

信頼性技術者が抱える問題と解決のための活動

Management and Technology for Making Reliable Electronics

味岡 恒夫¹ 土屋 英晴²

Tsuneo AJIOKA Hideharu TSUCHYA

1. 概要

現在、信頼性技術者が抱える問題は新たな製品の信頼性の作りこみだけでなく、従来から継続している故障対応や信頼性設計の判断、調達部品の選定、故障対応などがあり、様々な経験と知識に基づく技術力が鍵になる。

このような多くの技術は一技術者や一企業では達成が困難であり、研究会などで、問題提起、知識の深堀・共有化が不可欠である。

2. 目的

国内では安全・安心社会を構築するために、電子機器の故障をなくす努力が続けられている。しかしながら、電子機器の機能や使用環境の変化による予期せぬ故障や、恒久的な対策が取れていないために継続的に発生する故障も多い。さらに以前に大きな問題になった故障も時折、再発している。

信頼性技術者が実際にやっている業務には①上記の欠陥に対する改善以外に、②次世代電子機器に発生する故障メカニズムの研究、③対象製品の信頼性の作り込み、④機能・価格・信頼性の調和（信頼性を維持したままのコストダウン）、⑤故障における対応などがある。

最近では電子機器に搭載される基板や部品はほとんどが購入品であり、さらに設計、製造を外部委託することも増えており、機器メーカーではわからない

ところで故障が発生することもある。

このような様々な問題を解決するために日本信頼性学会故障物性研究会では実際に現場で信頼性問題に取り組んでいる技術者を中心に様々な議論し、問題解決に取り組んでいる。今回のシンポジウムでは研究会で議論しているテーマの一部を発表するが、ここではこのセッションのはじめとして実際に現場で起こっている問題と解決案をまとめ、その後の発表に繋げる。

3. 電子機器製品化までの流れ

図1に企画から電子機器の製品化まで流れを示す。商品企画では市場要求から信頼性の重要性を判断し、機器の信頼性のレベル（信頼度）を決め、それに沿った設計・開発・製造・管理を行う。この図で斜文字のものが信頼性の高い機器に用いられる項目で、信頼性試験でも程度が異なる。

商品企画を基に方式設計を決め、それに従って、設計（回路、パターン）、開発（試作・評価）、および製造・管理が行われる。回路設計では二重に回路を構成し、同じ演算をさせ、異常により異なる結果の場合には安全に動作させるような冗長回路にすることがある。また、パターン設計では正常に機能するだけでなく、応力、発熱、ノイズによる誤動作を作るための設計が必要である。

