

BGA実装基板検査の最新動向

JTAGバウンダリスキャンテストと フライングプローブテストのハイブリッド検査

タカヤ株式会社
事業開発本部 産業機器事業部 技術部
柳田 幸輝

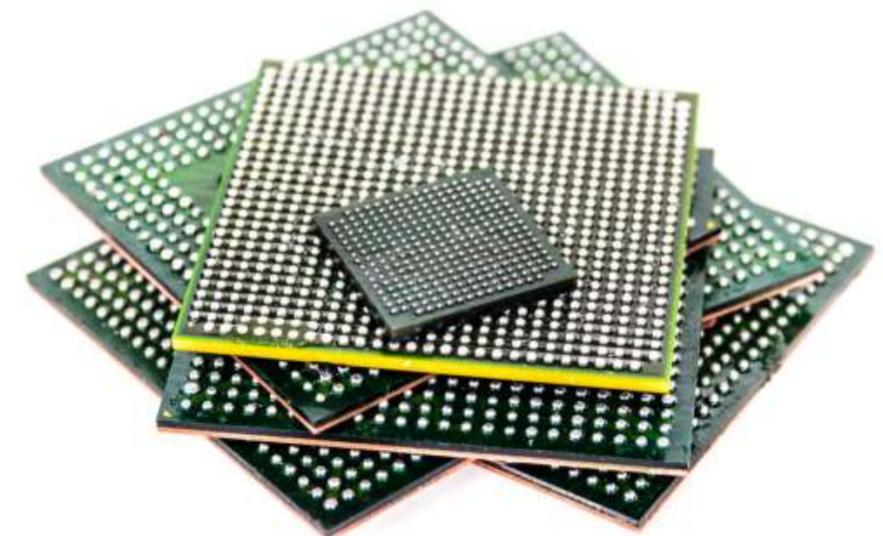
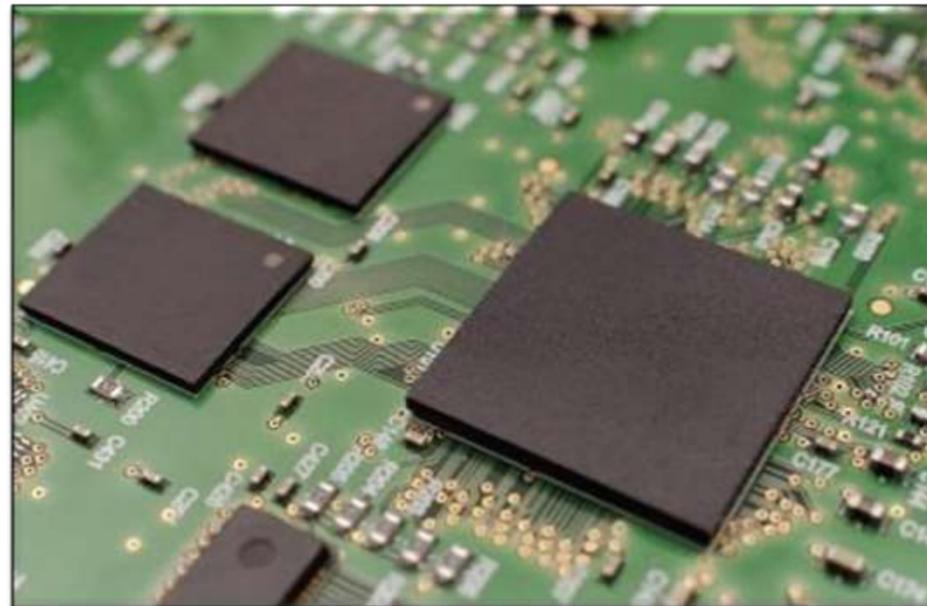
アンドールシステムサポート株式会社
プロダクトソリューション事業部
谷口 正純

アジェンダ

- 高密度実装基板の動向
- JTAGバウンダリスキャンの基礎技術
- フライングプローブテストの基礎技術
- テストカバレッジを補完するハイブリッドテスト
- フライングプローブ+バウンダリスキャンのハイブリッド検査

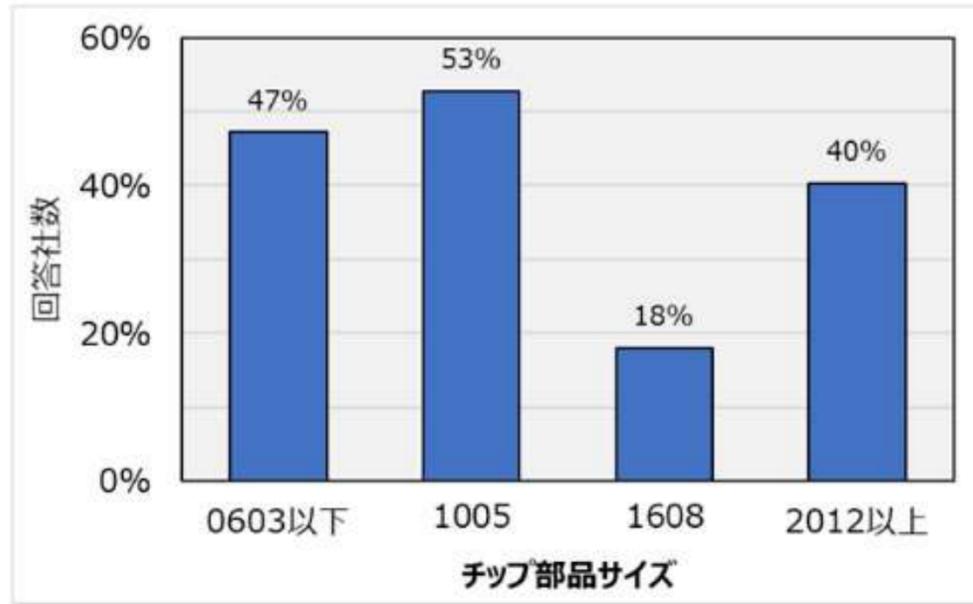
高密度実装基板検査の課題

チップレット、部品内蔵基板、高多層基板などの
高密度実装基板は実装保証、故障診断が困難になっています。
市場に流通しているBGAパッケージ部品を搭載した製品基板は、
製造不良、市場不具合品の増加など、多くの課題があります。
この課題解決のために、JTAGテスト/バウンダリスキャンテストが
注目されています。



