

2024/3/14

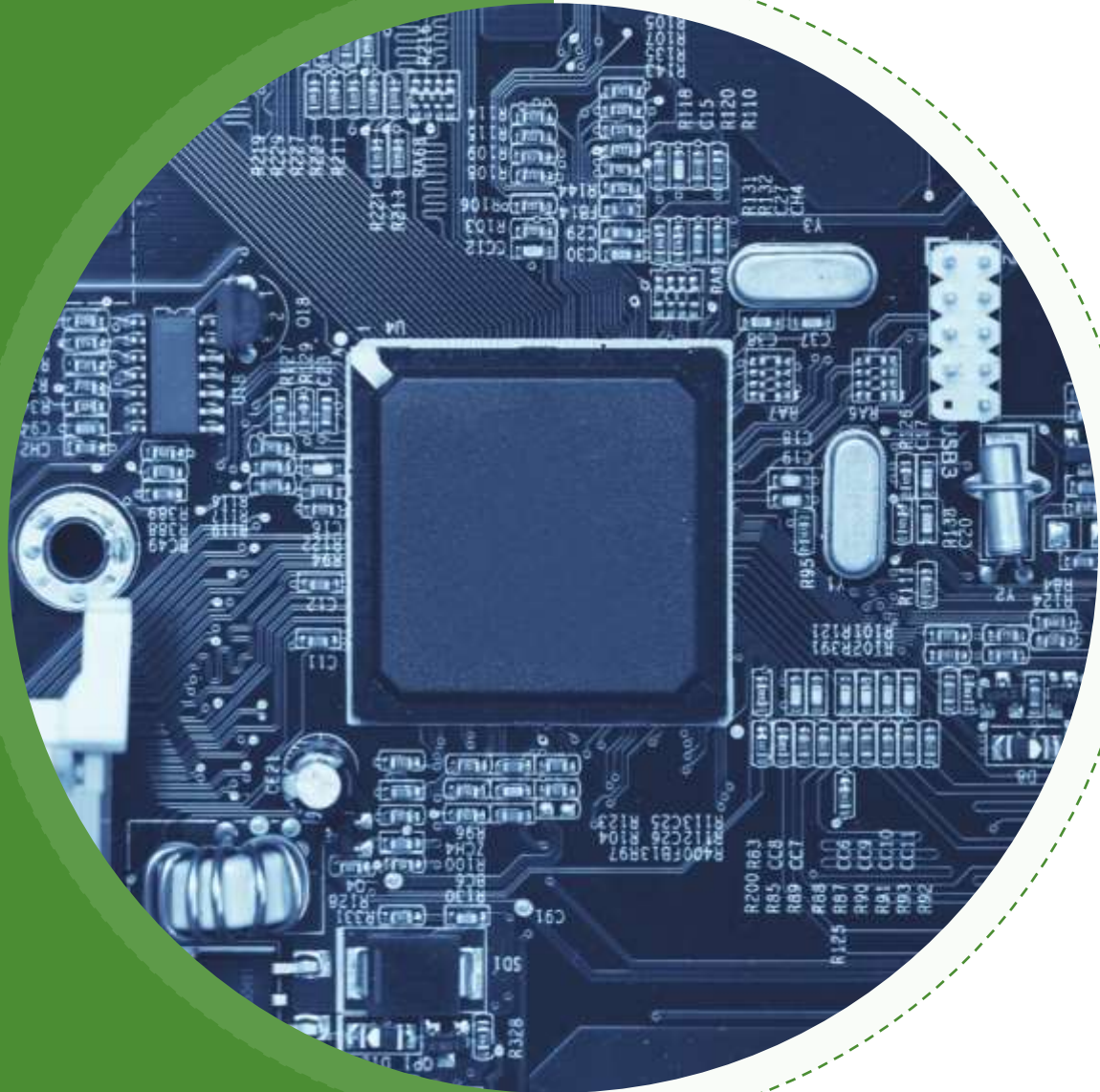
エレクトロニクス実装学会
第38回春季講演大会

JTAG検査とフライングプローブテストを 組み合わせたハイブリッド検査システムの最新動向

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

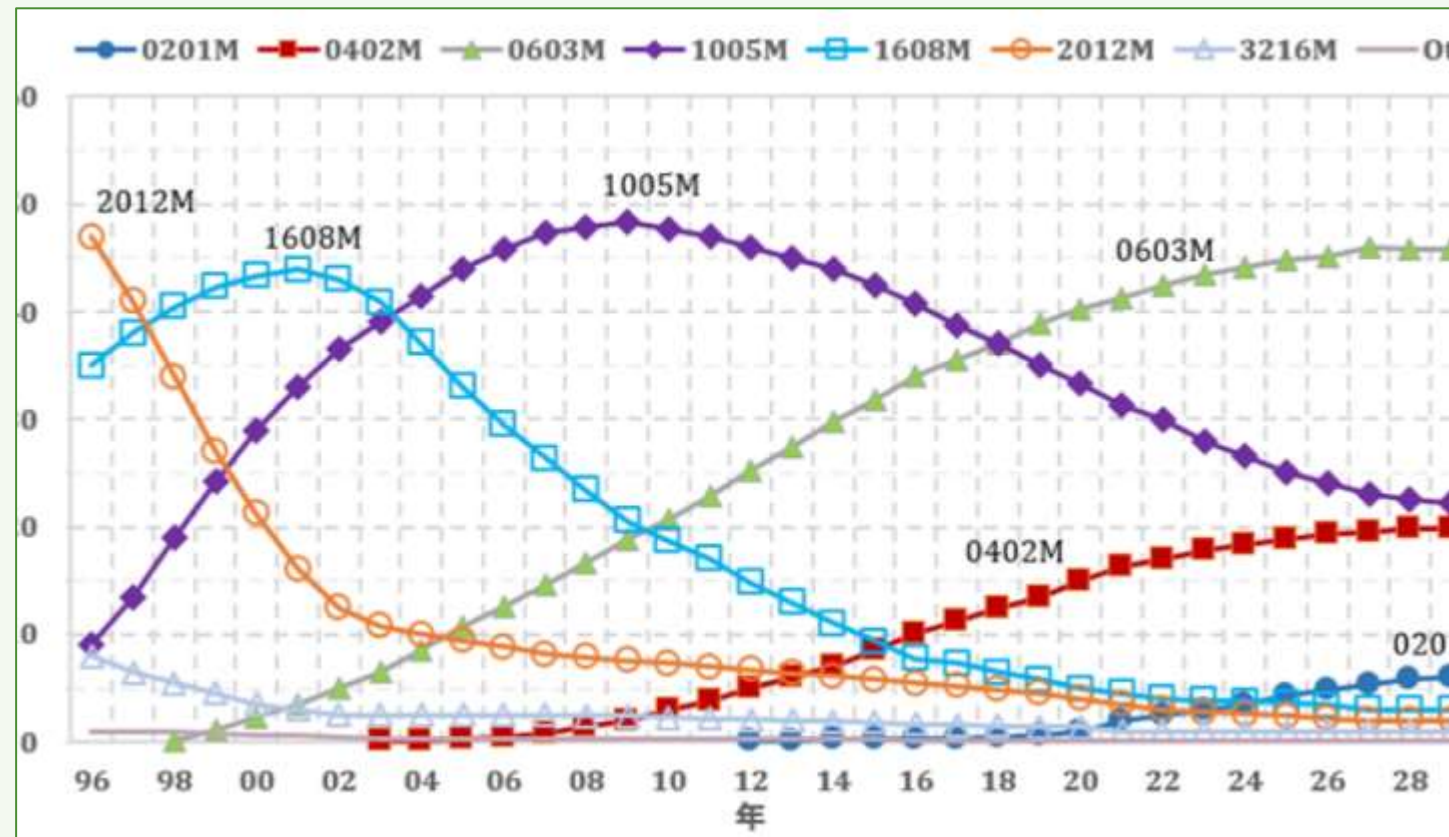
1. 高密度実装基板検査の動向と課題
2. JTAG (Joint Test Action Group) 検査
3. フライイングプローブテスト
4. ハイブリッド検査
5. まとめ



