

実践！ 電子機器・部品の 信頼性評価・解析ガイドブック Part4



プラスワンソリューション
芥 正二郎

信頼性ガイドブック Part4 の概要

＝電子回路の品質作り込みと熱・ノイズトラブル解決への道筋＝

第1章：商品開発ステップ毎の製品品質の作り込み

仕様・設計・製造・受入・販売・保守の開発ステップ毎で、品質作りに必要なキーポイントを押さえ、顧客の期待に応えられる製品品質作りのための手順を解説する。

第2章：効果的な品質評価試験方法

製品品質の実現手段として、最初に決めた目標品質が確実に確保されているかを見極めるため、適切で不可欠な試験や評価法により確認及び解析する様々な手段を紹介する。

さらに、市場でトラブルが発生した場合の問題解決の手段も紹介する。

第3章：深刻な誤動作や故障の発生原因と対策

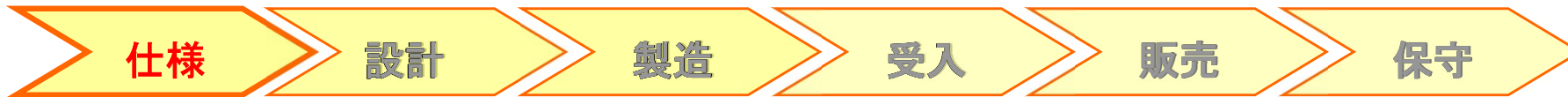
品質作りに欠かせない熱とノイズに関する、基礎知識と対策を紹介する。ノイズとは何か、その正体と種類を知ることにより、ノイズとどう向き合い対処していけば良いかをやさしく解説する。

第4章：品質評価の相談と障害対策事例

長年培ってきた信頼性評価・解析サービスを通して、実際に市場で発生したトラブルに対して、どのようにして解決してきたか、事例の一部を紹介する。

第1章 製品開発ステップ毎の品質の作り込み

(1). 仕様



要求品質確認の例を以下に示します。

- ・機能動作条件 例) AC100V \pm 10%、データ通信方式
- ・使用環境条件 例) 一般家庭、室内使用、室温0℃ \sim 40℃、湿度60%、耐用年数
- ・販売対象範囲、例) 日本国内、
- ・適用規格 例) 環境試験: JIS $\times \times \times$ 、防水等級、EMC規格 (VCCI)、安全規格、電源規格 (PSE)、故障率、有害物質規制 (RoHS指令ACH規制)

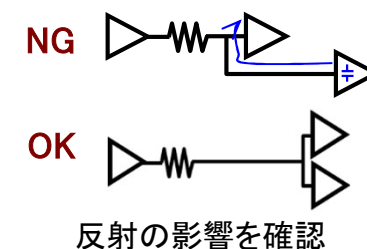
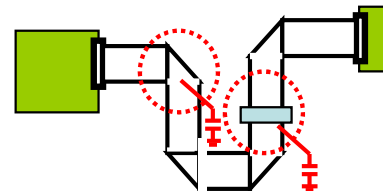
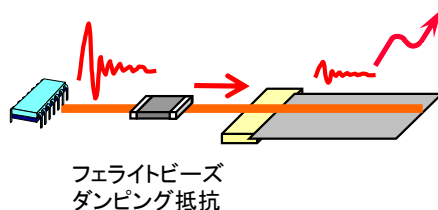


(2). 設計



設計品質確認の例を以下に示します。

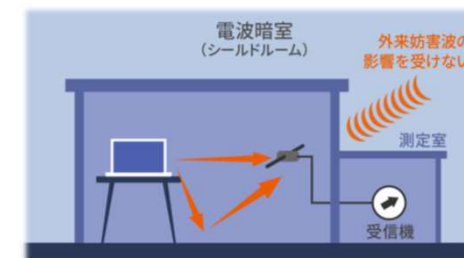
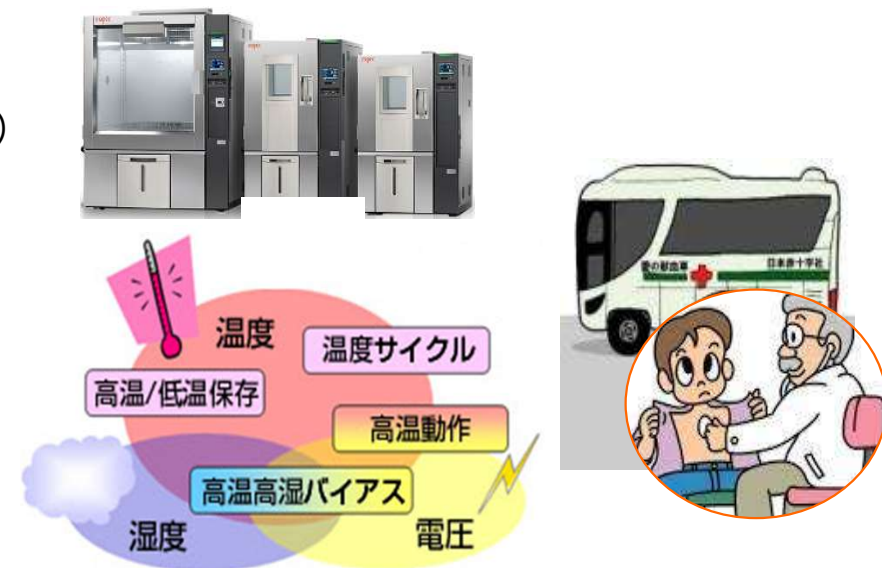
- ・電源とGND設計 例) 筐体GRN(FG)と信号GRD(SG)、1点GRDか多点GRD
- ・バス線や信号線の引回し方 例) 1対N、双方向バス配線の反射を確認
- ・コンデンサの位置と使い方 例) パスコンの位置と数、セラミックコンデンサの半共振、
- ・GRD層や電源層 例) 帰電流ルート確認、電源プレーンの共振



