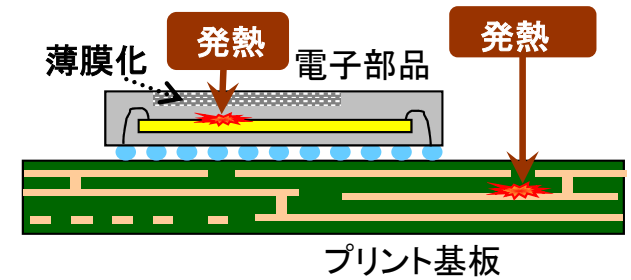


矢崎様向け信頼性技術セミナー

- 第1回 信頼性評価試験
- 第2回 LED照明の信頼性評価事例
- 第3回 アースとノイズ
- 第4回 ノイズの検証とコンサル事例
- 第5回 電子部品の信頼性評価・解析
- 第6回 熱設計の基礎と冷却技術
- 第7回 信頼性工学入門
- 第8回 パワーデバイスの課題と評価対策
- 第9回 はんだ接続課題と評価
- 第10回 車載用電子部品の信頼性評価
- 第11回 熱過渡解析による熱特性評価
- 第12回 信頼性試験および環境試験
- 第13回 故障解析の基礎講座
- 第14回 AEC-Q100に準拠した信頼性評価試験
- 第15回 電子デバイスの良品解析とLSIプロセス診断



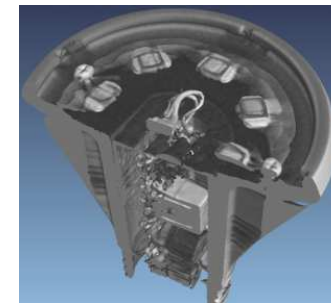
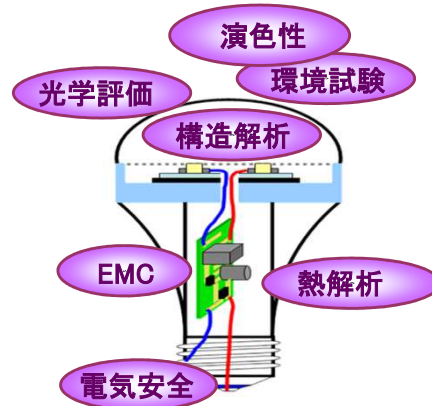


1) 信頼性評価試験

- **特性評価** …… 部品(電子デバイス・電子部品等)・材料等の電気特性／機械特性／物理・化学的特性の評価
- **信頼性試験** …… 部品・ユニット等の使用期間中の故障発生を予測ないし予防するため、故障を誘発する加速条件下でテストし、故障率や寿命を推定
- **劣化調査** …… 部品等の劣化状態を物理的または化学的に調査したり、加速試験により余寿命を推定
- **故障解析** …… 部品・ユニット等の故障品の状況を把握し、電気特性の測定や様々な観察・解析をすることにより故障原因を究明
- **良品解析** …… 部品・ユニット等の状態や欠陥の観察から、将来故障に至る危険性を推定
- **観察・元素分析** …… 部品・材料等の正確な解析・分析をおこなうため、微細構造を観察したり、元素を分析
- **環境試験** …… 部品・装置・材料等に対して、特殊環境下(恒温恒湿試験・高温/低温動作・特殊ガス試験・噴霧試験・塵埃試験・振動試験・衝撃試験等)で耐久性を調査
- **静電気放電試験** …… LSIのESDやラッチアップ印加試験と特性、CDMモデルの放電試験
- **LSI特性評価** …… LSIテスタによる特性測定と評価、バーイン試験、スクリーニング、車載用IC評価
- **EMC試験** …… EMI/EMS試験、各種認証試験(VCCI、CE、NVLAP等)、EMC対策コンサル
- **製品安全試験** …… 情報処理装置、計測制御機器、医用機器等、国際、日本、北米、欧州の安全規格評価
- **化学分析試験** …… 樹脂成分分析・熱特性測定、シロキサン分析、有害物質分析(RoAS・REACH)