高密度実装基板の動向

▼チップ部品のサイズ

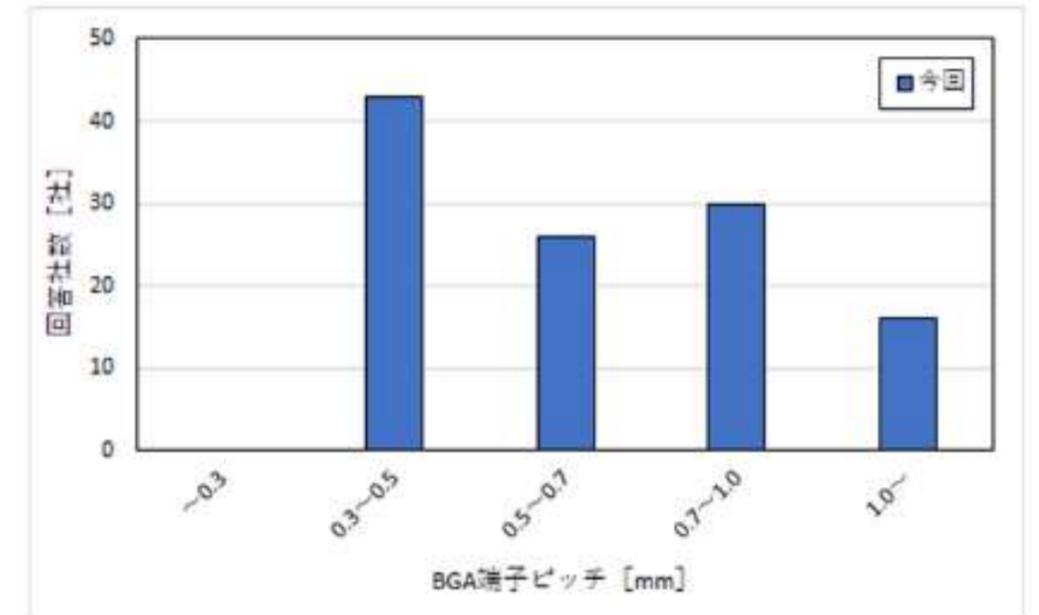


チップ部品の微細化

Arm内蔵FPGAの普及による
主要部品のワンチップ化

高密度化が進み
0.5mmピッチ以下の
BGA実装不良が増加

▼BGA部品の端子ピッチ



BGA部品の狭ピッチ化

目に見えない部品のハンダ不良・複雑な機能をもつ基板を・・・

「短時間に」「正確に」テストできる検査が重要に！



出典：2020年にエレクトロニクス実装学会が実施した実態調査の結果より

検査装置の役割

X線検査

BGAハンダ状態
・ハンダ過多
・コールドソルダー
・ボイド

JTAGバウンダリスキャン

BGAハンダ
ブリッジ故障

BGAのオープン
故障箇所特定

ファンクションテスト

ATスピード
機能テスト

低速機能テスト

電気テスト

画像テスト

デジタル回路
オープン・ブリッジ

自動外観検査 AOI

QFPのフィレット
チップのフィレット

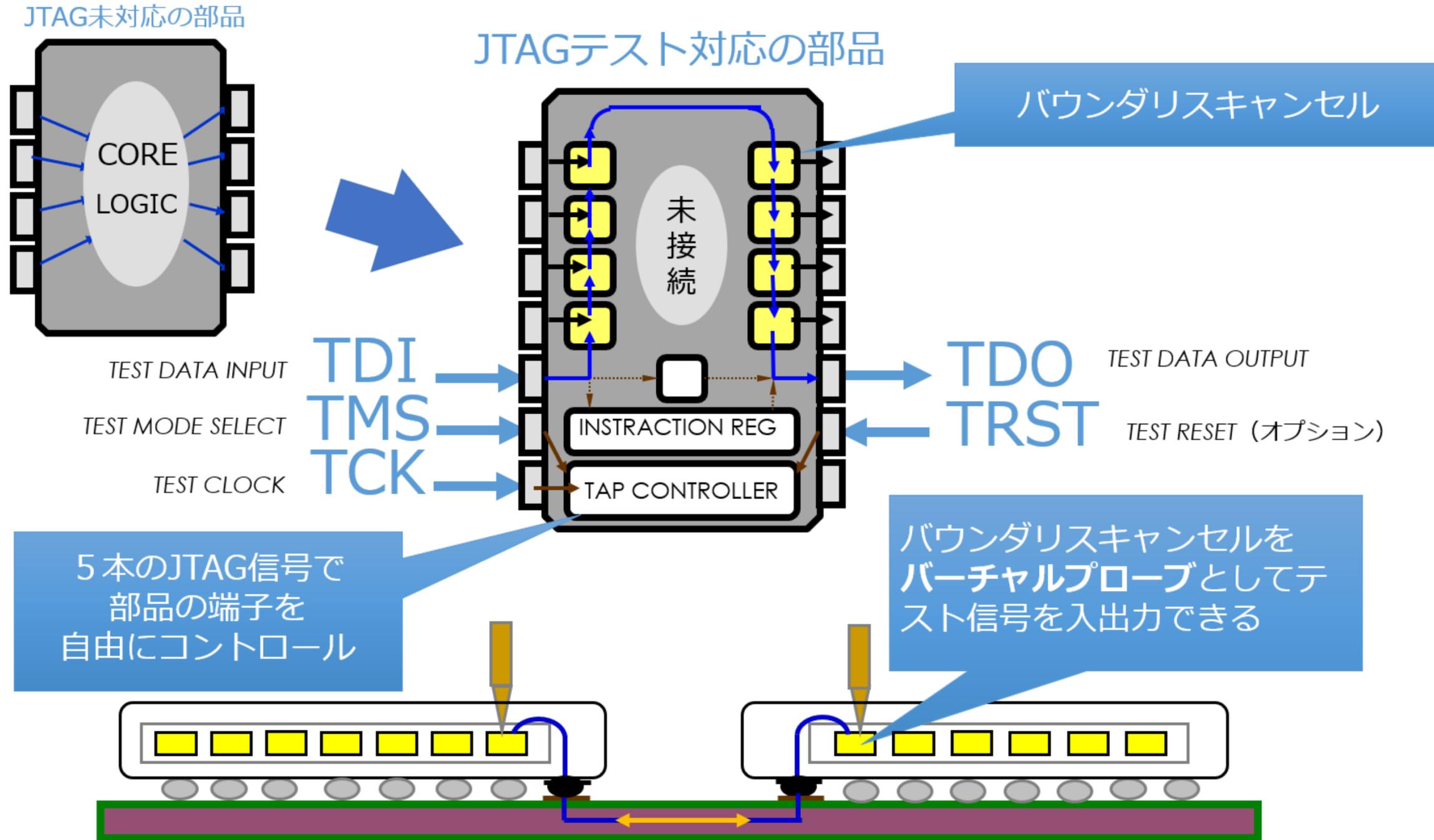
アナログ回路
オープン・ブリッジ

インサーキットテスト

微小抵抗のブリッジ
部品定数

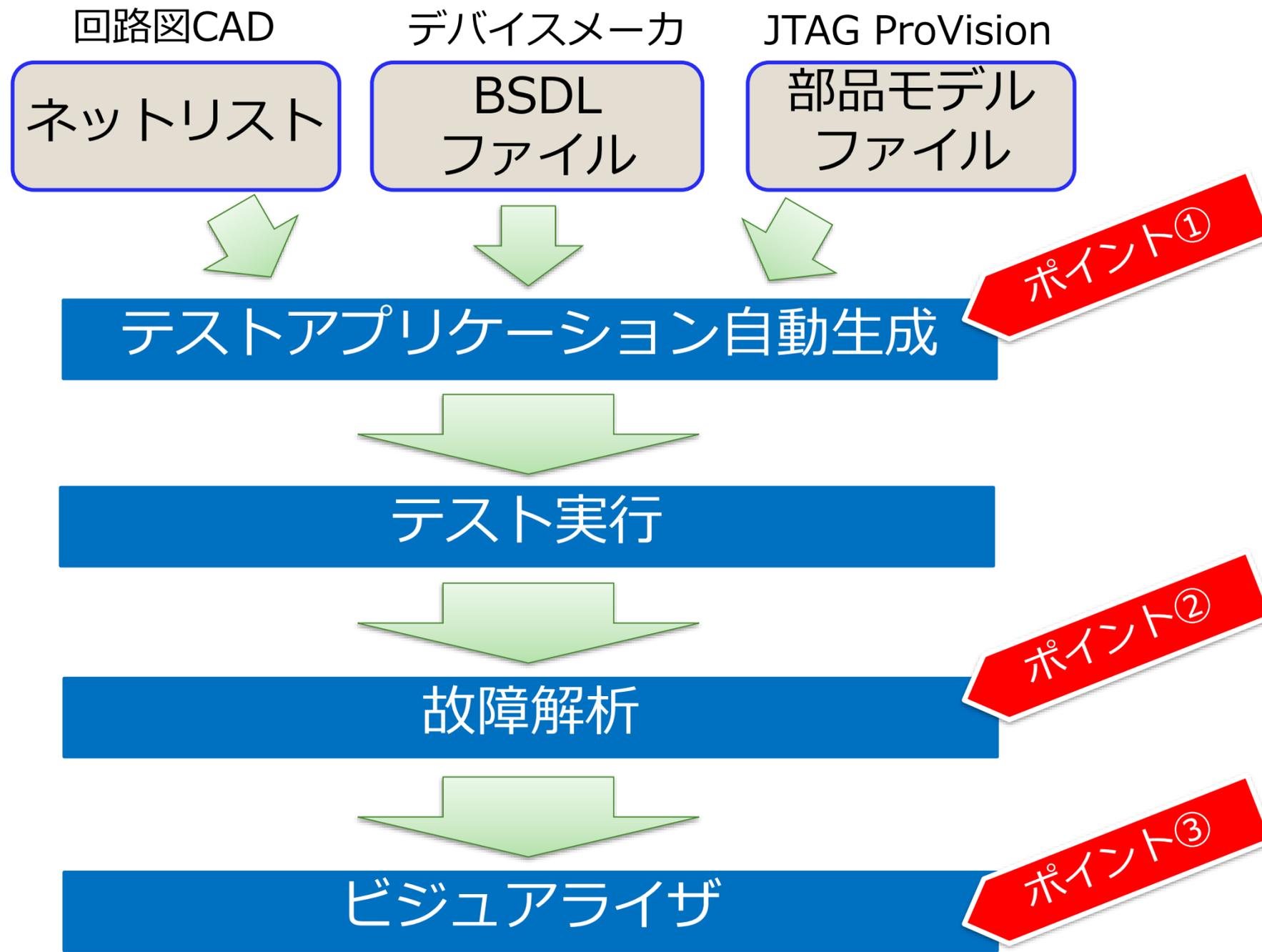
JTAGバウンダリスキャンと
フライングプローブテストを結合した
ハイブリッド検査装置の事例紹介

