

不具合防止のための品質展開の活用に関する研究

クオリティマネジメント研究

699b004-8 飯島 映

指 導 棟近雅彦 教授

A study on application of QFD for preventing failures

by Akira IJIMA

1. はじめに

近年、あらゆる企業活動に速さが求められ、新商品開発においても、企画・設計から量産体制に入るまでのスピードが非常に重要となっている。しかしながら生産を開始した後も、上流の設計・開発に起因する品質不具合が発生することは多い。これに対しては、どのような不具合が起こり得るかを設計・開発段階から事前に予測することによって、未然防止を図ることが重要である。

品質表および品質展開の方法論は、新製品の開発や設計段階からの品質保証に役立つ強力なツールであるといわれ、商品開発における様々な場面での活用事例が見られる^{[1][2]}。しかし品質表を不具合未然防止のためにどのように活用するのか、どのような点が役立つのかについての報告は少なく、その具体的な活用方法は使い手に依存しているため、効果の大きさも活用の仕方や使い手の能力により大きく異なる。

本研究では、ある半導体素子の開発プロセスを事例として取り上げ、生産開始後に発生する不具合を開発段階において事前に検証できるようにするために、品質展開を役立てる方法について検討する。さらに、品質表を用いて設計の事前検証を行なう際に着目すべき観点について考察する。

2. 不具合事象の分析

2.1 対象とする開発プロセス

本研究で取り扱うある半導体素子の開発プロセスにおいて、設計者は、

商品企画段階として最終的な品質特性（以下品質要素）すなわち設計品質を決定し、製品設計段階として設計品質を実現するための素子の構造（以下構造因子）を決定し、その構造を造りこむための工程設計を行なうという流れで設計・開発活動を行なっている。

2.2 本研究で考える不具合とは

対象製品の生産開始後の不具合は、「市場で起こる不具合」と「工程で起こる不具合」が発生している。前者は、顧客の要求を的確に把握できていないことなどにより、設計品質が顧客要求を満たしていないという不具合である。後者は、設計品質を実現できる構造を設計できていないという製品設計の不具合と、設計された構造どおりに製造できないという工程設計・製造の不具合がある（図1）。後者が市場で発生する可能性もあるが、全数検査がなされているため実際の発生は極めて少ない。

本研究で対象とする不具合は、後者の「工程で起こる不具合」特に設計品質を実現できるような製品構造を設計できなかったことによって発生し、設計変更などの対策処置をとった不具合である。

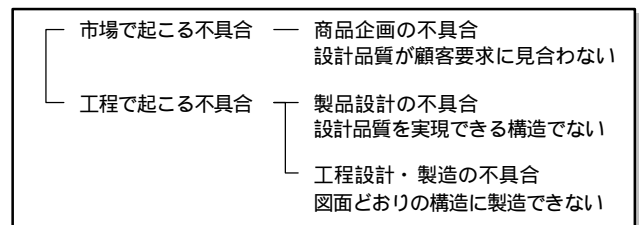


図1：不具合の分類

2.3 不具合発生パターンの分析

対象の製造工程における不具合発生パターンについて分析するために、製品設計にフィードバックされた不具合情報 21 項目を収集した。

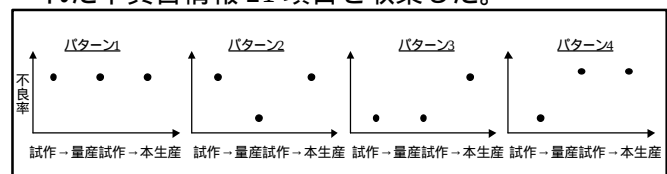


図2：試作段階の不良発生パターン

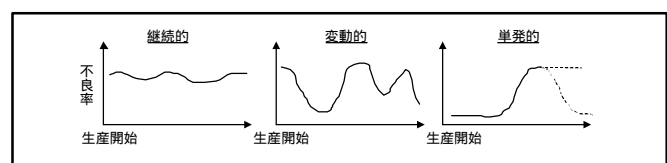


図3：生産後の不良率推移パターン

その結果、試作段階での不良発生状況は図2の4パターンに、また本生産段階における各項目の不良率推移は、大まかに図3の3パターンに分類されることがわかった。以下、各パターンについて説明する。

パターン1 ～不良が出続けている～

このような場合は、各試作段階で何らかの対策を施しているものがほとんどであり、改善活動が未熟であることを示している。設計者へのインタビューや改善施策の内容から、

- ・ 特性に影響する構造因子を管理すべき幅が絞り込めず、量産するなかで徐々に明確になる
- ・ 管理すべき構造因子がどれなのかが不明である、または見落としている