1. 高密度実装基板検査の動向と課題

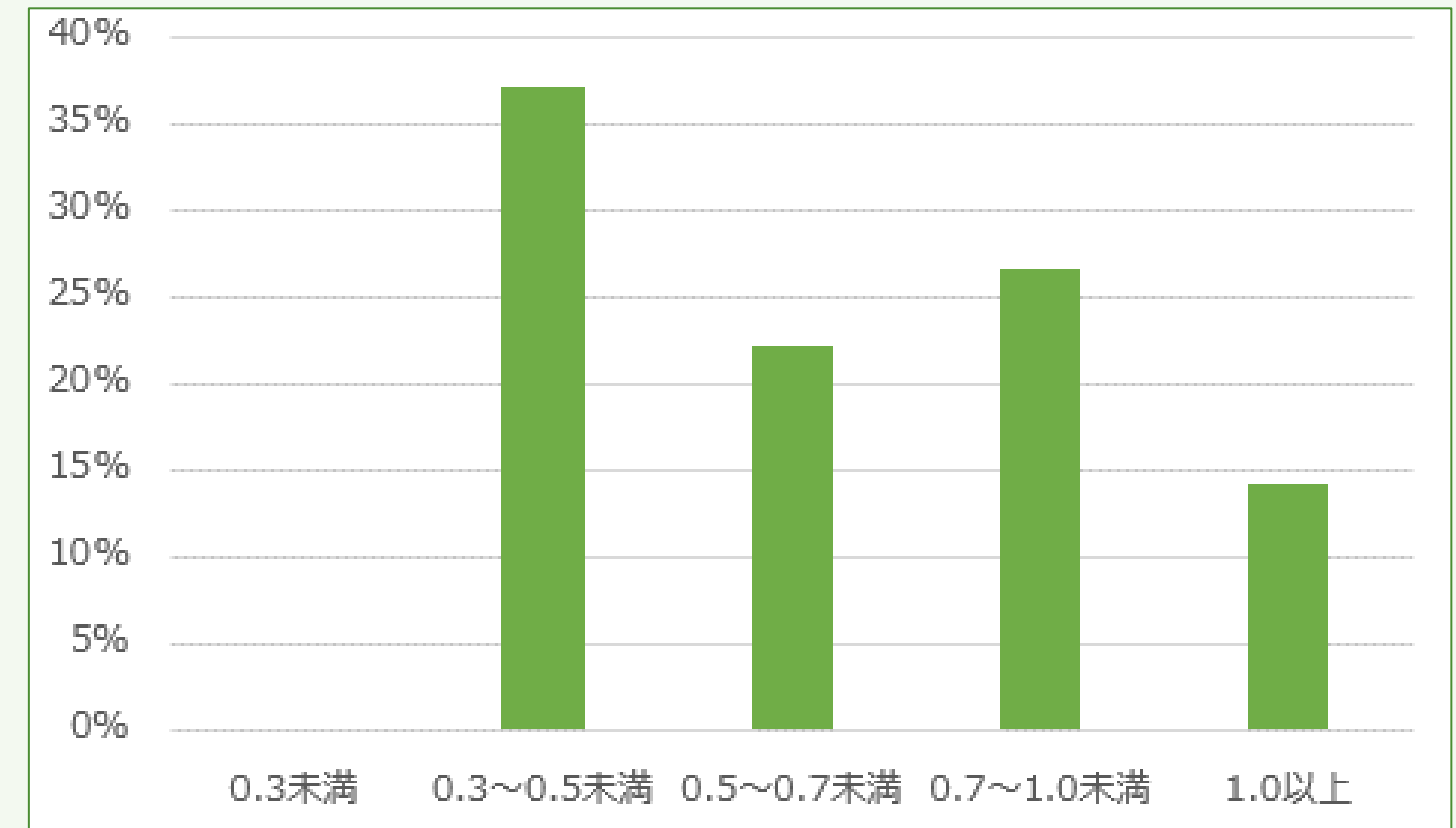
高密度実装基板検査の動向

MLCCのサイズ別構成比率の推移と予測



出典：2022年度版実装技術ロードマップより

BGA部品の端子ピッチ割合



出典：2020年エレクトロニクス実装学会の実態調査結果より

- Arm内蔵FPGAの普及による主要部品のワンチップ化
- 高密度化に伴い、0.5[mm]ピッチ未満のBGA部品の実装が増加



BGA部品の実装不良が増加している

実装基板検査の課題

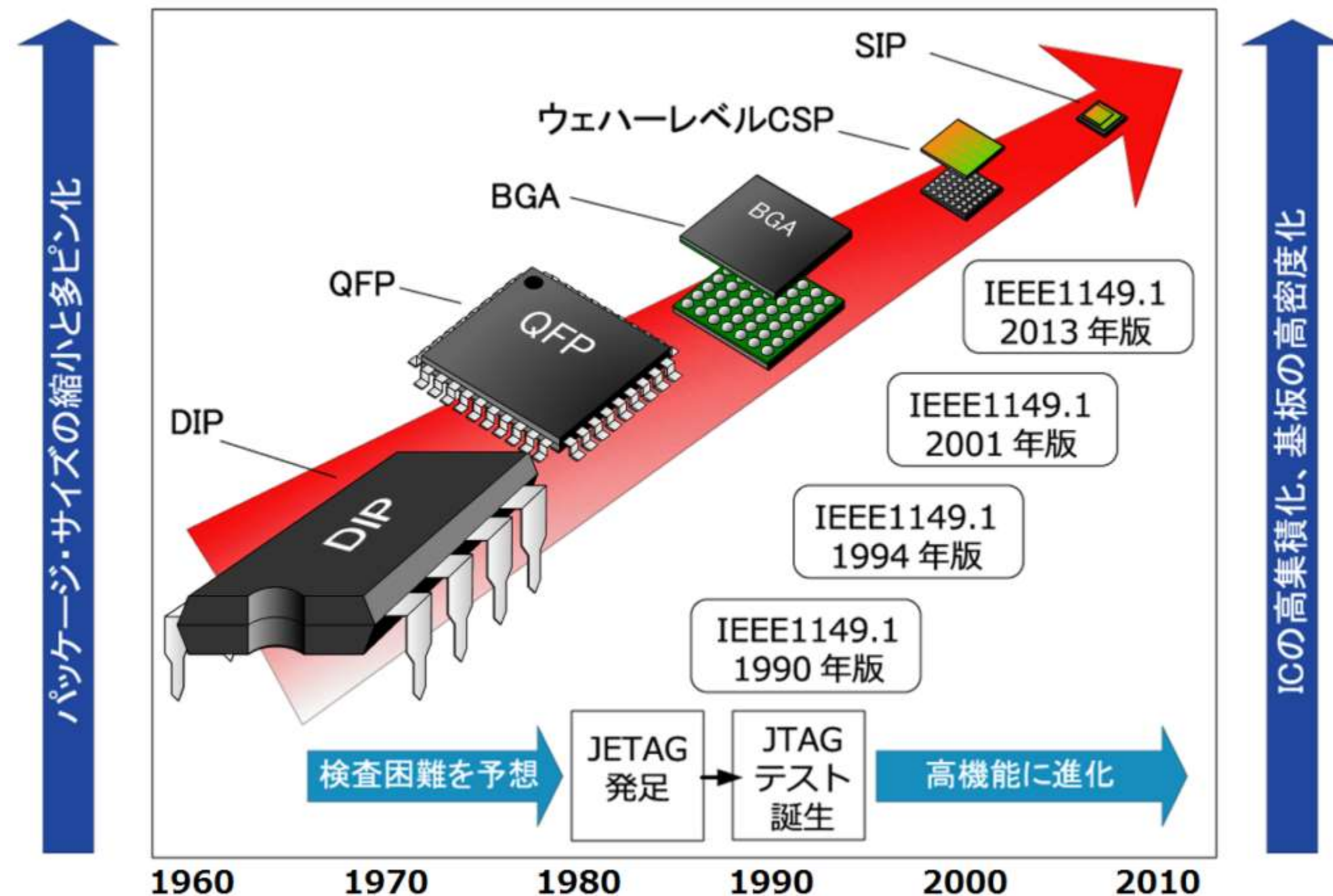
不良項目	JTAG検査	フライングプローブテスト (FPT)	ファンクション検査 (FCT)	外観検査 (AOI)	X線検査 (AXI)
欠品	○	◎	○	◎	△
ハンダブリッジ	○	◎	◎	○	◎
マイクロブリッジ	○	◎	◎	-	-
部品下面ショート	◎	◎	◎	-	◎
BGAのボール浮き	◎	△	○	-	△
ハンダ量 (過多・過少)	-	-	-	○	◎
部品定数間違い	-	◎	△	-	-
部品特性不良	-	○	◎	-	-
部品種類違い	△	○	○	△	-
部品極性違い	△	◎	○	△	-
回路機能確認	◎	-	◎	-	-



2. JTAG (Joint Test Action Group) 検査

JTAG (Joint Test Action Group) 検査とは

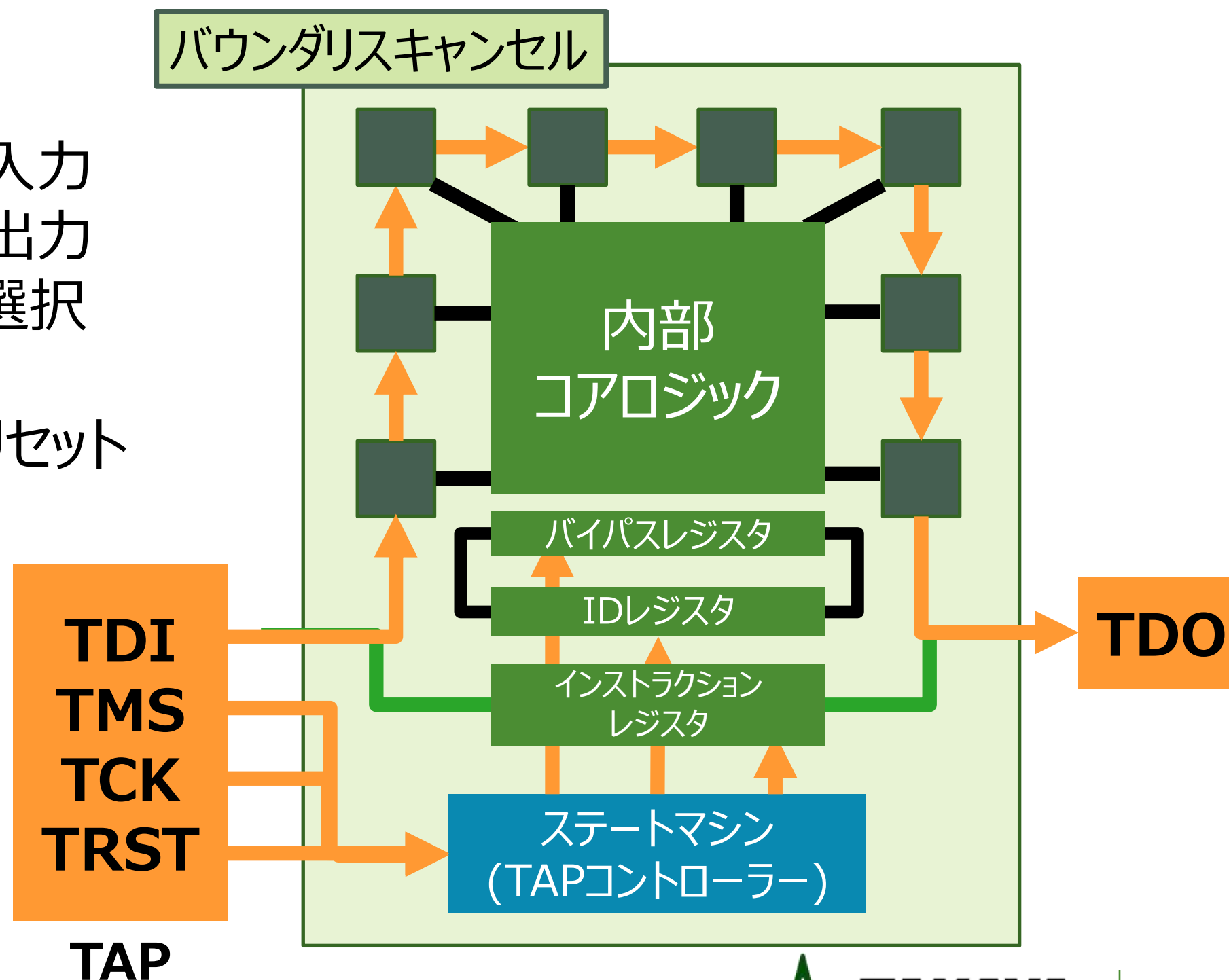
- 高密度実装の**検査クライシス**を解決するために考案された**検査手法**である
- IEEE 1149.1規格をバウンダリスキャン又はJTAGと呼ぶ
- JTAGは、規格を推進したグループ名である



JTAG検査の仕組み

デバイス内部のコア・ロジックと各ピン間にセルと呼ばれるレジスタを配置しシフトレジスタを構成。シフトレジスタを制御することで、データの入出力から検査を行う。デバイス内部の境界をスキヤニングすることから、バウンダリスキャン・アーキテクチャと呼ばれている。

- **TAP** (Test Access Port)
- **TDI** (Test Data Input) : テストデータの入力
- **TDO** (Test Data Output) : テストデータの出力
- **TMS** (Test Mode Select) : JTAGの動作選択
- **TCK** (Test Clock)
- **TRST**(Test ReSet) : JTAG機能のリセット