バウンダリスキャンの仕組み

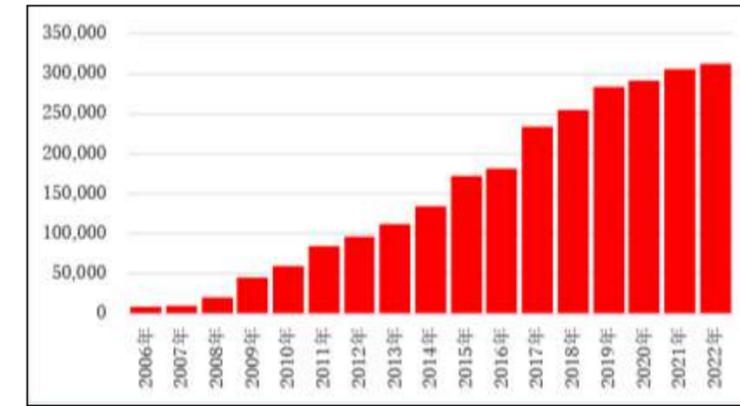


CPU, FPGA, CPLD, DSP, チップセットなどは、JTAGテストに対応しています。

テストデータを自動生成でき、ピンレベルで故障診断可能



①部品モデルからテストデータが自動生成

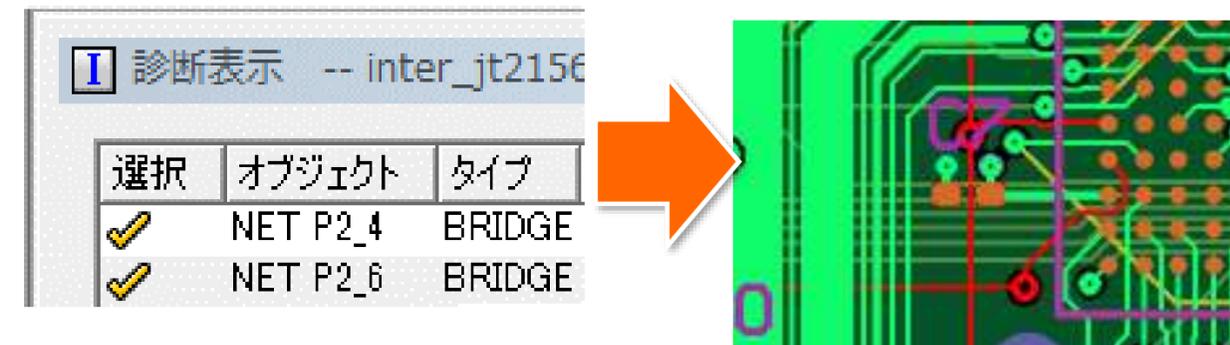


ライブラリが
30万種類を
超えました！

②部品のピンレベルで故障箇所を特定

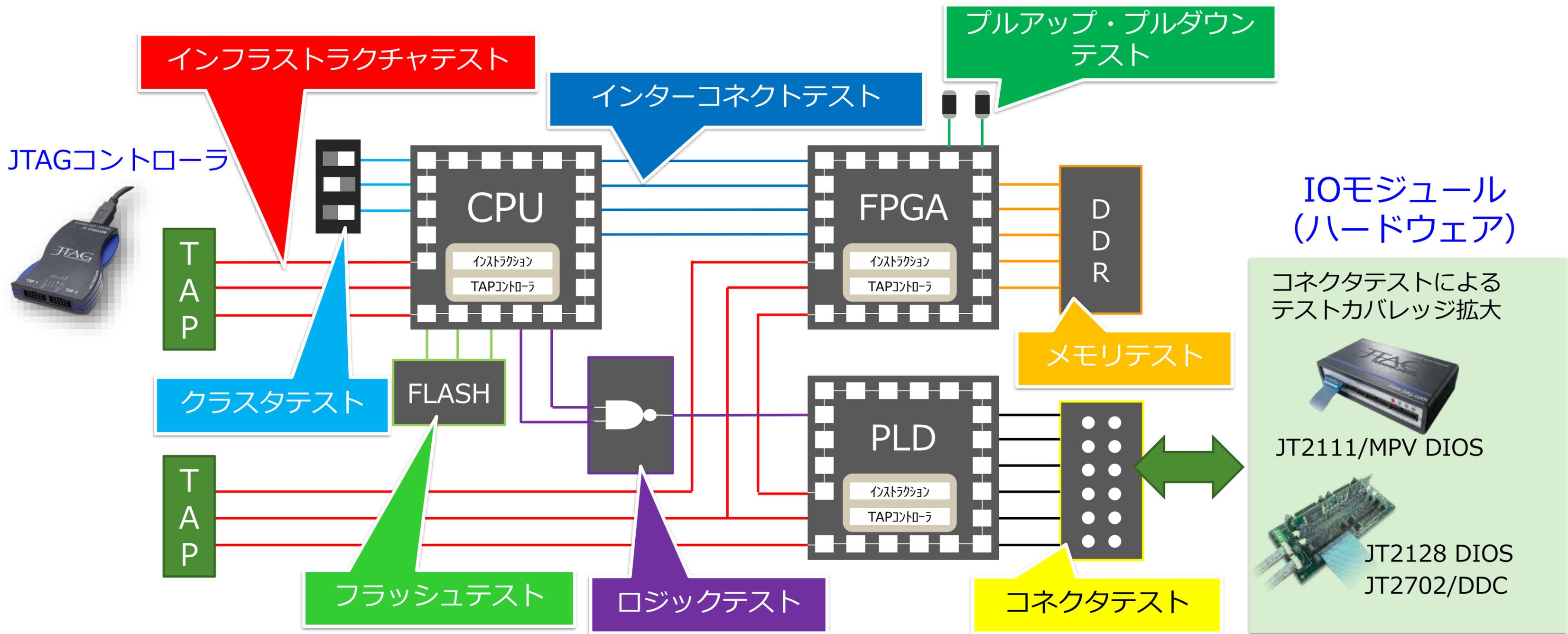
Defect(s)	Net(s) or Pin	Board	Net	Device	Pin Type	Pin I
Open pin	D200-22	jt2153_1	ADDRESS14	D200	BScan InOut	22
				D300	Addr	11
				D301	Addr	5
				D500	BScan InOut	91
				D600	BScan InOut	34