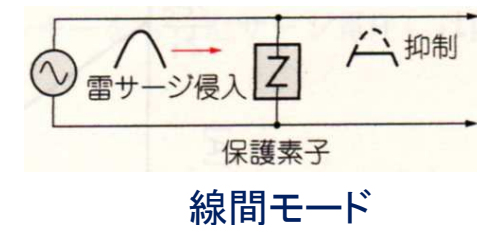
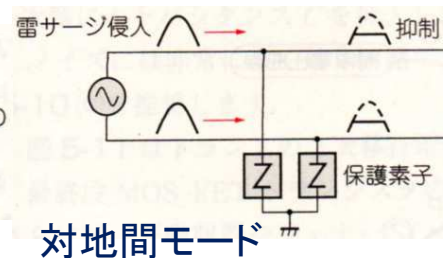
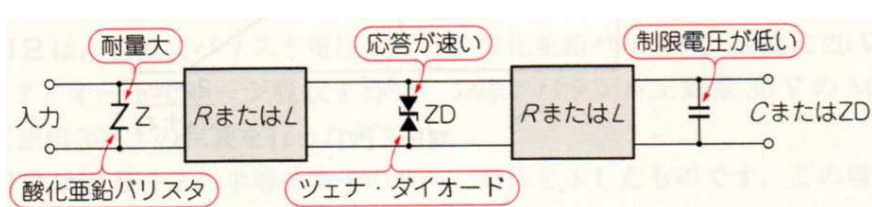
2) LED照明の信頼性評価事例

- **熱解析** …高輝度照明のための放熱対策 部品寿命劣化/焼損
- **光学測定** …放射束、全光束、三刺激値、輝度及び配光特性評価
- **構造解析** …LED素子の潜在的欠陥の観察/分析、封止材(シリコン/エポキシ等)の透過性
- **環境試験** …恒温恒湿試験、高温/低温動作、温湿度サイクル試験、
防水/塵埃(ほこり)、塩水噴霧、ガス腐食試験、落下・衝撃試験
- **EMC試験** …照明機器規格・電気用品安全規格・情報機器規格+αの評価、EMC対策コンサル
- **製品安全試験** …電気用品安全規格(PSE)の技術基準、耐熱性・絶縁材料・フェイルセーフ検証
- **演色、その他**… 演色性と明るさの評価分析、ブルーライト、比視感度



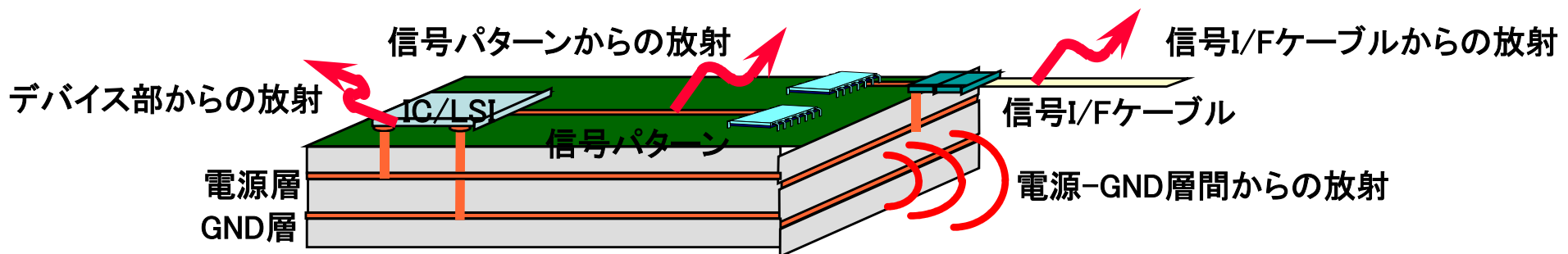
3) アースとノイズ

- **信頼性と熱** … 電子機器の信頼性は放熱対策が鍵
- **部品の選定** … 部品の定格は1W当りの表面積で選定
- **ノイズの発生と対処法** … ノイズの発生源・伝播経路・影響を受けるものを見極める
- **グランドパターン** … アース・フレームグランド・シグナルグランドの区別と各電位差を解消
- **ノーマルとコモンモード** … 伝導ノイズと放射ノイズ、伝導ノイズはノーマルとコモンノイズを見極める
- **電源ノイズ** … 電源とグランド間のインピーダンスを下げる
- **デジタルとアナログ信号ノイズ** … 信号線とグランド間のノイズ成分を見極めて対策
- **高周波ノイズ** … 高周波成分の進行波と反射波を考慮、
- **雷サージ** … 誘導雷には対地間モードと線間モードがある
- **ノイズ対策** … アルミ電解コンデンサ、バイパスコンデンサ、ダンピング抵抗の正しい活用
- **インダクタとフィルタ** … ノイズ帯域に合わせてHPF/LPFを活用
- **対策事例** … アースパターン・1対N配線対策・ケーブルルート対策等