JTAG検査

1

インフラストラクチャ検査

バウンダリスキャンチェーン検査

2

インターコネクト検査

JTAG対応デバイス間の接続検査

3

クラスター検査

JTAG非対応デバイスの接続検査

メモリバスとコントロール信号を含む

4

Flashプログラミング

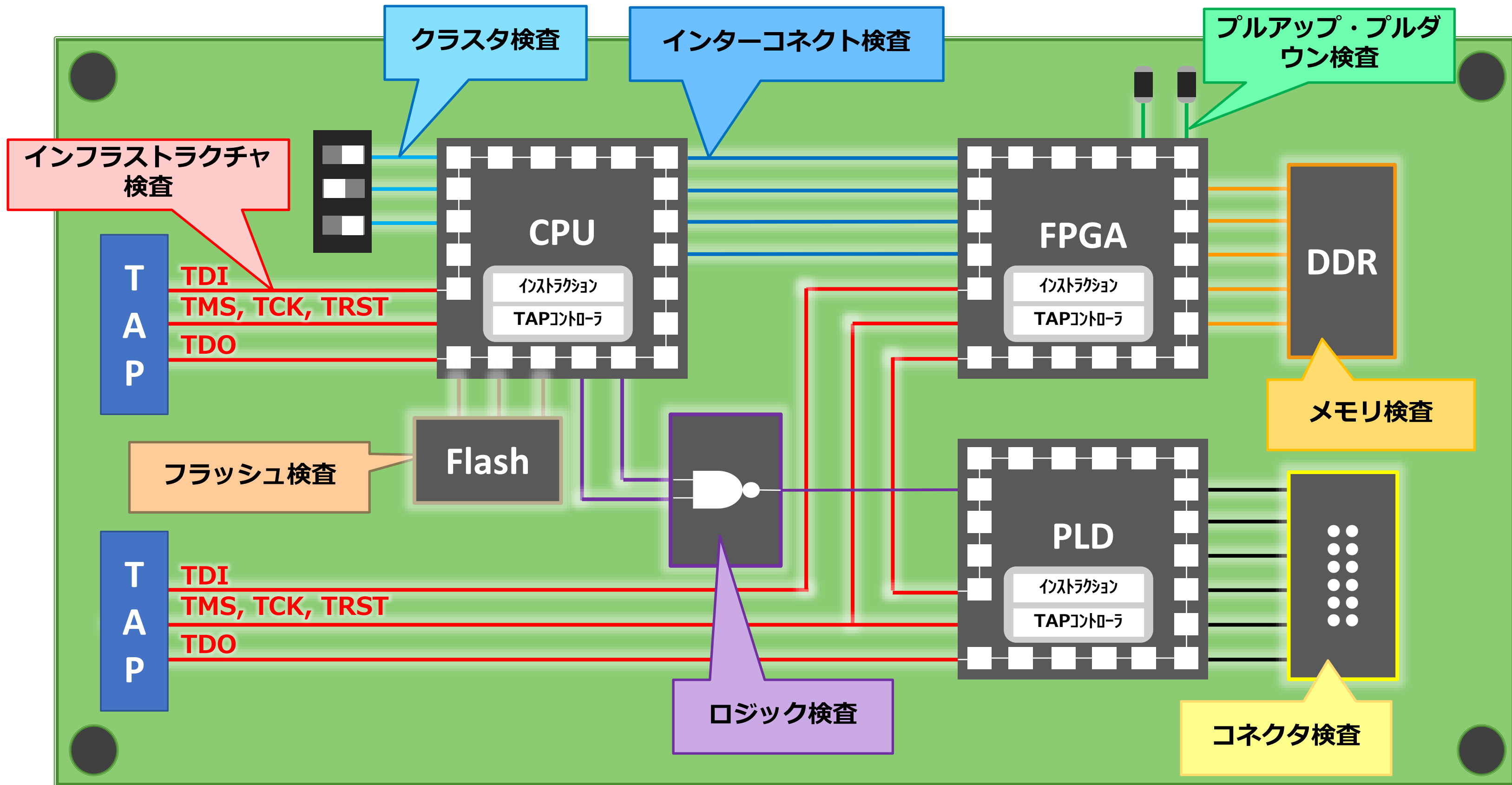
インシステムFlashメモリの初期化、書き込み、比較

5

PLDプログラミング

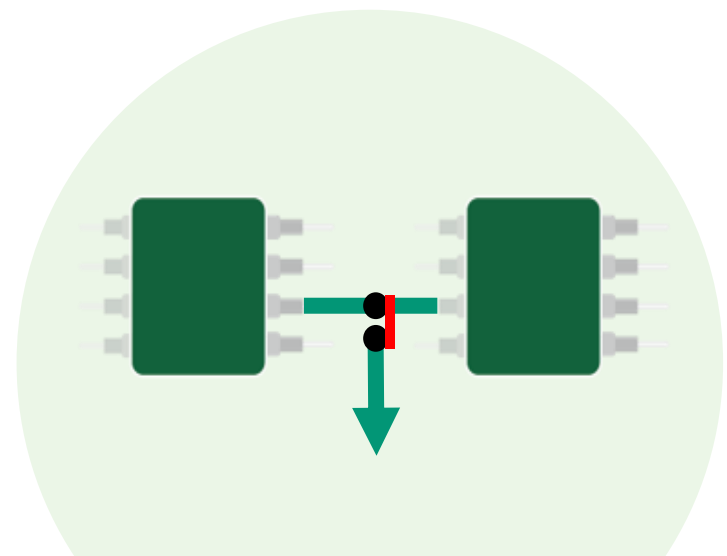
PLD, FPGA, シリアルメモリデバイスのインシステムプログラミング

JTAG検査の概略図

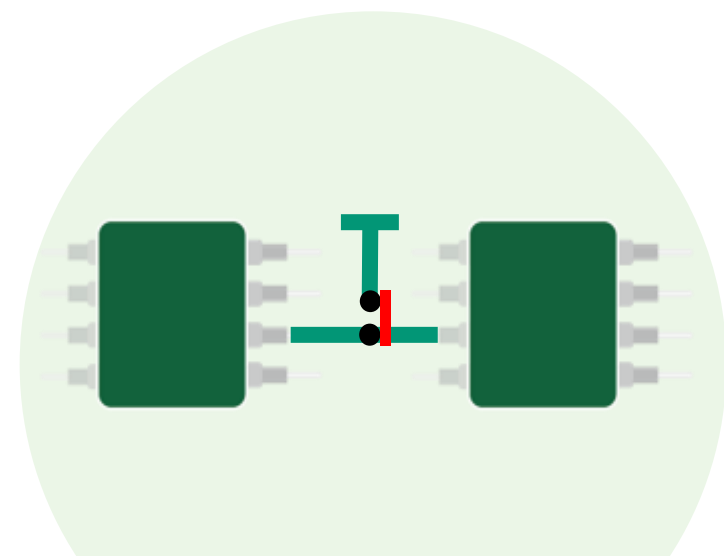


JTAG検査の不良検出能力

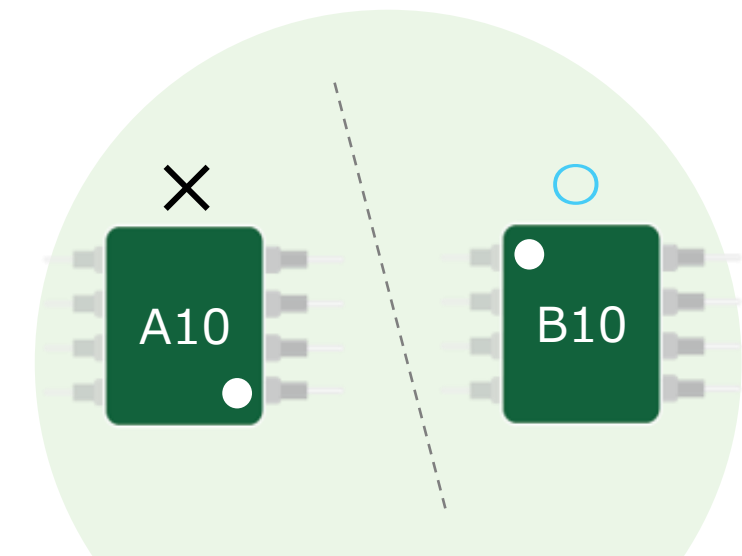
電気特性検査や部品の定数測定では発見困難な不良を、デジタル回路の機能検査によって確実に検出できる。機械的な動作がなく、検査タクトが短い。



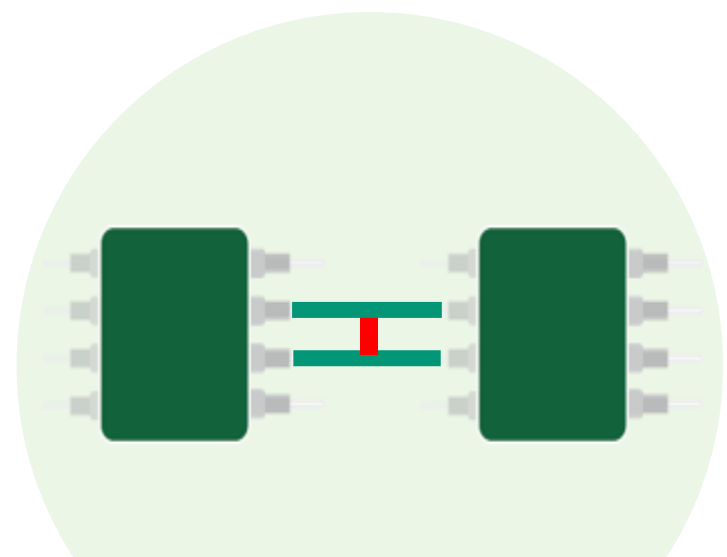
GNDとのブリッジ不良



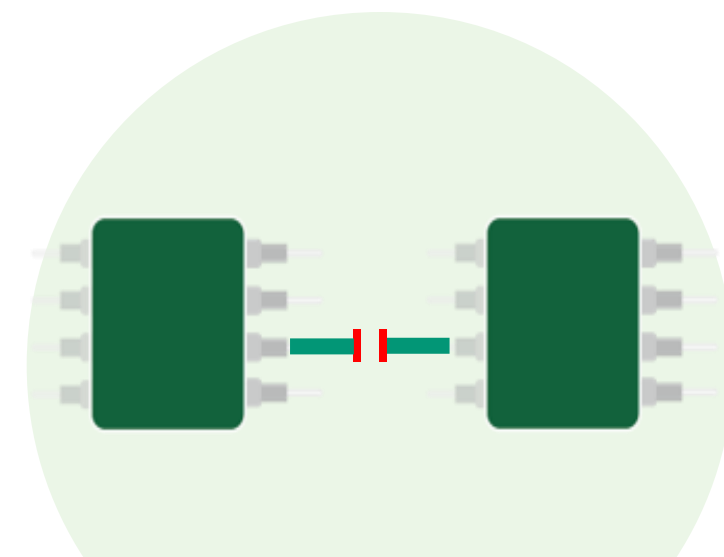
電源とのブリッジ不良



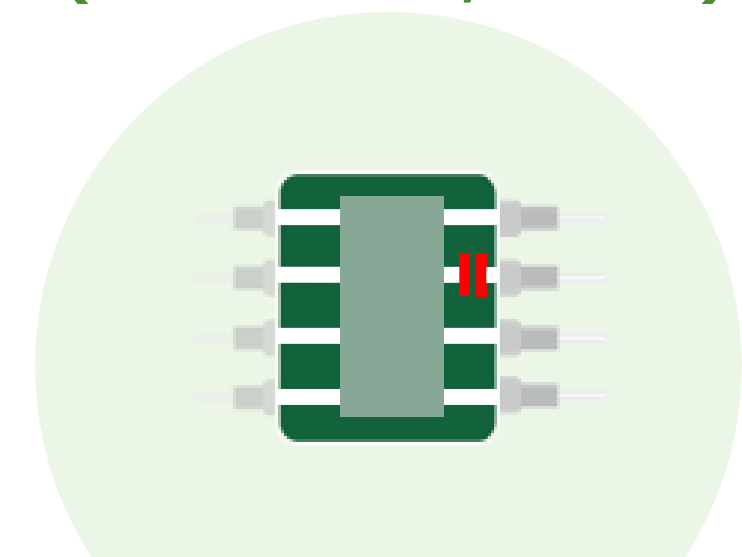
電源とのブリッジ故障
(IC型番違い,逆付け)