また、搭載（装填）する部品の選定も重要である。機器も合致する部品を選定することが重要ではあるが、実際には仕様に書かれていない（特性の評価が

¹ 沖エンジニアリング株式会社 信頼性技術事業統括部
〒179-0084 東京都練馬区氷川台 3-20-16 e-mail:ajioka542@oki.com

² アンデン株式会社
〒252-5298 神奈川県相模原市中央区下九沢 1120 e-mail: shinji.yokogawa.vx@renesas.com

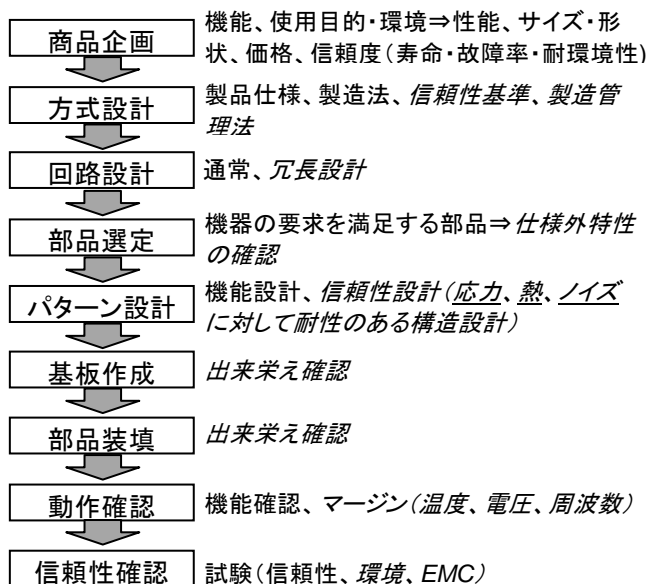


図1 電子機器の製品化までの流れ

十分なされていない) 場合が多く、高信頼性機器の場合には確認することが不可欠である。

試作品では機器の信頼度や使用される環境に則し、適切な信頼性試験と潜在的な欠陥を見出す出来栄評価(観察)も重要である。

4. 信頼性技術者の抱える課題

前述のように信頼性技術者は多くの課題をかかえている。ここではそのいくつかを述べる。

4.1 機能・価格・信頼性の調和

電子機器や電子部品には常に機能(形状を含める)、価格と信頼性のすべてが求められる。これらはお互いに相反する面があり、直接、価値が見えない信頼性が疎かにされることが多く、故障を引き起こす要因になっている。

表1に電子部品(IC)の高信頼性化について示す。高信頼性向けの部品を開発する場合には設計で信頼性を強化する。例えば冗長回路や電氣的破壊に対する耐性を高めるために保護回路の強化、および、破壊を防ぐための構造の厚膜化などがある。この場合、占有面積の増加や機能に対する制限があり、機能と信頼性のトレードオフになる。

一般に広くも用いられているのは工程管理や検査工程の追加である。製造の途中では、膜厚、膜質、パターンサイズ、パターン形状異常や欠陥の検査を行う。この工程は非常に多く、全工程の1/3程度になることもある。高信頼性レベルの製造では検査の領域(ウェハ数、ウェハ当りの領域)を広げて、異

常の検出率を高めている。最終の検査では検査項目を増やしている。IC工程で異常の発生や歩留まりが低い場合にはロットアウトにすることで市場故障を避けている。

製造工程が変更する場合、程度によっては信頼性試験による確認が必要であるが、その基準がメーカーより異なる。さらに故障が発生した場合の故障解析もメーカーによっては実施しない場合がある。

このように一般部品と高信頼性部品ではいくつかの違いがある。特にコスト優先の部品では信頼性に関するところを省略するため、信頼性上のリスクが大きい。

高信頼性部品でもコストダウンは必要で、製造実績から故障の発生に関与しないことが明確になると、その工程管理や検査工程が省略される。

表1 電子部品(IC)の高信頼性化

項目		課題
回路	冗長回路	大型化
	保護回路強化	大面積
製造工程	構造強化	機能限定
	工程追加	コスト増
工程管理	項目・量追加	コスト増
検査工程	項目の追加	コスト増
ロット判定	歩留範囲大	コスト増
工程変更	試験実施基準	コスト増
故障解析	解析の実施	コスト増

4.2 要求される技術と知識

信頼性技術者の要求される技術を図1に沿って検討する。

4.2.1 要求される技術と知識

(1) 設計

方式設計に沿って信頼性設計が正しくなされていることとともに、以前発生した問題を回避する設計であることが肝要である。このためには実経験が重要で、簡単な回路を知識があることが望まれる。

(2) 部品・基板選定

高信頼性部品を選定する場合には一般の機能以外に、電子機器に要求される環境や信頼性にあった部品選定が必要である。高信頼性の場合、仕様書に記載されていない特性や仕様範囲が満たされていない特性が含まれることが多く、特性確認が不可欠である。また、信頼性に関しても調査することが望ましい。実際に信頼性試験をすることもあるが、製造の出来栄で代用する良品解析が行われることが多い。さらに現場調査などによる部品メーカーの“品質”も

考慮することも重要である。

部品選定では機器に適した部品への要求事項を明確にし、必要な特性を評価することが重要であり、電子機器メーカーにとっては部品の性能・信頼性は“Black Box”であるため、部品の知識や部品メーカーの信頼性の作りこみなどの経験と知識が必要である。