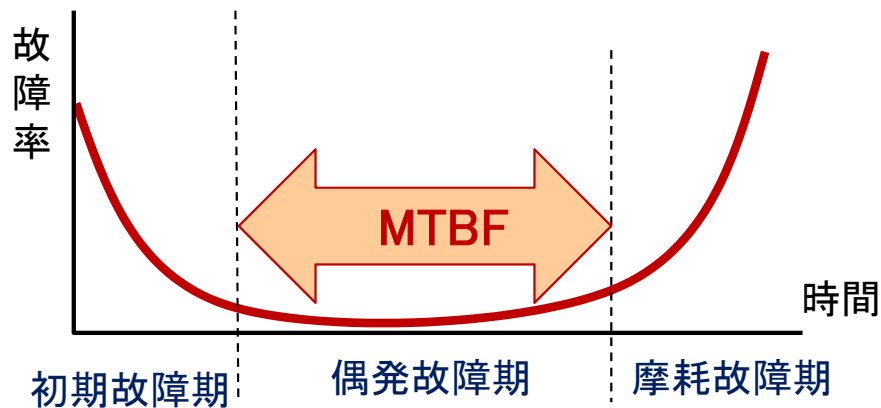
4) ノイズの検証とコンサル事例

- シミュレーション … 伝送波形シミュレーションとEMCシミュレーション、放射ノイズのメカニズム
- 回路波形と放射 … 信号波形・電流波形と放射ノイズ、信号負荷条件、基板端からの距離
- ケーブルと筐体モデル … 装置内ノイズとケーブルノイズ
- 基板からの放射 … 信号パターンからの放射解析、電源-グランド層からの放射解析
デバイスからの放射解析、プリント基板下の金属板による影響
- EMC対策 … 信号線からの放射、電源-GRD間からの放射、ICからの放射、
接続ケーブルからの放射
- 静電気放電 … 放電電流ルートの推定、ノイズ伝達ルートの推定、誤動作部分の推定
- 放射ノイズ対策 … 筐体対策、基板対策、回路対策
- 回路基板対策 … デバイスの対策、信号パターンの対策、電源-GND層の対策
信号I/Fケーブルの対策



5) 電子部品の信頼性評価・解析

- **信頼性評価の重要性** …市場故障と信頼性、電子機器メーカーの評価、
- **部品調達** … 部品メーカーの信頼性、部品調達のポイント、部品選定の評価方法
- **部品搭載(実装基板)** … 実装基板の課題、頻度の高い故障メカニズム
- **部品の信頼性仕様** … 信号パターンからの放射解析、電源-グランド層からの放射解析
デバイスからの放射解析、プリント基板下の金属板による影響
- **製品の信頼性仕様** … 加速試験による寿命の求め方、信頼性試験・環境試験
- **故障解析** … 市場故障の解析、実装基板の故障解析



電子部品のバスタブ曲線

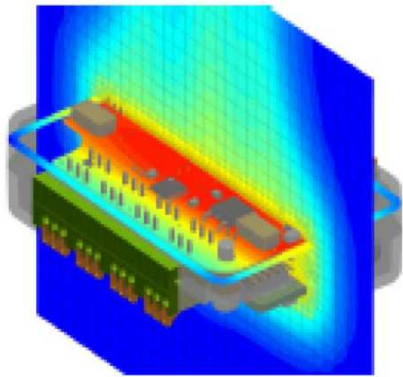


参考書



6) 熱設計の基礎と冷却技術

- **熱設計のトレンド** … パワエレで熱設計が重要な理由、汎用品の小型化、IGBTチップの放熱、パワーモジュールの高密度小型化、パワエレの熱問題事例と対策
- **放熱のメカニズムと熱対策** … 熱の課題、伝熱現象の共通基礎式、熱設計の考え方、放熱の経路、熱等価回路と熱抵抗、熱対策
- **パワーモジュールの熱対策** … HEVの熱対策、パワーモジュールの冷却、直冷式/両面式冷却構造
- **放熱材料・デバイスの動向** … 高温熱接合技術、Cu焼結材、ナノ銀接合材、ヒートシンク
- **パワーモジュールの信頼性評価** … T3Sterによる構造関数、デバイスの劣化評価