という場合が多いことがわかった。

またこの場合は、生産移行後の不良率推移が継続的または変動的な傾向を示す項目が多く、開発段階の早期から商品化を進める上での課題とされている項目が見られることから、技術的にも解決困難な特性がこのパターンに多いことがわかる。

パターン2 ～一度解決したが再発した～

この場合は、改善のアクションが不十分であったことや、変更の管理に問題があることが多い。改善施策の内容や設計者へのインタビューから、特に設計品質の規格変更があった際の対応において

- ・ 変更すべき構造因子が不明である
- ・ 構造因子の変更により他の品質要素に影響を受けて不良を発生する

といった場合がみられることがわかった。また、生産後の不良率推移は全パターンにわたるため、

- ・ パターン1のように管理すべき幅が絞れていない中でたまたま良品ができる
- ・ パターン3、4のように他の品質要素改善のための変更による影響を受けて変動する

といった場合も考えられる。

パターン3、4 ～量産試作、生産後に発生～

この不良は、変更における不具合とともに、量産に移行する際の予測技術の未熟さに起因するものが多い。対策の内容や設計者へのインタビューから

- ・ 他の品質要素を改善するための構造因子変更による影響を受けて不良を発生する
- ・ 工程能力や部品・材料特性ばらつきの過大評価により不具合の発生可能性を見逃している
- ・ 過去の類似不具合を繰り返してしまっている

といった場合があることがわかった。

2.4 開発における課題

2.3の検討から、生産開始後の不良の原因として、以下のような開発の課題を抽出した。

(1) 変更における課題

(規格変更への対応、不良改善アクション時)

- ・ 構造因子の変更が他の品質要素に及ぼす影響の見落とし
- ・ 変更すべき構造因子の見落とし
- ・ 変更すべき構造因子が不明

(2) 予測技術の課題

- ・ 工程能力の過大評価
- ・ 部品・材料特性ばらつき大の見落とし
- ・ 過去の類似不具合の繰り返し

(3) 改善活動の課題

- ・ 構造因子の管理幅の絞り込み不足
- ・ 管理すべき構造因子の見落とし
- ・ 管理すべき構造因子が不明

3. 品質展開の活用

3.1 品質展開による不具合防止の効用

品質展開は上記の課題に対して次のようなアクションがとれ、不具合の未然防止に役立てられると考えられる。

(1) 変更における課題

品質表は図4のように、ひとつの構造因子が複数の品質要素に影響し、ある品質要素を改善することで別の品質要素を悪化させるような関係をマトリクス上に記述することができる。変更すべき構造因子や変更により影響を受ける品質要素を参照しやすいため、見落としを防止できる。また、トレードオフの関係にある品質要素同士の組合せを早期に把握し、着目することが可能となる。記録を残し情報を蓄積していくことにより、変更すべき構造因子が不明という事象は起こりにくくなっていくと考えられる。

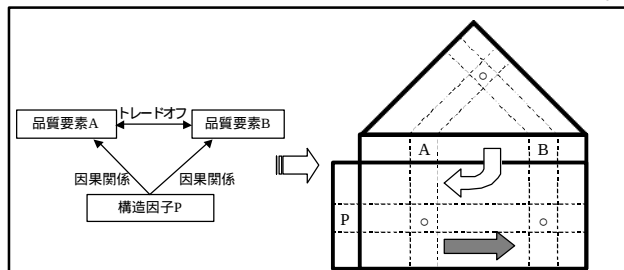


図4：変更による不具合が発生しやすい関係

品質表に、類似製品や試作品の製造における各品質要素・構造因子のばらつきの大きさを記入する欄を設けることで、工程能力の簡易チェックリストとなる。目標規格と比較することにより、工程での実現可能性を検討したり、同様に過去に実現困難だった項目をチェックしたりと、不具合を引き起こしそうな項目に着目することが可能となる。

品質表に項目間の関連を記述し、設計情報を蓄積していくことによって、実験・試作を行わずに的確な決定を下せる設計項目が増加し、解決困難な課題により多くの工数をかけられるようになる。また要因抽出が容易になり、効果的な実験が行なえるようになるので、改善技術の向上が期待できる。

前節で述べた方策を実現するために、図5に示す品質表を作成し、開発活動の各段階で以下のように利用することを考える。



品質表 で、顧客要求を満たすための設計品質を検討する。以下のリスト1のような観点で品質表をチェックし、ネックとなる品質要素を抽出する。

品質表 で、設計品質を実現するための構造を検討する。リスト2のような観点で品質表を用い、ネックとなる品質要素の実現方法を検討し、ネックとなる構造因子を抽出する。

設計品質の規格変更や不良改善のための変更の際にはリスト3の観点で品質表をチェックする。

(1) 目的の品質要素に影響する構造因子はどれか？
(2) その構造因子の変更により悪影響を受ける他の品質要素はないか？

ある新製品の開発活動において、前節で示した観点リストを用いた事前検討を行なったところ、新たなネック項目、すなわち製造上のリスクを見落としていた項目や設計者個人が頭の中で懸念はしていたがネック項目として掲げていなかった項目を、いくつか抽出することができた。

