

ピコクロック・チッカーの改良 (ソフトウェア プログラム)

Ragubalan Shanmugam

試験設備・プロセス エンジニア

NCO6 試験技術

共著者: Cheng, Chiew Shan

和訳: 正木 敏明 (日東電工 ㈱)
中川 徹 (大阪学院大学)



背景

ピコクロックは、単純な低ジッタのクロック周波数ジェネレーターで、通倍機能を備え、混合信号試験機の内部にある。



$$\text{参照チャンネル周波数} \times \text{周波数通倍} = \text{ピコクロックの出力周波数}$$

課題

初期の問題

混合信号デバイスにおける、“S/N比”のS/N比試験不良

実際の問題

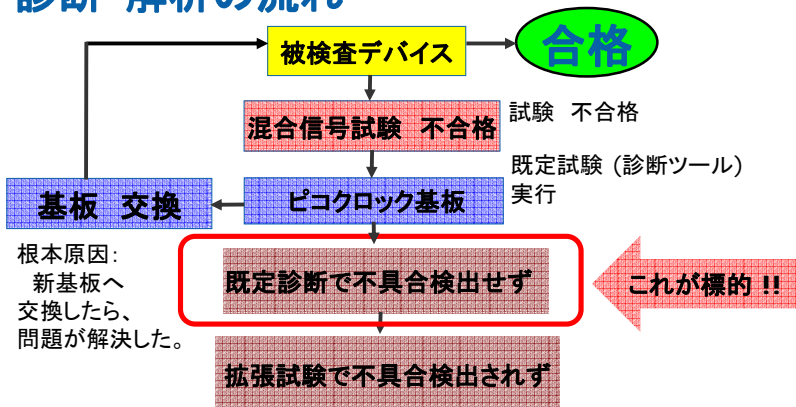
既定のピコクロック診断に合格し認定されたデバイスにも関わらず、生産時の混合信号試験でデバイスが不合格となる。

