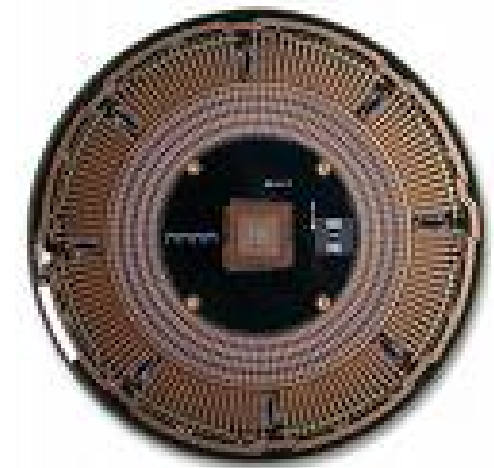


テスター用ポゴピン再利用プログラム

Paul Devaraj
インテル マレーシア

2008年9月10日～12日、日本

和訳： 横山和正 (株)東芝イノベーション推進本部



インテルが世界に展開する組立テスト拠点



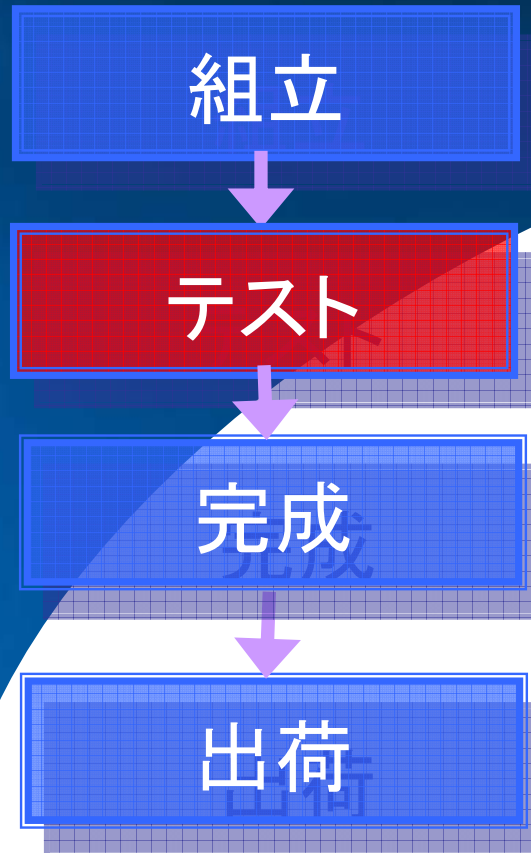
マレーシア ペナン地区
1972: 組立工場として設立
1978: テスト工程開始



マレーシア クリム地区
1996: クリム工場開設



インテル - 製造の概要



テスト

インテルのテスト技術

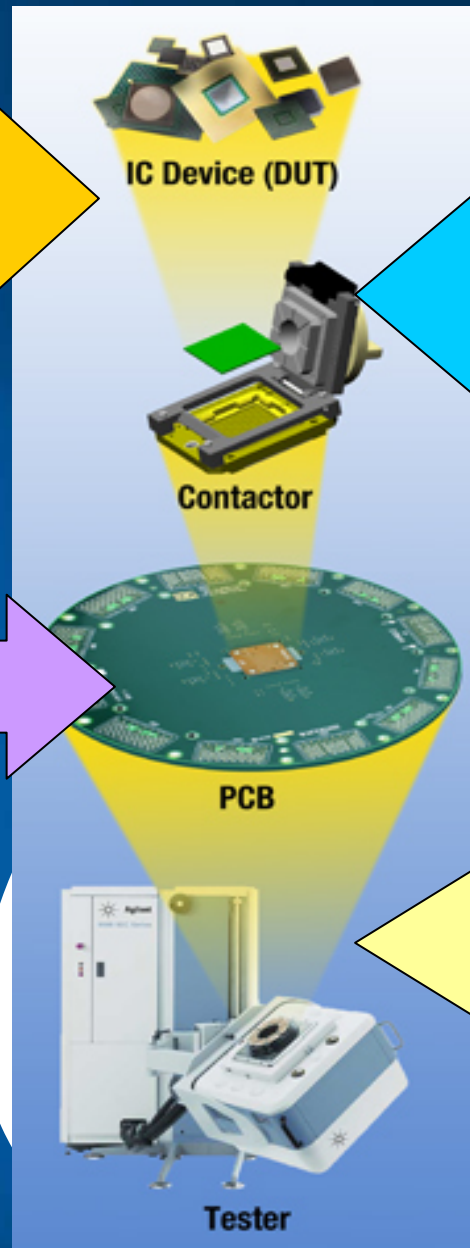
多様なテストプラットフォーム環境



インテル – 標準的なテスト構成

インテル・マレーシアでは
デジタルデバイスからRF
デバイスやミックスシグナル
デバイスまで1000種類に
およぶ製品の組立とテスト
を担当

個別の製品に特有となっ
ているため品種毎に異なる
T.I.U. (テスト・インターフェ
ース・ユニット=パフォーマンス
ボード) が多数必要



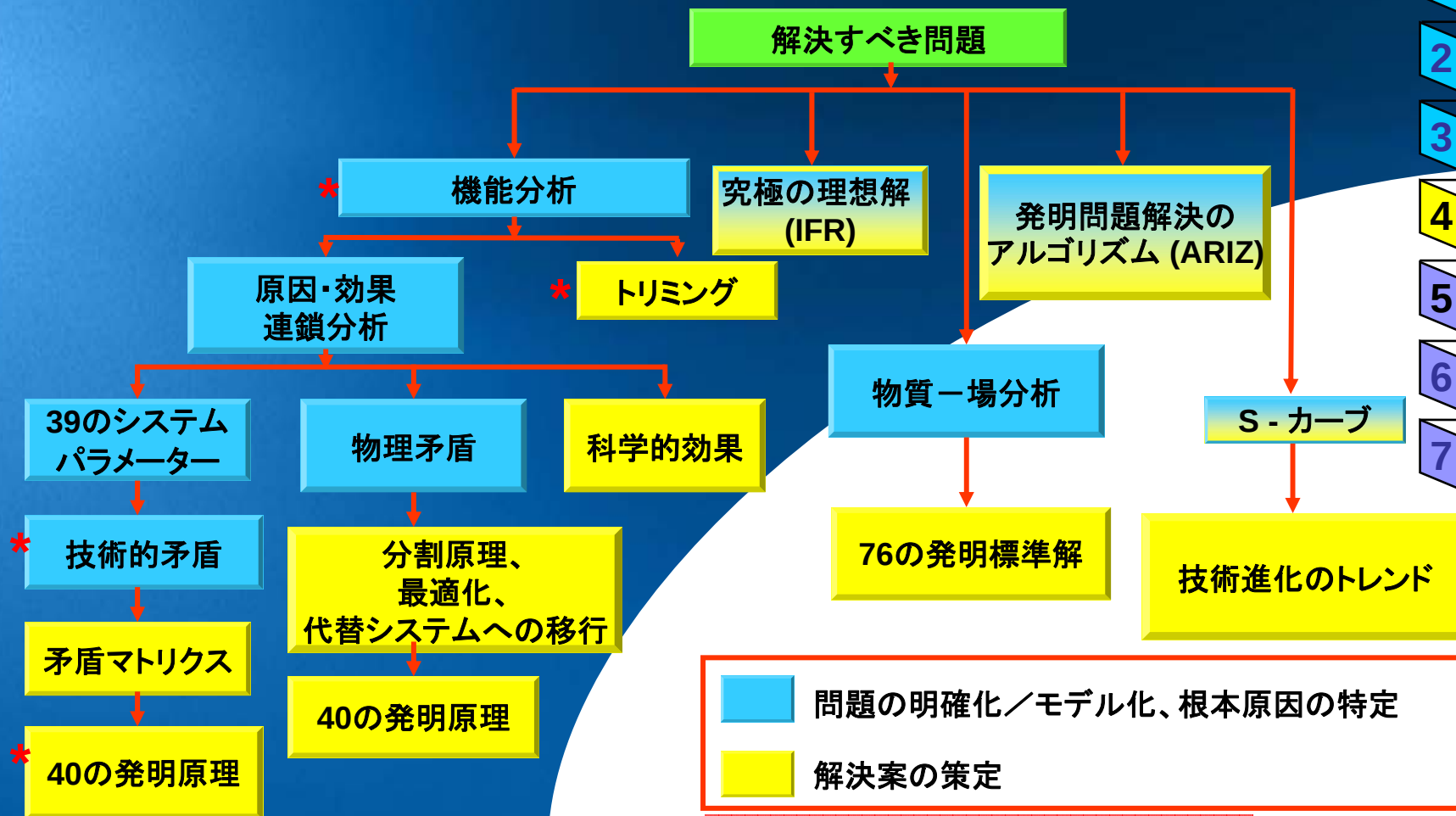
デバイスの組立技術や
製品形態によって多くの
異なるテストコンダクター
(テストソケット)が必要