③レイアウト図から場所を確認できます！



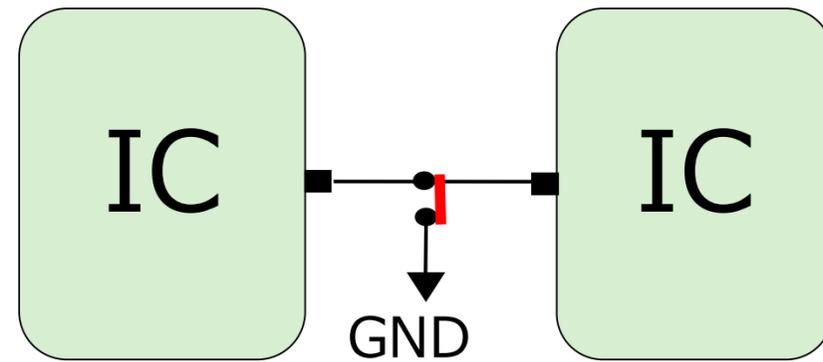
5本のJTAGポートからデジタル基板全体をテスト可能

JTAG対応部品から周辺回路をコントロールします

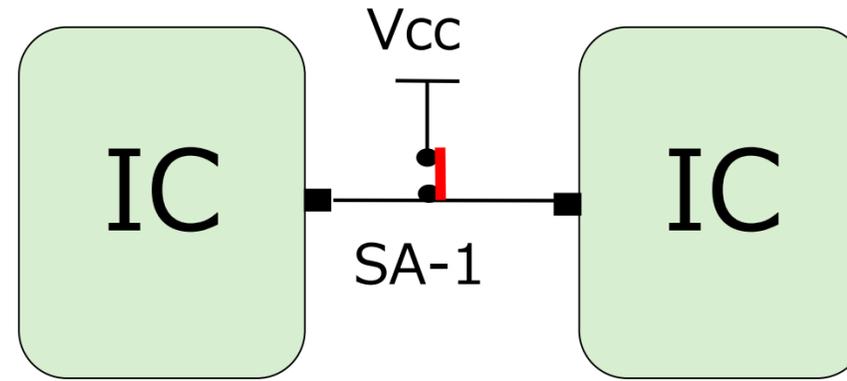


JTAGバウンダリスキャンテストの不良検出能力

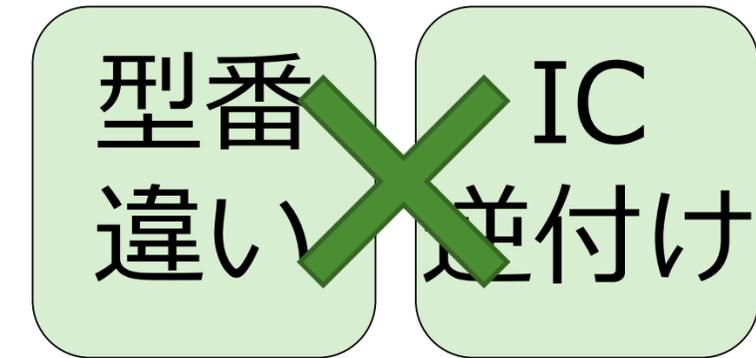
GNDとのブリッジ故障



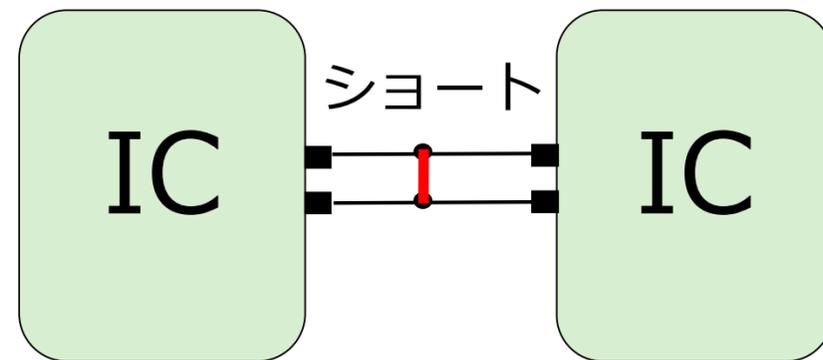
電源とのブリッジ故障



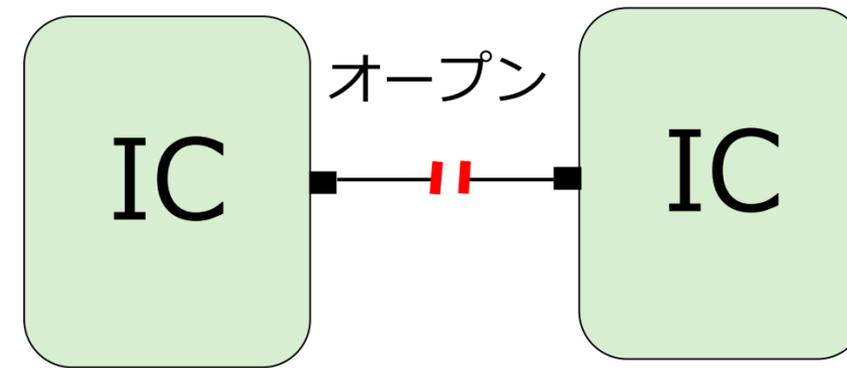
主要部品の型番違い・逆付け



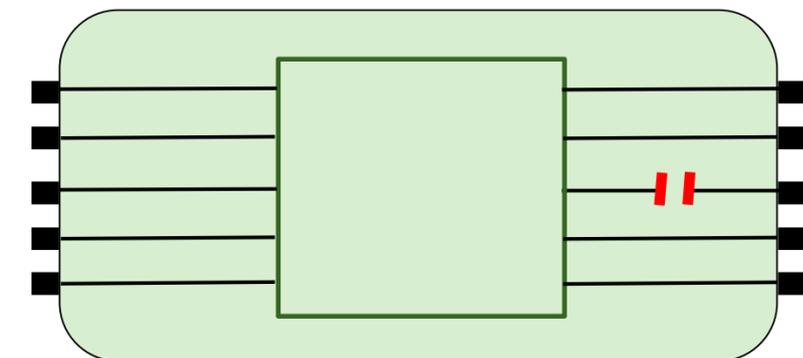
ショート故障



オープン故障（断線、クラック）



ボンディングワイヤ断線

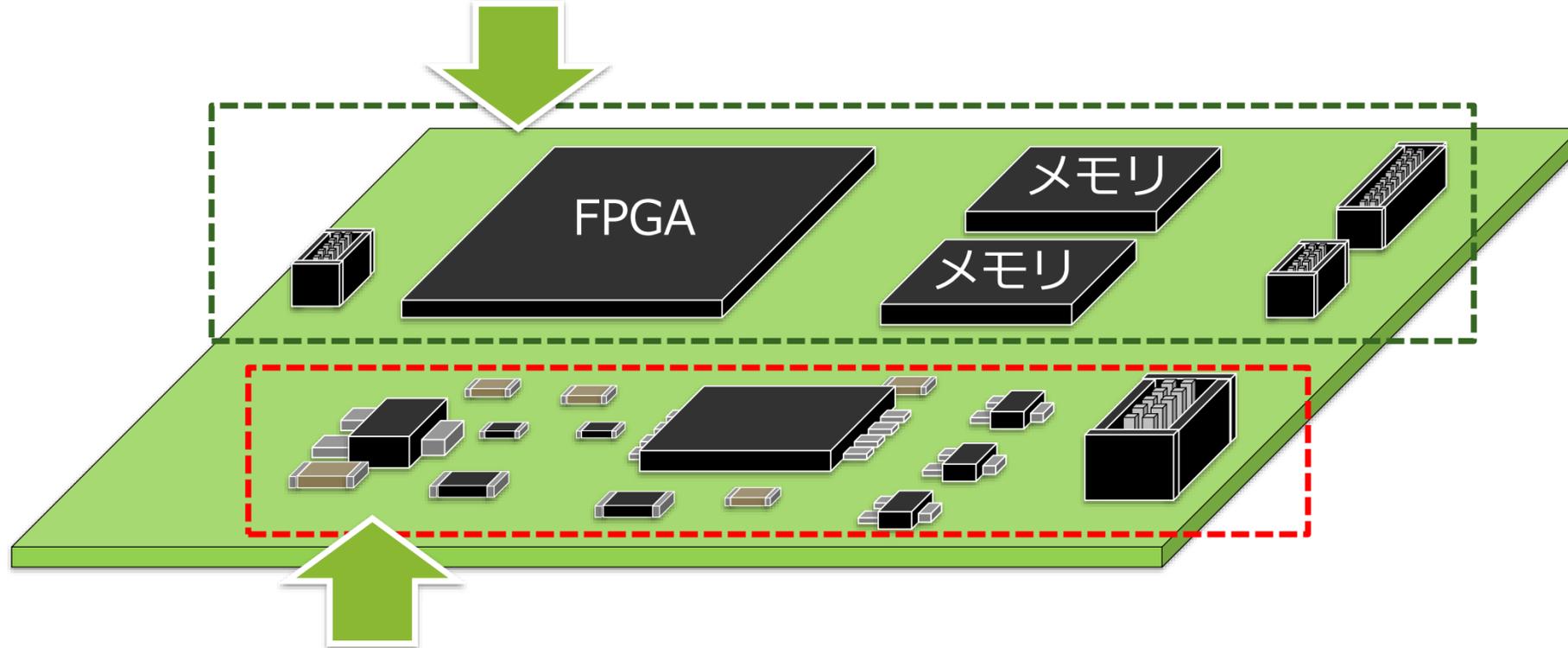


電気検査で最大限のテストカバレッジを実現する

インサーキットテストとJTAGバウンダリスキャンのハイブリッドテスト

① デジタル回路、BGA部品

➔ BGA部品の多くは「JTAGテスト」ができる



② アナログ回路、電源回路

➔ テストパッドを配置して「インサーキットテスト (ICT)」ができる