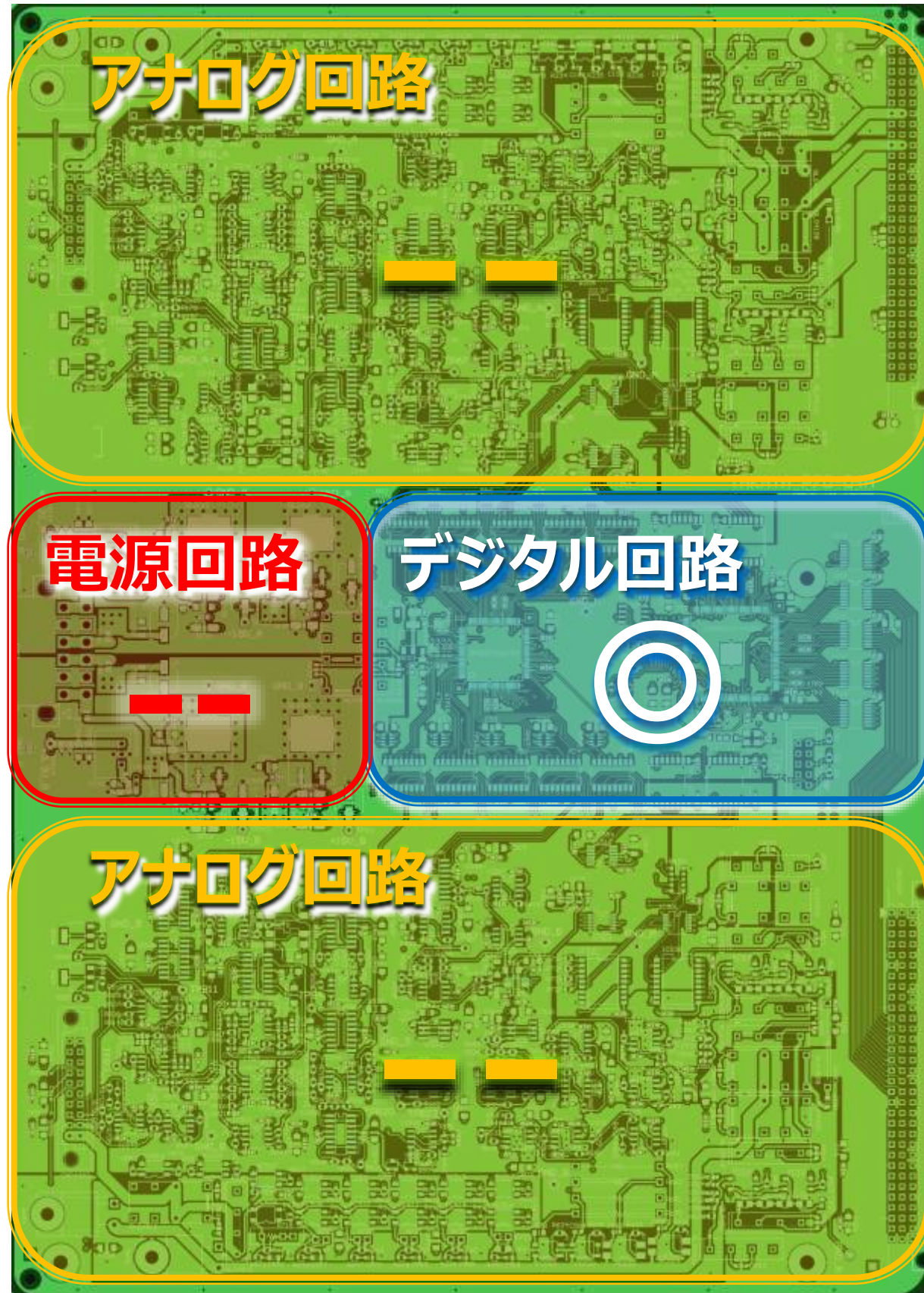
ショート不良



オープン不良
(断線、クラック)



ボンディングワイヤ断線不良

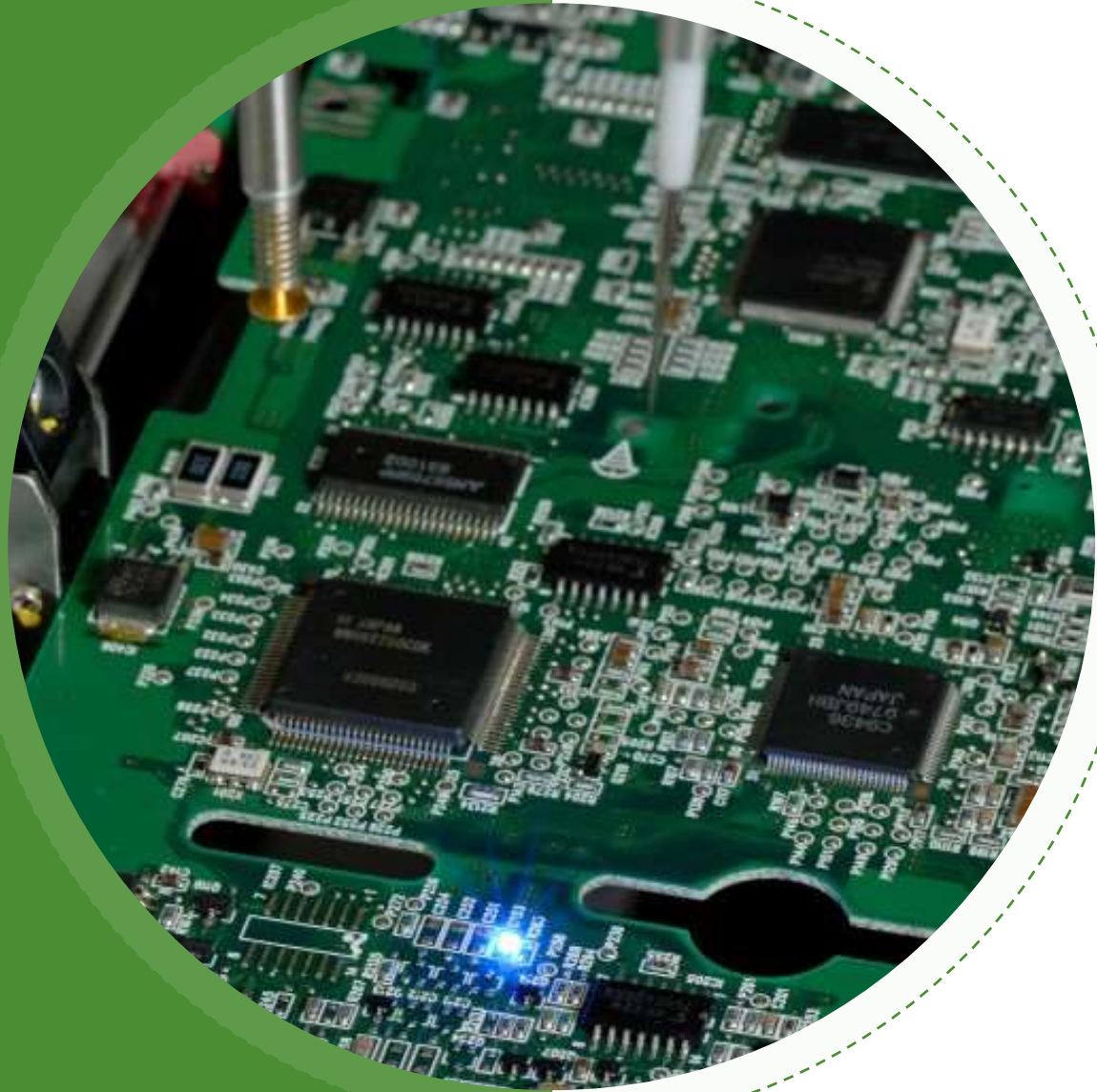


強み (Strong points)

- デジタル回路の不良をピンレベルで検出可能
- LSIピン間の相互接続検査が可能
- FPGA等へのオンボードプログラミングが可能
- 機械的動作がないので短時間で検査が可能

弱み (Weak points)

- バウンダリスキャン規格準拠IC間のデジタル回路のみ検査可能なため、非対応なICがあるとそこから先は検査できない
- バウンダリスキャン対応ピンとテストを接続するための治具が必要
- アナログ回路、電源回路の検査は困難

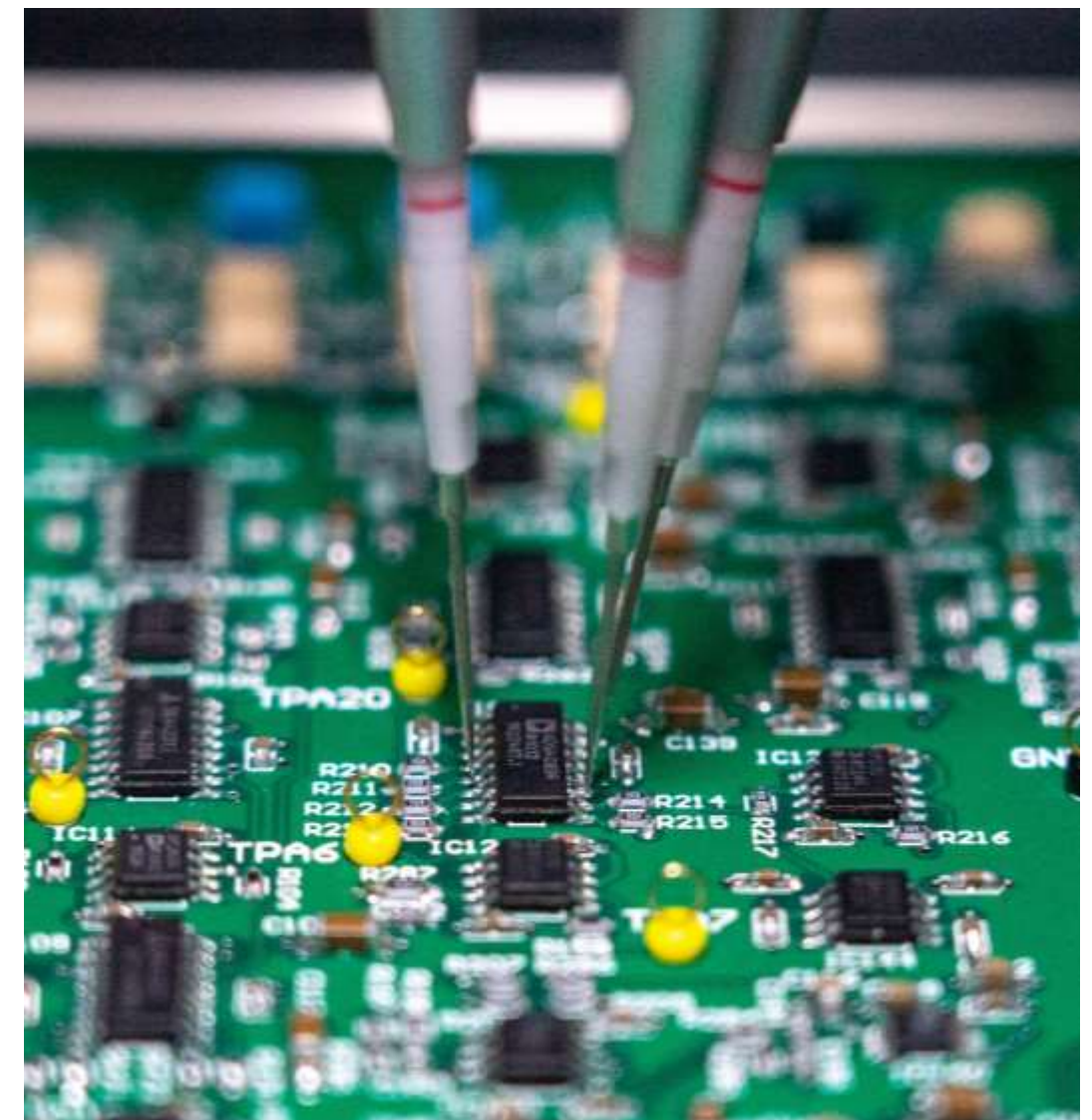
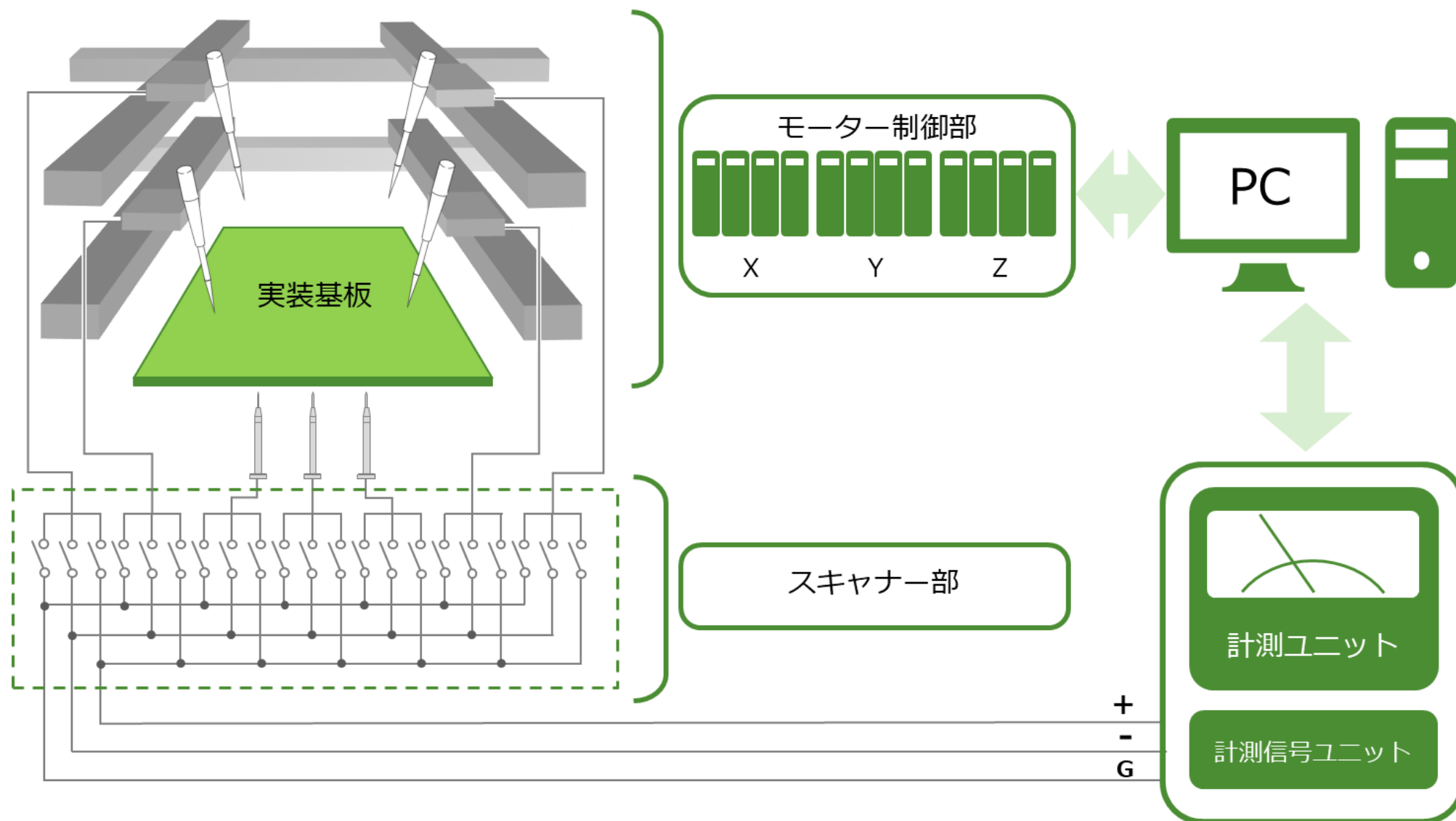