3種類の異なるテスター
・RFテスター
・ミックスシグナルテスター
・フルデジタル高速テスター



インテルにおけるTRIZの適用

- 1 問題定義
- 2 現状認識
- 3 原因特定
- 4 解決案策定
- 5 解決策適用
- 6 解決策標準化
- 7 次のステップ

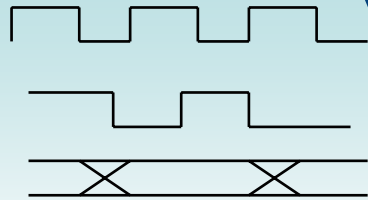


* この発表の中でカバーされるポイント

根本原因分析と解決案策定の道具が入った道具箱

テスト工程 – 簡単な紹介

テストプログラム



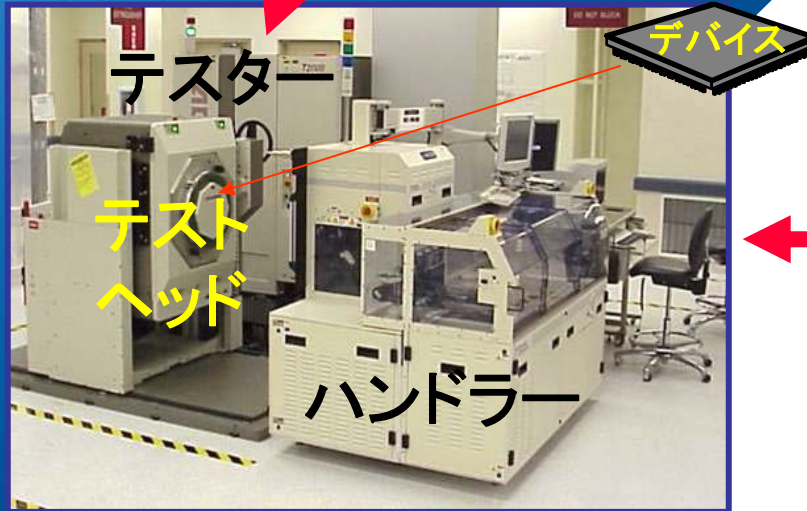
101001010000001
101000111111111

コードの生成



テストベクトルの
生成と検証

ソフトウェア



ハードウェア

3.2.1.4 General Purpose Digital-to-analog Converter

The general purpose DAC is used for control functions.

Table 11. Monitor and Control DAC General Description

Parameter	Description
Resolution	
Output type	
Reference	

Table 12. Monitor and Control DAC General Description

Parameter	Description	Unit
Effective number of bits		bit
Conversion rate	0.1	10
DAC_VDD range (powered by the Intel® PRO/ Wireless S116's 3.3 analog VDD)	3	3.6
DAC digital voltage (powered by the Intel® PRO/ Wireless S116's 1.2 analog VDD)	1.1	1.3
Integral nonlinearity	-1	+1
Differential linearity	-0.5	+0.5
Zero code error	2	LSB
Output range without damage	0	DAC_VDD - 0.2
Output load compliance	10	10
Maximum stable load	10	5
Linear output range	GPDACX_REF_M	GPDACX_REF_P
High-reference range (GPDACX_REF_P)	0.5	DAC_VDD - 0.2
Low-reference range (GPDACX_REF_M)	0	DAC_VDD - 1.6
Settling time (to < 1% error)	100	ms