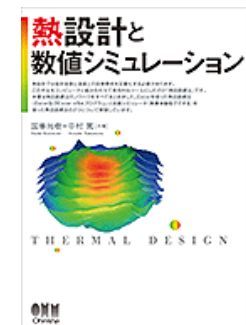
《参考文献》



日刊工業新聞社
2012年7月



日刊工業新聞社
2015年9月

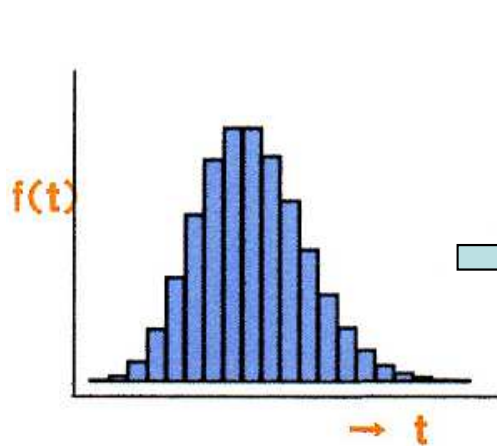


オーム社
2015年

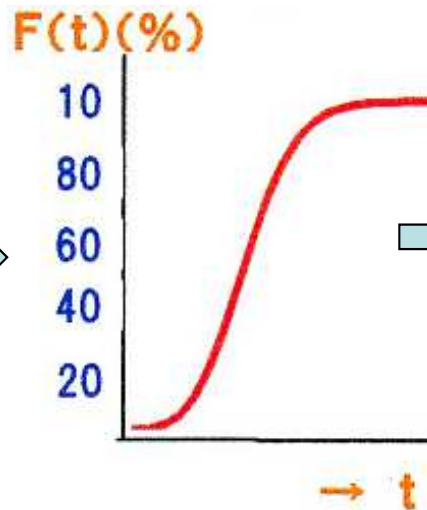
注記：本講演は(株)サーマルデザインラボの国峯尚樹様のご協力によります。

7) 信頼性工学入門

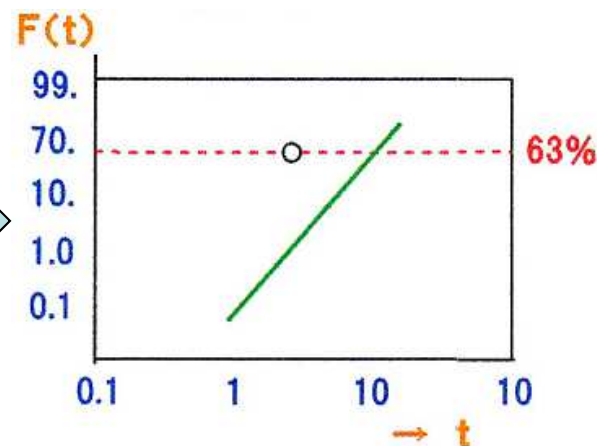
- **信頼性と故障** … 用語の定義、故障の尺度、システムの信頼性、設計アセスメント
 FMEA、FTA、故障率の算出、故障率曲線、スクリーニング、ディレーティング
- **信頼性における確率分布** … 指数分布、正規分布、対数正規分布、ワイブル分布、ポアソン分布
- **加速寿命試験** … 加速寿命試験の基礎、活性化エネルギー、加速寿命推定、反応速度定数
 各種温度係数、温度サイクル試験による加速、積層セラミックコンデンサ耐用年数
 加速式と加速係数、DCモータファンの受尿特性、フレキシブル基板の寿命特性
- **ワイブル確率紙** … ワイブル確率紙の使用方法