また設計者からは、これまで不明確であった品質表の利用の仕方に関して、理解が深まったとの評価が得られた。

3.4 品質展開支援システムの構築

品質表を作成する作業をサポートするために、品質展開支援システムの構築を行なった。ここで、前述した不具合防止の観点から、効果的な品質展開活用を実現するためにシステムに付加した機能のうち3つを取り上げ、以下に説明する。

a) ネック項目の抽出・着色機能

前述のリストに示したような観点で設定した条件によってネックとなる項目を抽出し、抽出した項目に自動着色することによって注意を促す機能である。

b) 圧縮機能

膨大な表において、ある項目に関連する、またはある項目の影響を受ける（マトリクス上に記号がつけられている）項目のみを抽出し、品質表を圧縮して表示する機能である。変更時などに、前節のリストのような観点で品質表を参照するのに役立つ。

c) 設計情報ベースとのリンク機能

品質表の情報とともに設計技術情報を蓄積するデータベースをもち、マトリクス上の記号による項目間の関連付けを裏付ける情報を各セルにリンクさせることができる機能である。品質表が設計情報を蓄積する知識ベースとなる。

4. 考察

4.1 不具合防止における品質展開の役割

不具合を未然防止するための活動には、大きく分けて以下の2つがあると考えられる。

不具合の起きそうな項目を抽出すること

抽出した項目の不具合を起こさないための検討をすること

この活動において、品質表が支援すること、果たす役割のひとつに「チェックリスト的役割」が考えられる。すなわち において、ひとつひとつの項目について不具合発生の可能性をなんらかの観点でチェックするのに役立ち、 では抽出した項目の不具合を起こさないために制御すべき項目をもれなくチェックするのに役立つ。特に では、どのような観点でチェックするのが重要であり、その際には本研究のような分析により品質表の観点リストを作成し、充実させていくことが有効であると考えられる。

もうひとつの役割として「知識ベース的役割」が考えられる。すなわち、品質表のマトリクス上に項目間の関連情報を記すことによって設計の知識を形式知化・蓄積し、 の検討を支援することである。

ここではどのような情報を残すかが重要になると考えられる。近年目覚ましい発展を遂げる情報技術の有効利用により、従来の記号による関連度合いの情報だけでなく、より多くの技術情報を蓄積・共有化していくことが可能である。

4.2 観点の提示と品質展開の推進

前節で述べた効用は、商品開発における非常に幅広い分野での事象を網羅的にかつ連続的に記述できる、という品質表の特徴によるものである。よって品質展開においては、この「網羅性」「連続性」を向上させることが不具合を事前検証する活動の向上につながってくると考えられる。本研究と同様な流れで工程設計、生産準備段階への品質展開を進め（図5の破線部分）、網羅性・連続性を高めていくことにより、商品開発で起きる不具合の事前検討が可能となる。

品質表の作成には大変な工数がかかり、また作成した表も膨大になることが多い。参照すべき部分がわかりにくい、参照したい部分を見出すのに時間を要するといったことが起きやすく、これらが手法の導入・推進を妨げる要因となる場合もある。そこで本研究のように、「品質表を、どの場面で、どの部分を、どのような観点で見ることが大切なのか」を明確に示すことや、システムの構築により品質表の作成や参照といった活動を支援することが社内推進をする上でも役立つものと考えられる。

5. 結論と今後の課題

本研究では、不具合事象の分析をもとに、それらを事前検証するために品質展開を活用した製品設計について検討し、品質展開の効用に関する考察を行なった。現在、品質展開支援システムを導入し、実際の開発に適用されつつある段階であり、今後効果を検証していく必要がある。また工程設計・生産準備段階での不具合防止について検討していくことも今後の課題である。

参考文献

- [1] 赤尾洋二 (1988) : “ 新製品開発のための品質展開活用の実例 ”, 日本規格協会 .
- [2] 赤尾洋二, 吉沢正, 新藤久和 (1998) : “ 実践的 QFD の活用 ”, 日科技連出版社 .
- [3] ドン・クロージング著, 富士ゼロックス TQD 研究会訳 (1996) : “ TQD ~ 品質・速度両立の製品開発 ~ ”, 日経 BP 社 .