3. フライイングプローブテスト

フライングプローブテストとは

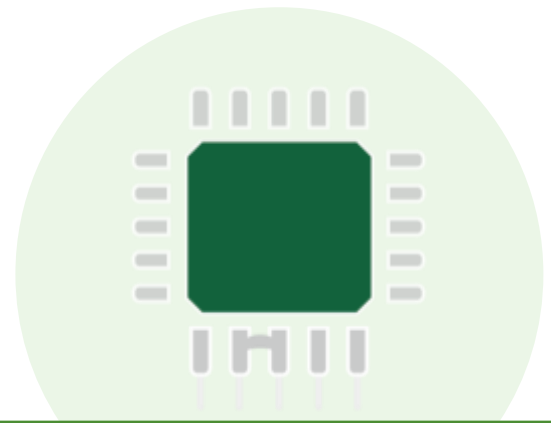
複数のアームを基板上の任意のポイントに移動させてプロービングを行い、部品や配線に電気的な信号を送ることで不良を検出する検査装置。主に試作基板の実装検査や不良解析に利用される。

治具は不要であり、検査プログラムの入れ替えのみで段取り替えが可能のため、特に**多品種・少量生産基板の検査**に適している。

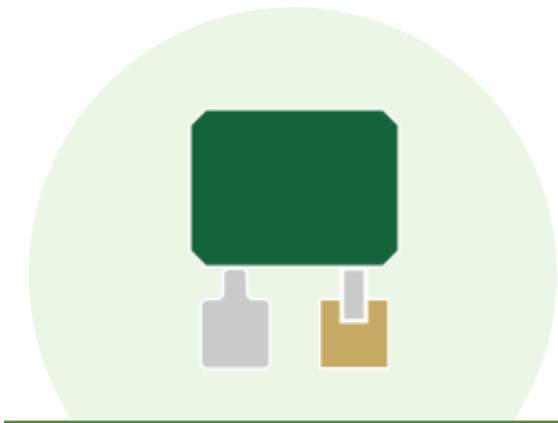


フラッシングプローブテストの不良検出能力

目視検査や外観検査では発見困難な不良を、電気検査によって検出できる。
微小な測定信号（電圧または電流）を印加して検査を行うため、検査対象基板に負荷は掛からない。



はんだショート
(短絡)



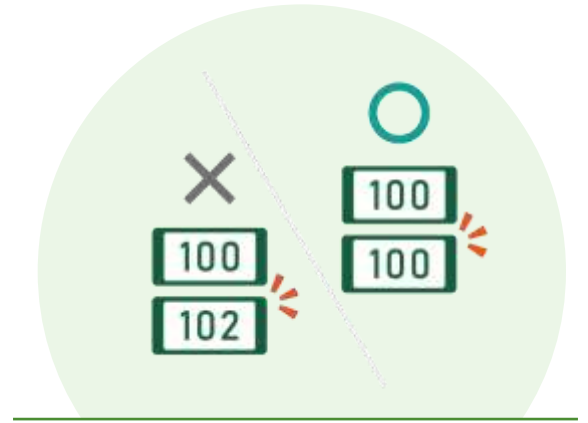
オープン
(未はんだ)