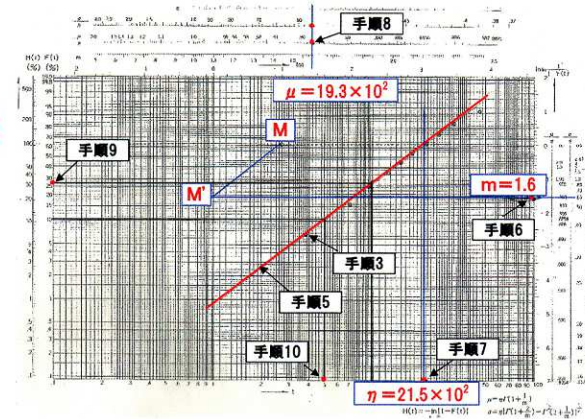
各時間における
故障率



累積故障率



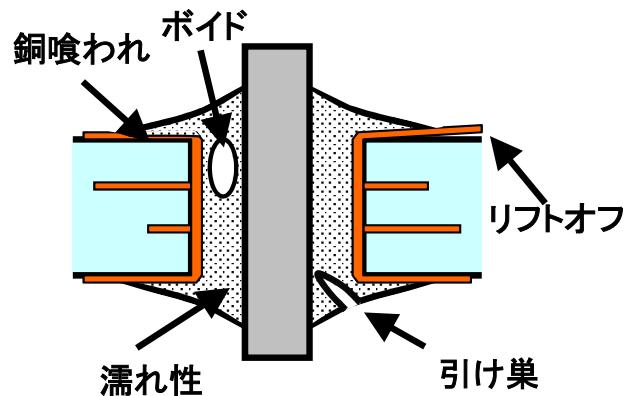
ワイブル確率紙



ワイブル確率紙プロット手順

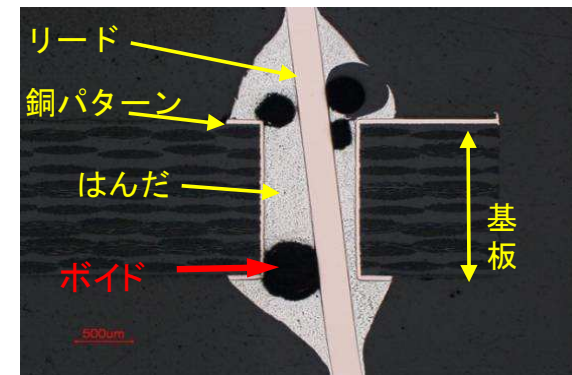
9) はんだ接続課題と評価

- **はんだの種類と融点** … 電子機器への影響、クリームはんだ印刷、各種共晶はんだ融点
- **鉛フリーはんだの懸念事項** … Pbフリーはんだの懸念事項
- **基板実装時の問題** … ボイド、ブラックパッド、リフトオフ、引け巣、銅喰われ
- **はんだ接続の劣化要因** … 強度の経年劣化、クリープ現象、熱疲労現象
- **はんだの信頼性評価** … 接合強度、ウイスカ、マイグレーション、耐衝撃性・耐振動性、評価項目
- **はんだ接合部の断面観察例** … チップ抵抗、ネジのウイスカ、ICリード、はんだ上り、濡れ性、クラック、BGA断面、はんだペースト、EPMA分析



鉛フリーに伴う問題点

	合金系	融点
230°C	Sn-Cu-Ni系	227°C
220°C	Sn-Ag系 Sn-Ag-Cu系	227°C 219°C ← 鉛フリー
210°C	Sn-Ag-Bi-In系	208°C
200°C	Sn-Zn系	199°C
185°C	Sn-Pb系	183°C ← 従来



10) 車載用電子部品の信頼性評価

■ 電子機器の信頼性の作り込みと必要な評価技術

… 自動車メーカーからの要求、セットメーカーに必要な技術と信頼性、電子機器の故障要因

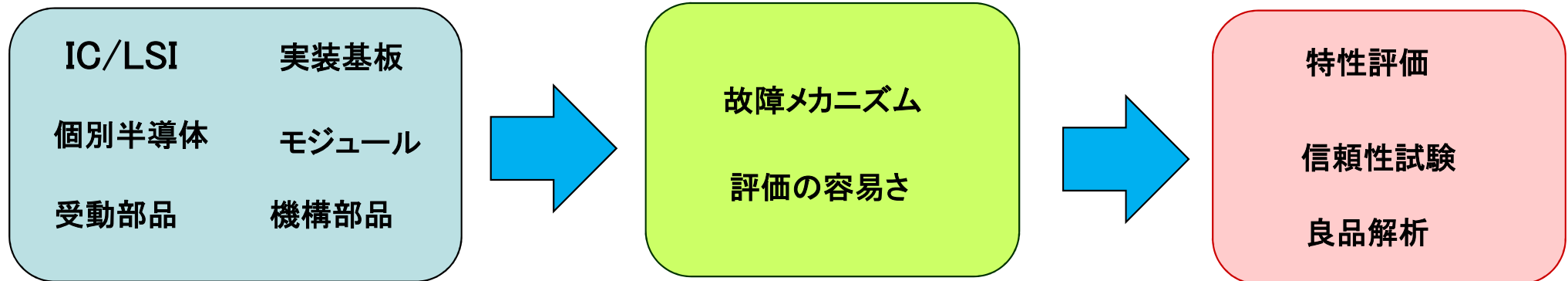
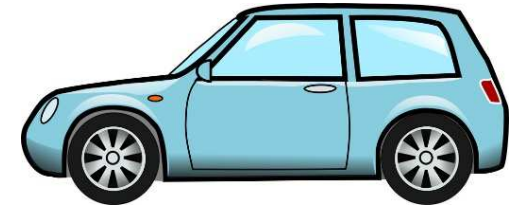
■ 車載用電子機器に用いられる部品