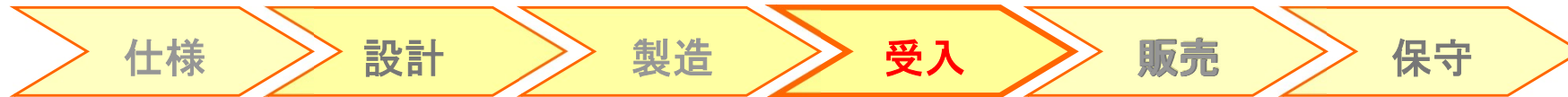
(3). 製造



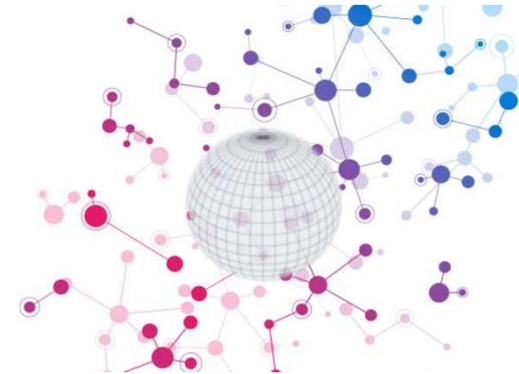
- ・環境試験
 - 例) 温湿度環境試験
(温度サイクル、高温・低温保存、熱衝撃、蒸気加圧)
 - 例) 機械環境試験
(振動試験、衝撃試験、落下試験、複合環境振動)
 - 例) 屋外環境試験
(耐水・IP、ガス、塩水噴霧、オゾン、耐候、塵埃)
- ・実装評価試験
 - 例) 基板実装評価
 - 例) はんだ(共晶、鉛フリー、濡れ性、強度)
 - 例) ウィスカ評価試験
 - 例) イオンマイグレーション試験
- ・EMC測定
 - 例) EMI(放射ノイズ、磁界ノイズ、伝導ノイズ、電源高周波ノイズ/フリッカ)
 - 例) EMS(放射イミュニティ、静電気、雷サージ、伝導イミュニティ、ディップ／瞬停、商用磁界)
- ・製品安全
 - 例) 感電、残留エネルギー、火災、機械的危険、火傷、放射線、化学的危険
- ・構造解析
 - 例) 熱過渡解析、良品解析、故障解析、解析ツール
- ・化学解析
 - 例) 蛍光X線分析(XRF)、ガスクロマトグラフ質量分析装置(GC-MS)



(4). 受入



- ・検査仕様書 例) 検査項目、検査基準作成
- ・受入検査 例) 検査の実施
- ・不良解析 例) 不良品の解析と対策
- ・アプリケーションソフト(機能確認)



(5). 販売支援

- ・3C分析(顧客分析、自社分析、競合分析)
- ・4P分析(製品・品質、価格、流通・販路、広告宣伝)

(6). 保守



市場品質分析の例を以下に示します。

- ・市場クレーム 例) クレーム内容の分析と対策提案
- ・故障解析 例) 故障原因の究明と対策
- ・PL責任 例) 製造者責任の検証分析



第2章:効果的な品質評価試験方法

(1). 環境試験

温湿度環境試験

高温試験（放置・動作）

低温試験（放置・動作）

恒温恒湿試験

温度サイクル試験

温湿度サイクル試験

熱衝撃試験（液相/気相）

結露サイクル試験

蒸気加圧試験（PCT）



恒温恒湿槽(室)



ハイパワー恒温恒湿槽

機械的試験

振動試験

複合振動試験（振動+温度）

落下衝撃試験

梱包落下試験

モバイル落下試験

バンプ試験



複合試験機（振動+温湿度）

業界最大級
加震力:40kN
積載量:600kg



落下試験

屋外環境試験

塩水噴霧試験

ガス試験

ばっき試験

薬品浸漬試験

オゾン試験

耐候性試験

減圧試験

塵埃試験

耐水試験・散水試験

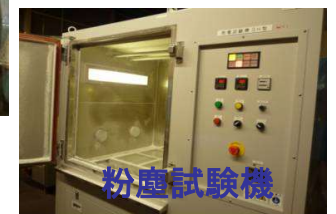
IP保護等級試験



塩水噴霧試験機



散水試験

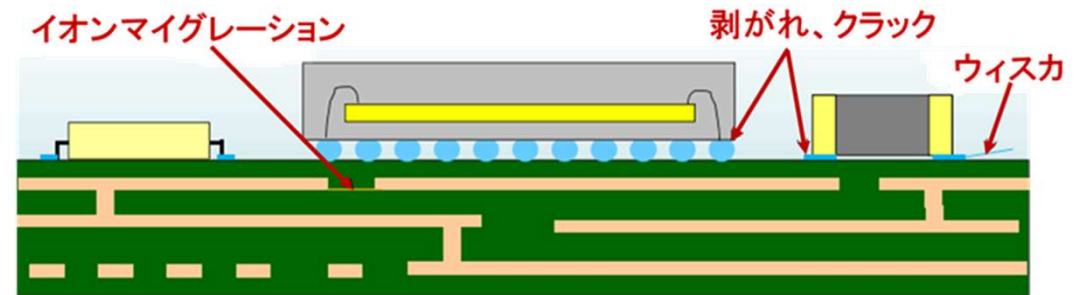


粉塵試験機

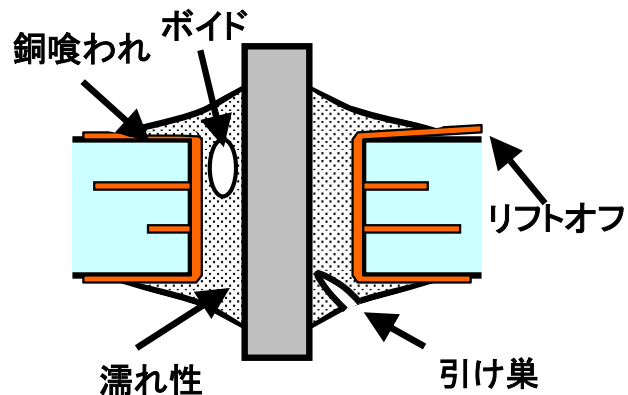
IP試験機

(2). 実装評価試験

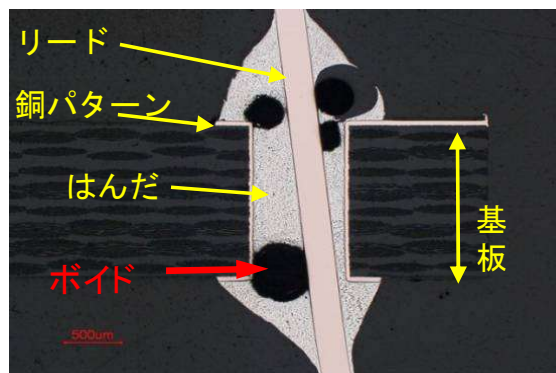
- ・基板実装評価
- ・はんだ強度試験
- ・はんだ濡れ性試験
- ・ウイスカ評価試験
- ・イオンマイグレーション試験