技術矛盾

2



診断・解析の流れ



根本原因:
新基板へ
交換したら、
問題が解決した。

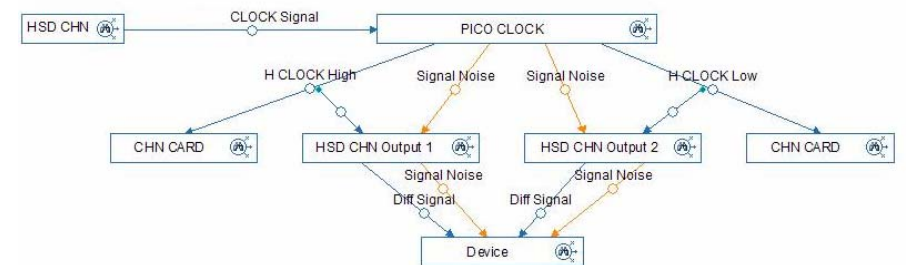
拡張試験で不具合検出されず

問題の記述:
“混合信号”のS/N比試験の欠陥。
既定試験及び拡張試験(より広範囲)に100%合格したものが、
実試験環境で不合格となる。

技術矛盾:
システム(装置)の検査が複雑でなければ、検査時間は短縮できる。
ただし、全体システム(テスター+装置)の信頼度が悪化する。

3

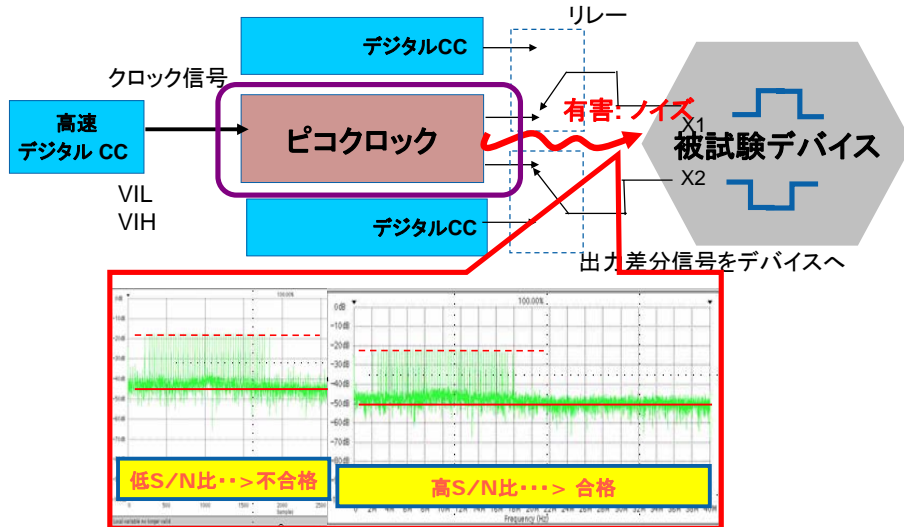
ピコクロック – その機能モデル



4



ピコクロック – その機能モデル



現行チェッカーの限界とTRIZの指示

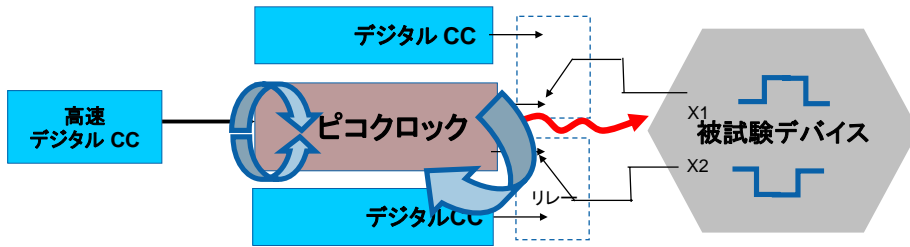
矛盾マトリクス				
	Worsening Feature	信頼性	ものが受ける有害要因	検出と測定 of 困難さ
	Improving Feature			
36	装置の複雑さ	27, 30, 37	13, 35, 22, 19, 15, 10, 1	29, 40, 37, 28

- List of the 40 Principles
- Principle 1. Segmentation
 - Principle 2. Taking out
 - Principle 3. Local quality
 - Principle 4. Asymmetry
 - Principle 5. Merging
 - Principle 6. Universality
 - Principle 7. "Nested doll"
 - Principle 8. Anti-weight
 - Principle 9. Preliminary anti-action
 - Principle 10. Preliminary action
 - Principle 11. Beforehand cushioning
 - Principle 12. Equipotentiality
 - Principle 13. 逆発想の原理**
 - Principle 14. Spheroidality - Curvature
 - Principle 15. Dynamics
 - Principle 16. Partial or excessive actions
 - Principle 17. Another dimension
 - Principle 18. Mechanical vibration
 - Principle 19. Periodic action
 - Principle 20. Continuity of useful action
 - Principle 21. Skipping
 - Principle 22. "Blessing in disguise" or "Turn Lemons into Lemonade"
 - Principle 23. Feedback
 - Principle 24. Intermediary
 - Principle 25. Self-service
 - Principle 26. Copying
 - Principle 27. Cheap short living objects
 - Principle 28. Mechanics substitution
 - Principle 29. Pneumatics and hydraulics
 - Principle 30. Flexible shells and thin films
 - Principle 31. Porous materials
 - Principle 32. Color changes
 - Principle 33. Homogeneity
 - Principle 34. Discarding and recovering
 - Principle 35. Parameter changes
 - Principle 36. Phase transitions
 - Principle 37. Thermal expansion
 - Principle 38. Strong oxidants
 - Principle 39. Inert atmosphere
 - Principle 40. Composite materials

技術矛盾:
システム(装置)の検査が複雑でなければ、検査時間は短縮できる。ただし、全体システム(テスター+装置)の信頼度が悪化する。



現行チェッカーの限界とTRIZの指示



TRIZ 原理: "逆発想の原理"



チェッカーの現在の基本設計概念である中から外へチェックする代わりに外から中へチェックしてはどうだろうか?



TRIZ 発明原理: 「汎用性」

矛盾マトリクス				
	Worsening Feature	時間の損失	信頼性	修理の容易さ
	Improving Feature			
36	装置の複雑さ	25, 27, 34	6, 29, 13, 35, 1	1, 13