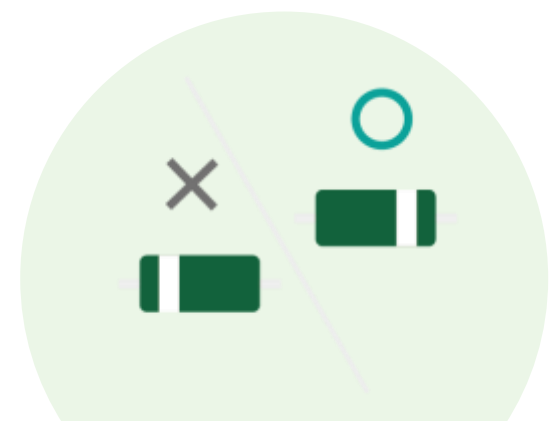
パターン断線



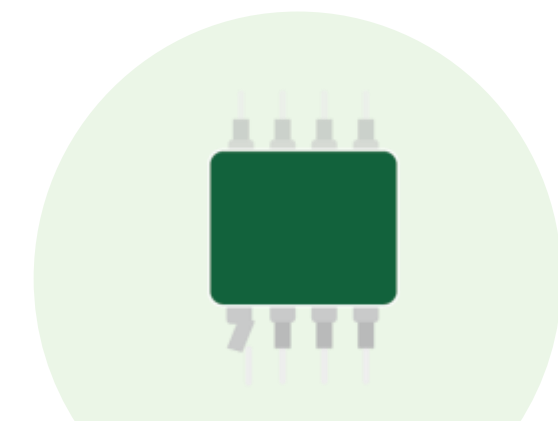
部品の欠品



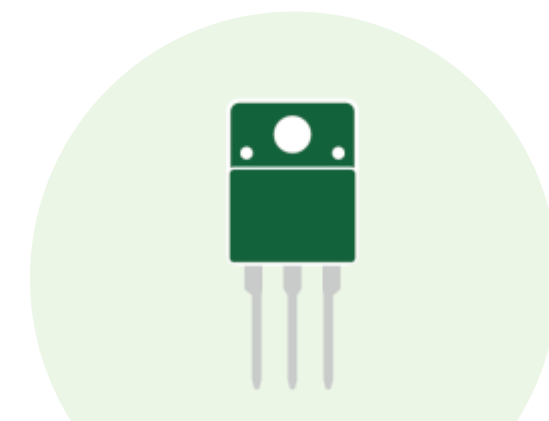
部品の定数間違い



極性のある部品の
逆実装



IC・コネクタの
リード浮き



デジタルトランジ
スタ、FET、フォト
カプラの動作確認

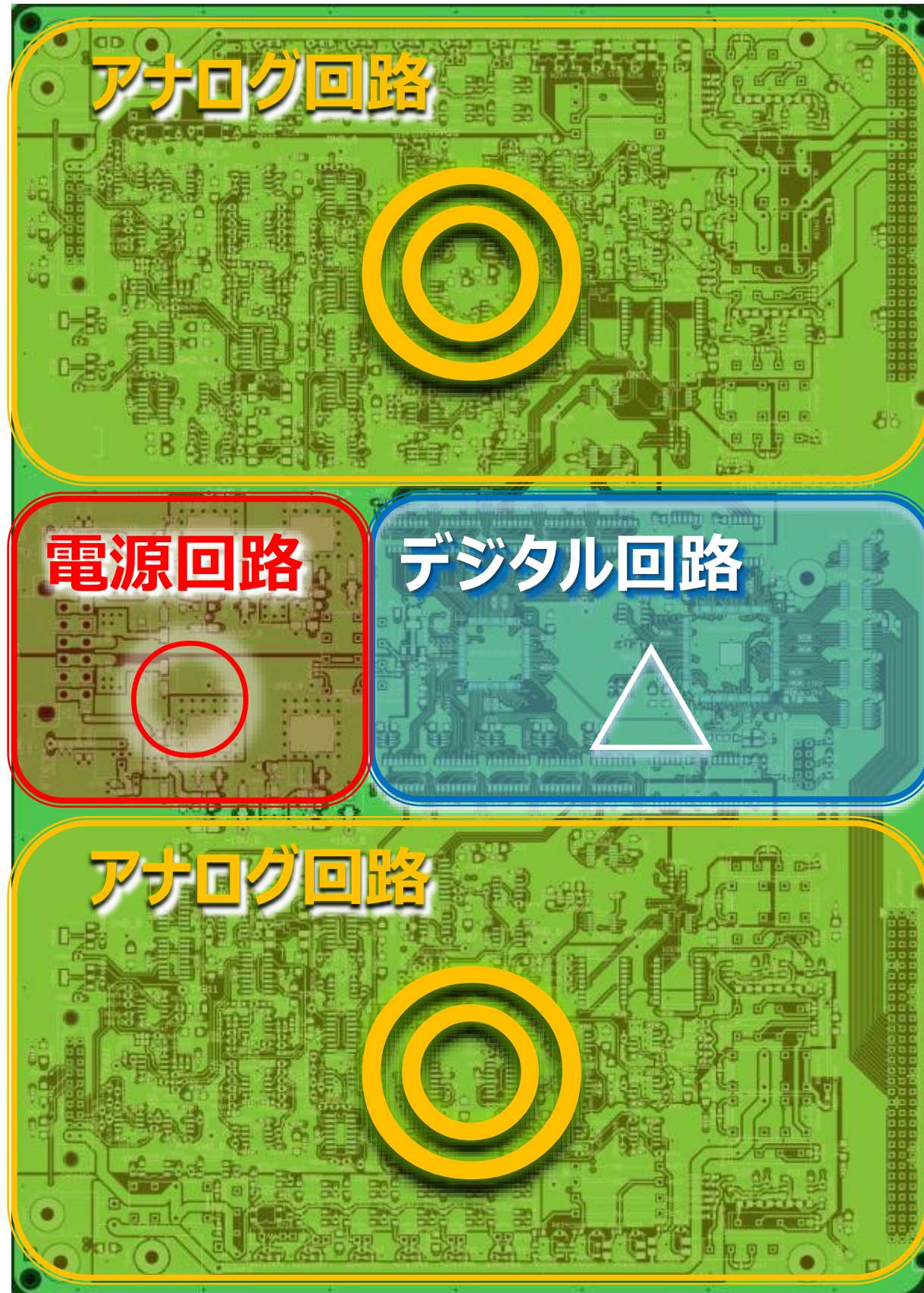


簡易
ファンクション検査



外部機器を
接続した特殊検査

フライングプローブテストの強みと弱み

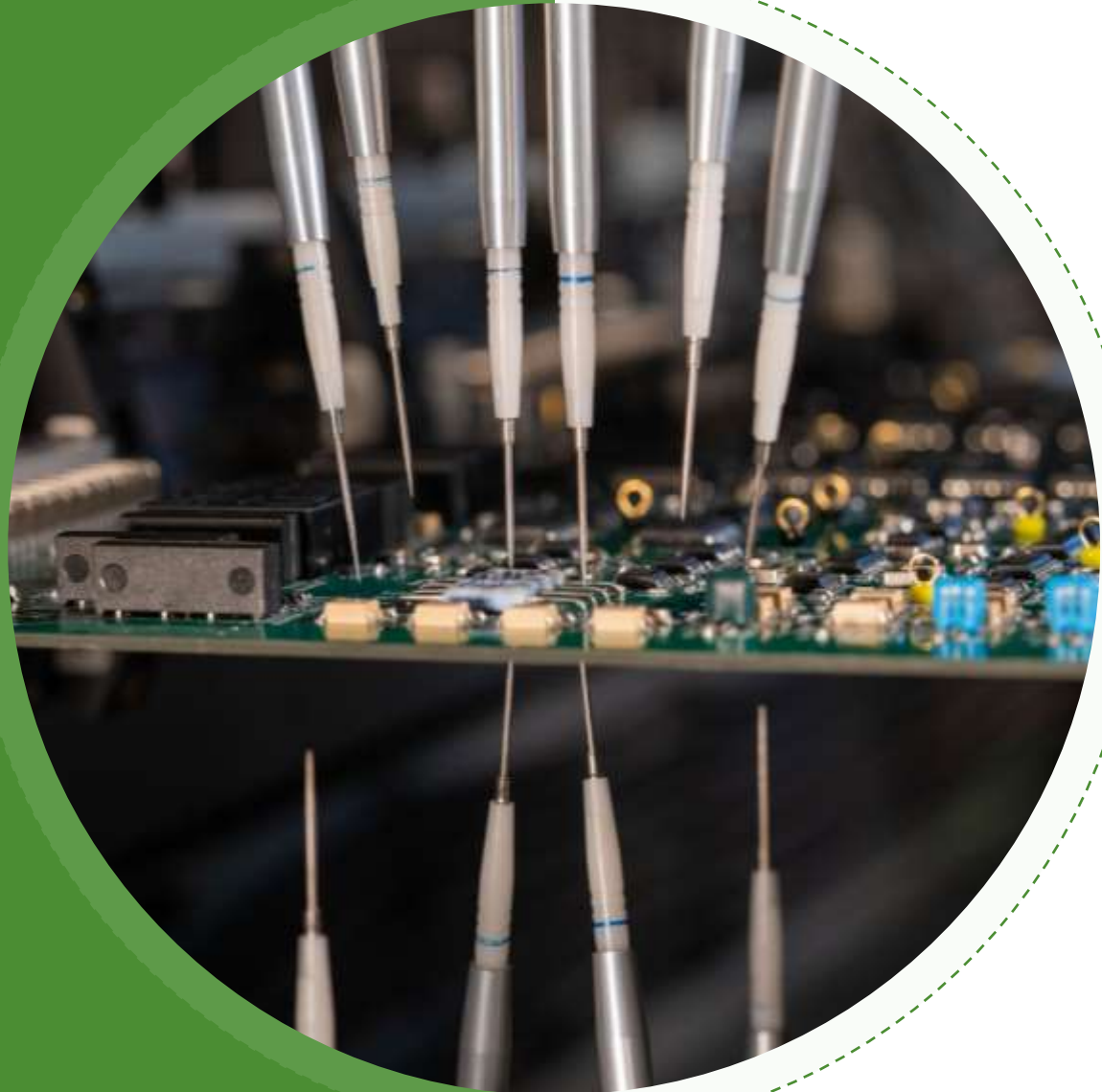


強み (Strong points)

- 外観検査では発見困難なアナログ回路の不良を検出可能
- 実装電子部品の電気特性検査が可能
- 実装電子部品間の相互接続(ショート・オープン)検査が可能
- 4象限電源を利用したファンクション検査が可能

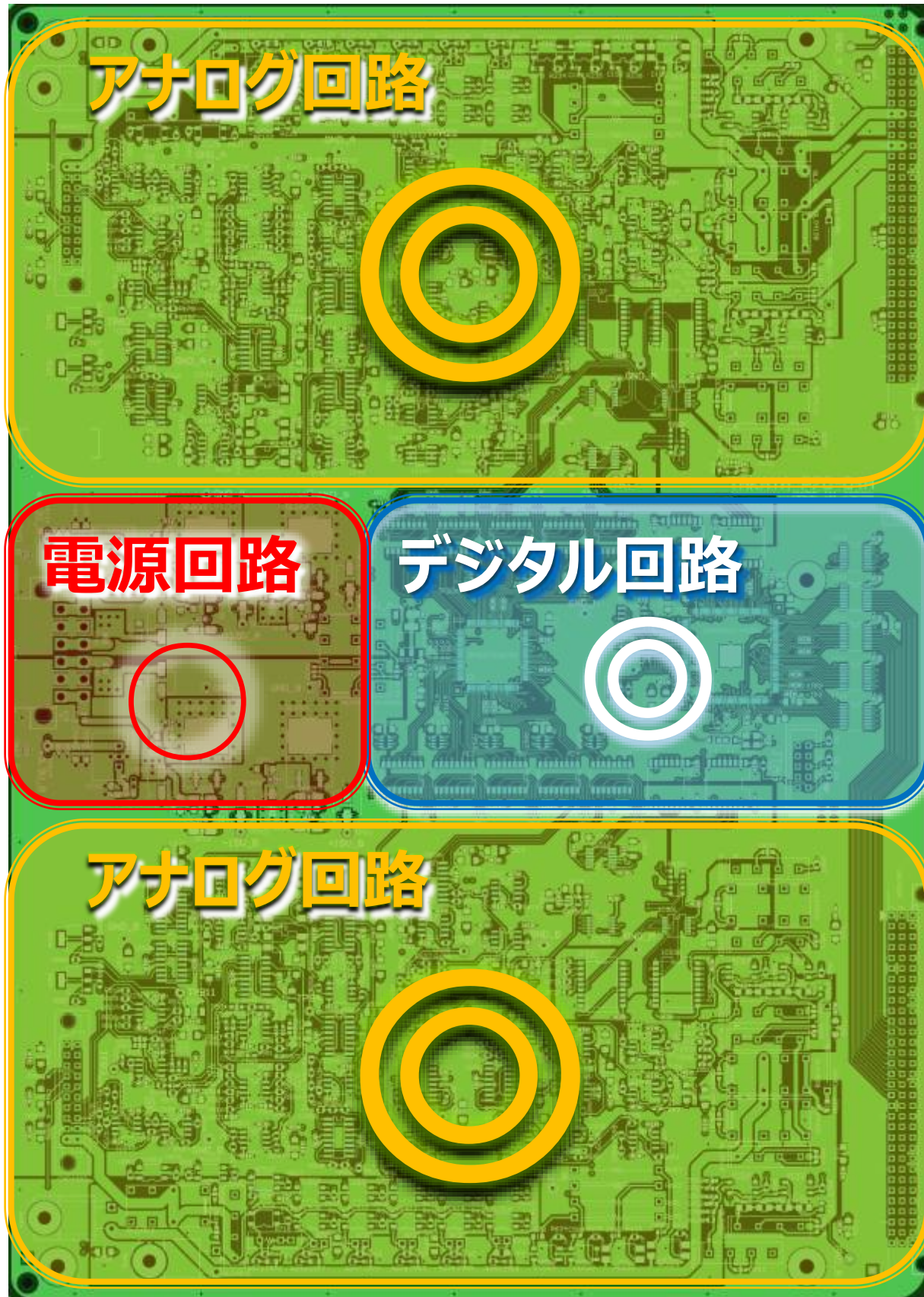
弱み (Weak points)

- デジタル回路の機能検査はできない
- 電源回路は大容量Cの影響により検査が困難な場合がある
- プロービングできない部品は電氣的検査が困難
- 機械的動作を伴うため検査タクトが長い



4. ハイブリッド検査

ハイブリッド検査によって生まれるメリット

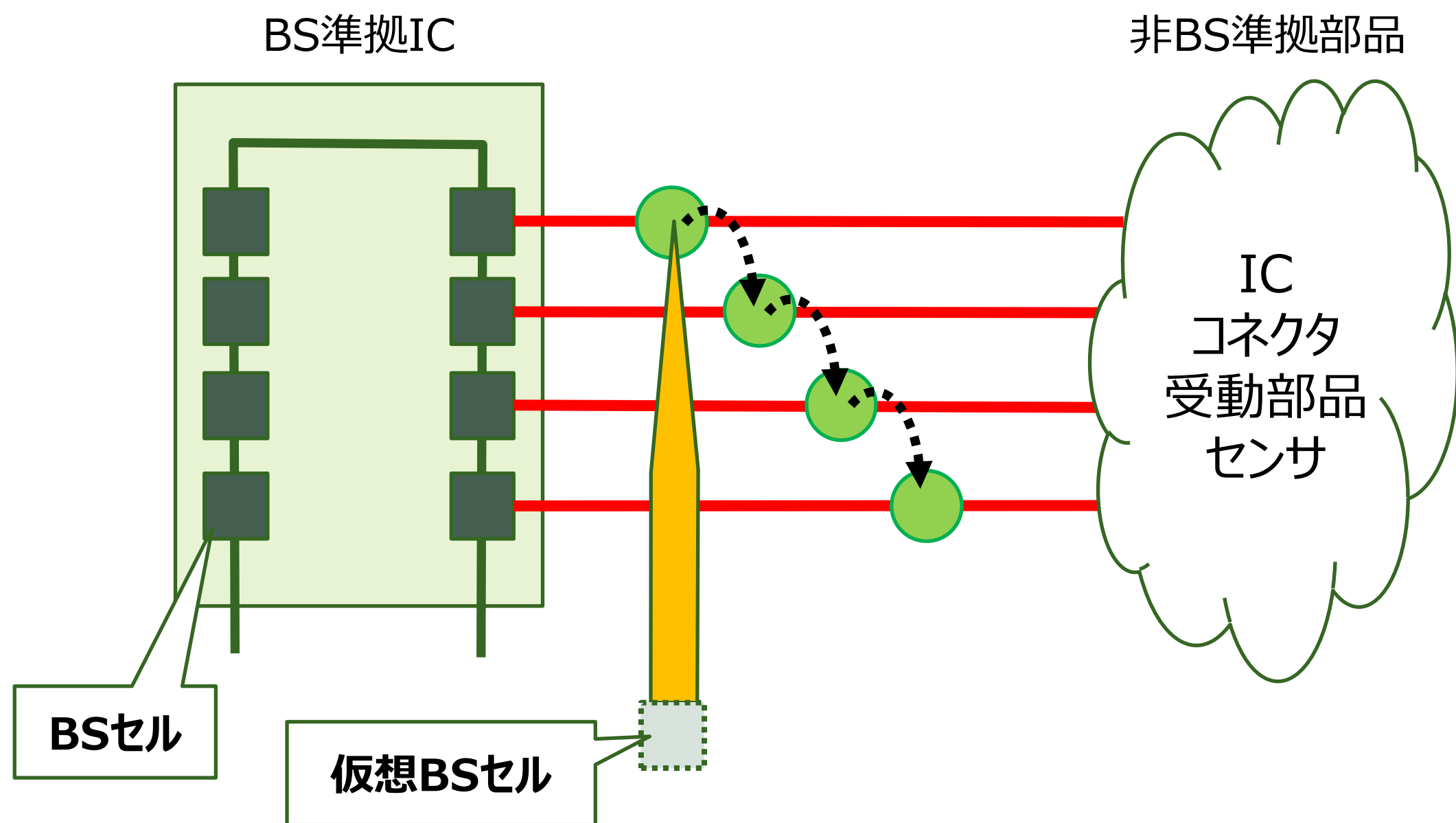


相互補完によって生まれるメリット

- 検査カバレッジが大幅に向上する
- 検査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

ハイブリッド検査によって生まれるメリット(1)