† GPDACX_REF_P > GPDACX_REF_M

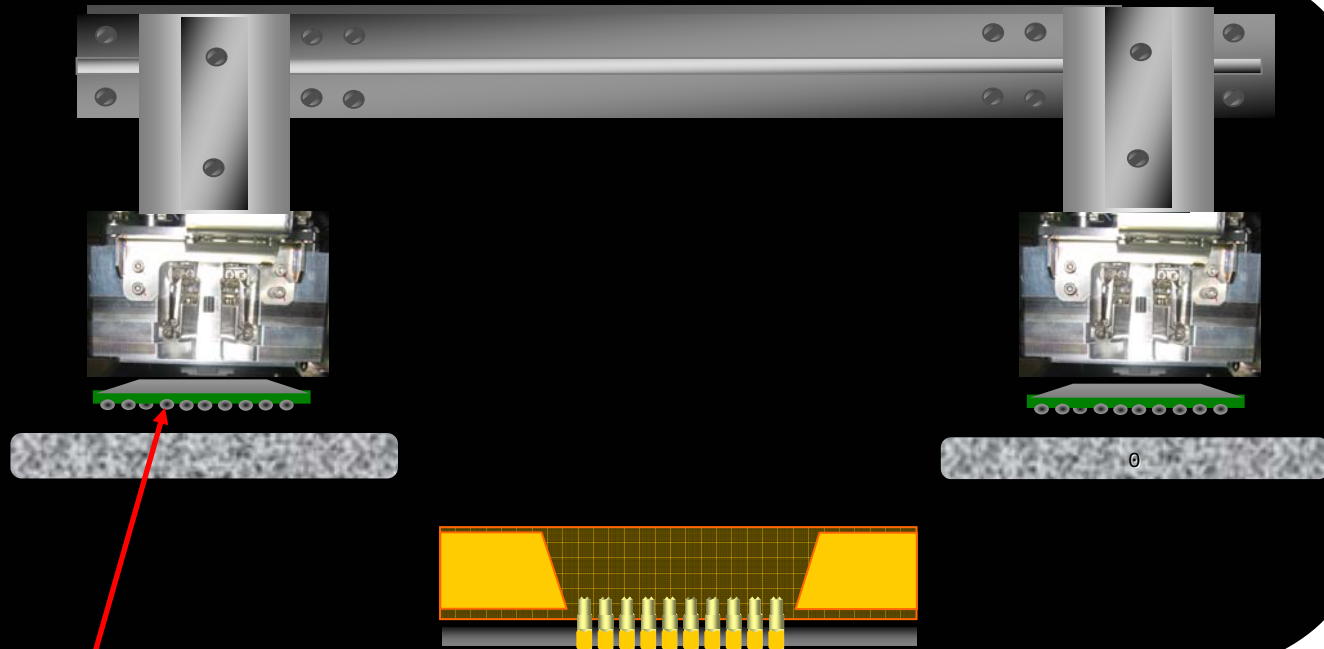
デバイスの
データシート



ドロップ・アンド・テスト手法の紹介

汎用ハンドラーがデバイスを取り上げテスト位置に下ろす仕組み

ハンドラー内部
での通常の
テスト状況



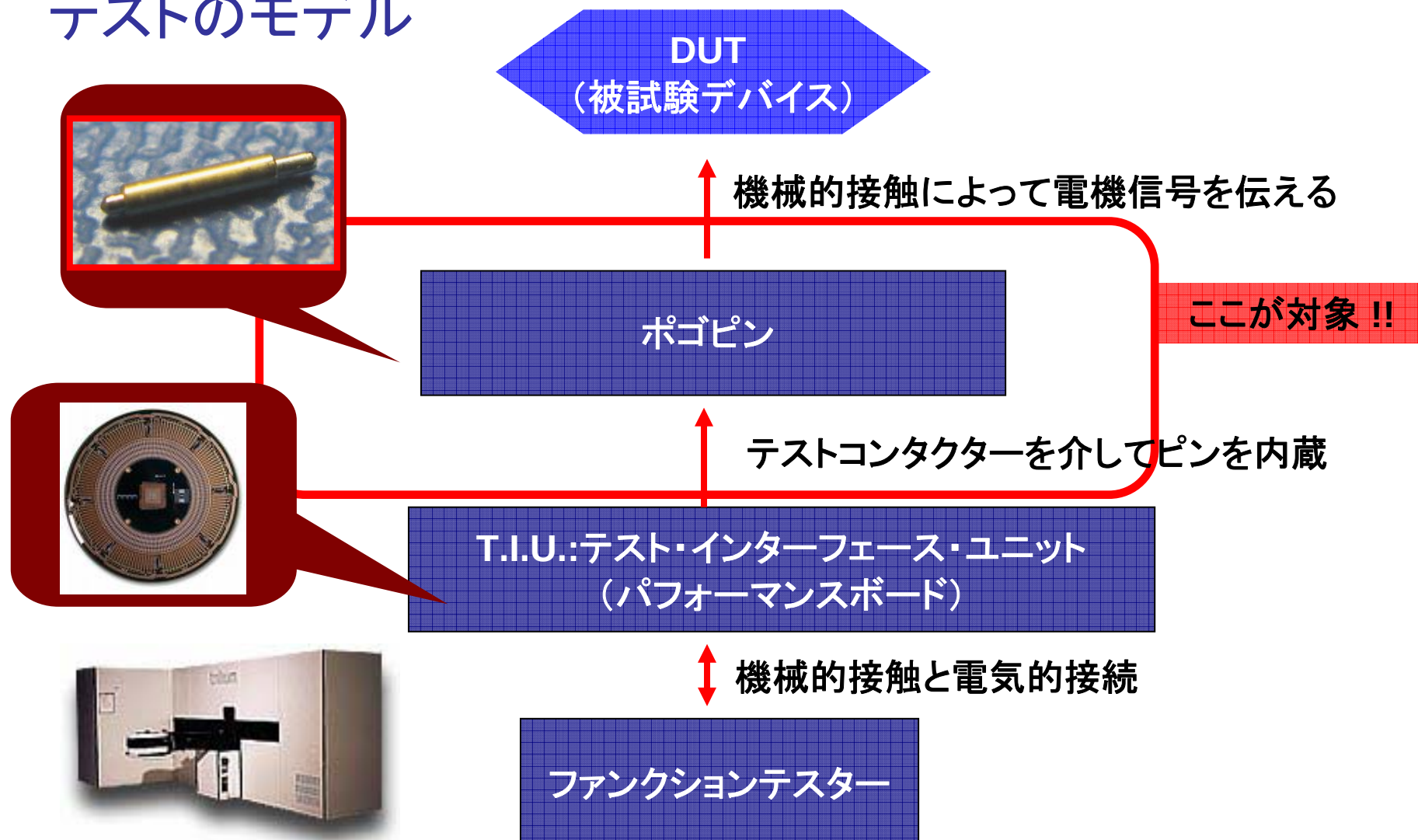
DUT – 被試験デバイス

テストコンタクター
(テストソケット)



TRIZ – 問題定義

テストのモデル



問題定義

もともとの問題定義:

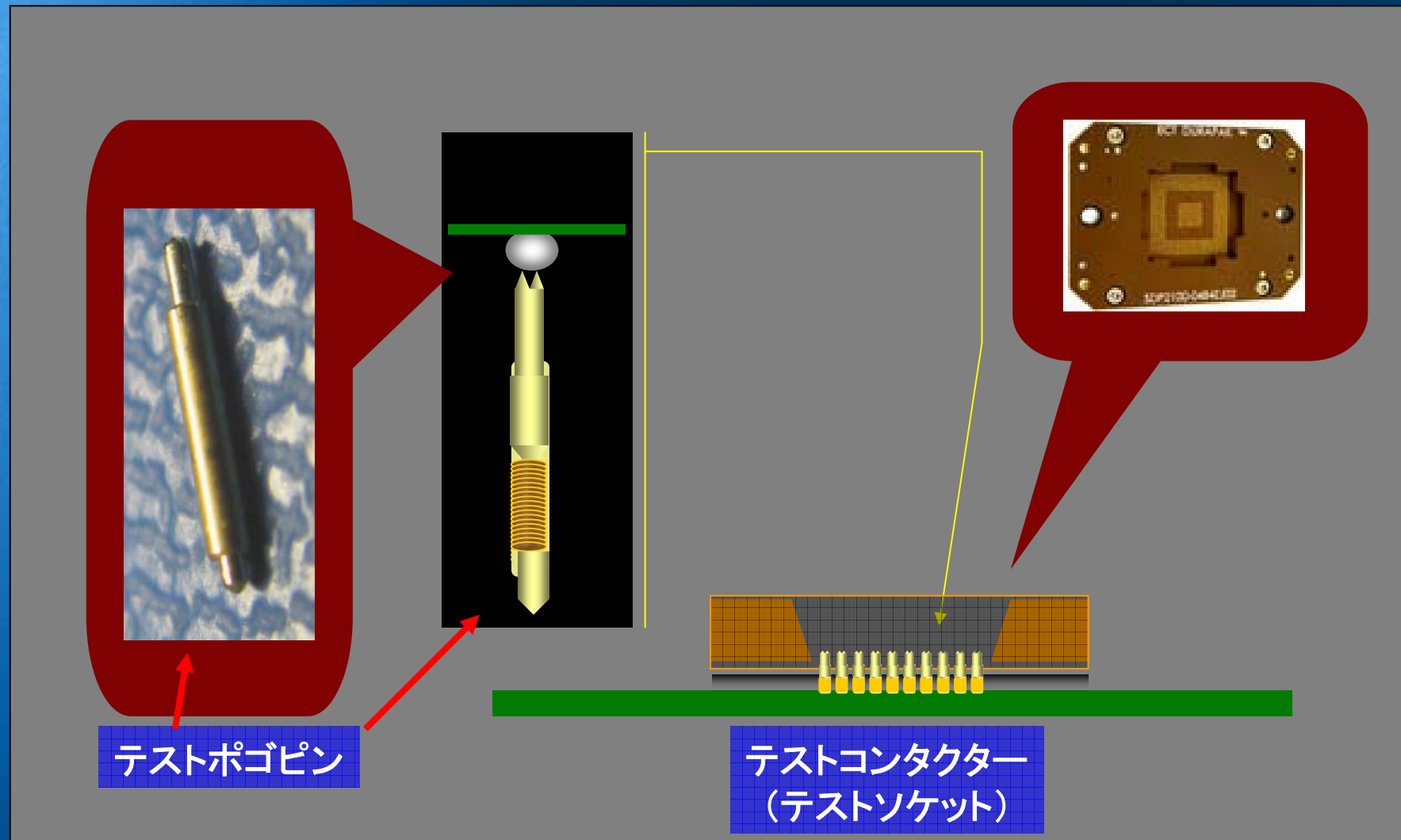
高いテストコストはポゴピンに起因している。

具体的な問題定義:

ピンの寿命が短かくソケットが

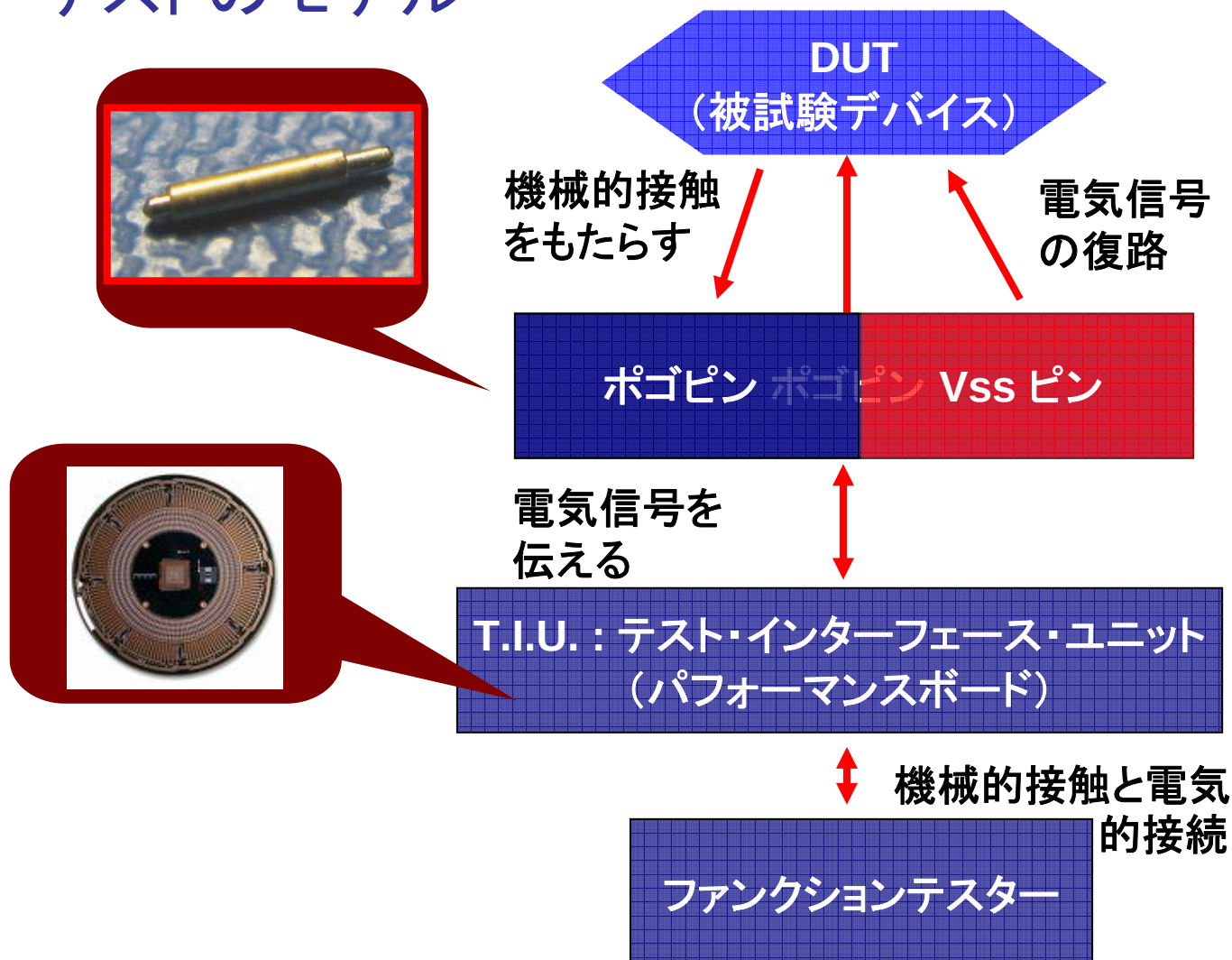


テストピンの機構



TRIZ – 問題定義

テストのモデル



40の発明原理のリスト

- 発明原理 1. 分割
- 発明原理 2. 分離
- 発明原理 3. 局部的性質
- 発明原理 4. 非対称
- 発明原理 5. 併合
- 発明原理 6. 汎用性
- 発明原理 7. 入れ子
- 発明原理 8. 釣り合い(カウンターウェイト)
- 発明原理 9. 先取り反作用
- 発明原理 10. 先取り作用
- 発明原理 11. 事前保護
- 発明原理 12. 等ポテンシャル
- 発明原理 13. 逆転発想
- 発明原理 14. 曲面
- 発明原理 15. ダイナミクス化
- 発明原理 16. 部分的な作用または過剰な作用
- 発明原理 17. もう1つの次元
- 発明原理 18. 機械的振動
- 発明原理 19. 周期的作用
- 発明原理 20. 有用作用の継続
- 発明原理 21. 高速実行
- 発明原理 22. 災い転じて福となす
- 発明原理 23. フィードバック
- 発明原理 24. 仲介
- 発明原理 25. セルフサービス
- 発明原理 26. コピー
- 発明原理 27. 高価な長寿命より安価な短寿命
- 発明原理 28. メカニズムの代替
- 発明原理 29. 空気圧と水圧の利用
- 発明原理 30. 柔軟な殻と薄膜
- 発明原理 31. 多孔質材料
- 発明原理 32. 色の変化
- 発明原理 33. 均質性
- 発明原理 34. 排除と再生
- 発明原理 35. パラメータの変更
- 発明原理 36. 相変化
- 発明原理 37. 熱膨張
- 発明原理 38. 強い酸化剤
- 発明原理 39. 不活性雰囲気
- 発明原理 40. 複合材料