製品による回路構成の違い

画像処理基板

デジタル/JTAG : 70%

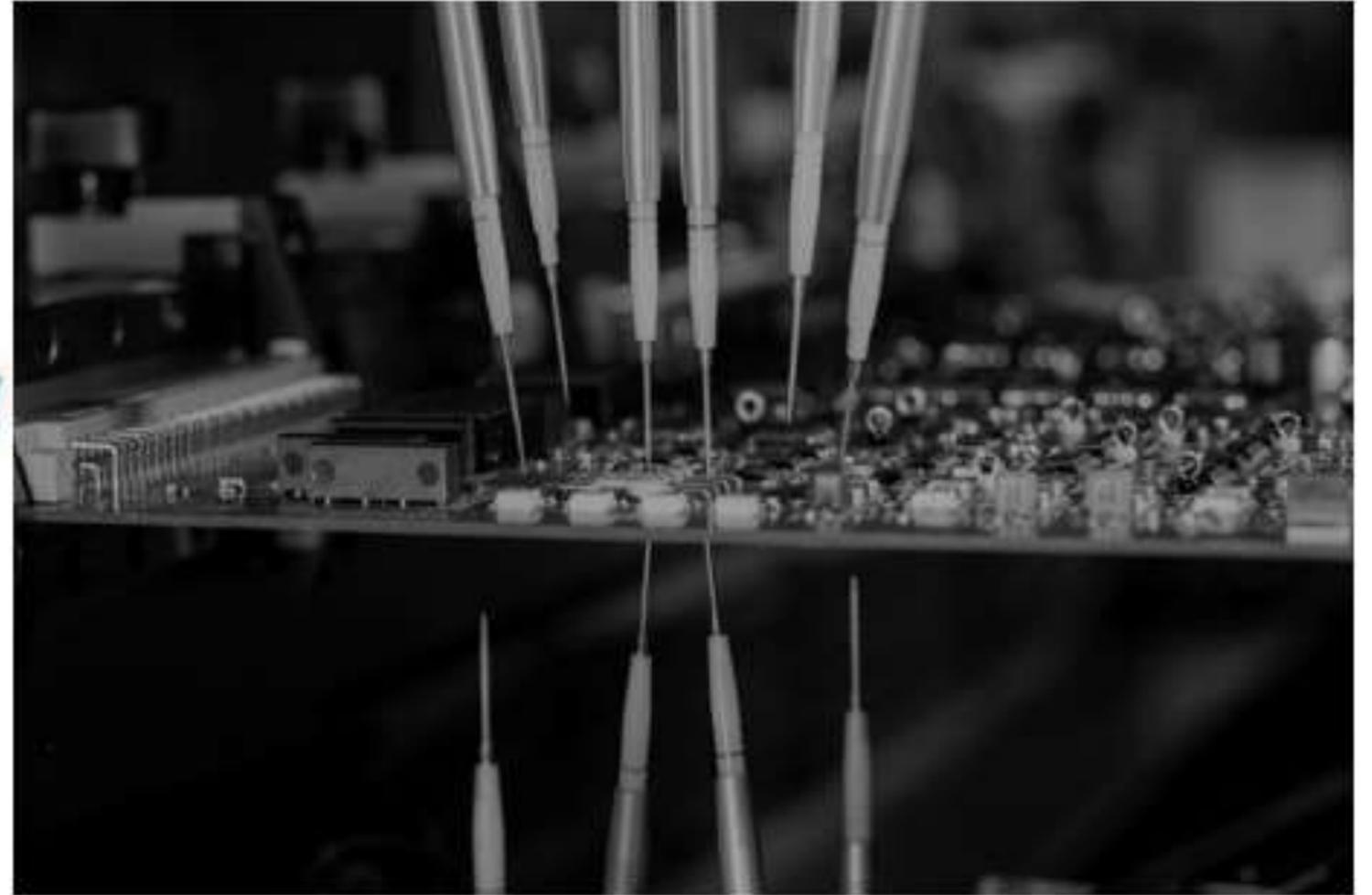
アナログ/ICT : 30%

モータ制御基板

デジタル/JTAG : 30%

アナログ/ICT : 70%

フライングプローブテスタ

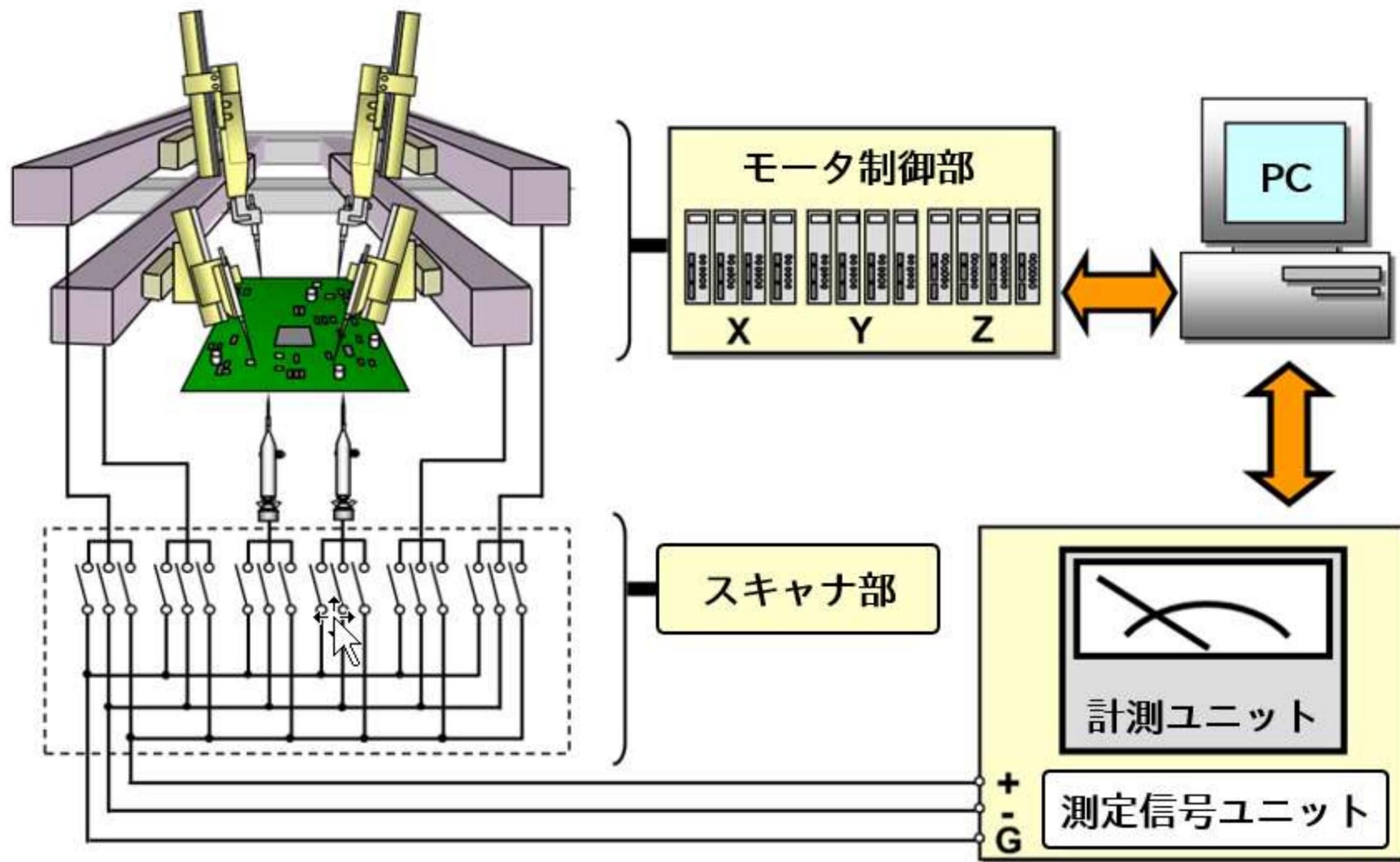


DUAL-SIDE FLYING PROBE TESTER

APT-1600FD



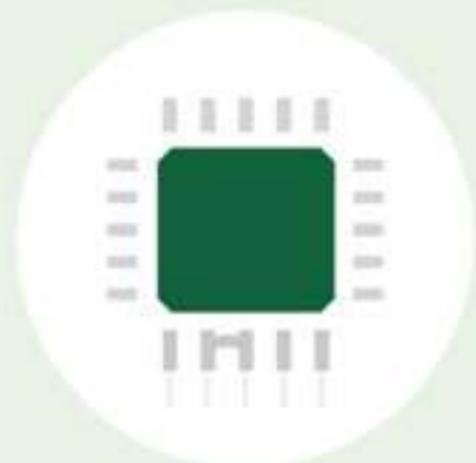
フライングプローブテストの基礎技術



治具式テストとフライングプローブテストの違い

評価項目	治具式テスト	フライングプローブテスト
検査準備	検査治具製作（検査プログラム作成込み）	検査プログラム作成
検査準備期間	15～30日	0.5～1日
ランニングコスト	約20～100万円治具本体 ・検査プログラム作成費用 ・治具メンテナンス費用 ・治具保管、管理	殆ど不要 ・消耗品：コンタクトプローブ
最小プローブ間ピッチ	1.27mm	0.15mm
最小コンタクトパッド	0.8mm	0.06mm
基板の設計変更対応	検査治具の再製作が必要	検査プログラムの修正・変更で対応
基板の誤差・位置ズレ	対応不可	位置補正機能有り
検査速度	平均4～10msec（調整時間は含まない）	平均30～60msec