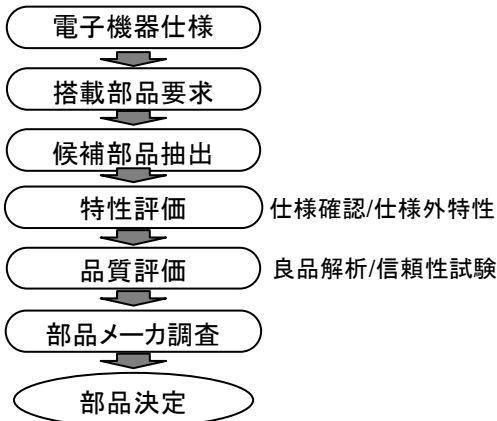


図2 電子部品の選定の流れ

(3) 部品装填・動作確認

部品装填（実装基板）では従来から故障発生頻度の高い欠陥・不具合と高密度実装などで新たな発生が懸念される欠陥に対し、構造を最適化し、その特性に関する特性評価と信頼性試験を行っている。その後、実装基板、または製品の動作確認を行い、異常な場合には故障解析などで問題を見つけ、改善を行う。

ここで重要な知識は故障メカニズムであり、それを解析する技術である。

(4) 信頼性試験（製品仕様）

製品の信頼性の保証では機器の目的や使用環境にあった試験を行い、一般使用時の平均故障時間や設定使用期間内の故障率を算出するとともに、電圧、温度、周波数などに対するマージンを把握することが重要である。

このためには信頼性・環境試験法と信頼性工学の知識が不可欠である。

(5) 故障対応

図3に市場故障が発生したときに解析フローを示す。市場で発生した故障の場合には電子機器メーカーが製品を引き取り、製品の解析を行い、どの部品が故障を特定する。その後、故障部品メーカーに故障解析を依頼し、その結果から、故障が波及性と改善法を検討する。波及性では故障期、発生時期、および製造ロット依存性などを判断し、場合によっては回

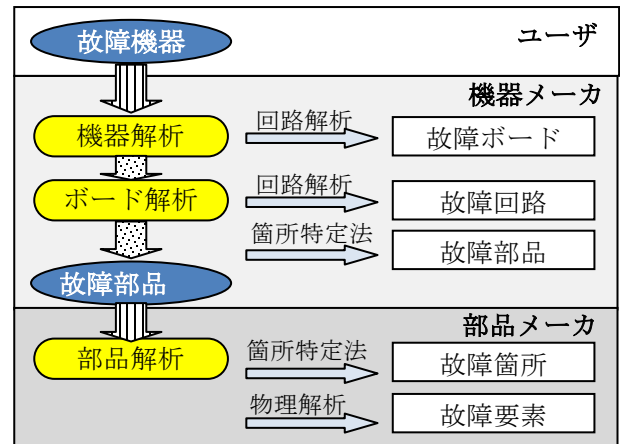


図3 市場故障解析の流れ

収の対象になる。

ここでは故障メカニズムと故障解析の知識と経験が重要である。

4. 2. 2 技術と知識の課題

以上のように信頼性技術者が様々な知識を基に経験を積むことにより、はじめて信頼性の高い電子機器が創出でき、それが国内産業の強みとなっている。しかしながら、“故障しない”と言う見えない価値は評価されにくく、水平分業化やコストダウンによる技術者の流出が、大問題に繋がったこともある。

最近では信頼性を重視する産業を増え、高信頼性分野に戻る企業や新たに参入する企業が増えてきたが、技術の空洞化が大きな問題になっている。自社で信頼性の作りこみが十分でも関連するメーカーがネックになり、信頼性が向上しない現象が起こっている。

4. 3 メーカーとユーザーの関係

現在の電子機器の開発・製造には多くの企業が関連しており、信頼性の構築は機器メーカーだけでなく、部品メーカー、および設計・製造委託先などのすべてが、信頼性の作りこみを行わないと達成できない。また、機器ユーザーも製品の理解に基づく適切な使用が重要である。しかしながら、品質の概念に関する理解の相違などで誤解を生じる場合や、上記の技術空洞化により自主的な判断ができず、問題になることが増えている。