TRIZ – 問題定義

テストのモデル

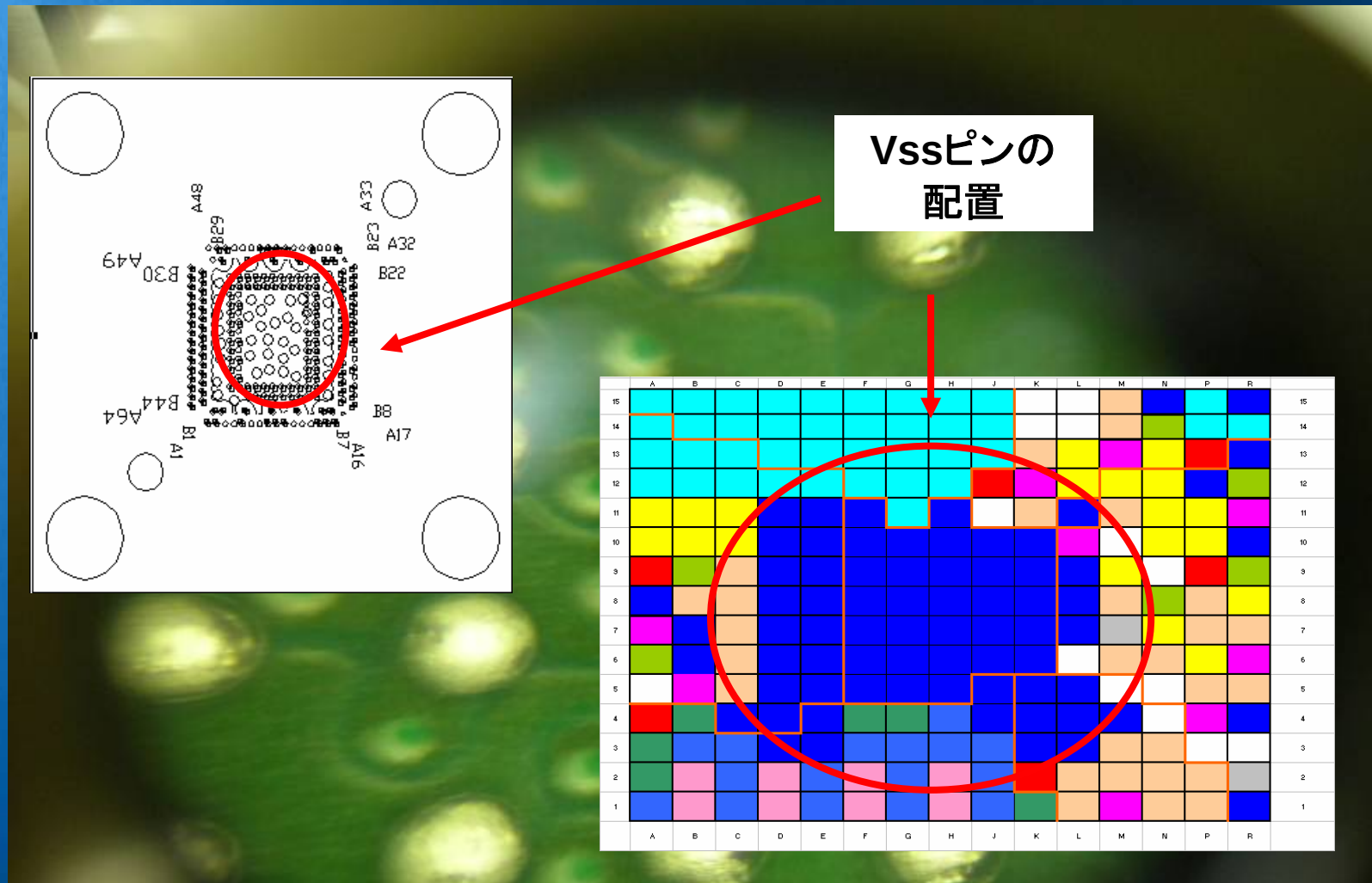


40の発明原理のリスト

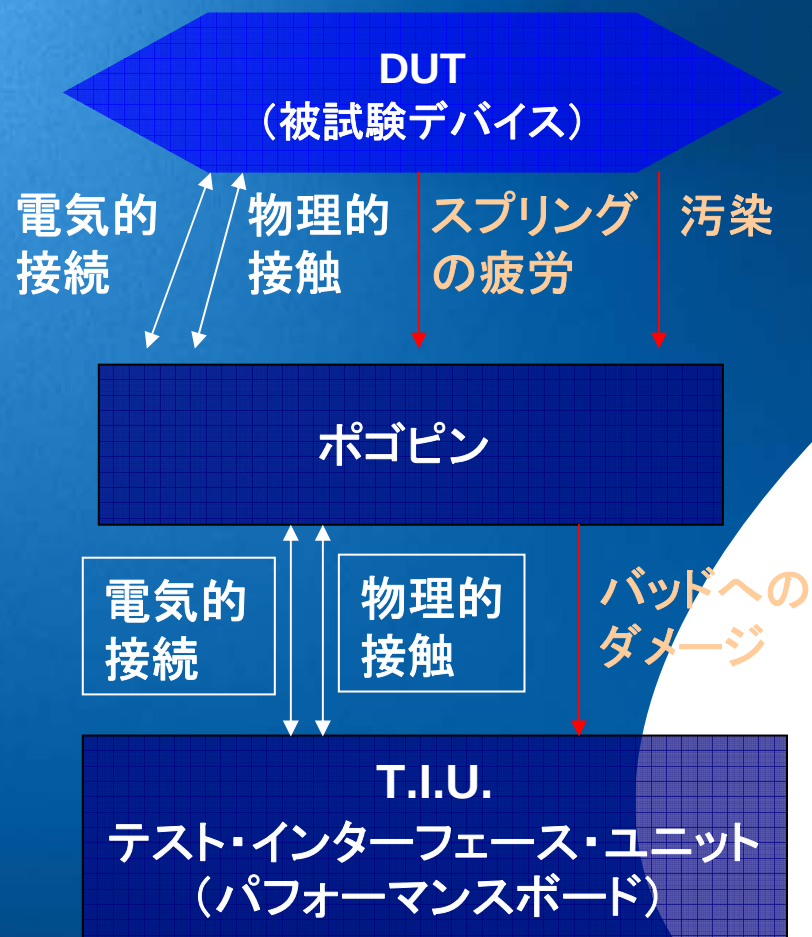
- 発明原理 1. 分割
- 発明原理 2. 分離
- 発明原理 3. 局所的性質
- 発明原理 4. 非対称
- 発明原理 5. 併合
- 発明原理 6. 汎用性
- 発明原理 7. 入れ子
- 発明原理 8. 釣り合い(カウンターウェイト)
- 発明原理 9. 先取り反作用
- 発明原理 10. 先取り作用
- 発明原理 11. 事前保護
- 発明原理 12. 等ポテンシャル
- 発明原理 13. 逆転発想
- 発明原理 14. 曲面
- 発明原理 15. ダイナミクス化
- 発明原理 16. 部分的な作用または過剰な作用
- 発明原理 17. もう一つの次元
- 発明原理 18. 逆転作用
- 発明原理 19. 振動
- 発明原理 20. 相変換
- 発明原理 21. 高速実行
- 発明原理 22. 災い転じて福となす
- 発明原理 23. フィードバック
- 発明原理 24. 仲介
- 発明原理 25. セルフサービス
- 発明原理 26. コピー
- 発明原理 27. 高価な長寿命より安価な短寿命
- 発明原理 28. メカニズムの代替
- 発明原理 29. 空気圧と水圧の利用
- 発明原理 30. 柔軟な殻と薄膜
- 発明原理 31. 多孔質材料
- 発明原理 32. 色の変化
- 発明原理 33. 均質性
- 発明原理 34. 排除と再生
- 発明原理 35. パラメータの変更
- 発明原理 36. 相変換