基板実装評価

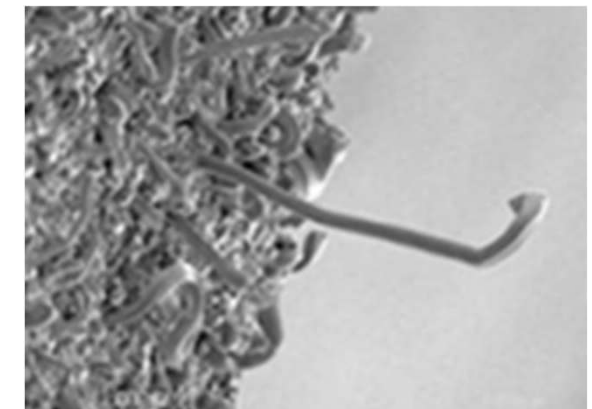


鉛フリーに伴う問題点



合金系	融点	
Sn-Cu-Ni系	227℃	
Sn-Ag系	227℃	
Sn-Ag-Cu系	219℃	← 鉛フリー
Sn-Ag-Bi-In系	208℃	
Sn-Zn系	199℃	
Sn-Pb系	183℃	← 従来

はんだ合金の融点



リード面のウイスカ

(3). EMC試験

EMC(電磁的両立)試験・認証



EMI試験(エミッション)

EMS試験(イミュニティ)



10M法暗室

放射ノイズ:

(CISPR11)
被試験機から
空間に輻射さ
れる放射ノイズ



伝導ノイズ:

(CISPR11)
被試験機の電源端
子等に誘起される
伝導ノイズ

電源高調波/フリッカ

(IEC61000-3-2/3-3)
電源周波数の整数倍で現
れる伝導性高調波や、電
源の電圧変動(ちらつき)

限度値により規程

放射性(61000-4-3)

雷サージ(61000-4-5)

静電気(61000-4-2)

伝導性(61000-4-6)

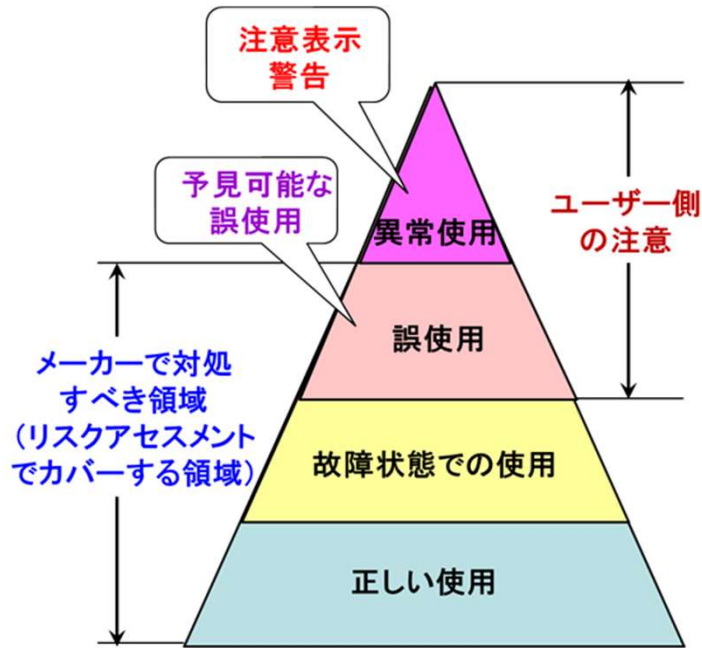
商用磁界(61000-4-8)

ディップ瞬停(61000-4-11)

バースト(61000-4-4)

誤動作判定基準による評価

(4). 製品安全試験



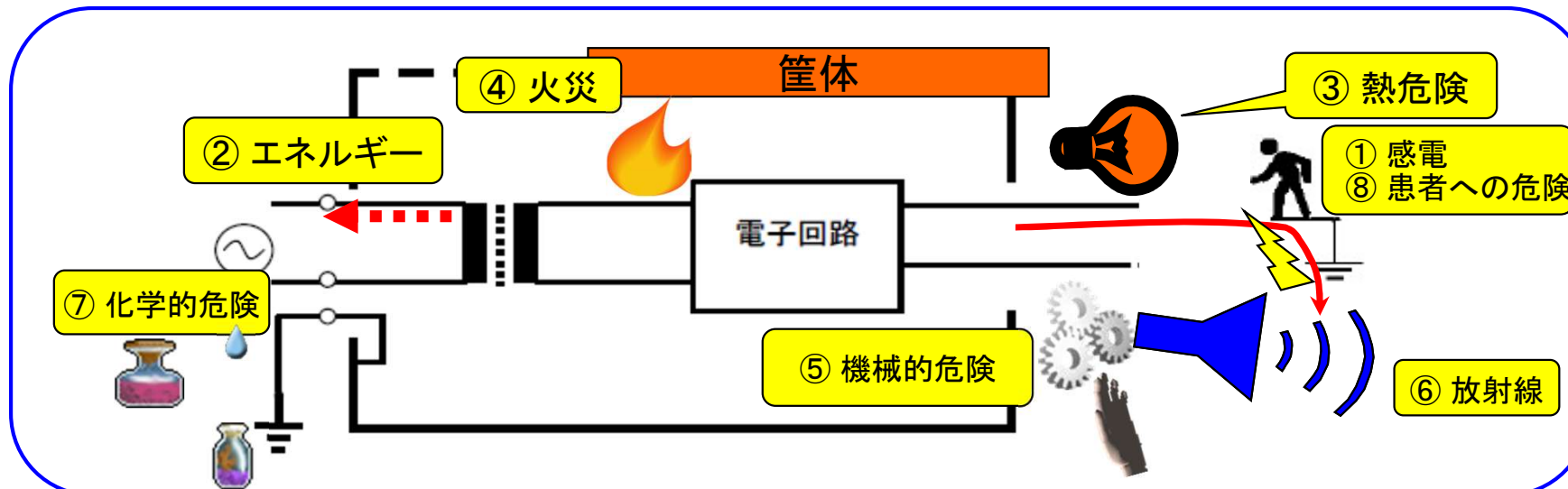
OKA Triangle 安全確保の概念図

製品安全: Product Safety危険要因を除去し
受け入れきでないリスクがない事

<試験項目>

製品の安全性確保、最低限の安全が確保されているか評価

- ① 感電(漏れ電流の測定)
- ② エネルギーによる危険(残留電流の測定)
- ③ 火災
- ④ 機械的危険(指挟み、転倒など)
- ⑤ 熱危険(火傷防止)
- ⑥ 放射線の危険(X線など)
- ⑦ 化学的危険(薬品など)
- ⑧ 患者への危険(医療のみ)



鋼球
(φ50・510g)



テストフィンガー

(4). 構造解析

- ・熱過渡解析
- ・良品解析
- ・故障解析
- ・解析ツール(SEM、EPMA、X線CT、SAT、LIT、IP)

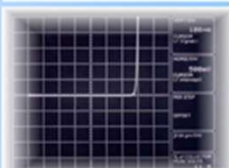
非破壊検査

故障原因究明に向け最適な解析方法を提案

外観検査



電氣的特性検査

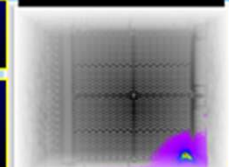


X線検査



X線CT検査

超音波探査



ロックイン
赤外線発熱解析

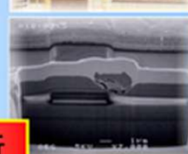
破壊検査

非破壊検査の情報から最適な破壊解析を選択実施

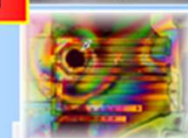
開封・内部検査



断面構造検査



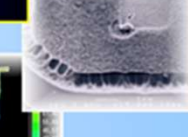
故障部位絞り込み解析



発熱解析



発光解析



エッチバック解析

元素分析



故障メカニズム推定

非破壊検査、破壊検査の情報から故障メカニズムを推定

故障モード

Open, short, Leakage...etc.