インサーキットテストの不良検出能力



はんだショート(短絡)



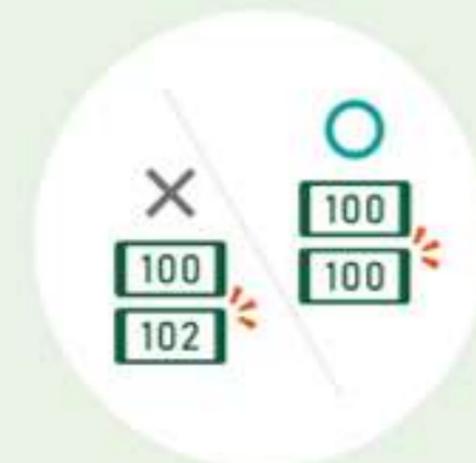
オープン(未はんだ)



パターン断線



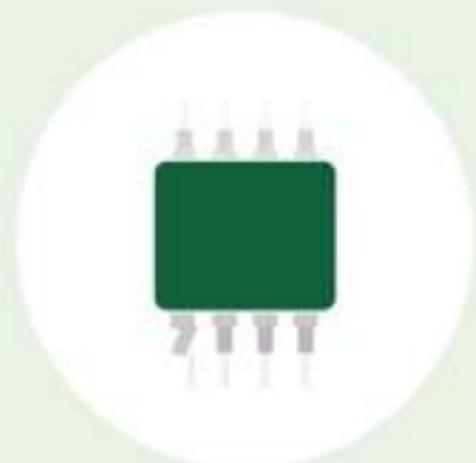
部品の欠品



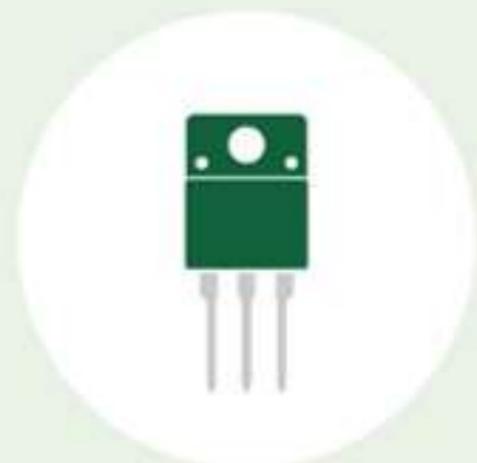
部品の定数間違い



極性のある部品の
逆実装



IC・コネクタの
リード浮き



トランジスタ、FET、
フォトカプラの動作



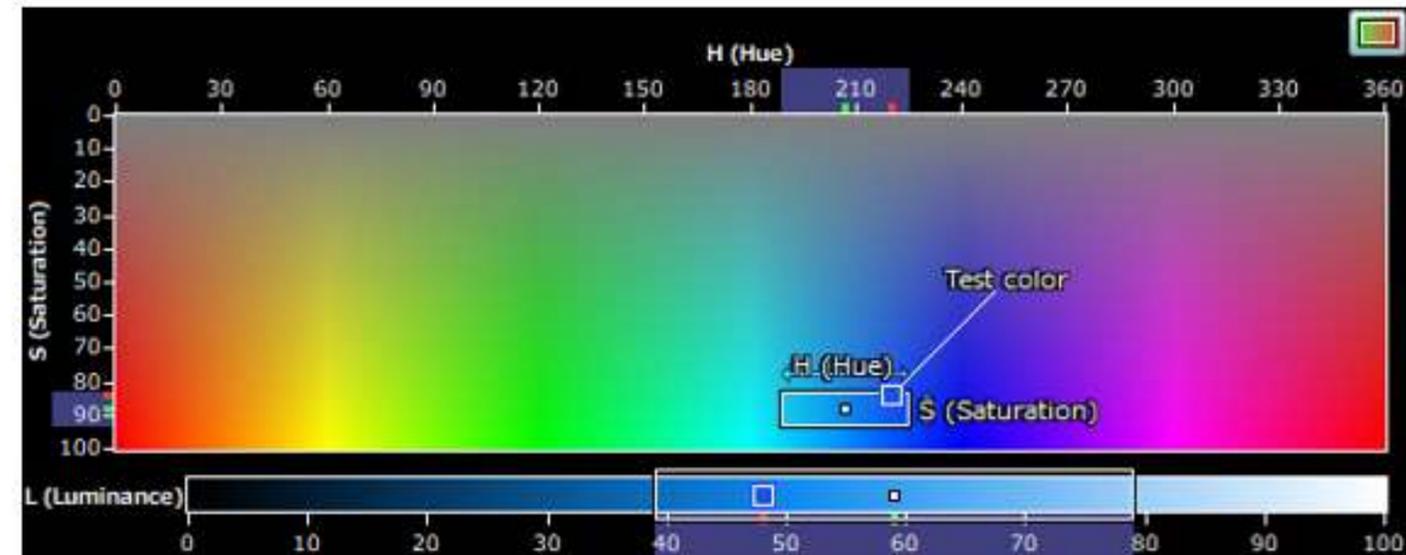
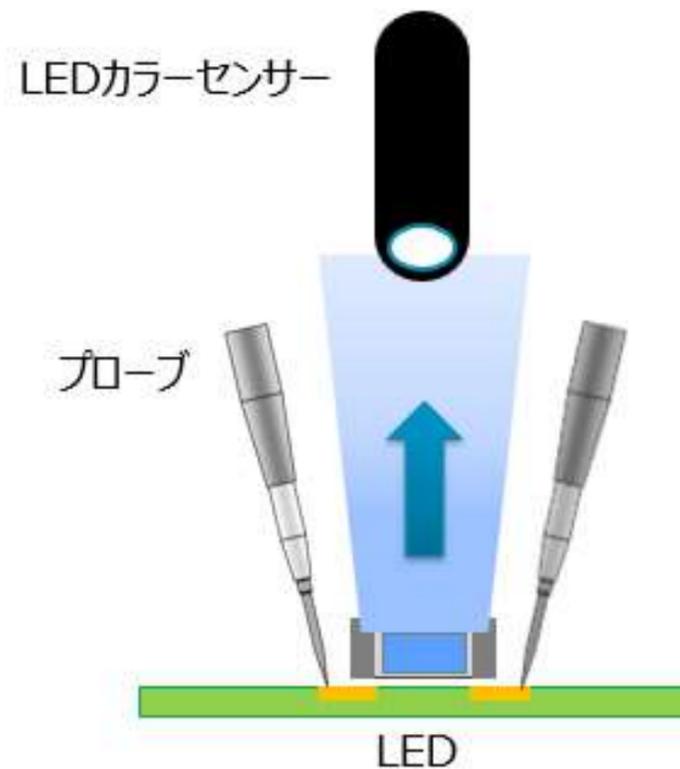
簡易ファンクション
検査



外部機器を接続した
特殊検査

色（発光） 識別検査

- プロブより印加した信号で基板上のLEDを点灯させ、発光色と輝度を専用のカラーセンサーで測定します。
- 隣接したLEDの発光影響を最小限に抑え、**密集（LEDの中心間隔1.0mm）装着の小型LEDチップ**も個別に検査可能。
- 最大DC80V/2A印加可能（印加電圧値、印加電流値は任意に設定可能）