2つの製品のテストピン配置の例



テストピン – 機能モデル

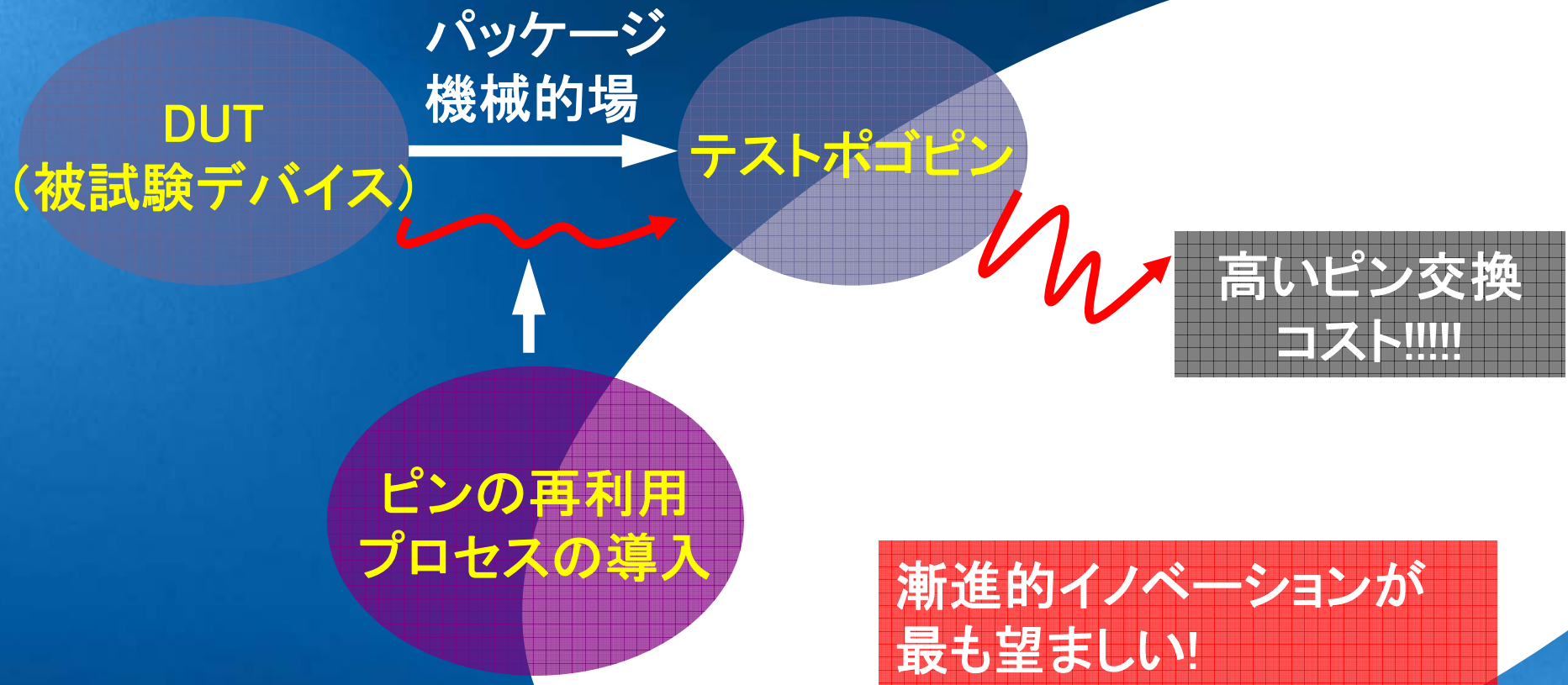


No	能動要素	作用	受動要素	タイプ	問題機能
1	DUT	電氣的接続	ポゴピン	正常機能	
2	DUT	物理的接触	ポゴピン	正常機能	
3	ポゴピン	電氣的接続	TIU	正常機能	
4	ポゴピン	物理的接触	TIU	正常機能	
5	DUT	汚染	ポゴピン	過剰機能	V
6	DUT	スプリングの疲労	ポゴピン	有害機能	V
3	ポゴピン	バッドへのダメージ	TIU	有害機能	



問題定義

物質一場



解決策 – 再利用プロセス

第一段階

インピーダンスの許容Z値の最小値を決定。
この許容値を用いてピンのコンディションを評価するために、我々
インピーダンスチェッカーを使用することにした。

第二段階

インピーダンスの評価をパスした全てのピンは、
製造メーカーが設定している許容値に従って 加圧力計

第三段階

以上の基準をパスした全てのピンは、
洗浄と乾燥

第四段階

ピン挿入 – 接地ピンのみ

40の発明原理のリスト

- 発明原理 1. 分割
- 発明原理 2. 分離
- 発明原理 3. 局所的性質
- 発明原理 4. 非対称
- 発明原理 5. 併合
- 発明原理 6. 汎用性
- 発明原理 7. 入れ子
- 発明原理 8. 釣り合い(カウンターウェイト)
- 発明原理 9. 先取り作用
- 発明原理 10. 先取り作用
- 発明原理 11. 事前作用
- 発明原理 12. 等ポテンシャル
- 発明原理 13. 逆転発想
- 発明原理 14. 曲面
- 発明原理 15. ダイナミックス化
- 発明原理 16. 部分的な作用または過剰な作用
- 発明原理 17. もう1つの次元
- 発明原理 18. 機械的振動
- 発明原理 19. 周期的作用
- 発明原理 20. 有用性の継続
- 発明原理 21. 高速実行
- 発明原理 22. 災い転じて福となす
- 発明原理 23. フィードバック
- 発明原理 24. 仲介
- 発明原理 25. セルフサービス
- 発明原理 26. コピー
- 発明原理 27. 高価な長寿命より安価な短寿命
- 発明原理 28. メカニズムの代替
- 発明原理 29. 空気圧と水圧の利用
- 発明原理 30. 柔軟な殻と薄膜
- 発明原理 31. 多孔質材料
- 発明原理 32. 色の変化
- 発明原理 33. 均質性
- 発明原理 34. 排除と再生
- 発明原理 35. パラメータの変更
- 発明原理 36. 相変化
- 発明原理 37. 熱膨張
- 発明原理 38. 強い酸化剤
- 発明原理 39. 不活性雰囲気
- 発明原理 40. 複合材料



解決策 – 新しい装置

第一段階

インピーダンスの許容Z値の最小値を決定。
この許容値を用いてピンのコンディションを評価するために、我々
インピーダンスチェッカーを使用することにした。

第二段階

インピーダンスの評価をパスした全てのピンについて、ピンあたり
製造メーカーが設定している許容値に従って) **加圧力計**にかけた

= TCCT

TEST CONTACTOR CHARACTERIZATION TOOL

テストコンタクター(テストソケット)特性評価装置

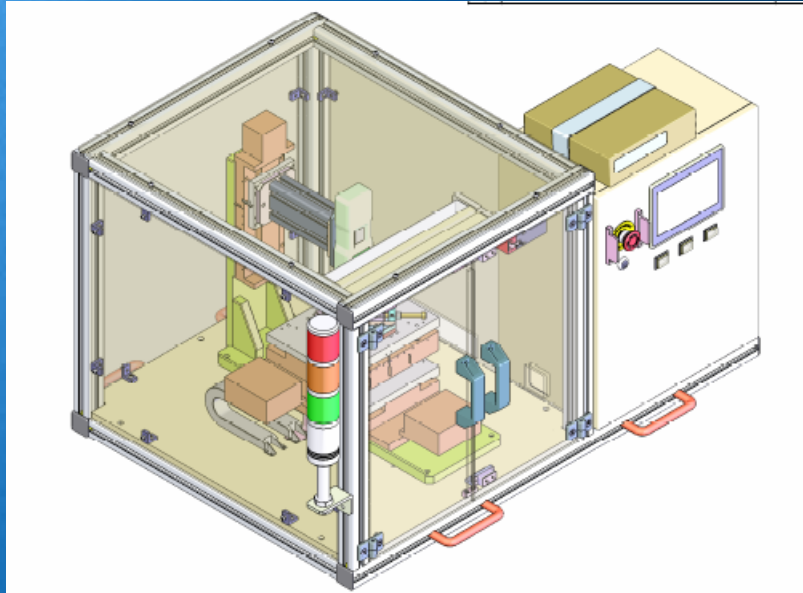
40の発明原理のリスト

- 発明原理 1. 分割
- 発明原理 2. 分離
- 発明原理 3. 局所的性質
- 発明原理 4. 非対称
- 発明原理 5. 併合
- 発明原理 6. 汎用性
- 発明原理 7. 入れ子
- 発明原理 8. 釣り合い(カウンターウェイト)
- 発明原理 9. 先取り反作用
- 発明原理 10. 先取り作用
- 発明原理 11. 事前保護
- 発明原理 12. 等ポテンシャル
- 発明原理 13. 逆転発想
- 発明原理 14. 曲面
- 発明原理 15. ダイナミクス
- 発明原理 16. 部分的な作用または過剰な作用
- 発明原理 17. もう1つの次
- 発明原理 18. 機械的運動
- 発明原理 19. 反動
- 発明原理 20. 有用性の継続
- 発明原理 21. 高美観
- 発明原理 22. 災い転じて福となす
- 発明原理 23. フィードバック
- 発明原理 24. 仲介
- 発明原理 25. セルフサービス
- 発明原理 26. コピー
- 発明原理 27. 高価な長寿命より安価な短寿命
- 発明原理 28. メカニズムの代替
- 発明原理 29. 空気圧と水圧の利用
- 発明原理 30. 柔軟な殻と薄膜
- 発明原理 31. 多孔質材料
- 発明原理 32. 色の変化
- 発明原理 33. 均質性
- 発明原理 34. 排除と再生
- 発明原理 35. パラメータの変更
- 発明原理 36. 相変化
- 発明原理 37. 熱膨張
- 発明原理 38. 熱収縮
- 発明原理 39. 活性材料
- 発明原理 40. 複合材料



解決策 – TCCT の実物!!