… 主要な電子機器の校正、車載用マイコン、パワーデバイス

■ 電子部品への要求

… 車載用電子部品に関する規格・仕様及び信頼性の作り込み

■ 部品調達 … 部品調達のポイント、部品調達のための評価法



品質・信頼性評価

11) 熱過渡解析による熱特性評価

■ 熱特性解析の必要性

… 発熱量の増加による半導体の破壊、熱抵抗の最適測定

■ 従来の評価手法 … TEGや実素子を使用したメリット・デメリット

■ 熱過渡特性解析 測定の流れ … 熱過渡解析装置のシステム構成

■ 構造関数 … 温度の過渡特性から熱抵抗・熱容量を算出

■ JEDECに準拠した熱過渡解析と留意点

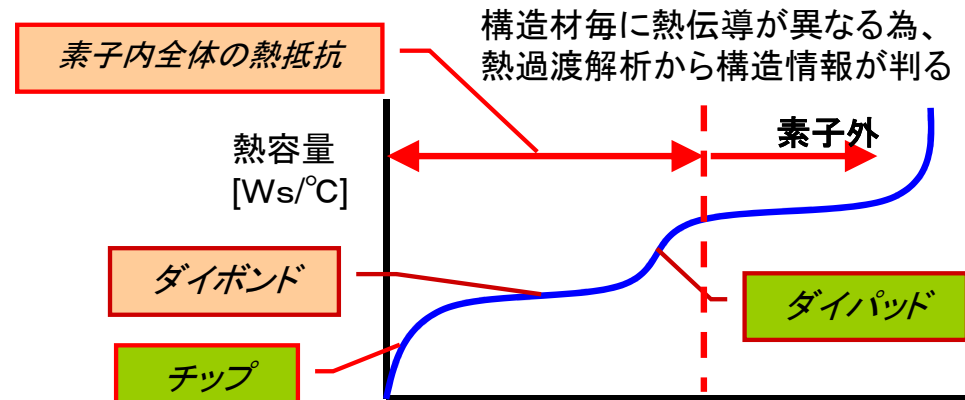
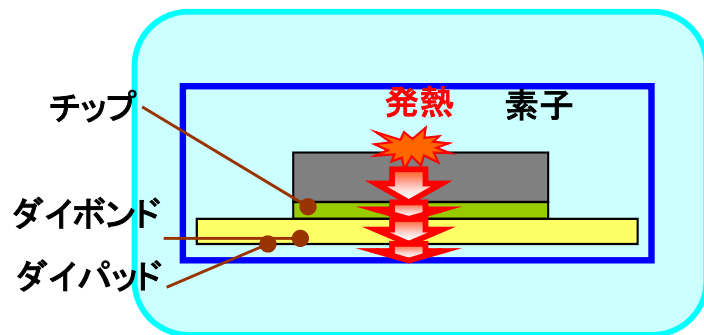
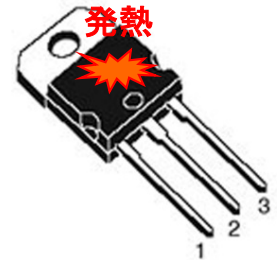
… デバイスの熱飽和時間、冷却系の容量、測定環境、実デバイスの熱流路

■ 減圧条件下での熱過渡特性解析

… Total Rthの増加傾向、熱容量の低下、取得温度変化

■ LEDの熱特性 … 光特性と熱特性の同時取得

■ 測定事例 … 複数メーカーLED電球製品比較



12) 信頼性試験および環境試験

- 信頼性試験 …… 熱ストレス、水分/湿度ストレス、温度急変ストレス
- 環境試験 …… 耐塩水、混合ガス、耐候性
- 実装評価試験 …… 半田強度/濡れ性、イオンマイグレーション、ウイスカ