故障要素

製造欠陥, 電流パス跡...etc.

故障メカニズム推定

前工程, 後工程, 外的要因...etc.

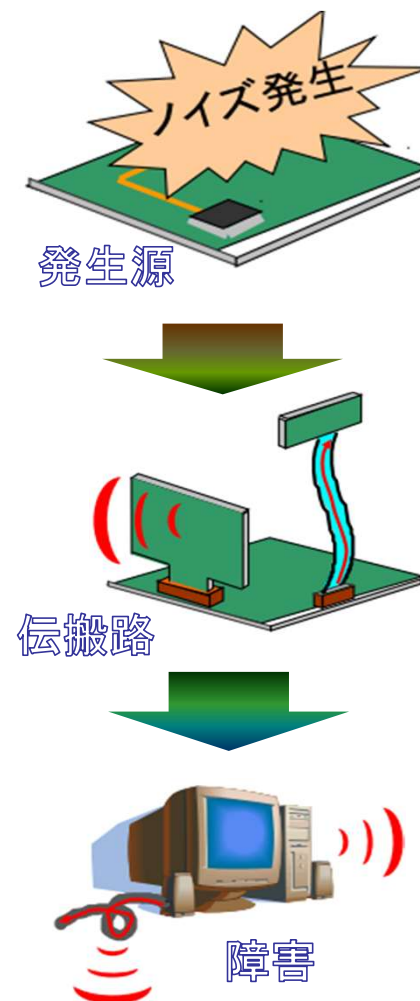
故障解析結果から情報をフィードバックする

本質的対策

使用条件, 環境条件, 製造条件などの変更

検証実験

実力確認, 信頼性試験などの実施



(5). 化学的解析

- ・蛍光X線分析
- ・低分子シロキサン分析
- ・梱包材のアウトガス分析

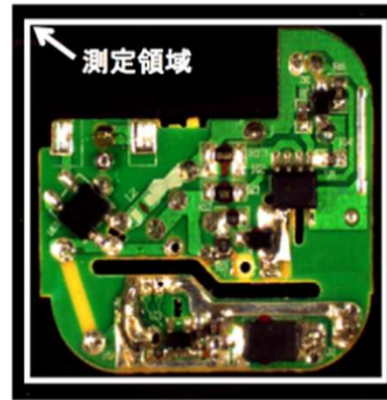


堀場製作所製 蛍光X線装置
XGT5000WR TypeS



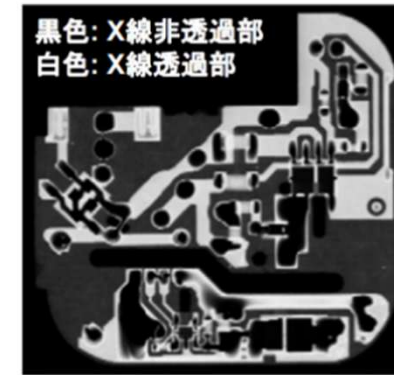
ガスクロマトグラフ(GC/GC-MS)