1. カバレッジの拡張



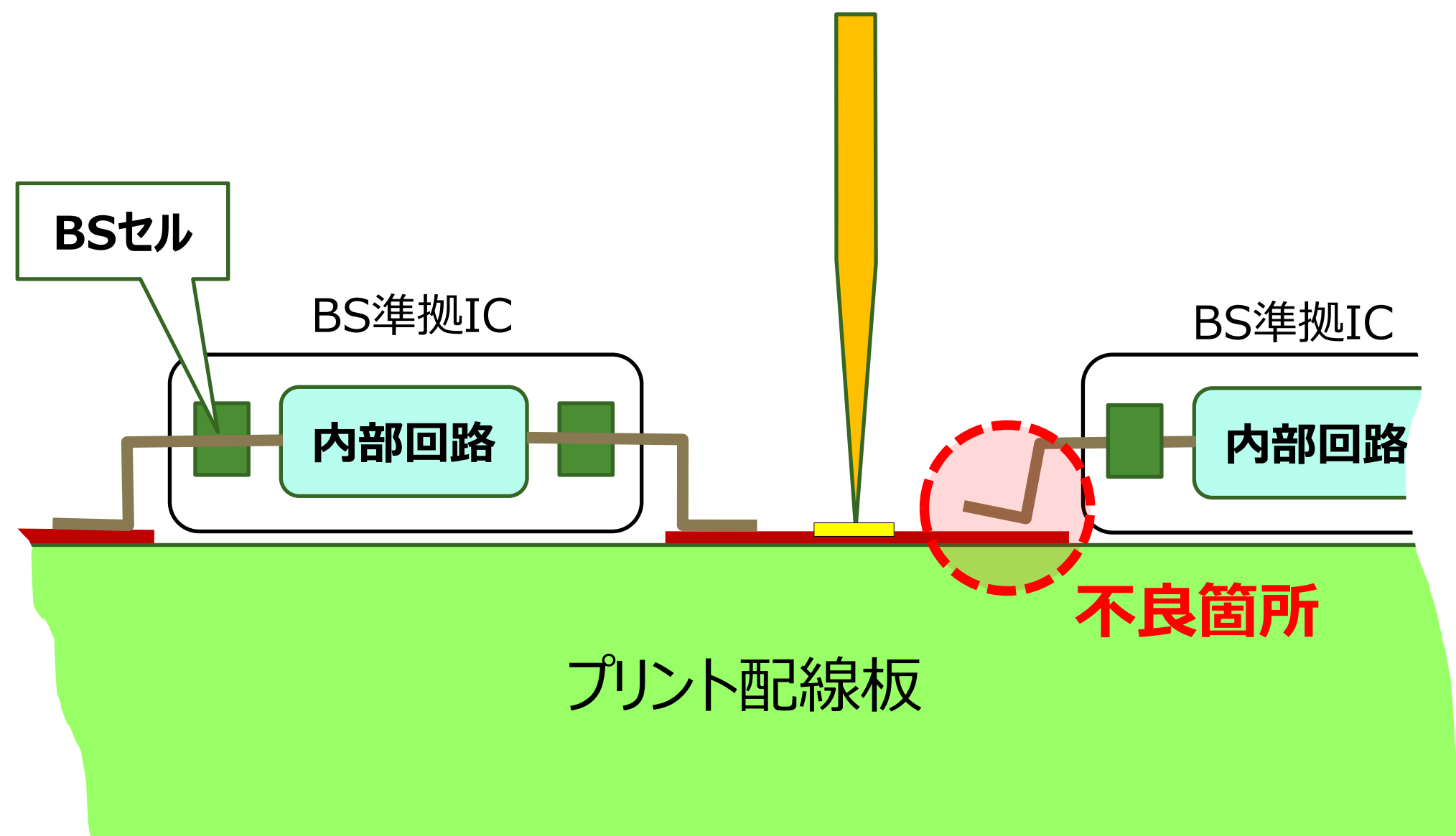
バウンダリスキャン準拠ICの相手先が、非バウンダリスキャン準拠ICや受動部品(コネクタ等)でも、フライングプローブテストのプローブを仮想バウンダリスキャンセルとして機能させることで、バウンダリスキャン検査が可能。



非バウンダリスキャンICおよび受動部品でもバウンダリスキャン検査可能

2. 不良箇所解析の容易化

フライングプローブテストのプローブを
仮想バウンダリスキャンセルとして使用

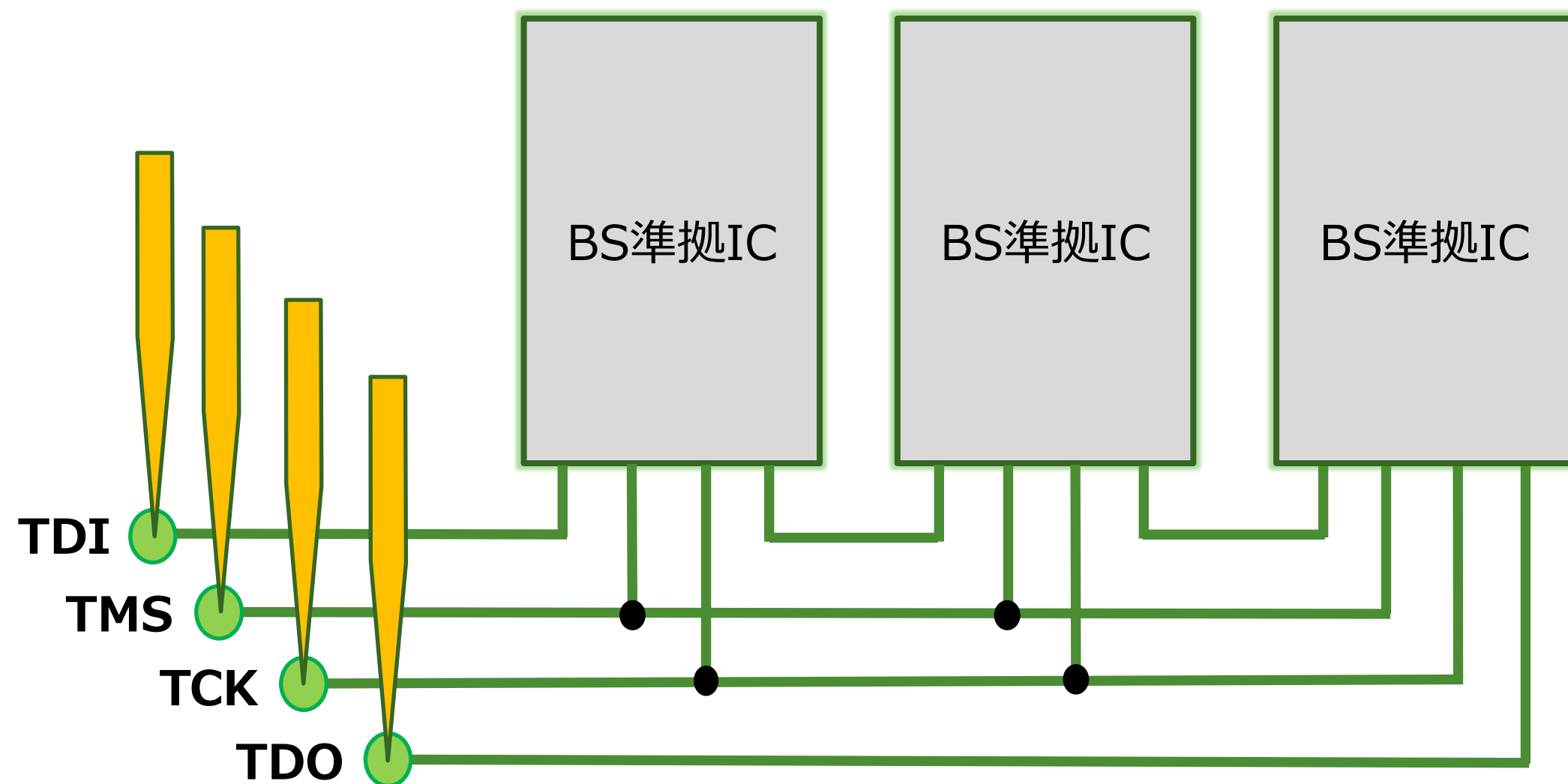


図のようにフライングプローブテストのプローブを仮想バウンダリスキャンセルとして利用することが可能。



1. バウンダリスキャンテストだけでは検査できなかった経路も検査できるようになる（故障解析の容易化）。
2. 条件により不良箇所を2カ所にまでしか絞り込めなかったケースにおいて、1カ所に絞り込むことが可能。