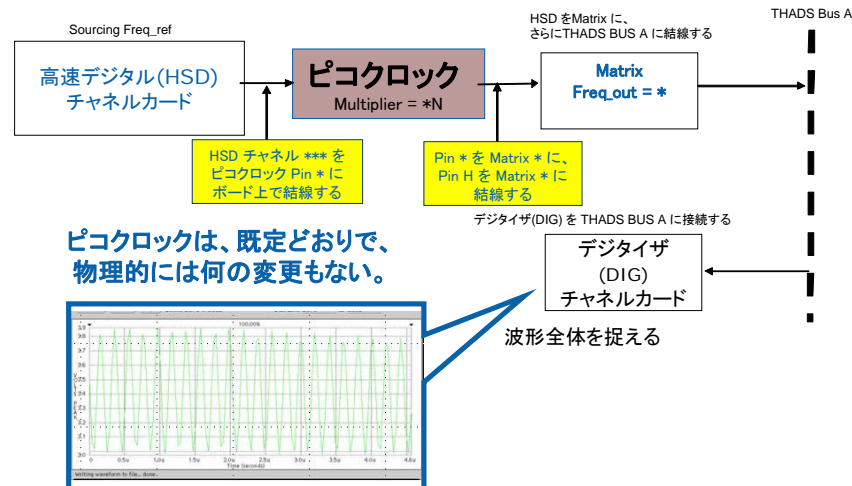
- List of the 40 Principles
- Principle 1. Segmentation
 - Principle 2. Taking out
 - Principle 3. Local quality
 - Principle 4. Asymmetry
 - Principle 5. Merging
 - Principle 6. 汎用性**
 - Principle 7. "Nested doll"
 - Principle 8. Anti-weight
 - Principle 9. Preliminary anti-action
 - Principle 10. Preliminary action
 - Principle 11. Beforehand cushioning
 - Principle 12. Equipotentiality
 - Principle 13. The other way round
 - Principle 14. Spheroidality - Curvature
 - Principle 15. Dynamics
 - Principle 16. Partial or excessive actions
 - Principle 17. Another dimension
 - Principle 18. Mechanical vibration
 - Principle 19. Periodic action
 - Principle 20. Continuity of useful action
 - Principle 21. Skipping
 - Principle 22. "Blessing in disguise" or "Turn Lemons into Lemonade"
 - Principle 23. Feedback
 - Principle 24. Intermediary
 - Principle 25. Self-service
 - Principle 26. Copying
 - Principle 27. Cheap short living objects
 - Principle 28. Mechanics substitution
 - Principle 29. Pneumatics and hydraulics
 - Principle 30. Flexible shells and thin films
 - Principle 31. Porous materials
 - Principle 32. Color changes
 - Principle 33. Homogeneity
 - Principle 34. Discarding and recovering
 - Principle 35. Parameter changes
 - Principle 36. Phase transitions
 - Principle 37. Thermal expansion
 - Principle 38. Strong oxidants
 - Principle 39. Inert atmosphere
 - Principle 40. Composite materials

技術矛盾:
システム(装置)の検査が複雑でなければ、検査時間は短縮できる。ただし、全体システム(テスター+装置)の信頼度が悪化する。



TRIZ – 革新的解決案 「ピコクロックチェッカーのプログラム変更」

9



9



解決策 – “ピコクロックチェッカーのプログラム変更” そのしくみは!!

10

STEP 1: 逆発想の原理

- チェッカーのプログラム (ソフトウェア・アルゴリズム) を変更して、ピコクロック基板の出力からS/N比を測定するようにした。
- 基板からの出力を統計分布としてプロットした。これが、真の不具合の特徴を明らかに示す。

STEP 2: 汎用性

- この[チェッカーの]ボードの構成を、S/N比そのもの測定するようにし、低ジッタクロック周波数を作る性質を測定することを止めた。これにより、ピコクロック基板そのものを変える必要がなくなった。
- 新しい解決策で作成されたさまざまな出力により検証したところ、ピコクロック基板の信頼性への影響は認められなかった。

10



TRIZ で学んだ主要なこと

11

- **TRIZ 手法はソフトウェアやエレクトロニクスにも使える!!** – 39 の特性と矛盾マトリクスによる発明原理は、構造化した問題解決により、我々が直面する課題を解決する助けとなった。
- 詳細な根本原因分析により、問題解決時間が改善された。
- 擬似S/N比試験不良が減少し、目標を達成した。
- ピコクロック基板の修繕率が80%減少した。
- このプロジェクトで使った発明原理は:
 - ✓ 逆発想の原理
 - ✓ 汎用性
- このチームは、ピコクロック基板をインテルへ出荷する前の詳細なデバッグのために、修理センターでの新しいプロセスフローとして、この変更したチェッカープログラムを実装するために、突き進んだ。



11



謝辞

12

- このプロジェクトを達成するための支援と適切な意見を頂いたチームのメンバー、及び TRIZ 手法と発明原理を適用するための指導を頂いたチームのメンバー
- ✓ Cheng, Chiew Shan – モジュール
- ✓ Kam, Boon Lee – YAE
- ✓ TS Yeoh – TRIZインストラクター
- ✓ TJ Yeoh - TRIZインストラクター
- ✓ Paul Devaraj – コーチ
- ✓ Darin Moreira – コーチ

感謝

12