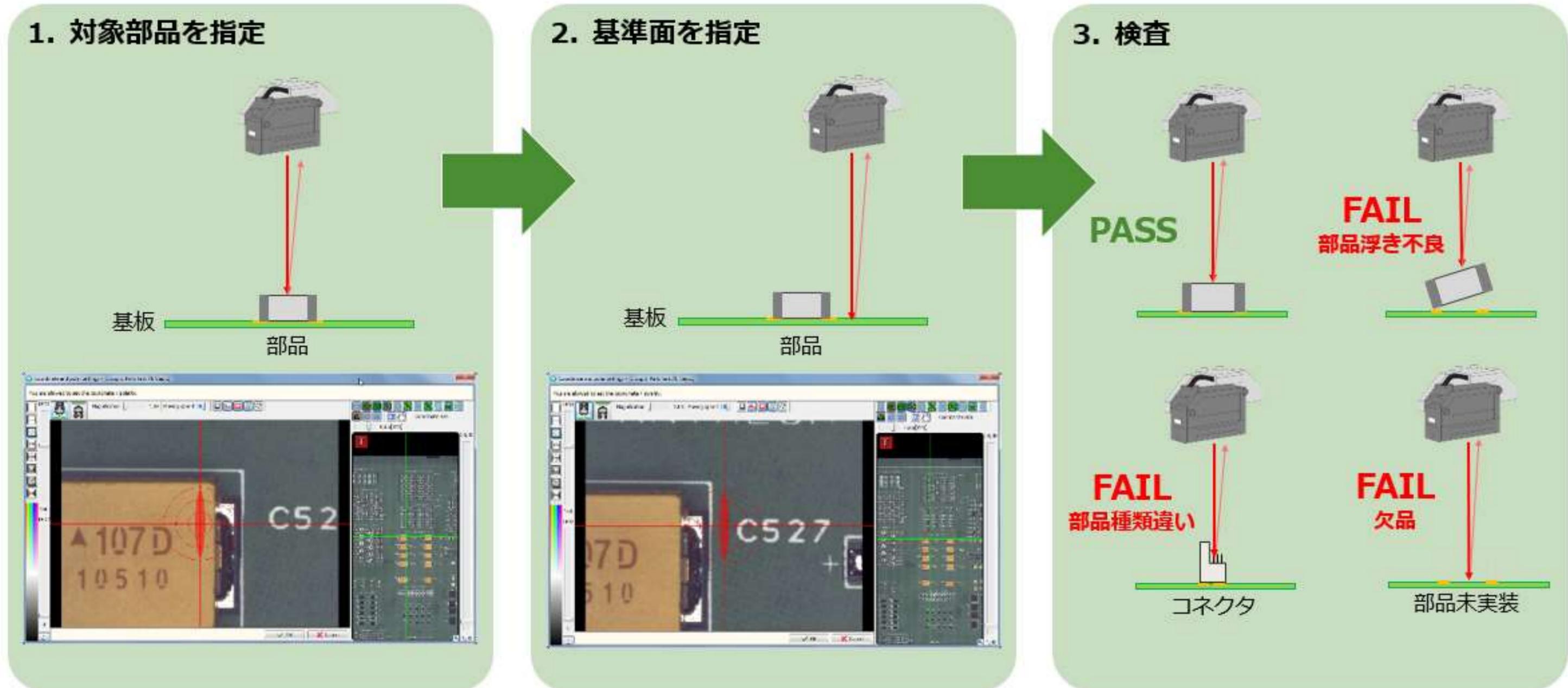


LEDの発光色と輝度をH(色相), S(彩度), L(輝度)の3要素で数値化し、直感的に分かりやすいカラーパレットに表示します。

良否判定時の許容範囲は、HSLの要素毎に任意に設定できます。

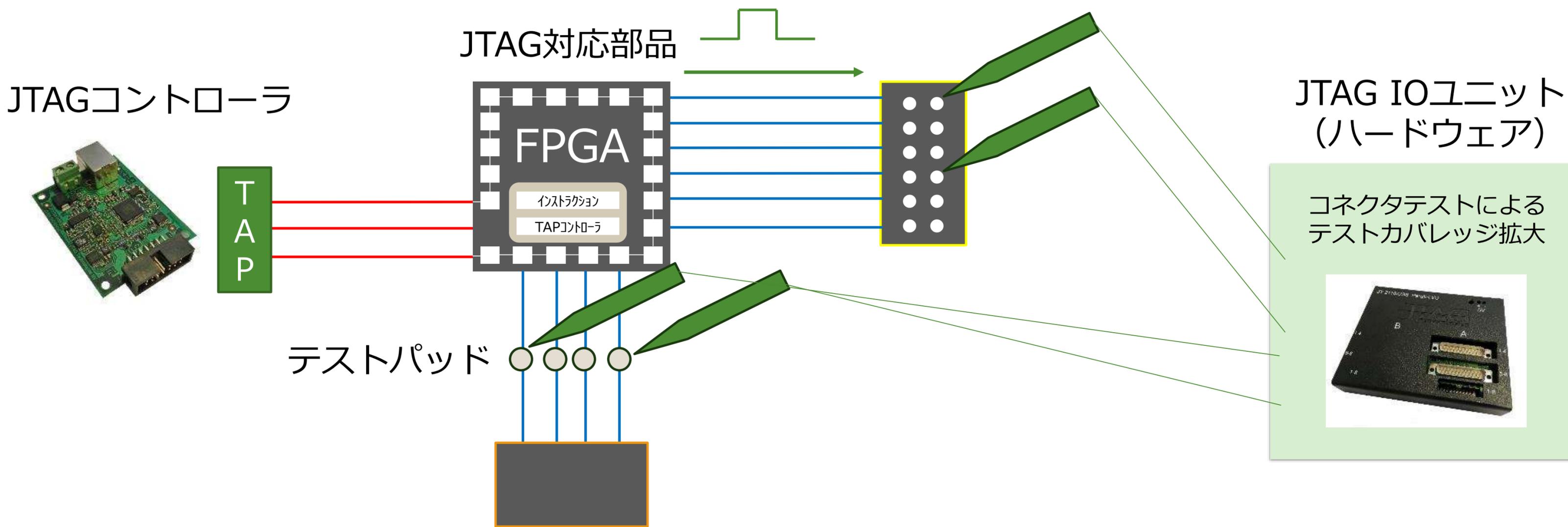
距離検査

■ 基板面/部品上面の高さを光学的に測定し、電気検査が困難な部品/見逃す恐れのある不良を確実に発見する機能です。



フライングプローブ+JTAGテストのハイブリッド検査の仕組み

JTAG対応部品から信号を出力して、稼働ピンに接続されたJTAG IOユニットで信号をスキャンして合否判定します。



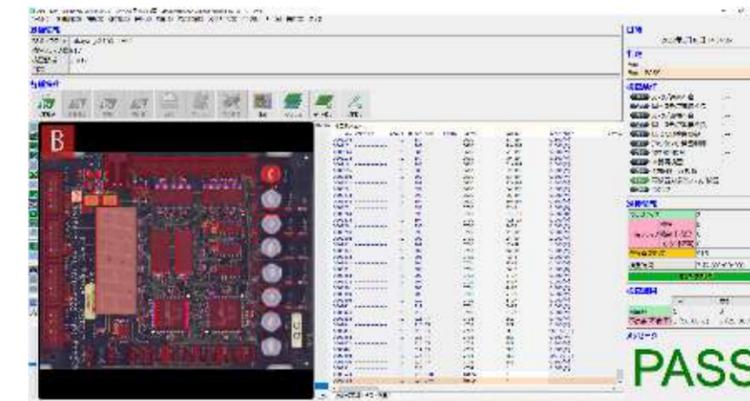
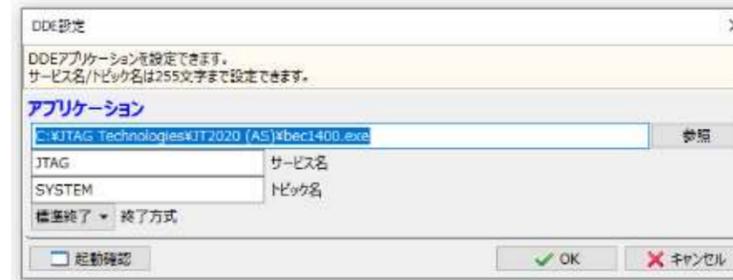
フライングプローブ+JTAGテストのハイブリッド検査