光学像



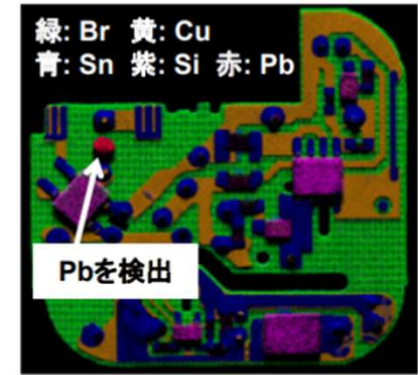
10 mm

透過X線像

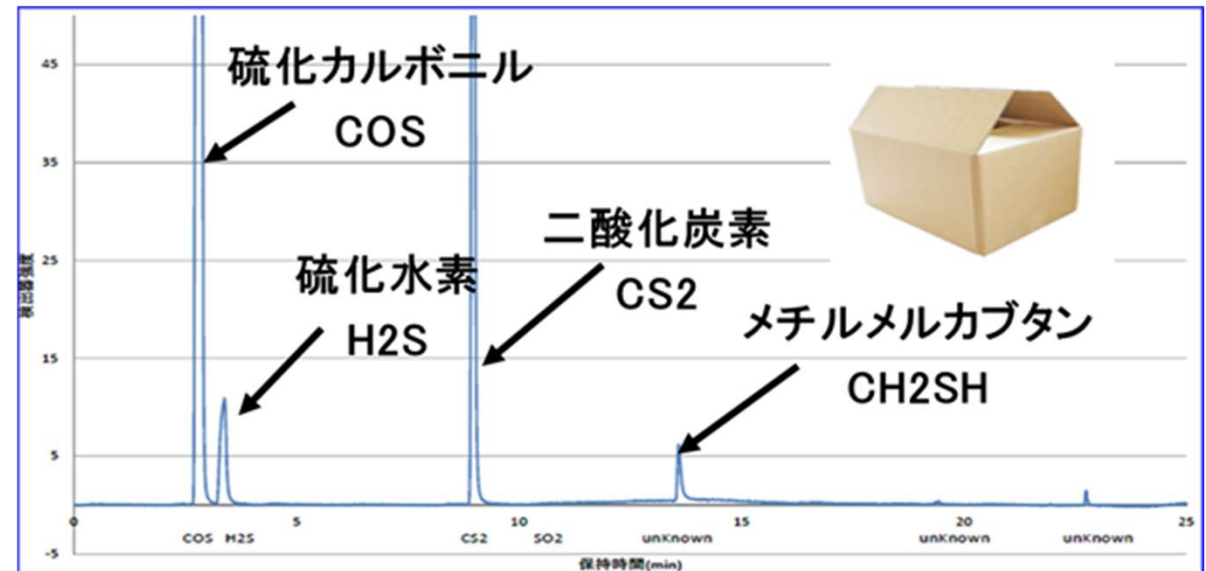


10 mm

マッピング分析像



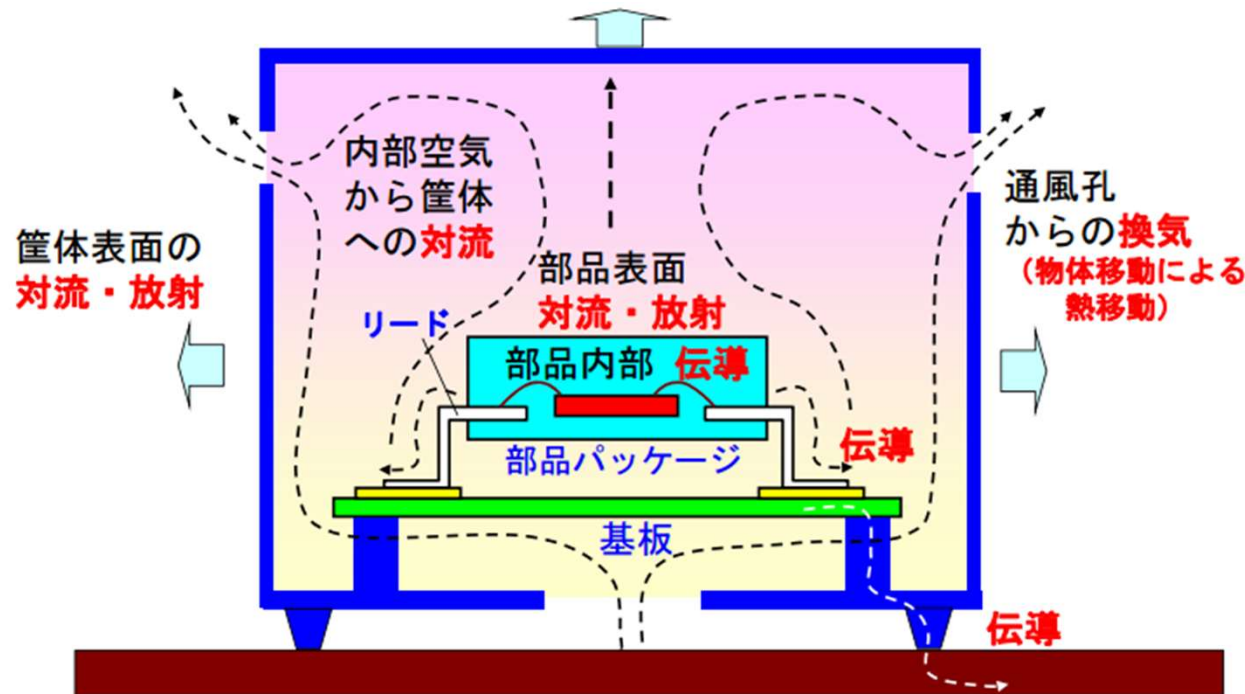
10 mm



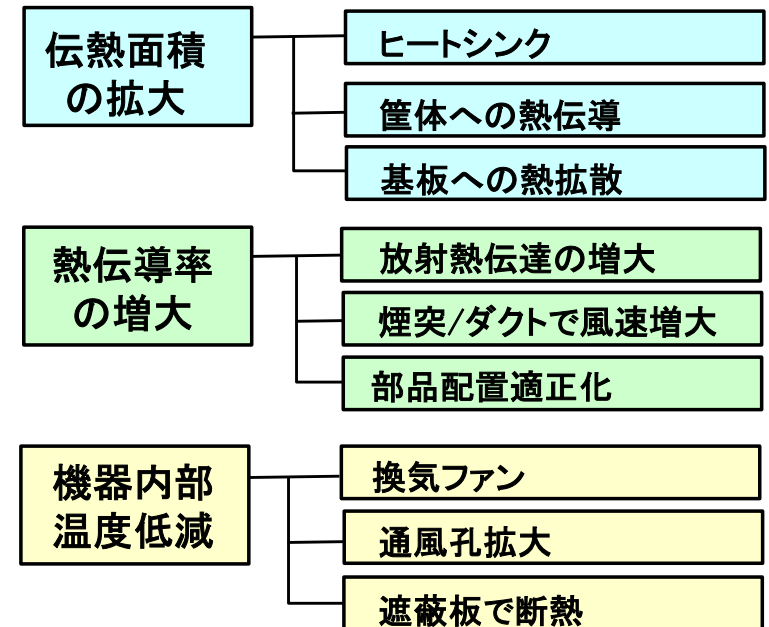
ダンボール材のガスクロマトグラフ

第3章 深刻な誤動作や故障の発生原因と対策

(1). 熱対策 ・電子装置の熱設計 ・冷却方法 ・温度と故障率 ・放熱効果部品の選定



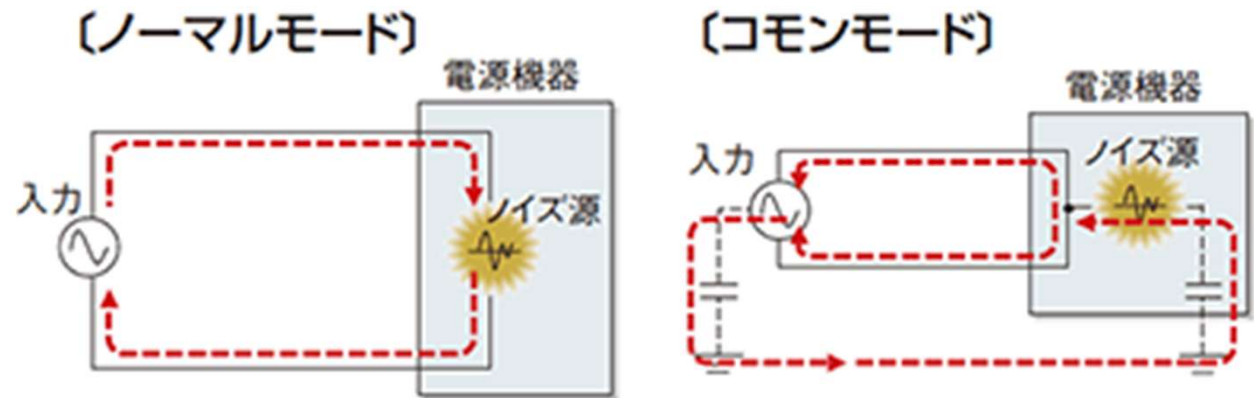
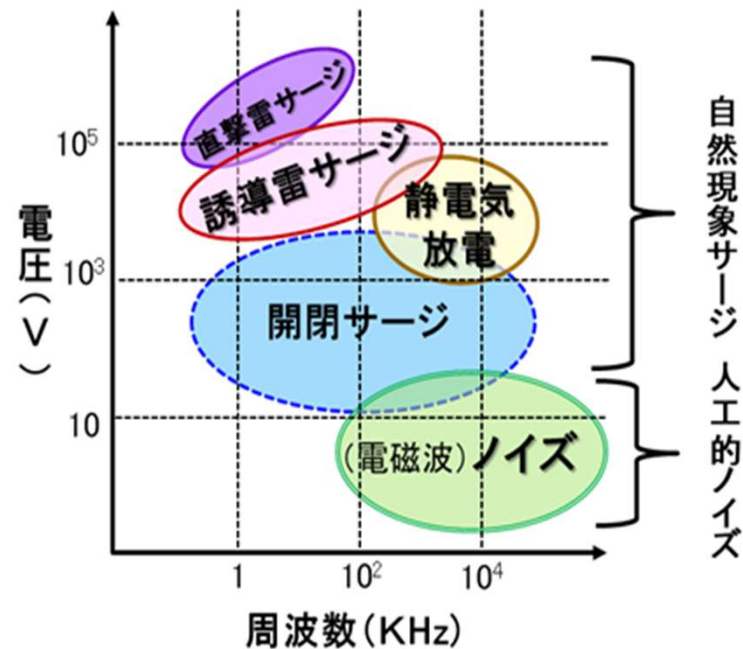
機器の放熱経路