機器メーカーは、部品選定や故障解析で部品メーカーの協力が不可欠であるが、最近に海外品が増え、協力が期待できない場合も多い。

4. 4 技術課題

信頼性の技術課題としては、従来から継続的に発生している故障、かつて重大な問題となった故障の再発、電子機器の構造変化に伴い新たに発生する故障、および特殊な環境で発生する故障がある。

はんだや基板などの剥離、吸湿による腐食やエレクトロケミカルマイグレーションなどは本格的な対策ができていないため、継続的に発生している。また、難燃剤中の赤燐による吸湿性の問題を時折再発している。これらは技術の継承がなされていない、または信頼性問題を知らないメーカーが多いためと考えられる。今後、高密度実装が進むとこれら問題と、従来はあまり問題にならなかった故障の顕在化が新たな問題になる。最近ではプリント基板やはんだによる実装でもエレクトロマイグレーション¹⁾が発生することが述べられている。海外の特殊な環境では新たなウィスカが発生している。

5. 課題解決のための活動

以上のように信頼性構築のためには現在国内外で発生している多くの品質問題と今後新たに発生する問題を理解して信頼性の作りこみを行う必要があり、すべて理解するためには一技術者、一企業だけでは限界がある。また、製品に対しては様々なメーカーに関連しているため、その他の企業との協力体制の確立がさらに大きな課題である。このため、学会や研究会ではこのような現場の問題解決に関してサポートしていくことが重要である。すなわち、技術的な問題だけでなく、コミュニケーション・協力体制という人的な問題を議論する場の提供が必要になる。

故障物性研究会では機器メーカーや部品メーカーの信頼性の作りこみに関与する技術者の広範囲な問題解決を目的に活動をはじめ、現在では他に解析に関する装置メーカー・受託サービス、および機器ユーザと大学などで信頼性に関する技術者がサポートしている。そこでは現場で発生した技術的、人的な問題を提案し、議論し、共有化することが主で、必要とする故障メカニズム、解析技術、信頼性、および事故などに関しても議論する。

例えば生物混入による問題^{2)、3)}が発生したことを研究会で提案すると以前同じ問題を抱えていた人のコメントがあり、解決に至ったこともある。難燃剤中の赤燐による吸湿問題が再び問題になったときには当初に問題解決に当たった関係者や難燃剤の専門家に説明してもらい、再発防止案を議論し、統括的にまとめた⁴⁾。また、協力体制についてはいくつかの問題をパネルディスカッションで議論している。結論には至らないが、問題の本質については理解ができた。

6. まとめ

信頼性技術者が現場で、抱える問題を挙げ、解決案を示した。問題は新たな製品の信頼性の作りこみだけでなく、従来から継続している故障、以前に発生した問題の再発などの対策が含まれる。また、技術的な問題以外に信頼性設計の判断、調達部品の選定、故障対応などがあり、様々な経験と知識に基づく技術力が鍵になる。しかしながら、技術の空洞化により、技術を有しない企業もあり、総合的な信頼性構築の問題になっている。

現在の技術的な問題や技術者・協力体制などの人的な問題は一技術者や一企業では達成が困難であり、学会・研究会などで、問題提起、知識の深堀・共有化が不可欠である。

参考文献

- 1) 田辺一彦：エレクトロマイグレーションによるはんだ接続部の断線現象，第46回信頼性・保全性シンポジウム，8-2（2016/07）
- 2) 牧野芳樹：生物侵入による部品故障とその対策—その1—，第43回信頼性・保全性シンポジウム，（2013/07）
- 3) 西野裕暁：生物侵入による部品故障とその対策—その2—，第43回信頼性・保全性シンポジウム，（2013/07）
- 4) 西野裕暁：樹脂成型品の難燃剤による品質問題とその対応，第45回信頼性・保全性シンポジウム，（2015/07）
- 5) 味岡、土屋、遠西、佐藤、三ツ石、渡辺：パネルディスカッション“協力体制で築くセットメーカーの信頼性” 第42回信頼性・保全性シンポジウム，（2012/07）

（あじおか つねお／沖エンジニアリング株式会社）
（つちや ひではる／アンデン株式会社）