上下同時検査で検査時間を短縮



上側: 4ヘッド&6フライングプローブ
下側: 2ヘッド&4フライングプローブ

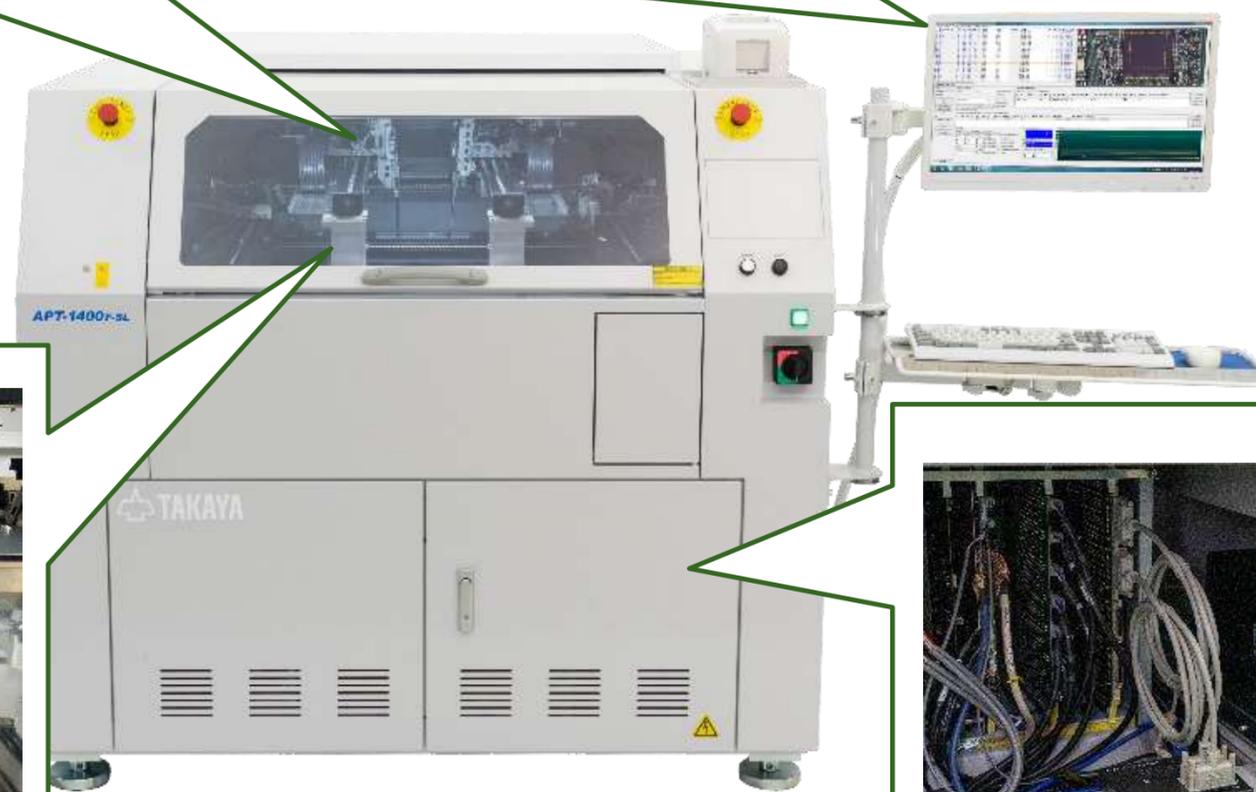
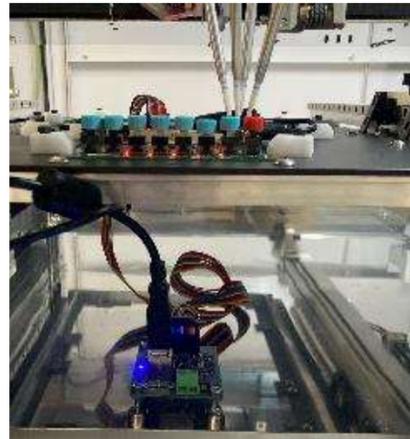
テスト項目にJTAGテストを追加可
台ヒ



BGA検査を可能にする



JTAG コントローラ



可動ピンと連動する



JTAG I/Oユニット

フライングプローブテストとJTAGテストの強み/弱み

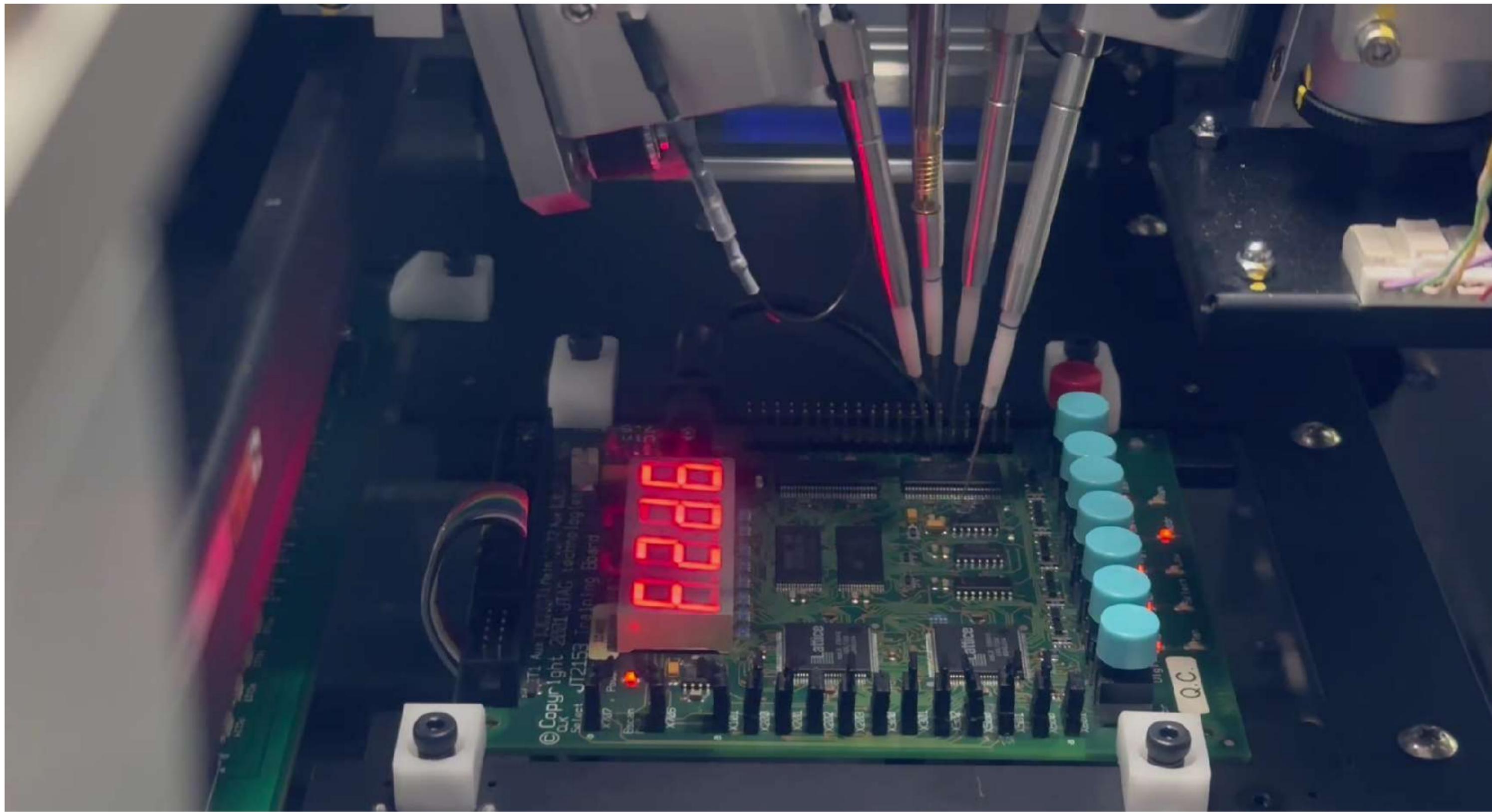
検査手法	フライングプローブテスト	JTAGバウンダリスキャンテスト
<p>強み</p> 	<ul style="list-style-type: none">・電気特性検査、部品の定数測定・はんだオープン・ショート検査・極性がある部品の逆実装の検査・IC、コネクタのリード浮き・トランジスタ、FET、フォトカプラの検査・AOI検査による部品の欠品検査・簡易ファンクション検査	<ul style="list-style-type: none">・BGA部品のはんだオープン・ショート検査・テストデータの自動生成・デジタル回路の機能検査・機械的な動作が無く検査タクトが短い・DDRメモリの検査と故障診断・Python言語によるファンクションテスト・フラッシュメモリのオンボード書き込み
<p>弱み</p> 	<ul style="list-style-type: none">・プロービングできないBGA部品は検査が困難・BGAを含むデジタル回路の検査が困難・機械的動作を伴うため検査タクトが長い	<ul style="list-style-type: none">・JTAGでアクセスできない回路は検査困難・テスト範囲を拡大するための検査治具が必要・アナログ回路、電源回路の測定が困難・電気特性、部品の定数測定ができない

フライングプローブテストとJTAGテスト連携による相互補完



相互補完によって生まれるメリット

- テストカバレッジが大幅に向上する
- テストスループットが向上する
- 基板設計においてデジタル回路領域の実装面積縮小が可能 (TP削減)
- より正確な故障診断が可能になる
- オンボードプログラミング or FPGA書き込みが可能



まとめ

フライングプローブ+JTAGテストのハイブリッド検査は、BGAを中心としたデジタル回路のテストだけでなく、電源回路、アナログ回路までテスト範囲を拡大できます。

検査品質の向上と的確な故障診断により、製造ラインにフィードバックして歩留まりを改善することができます。

アンドールシステムサポート株式会社
エンベデッド開発事業部

谷口 正純 (Masazumi Taniguchi)

E-mail: taniguchi@andor.jp

タカヤ株式会社

事業開発本部 産業機器事業部 技術部

柳田 幸輝 (Koki Yanagida)

E-mail: Yanagida@takaya.co.jp