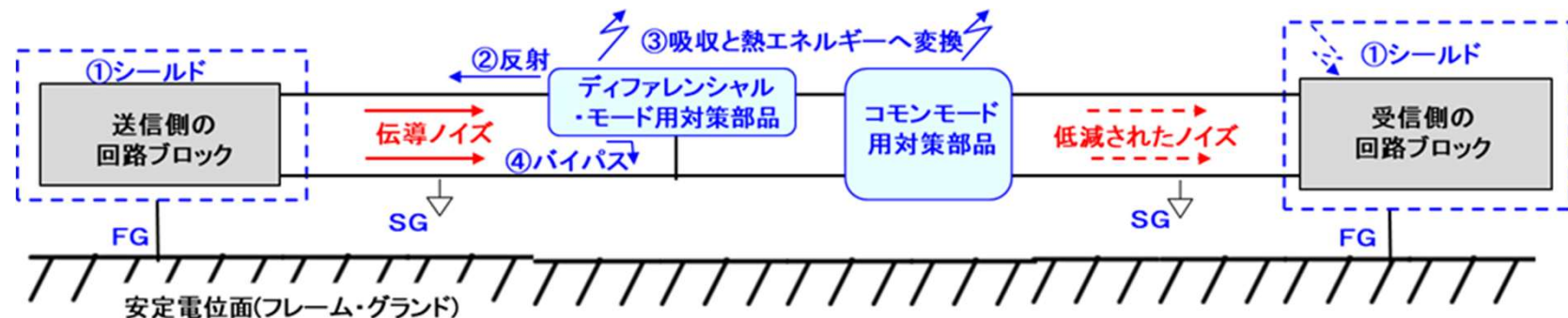
機器の冷却手段

(2). 電子回路ノイズと対策

- ・ノイズの種類 ・ノイズの発生モデル・グラウンドノイズ ・ノイズの伝わり方と対策
- ・ノーマルモードとコモンモード ・スイッチング電源ノイズ対策 ・矩形波ノイズ
- ・高周波ノイズ ・高周波パルス信号の配線ノイズ
- ・ダイポールアンテナとループアンテナ ・電界と磁界 ・静電気ノイズ ・雷サージ



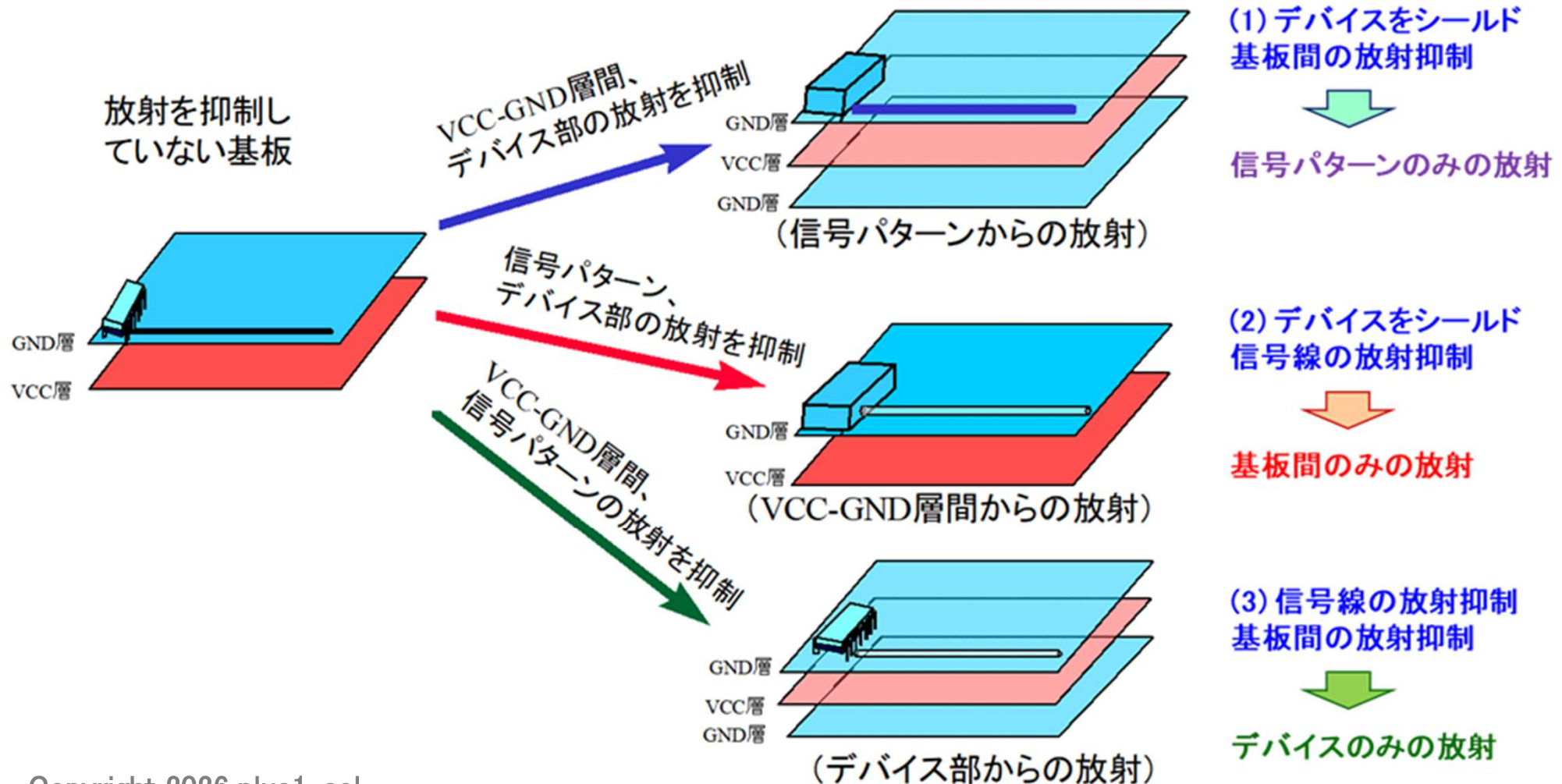
サージとノイズ



電子機器内のノイズの伝わり方

(3). プリント基板のノイズ対策

- ・デバイスからの放射ノイズ対策
- ・信号パターンからの放射ノイズ対策
- ・電源-グランド間からの放射ノイズ対策
- ・信号ケーブルからのノイズ対策 ・静電気ノイズ対策