インテルのTCCT装置



一般機能:

- a) ピンの接続抵抗の測定 (CRES)
- b) ピンのスプリングの圧測定
- c) ピンの機械的たわみの測定

List of the 40 発明原理s

発明原理 1. Segmentation

発明原理 2. Taking out

発明原理 3. Local quality

発明原理 4. Asymmetry

発明原理 5. Merging

発明原理 6. Universality

発明原理 7. "Nested doll"

発明原理 8. Anti-weight

発明原理 9. Preliminary anti-action

発明原理 10. Preliminary action

発明原理 11. Beforehand cushioning

発明原理 12. Equipotentiality

発明原理 13. 'The other way round

発明原理 14. Spheroidality - Curvature

発明原理 15. Dynamics

発明原理 16. Partial or excessive actions

発明原理 17. Another dimension

発明原理 18. Mechanical vibration

発明原理 19. Periodic action

発明原理 20. Continuity of useful action

発明原理 21. Skipping

発明原理 22. "Blessing in disguise" or "Turn Lemons into Lemonade"

発明原理 23. Feedback

発明原理 24. 'Intermediary'

発明原理 25. Self-service

発明原理 26. Copying

発明原理 27. Cheap short living objects

発明原理 28. Mechanics substitution

発明原理 29. Pneumatics and hydraulics

発明原理 30. Flexible shells and thin films

発明原理 31. Porous materials

発明原理 32. Color changes

発明原理 33. Homogeneity

発明原理 34. Discarding and recovering

発明原理 35. Parameter changes

発明原理 36. Phase transitions

発明原理 37. Thermal expansion

発明原理 38. Strong oxidants

発明原理 39. Inert atmosphere

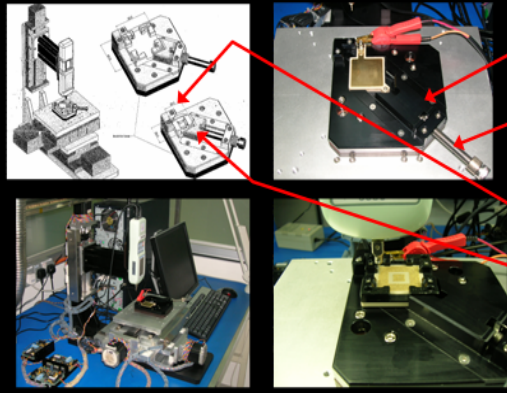
発明原理 40. Composite materials



TCCT装置の設計自体へのTRIZの適用 - ピンハウジング

TRIZの適用!!

テストコンタクター可変機構

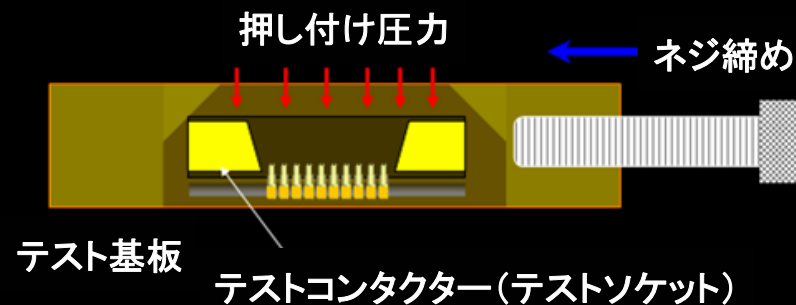


汎用テストコンタクター機構

ネジを使い外囲器の形状に合わせて調整

固定されたT定規

調整可能なT定規



製品③用コンタクタープレート 可変調整機能付きの
単一のコンタクタープレート

保持

製品①用コンタクタープレート

保持

柔軟性なし

テストコンタクター
(テストソケット)

保持

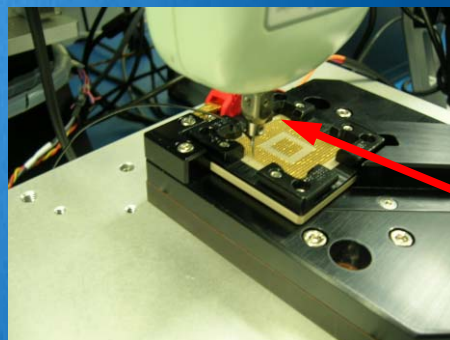
テストピン



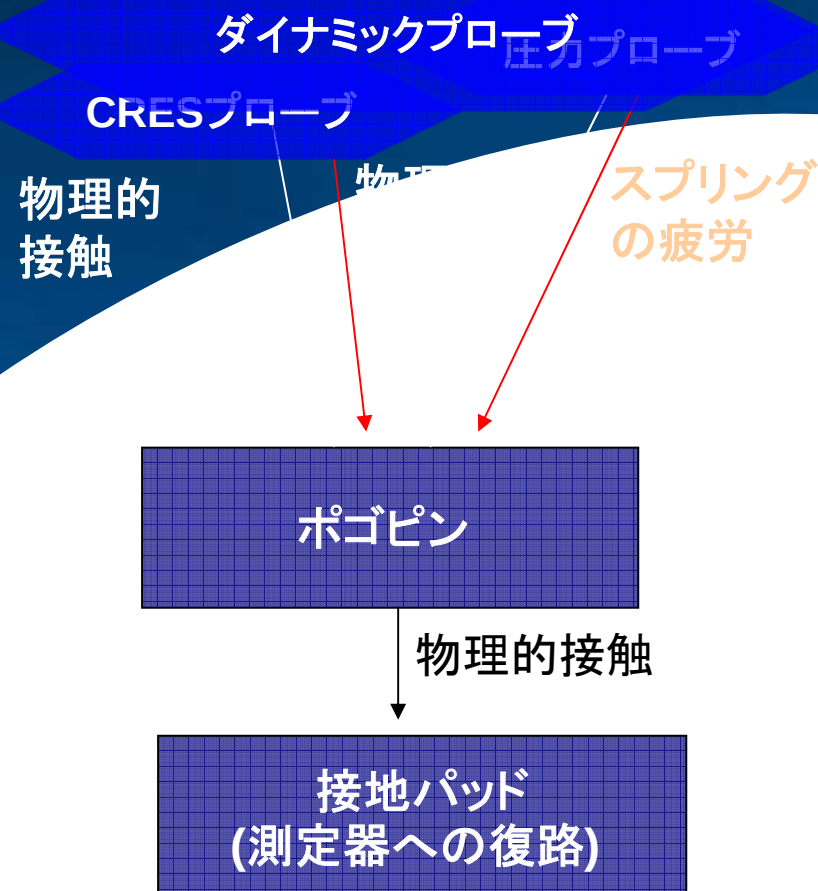
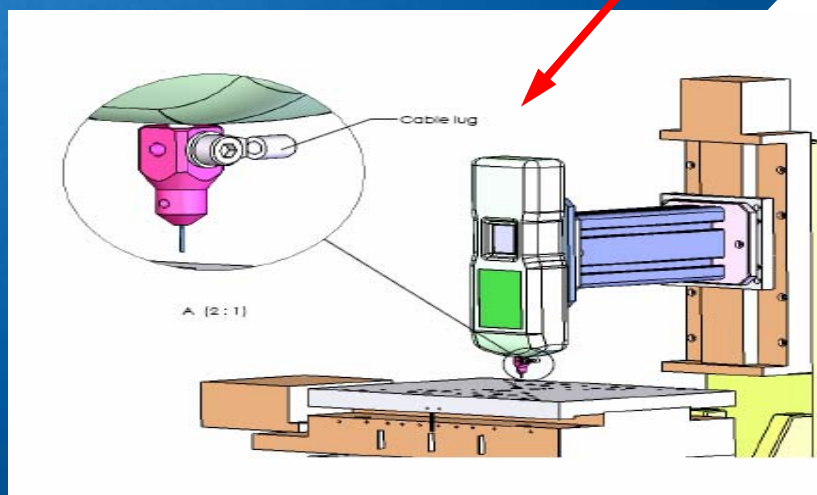
TCCT装置の設計自体へのTRIZの適用

- 2 in 1 プローブ

TRIZの適用!!