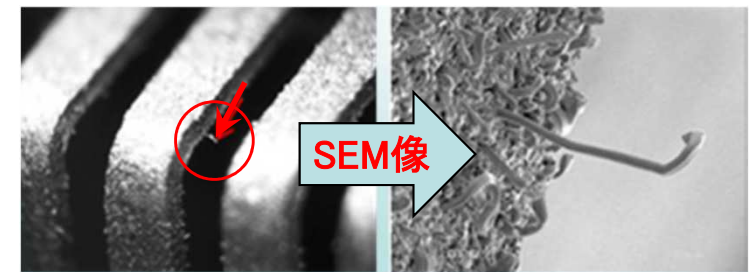
散水試験 (IPx3/4)



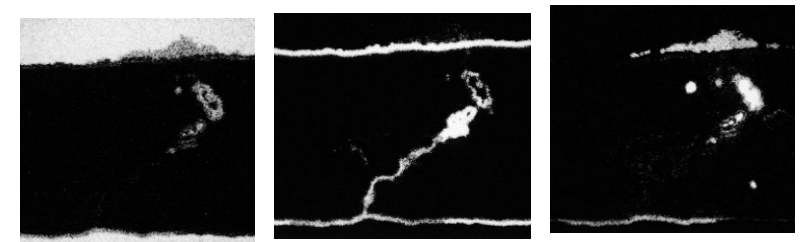
複合試験機 (振動+温湿度)



恒温恒湿槽 (室)



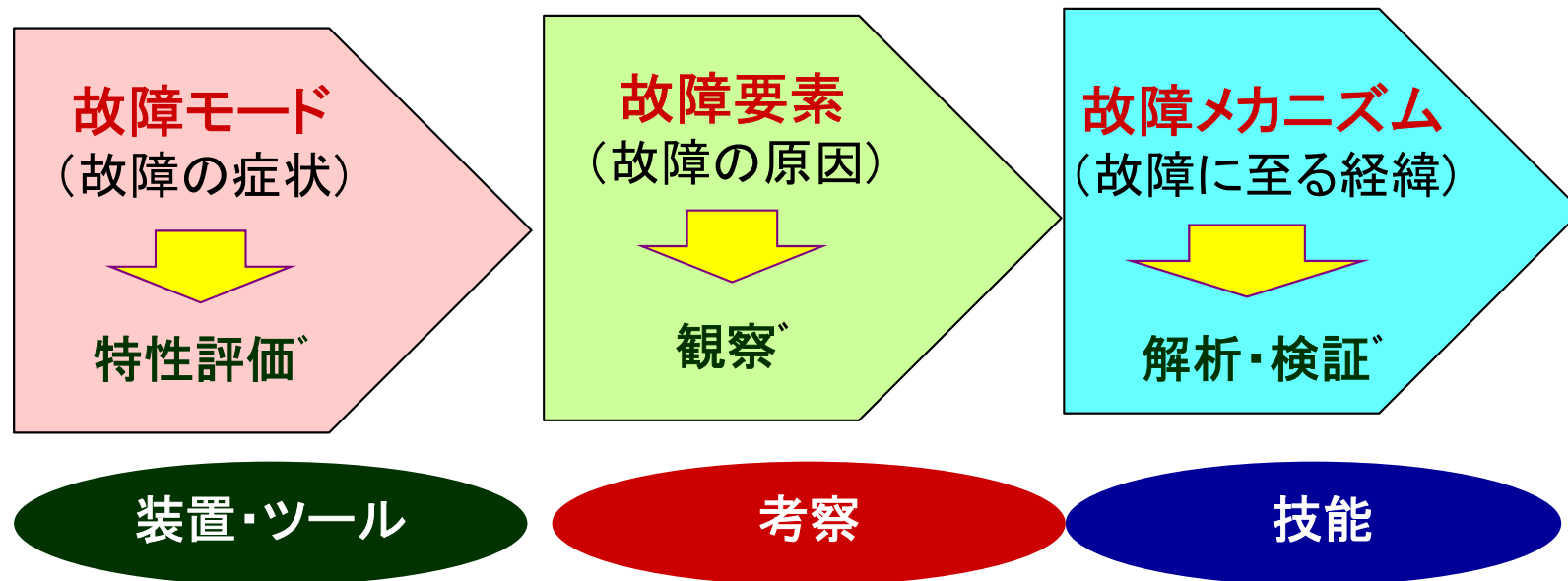
ICリード表面のウイスカ



銅 銀 リン
マイグレーション試験 (EPMA分析)

13) 故障解析の基礎講座

- はじめに …… 故障と故障解析／故障解析の目的／故障モード
- 故障要素・メカニズム …… 受動部品、
ウェハ・プロセス(基本構造と故障モード／故障要素／信頼性に関する故障メカニズム)、
アッセンブリ・プロセス、実装基板
- 故障解析 …… 電子機器の回路、故障解析の流れ(電子機器/電子部品)、解析ツール、解析事例