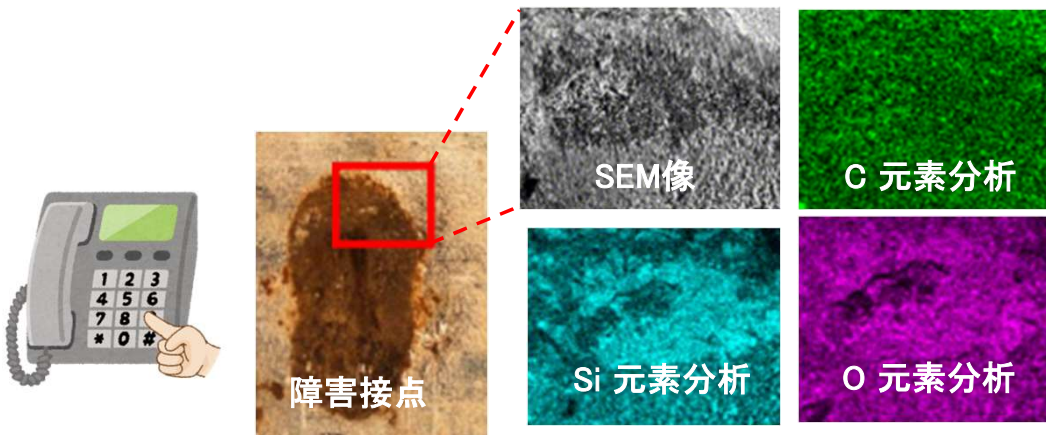
第4章 品質評価の相談と障害対策事例

- (1). エレベーター制御基板のEOL対策
- (2). 屋外設置製品の提案と耐久性評価
- (3). 高精度抵抗器の故障解析
- (4). ダイヤルキーの接触不良解析
- (5). 工場製造ラインの誤動作対策
- (6). 海外製液晶テレビの障害対策
- (7). リチウムイオン電池の焼損事故解析
- (8). LED照明の豆知識

- ・寒冷地のLED照明
- ・トンネルのLED照明
- ・街路灯の放射ノイズ
- ・信号機のちらつき
- ・ブルーライト



LED電球の品質評価



シロキサン解析



海外製液晶テレビの障害対策

【リチウムイオン電池の焼損事故解析事例】



発生状況

客様は病院で、利用者は看護師

購入時期:2018年4月と10月 製造時期は 2016/9月ロット

使用状況は週2回程度の充電を行い、ほぼ毎日利用

5/17日AM1時頃、充電(約30分)後に自然発火(非充電中、非使用中)

評価結果

- ①BATT充電部の回路解析から、回路上で電気的な問題点はなかった
- ②焼損品の検証結果から、落下した形跡あり、消灯中に電流は殆ど流れてないので、「リチウムイオン電池に機械的な衝撃が加わり、焼損が発生した」と推測される