3. コスト削減



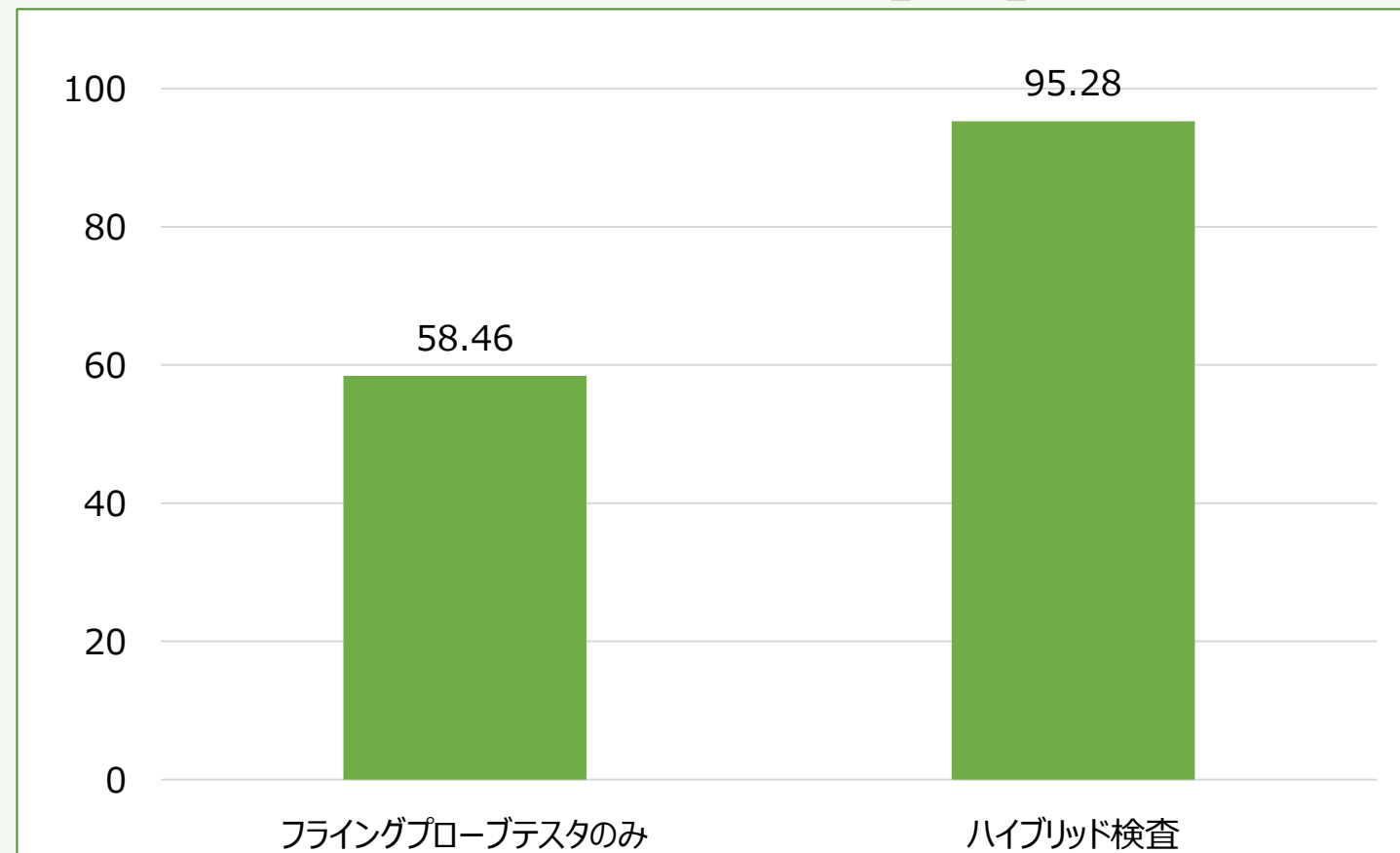
バウンダリスキャン検査で必要となる4～5本のバウンダリスキャン対応ピンとテストを繋ぐための治具の代わりにフライングプローブテストのプローブが使用可能。



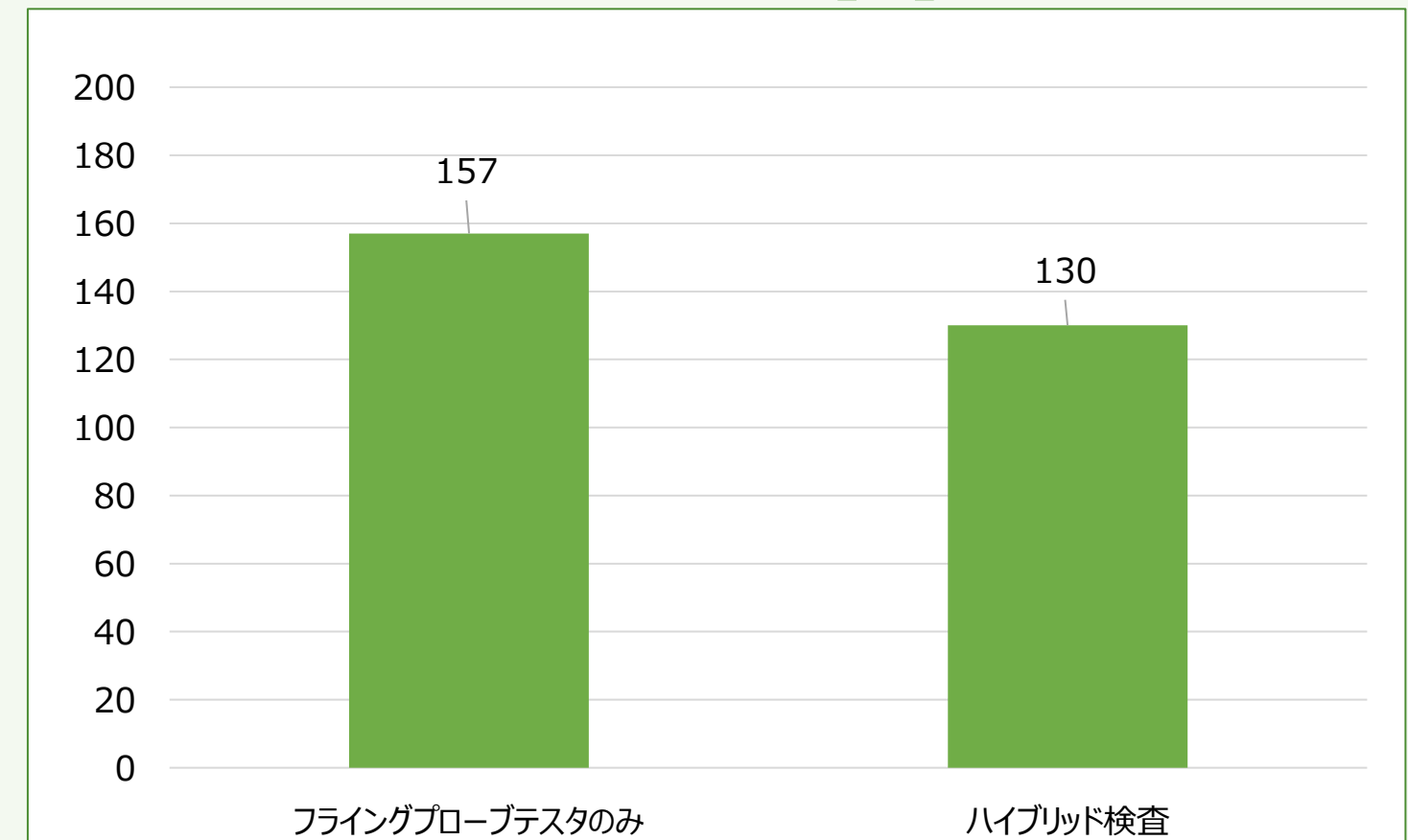
1. 治具の**製作コストが削減**可能
2. 治具の**製作工数が削減**可能
3. 基板設計時、**TPを削減**できる

ハイブリット検査を用いた実例結果

検査カバレッジ[%]



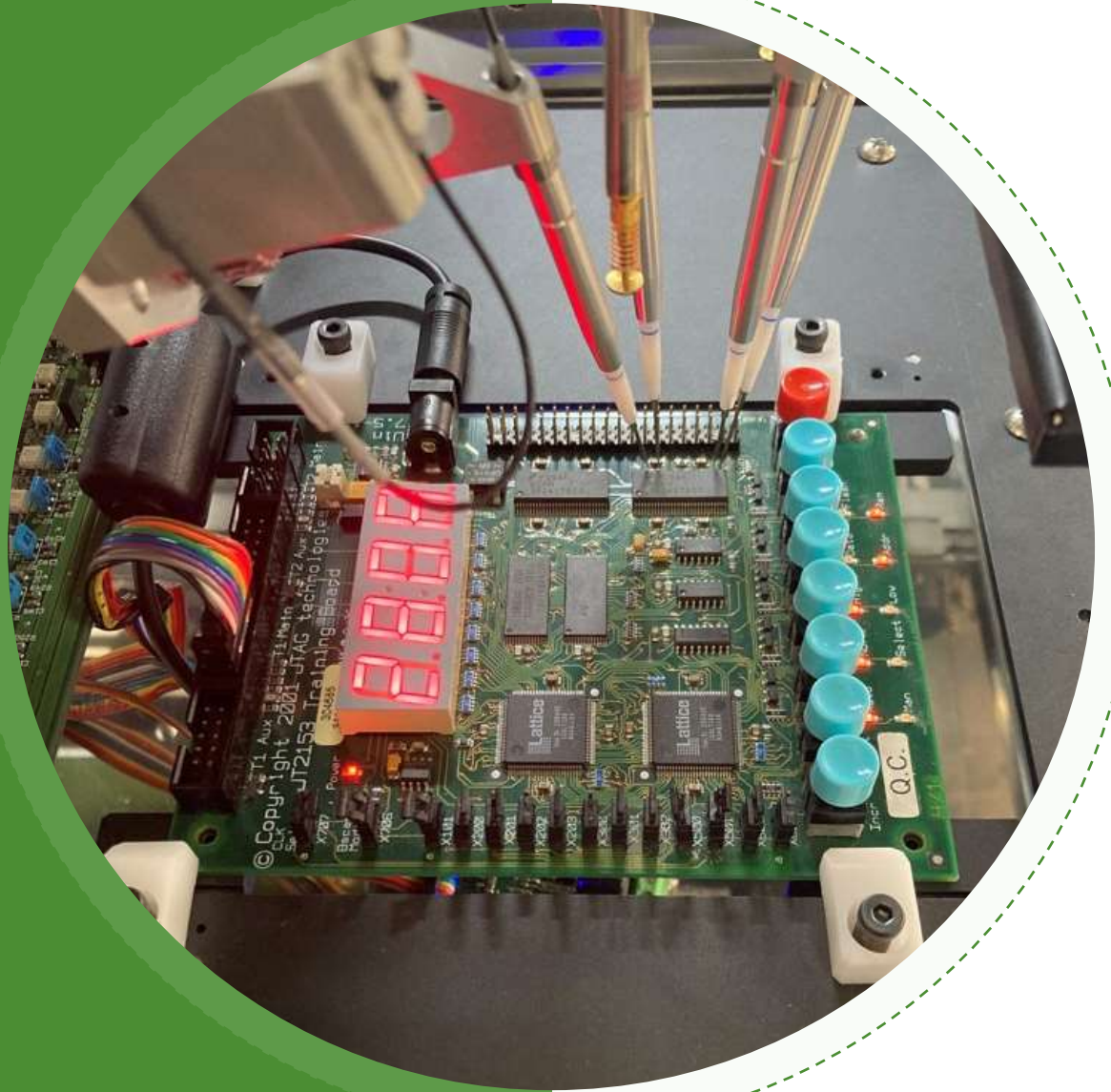
検査タクト[s]



フライングプローブテストのみで検査したときと比較すると

- 検査カバレッジ : **58.46 → 95.28[%]**に向上
- 検査タクト : **157 → 130[s]**に短縮

ハイブリッド検査を用いることで、タクトを短縮しながらより精度の高い検査が可能



5. まとめ

■ JTAG検査とは？

高密度実装の検査クライシスを解決するために考案された検査手法。
端子がデバイスと基板の裏側に隠れても、問題なく実装不良を検出することが可能である。
デジタル回路検査に適している。

■ フライングプローブテストとは？

複数のプローブを、基板上の任意のポイントに移動させながらインサーキット検査(ICT)を実行する装置。
特別な治具は必要なく、検査プログラムの入れ替えのみで段取り替えが可能のため、特に**多品種・少量生産基板のアナログ回路・電源回路検査**に適している。

■ ハイブリッド検査

JTAG検査とフライングプローブテストを密連携させることで、新たな価値を生み出す検査手法。
アナログ回路・デジタル回路・電源回路を検査することが可能となる。
検査カバレッジの大幅な向上、不良箇所解析の容易化、コスト削減が可能となる。

ご清聴ありがとうございました

<連絡先>

〒715-8503

岡山県井原市井原町661-1

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

Tel : 0866-62-1999

HP : <https://www.takaya.co.jp/fa/>

E-Mail : Yanagida@takaya.co.jp