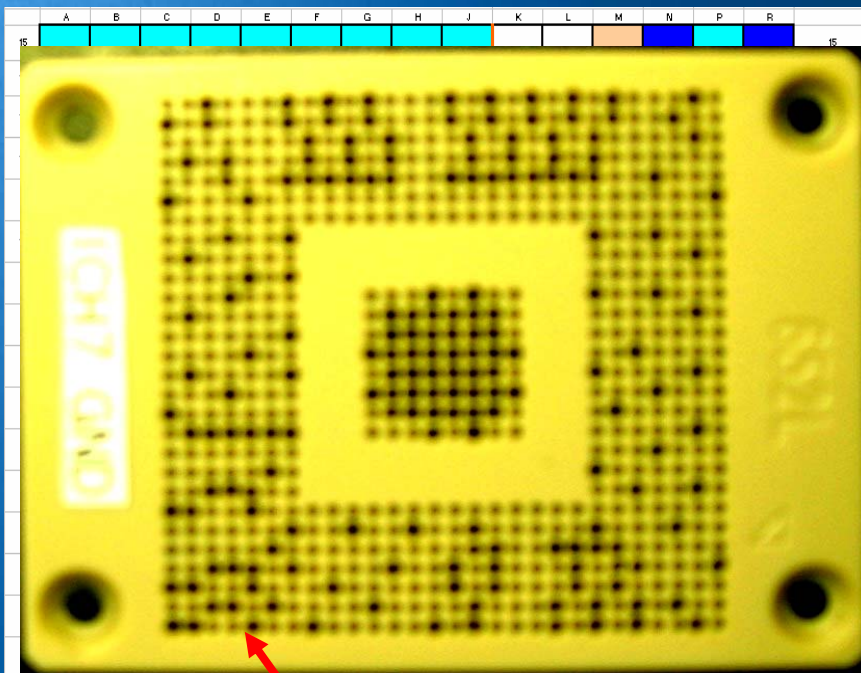
ダイナミックプローブ



TCCT装置の設計自体へのTRIZの適用

－ 簡易ピン絶縁体

TRIZの適用!!



VSS ピン用の

ピンハウジング

保持

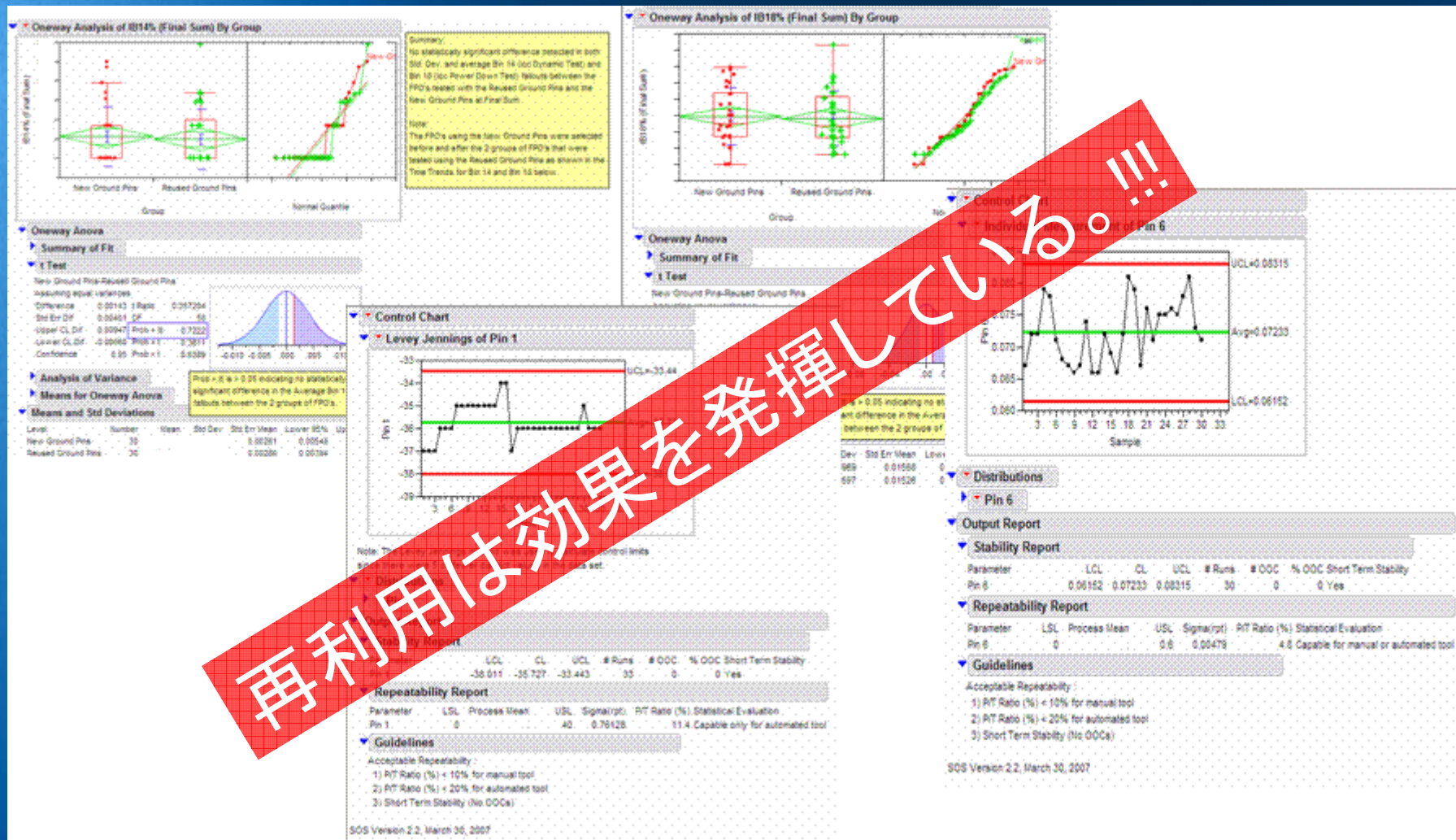
ピンタイプによる指定

ポゴピン

物理的接触

T.I.U.: テスト・インターフェース・ユニット
(パフォーマンスボード)

成果確認



成果確認 – ROI

FINANCIAL TIMES

経理部門の計算では、1つの組立テスト工場の全製品に展開することで今後4年間で100万米ドル以上の費用削減効果が見積もられる!!!

– THANK YOU TRIZ!!!!

まとめ

- TRIZは役立った! – 発明原理、課題と関係分析は課題を見つめることに集中させてくれた。
- このプロジェクトでは以下の発明原理が活用された。
 - 併合
 - ダイナミックス化
 - 先取り作用
 - 機械的振動
 - 多機能性
 - フィードバック
 - 分離



謝辞

- CTSoon – プロジェクトスポンサー
- Paul Chung – 再利用のアイデアの提供者
- Si Wai Chiang – TCCTの共同発明者
- Alexander Jeffry – データ完全性担当
- Kam, Boon Lee – 歩留解析担当
- Damien Chee – 統計処理担当
- Letchumi/Jason – 経理担当
- Lakshmanan, Vishva – 知財コンサルタント
- Dr.Michael Fahy/Dr.TSYeoh – プロジェクトアドバイザー