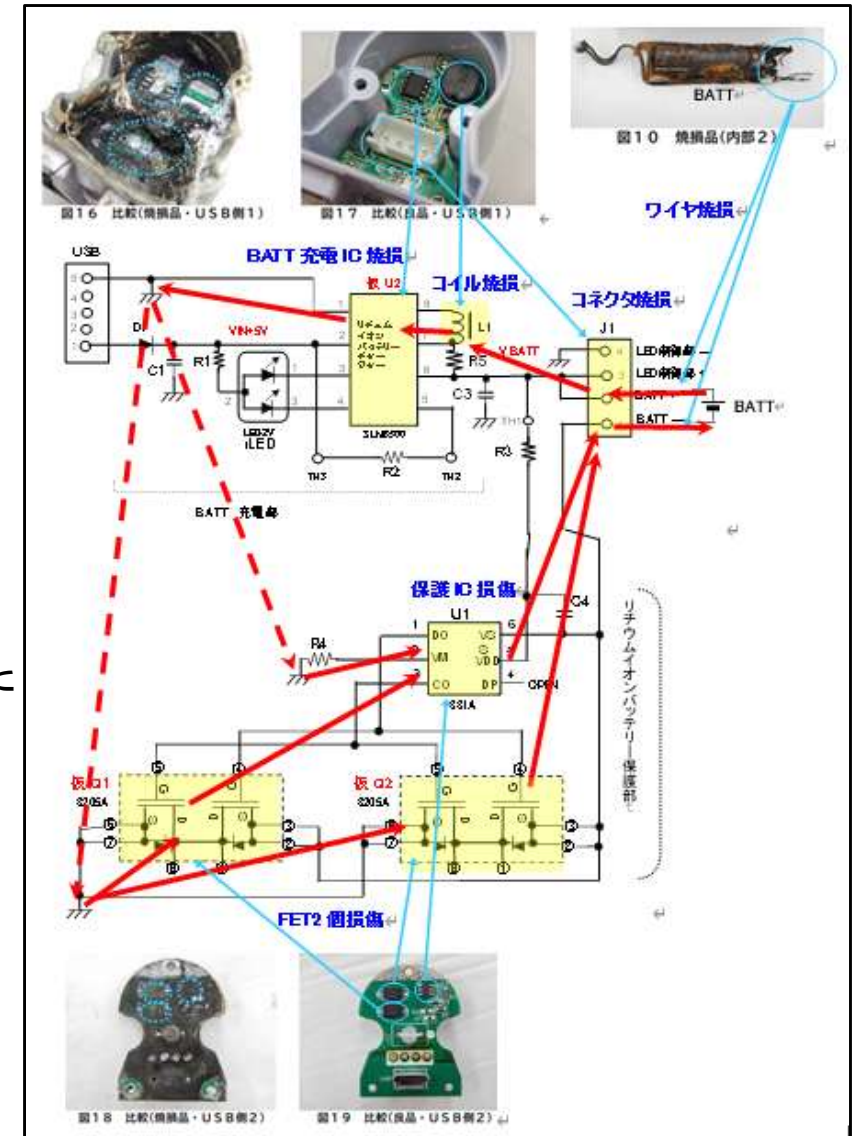


LEDライトの焼損状況



焼損品の外観

焼損ルートの「解析結果



※リバーシエンジニアリング

実基板から回路図・実装図・構成表を作成

＜品質の作り込み＞

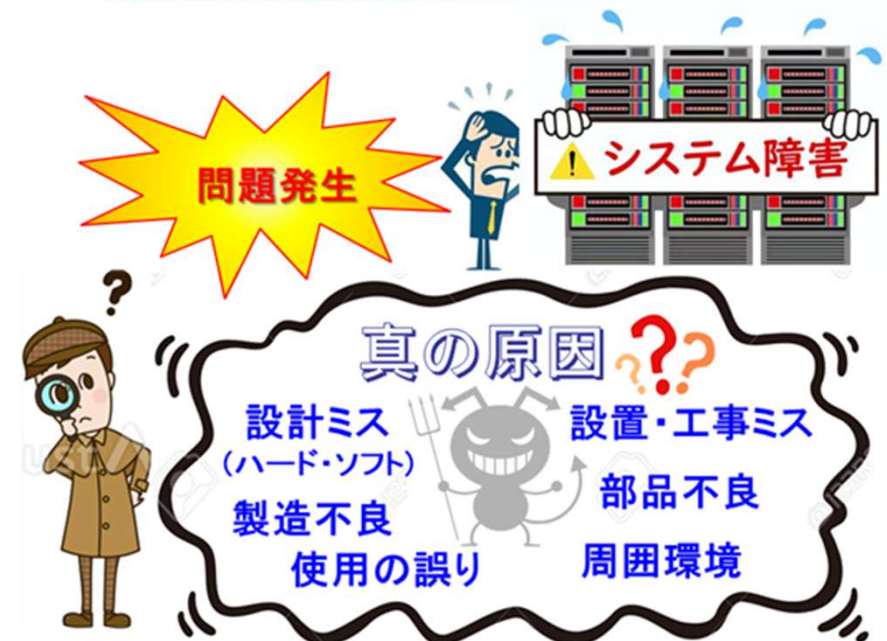
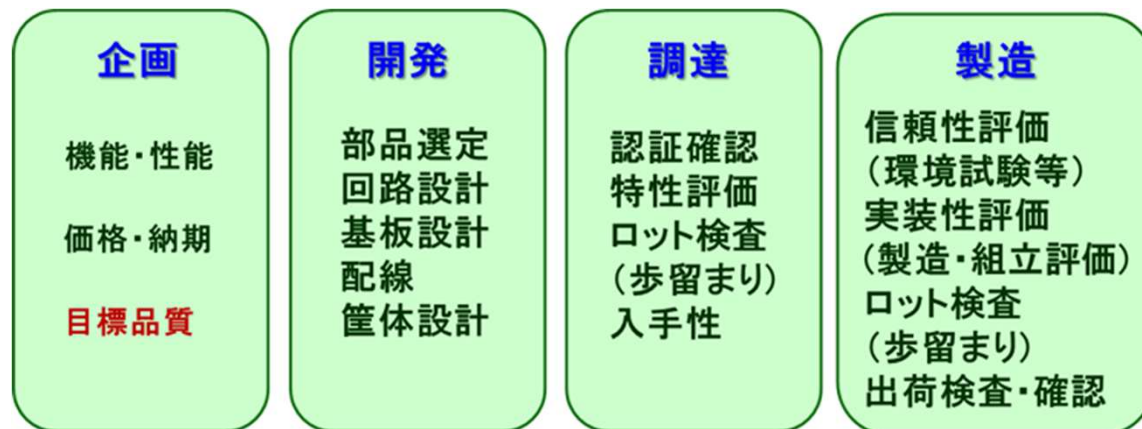
商品仕様決めで「要求品質」を明確にし、これに基づいて設計・製造まで商品の品質を確実に確認・維持して出荷する

そのためには、品質に関する基礎的な技術や知識、評価確認すべき設備と手段を理解していることが大切である。

＜問題解決の近道＞

問題の直接的現象と真の原因は同じとは限らない
発生状況から1つ1つ要因を辿っていけば、
必ず「真の原因」に行き着ける

そのためには商品の品質がしっかり確保されている
事が基本となる



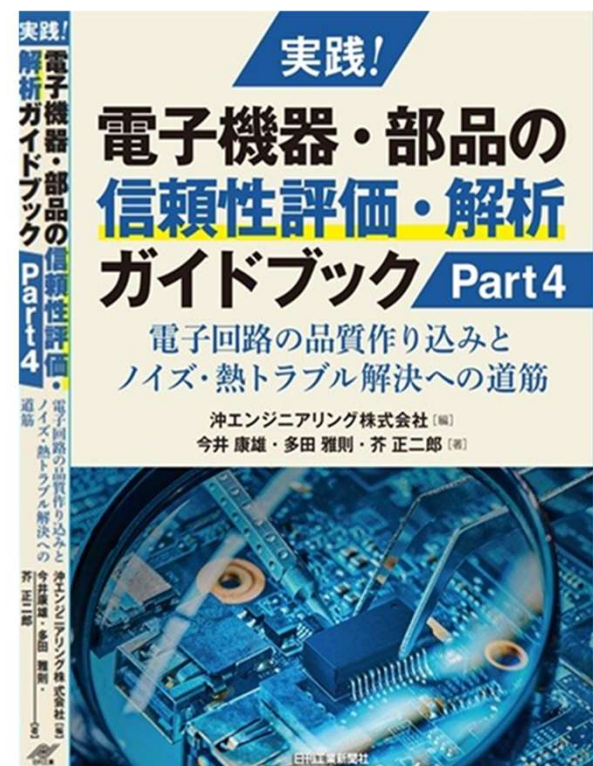
実践！ 電子機器・部品の 信頼性評価・解析 ガイドブック Part4



OEG創立50周年記念 ガイドブックPart4

2025年9月12日 発売
(日刊工業新聞社)

- 電子回路の品質作り込みと
熱・ノイズトラブル解決への道筋**
- 第1章：**仕様・設計・製造・受入・販売・保守の
開発ステップ毎で、顧客の期待に応えられる
製品品質作りのための手順を解説する。
- 第2章：**製品品質の実現手段として、適切な
確認及び解析する様々な手段を紹介する。
- 第3章：**熱とノイズに関する、基礎知識と
対策を紹介する。
- 第4章：**実際に市場で発生したトラブルに
対して、どのようにして解決してきたか、
事例の一部を紹介する。



~~定価：3,900円(税込)~~



Web限定価格：3,300円(税込・送料無料)
(直接メールにてお申し込み下さい)