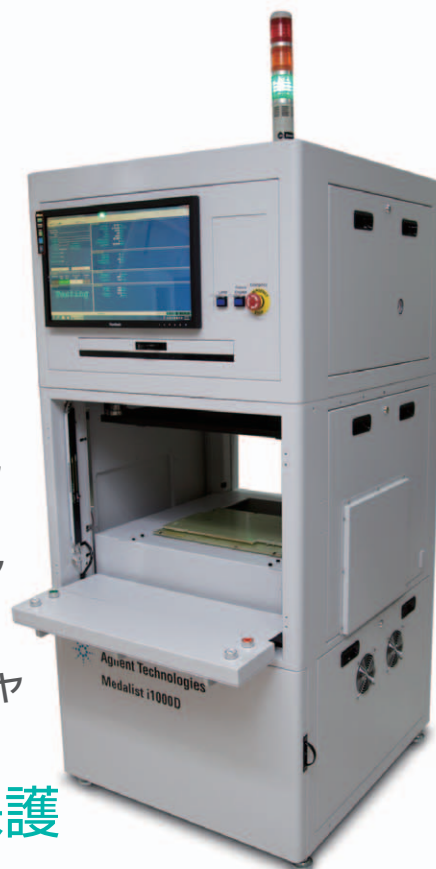
Agilent i1000小型高性能(Small Foot Print, SFP)ICTシステムは、汎用性の高いデザインにより、このような困難な環境での使用に最適です。この軽量のICTシステムは、専有面積が850 mm×900 mmで、200～240 Vの単相交流で動作し、さまざまな製造ライン・セットアップ環境に容易に導入できます。独自のデザインにより、自動インライン・モデルとオフライン・モデルの両方を、同じシャーシと同じテスト・フィクスチャで実現できます。これによりアップグレードが可能なので投資を最大限保護することができます。



i1000D SFP
インライン

同じフィクスチャ
同じソフトウェア
同じアーキテクチャ

最大限の投資保護



i1000D SFP
オフライン

まとめ

2つのモデルの間の互換性以外にも、オプションのハードウェアを追加することにより、標準のICTから、HIPOTや大電流リレー・テストといったハイ・パワー機能にまでテスト機能を拡張できます。さらに、ソフトウェア・バージョンv2.50pのリリースにより、端子に対する独自のテスト開発ニーズやその他のテスト方法をサポートする新しい機能が追加されました。

基板レベルのテストの課題	Agilent i1000 SFPシステム
不十分なプローブ接触	セーフ・モード ¹ の選択により大きいテスト信号を使用可能にするオプション
端子用のテスト作成	BOMtoATD ¹ での端子ピンに対する固有のテスト作成オプション
HIPOT機能	150 Vまたは350 V HIPOTテスト・カードを追加するオプション。すべてi1000Dのソフトウェアがソフトウェアがサポート。 ²
自動テスト・システム	上下の広いクリアランス。小さいシステム専有面積。汎用性。
パネル・テスト機能	パネル・テスト向けにサポートされるグループ・リンク機能でデバッグが容易。テスト中にパネル内の除外された基板を自動的に無効化。

ヒューズ・ボックス内部の回路は単純ですが、そのテストに関しては、オートメーション、高電圧テスト、接触の問題、リレーのテスト、工場データ制御といった問題を考慮する必要があります。決して簡単とは言えません。

Agilent i1000D SFPオートメーション・システムには、これらの課題をシステムティック、そして適切なテクノロジーの組み合わせによって解決します。

そして、シンプルなテスト哲学を維持しながら安定した信頼性の高いテストを提供します。私たちは数多くのヒューズ・ボックスをテストし続けています。オートメーション部分はシンプルでメンテナンスが容易なため、システムのアップタイムを向上させることができます。

機能レベルのテストの課題	Agilent i1000 SFPシステム
リレーのファンクション・テスト	内蔵DC電源でリレーのオン/オフをテストする、電源供給無のNCVモード・テスト。
リレーの仕様テスト	リレーの仕様適合をテストする1 A大電流カード ² を追加するオプション。すべてi1000Dのソフトウェアがサポート。
工場データ制御	ユーザがカスタマイズ可能なログ出力。読取りと抽出が簡単。外部スクリプト・モードによりログ・ファイルの処理が容易。
テスト・プログラム制御	オペレータ・モードでのテスト・プログラムの選択をソフトウェアで制限。バーコード検証により間違ったプログラムの使用を防止。

¹ ソフトウェア・リリースv2.50pで利用可能

² ハードウェアの統合が必要



myAgilent

<http://www.agilent.co.jp/find/myAgilent>

お客様がお求めの情報はアジレントがお届けします。



www.pxisa.org

PXI (PCI eXtensions for Instrumentation) モジュラ測定システムは、PCベースの堅牢な高性能測定 / 自動化システムを実現します。

契約販売店

www.agilent.co.jp/find/channelpartners

アジレント契約販売店からもご購入頂けます。お気軽にお問い合わせください。

アジレント・テクノロジー株式会社

本社 〒192-8510 東京都八王子市高倉町 9-1

計測お客様窓口

受付時間 9:00-18:00 (土・日・祭日を除く)

TEL ■■■ 0120-421-345
(042-656-7832)

FAX ■■■ 0120-421-678
(042-656-7840)

Email contact_japan@agilent.com

電子計測ホームページ

www.agilent.co.jp

- 記載事項は変更になる場合があります。
ご発注の際はご確認ください。

© Agilent Technologies, Inc. 2014

Published in Japan, July 31, 2014

5991-4353JAJP

0000-00DEP



Agilent Technologies