14) AEC-Q100に準拠した信頼性評価試験

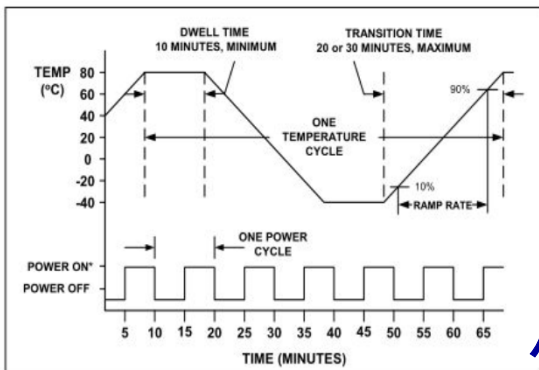
■ バスタブ曲線

■ 加速モデル …… 反応論(アレニウス)モデル、アイリングモデル、
 MIL-HDBK-217F「部品ストレス解析予測法」

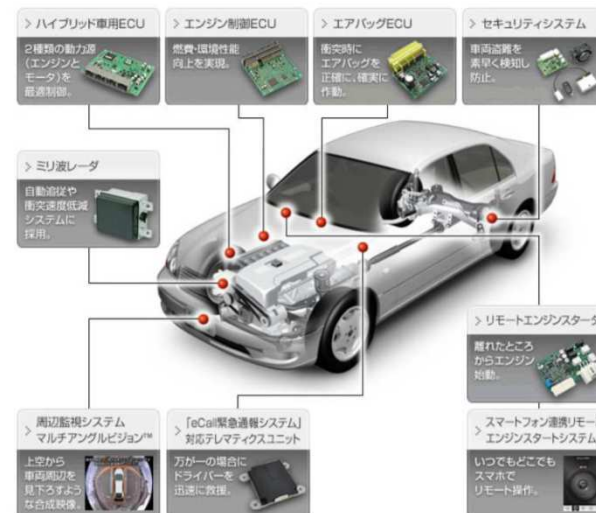
■ 加速試験事例の紹介 ……フレキシブル基板のイオンマイグレーション試験、
 フォトカプラの高温動作試験、トランジスタの高温動作試験(微小な変化をt分布検定で検出)
 IEC62506(Methods for product accelerated testing)、HALT試験

■ 車載用信頼性試験 ……規格がある試験(AEC-Q100試験規格)、ESD破壊事例の紹介
 規格がない試験(コンデンサ突入電流試験、アバランシェ試験)

■ 車載用部品のEOS破壊事例の紹介



AEC-Q100
パワー温度サイクル試験



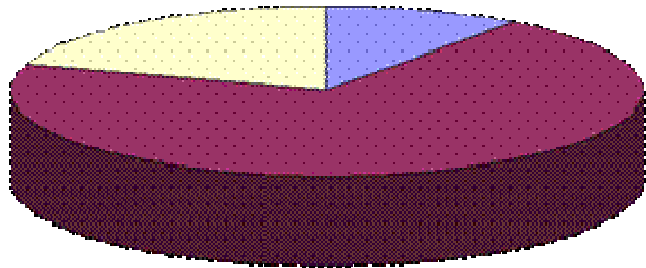
車載用ECU

15) 電子デバイスの良品解析とLSIプロセス診断

- 良品解析とは …… 故障解析の限界と本質的対策、
良品解析とは何か」
- IC/LSIを対象とした良品解析 (LSIプロセス診断) の紹介
- その他各種デバイスの良品解析実施例 …… パワーデバイス、実装基板、太陽電池、MEMS、
受動部品、LED

■ まとめ

評価試験 (20%) 故障解析 (10%)



良品解析 (LSIプロセス診断) (70%)

【自動車関連企業殿からの実績】

54評価項目

独自診断基準

欠陥項目 No.	工程名	欠陥項目
21	電極・配線形成 I	ポイド・傷
22	電極・配線形成 I	異物混入、汚染
23	電極・配線形成 I	オーバーエッチング(層間絶縁膜)
24	電極・配線形成 II	接続部のカバレッジ(テーパー接続)
25	電極・配線形成 II	アライメント(マスク合わせ)の不整合
26	電極・配線形成 II	層間接続部(アスペクト比)
27	電極・配線形成 II	層間接続部(開口比)
28	電極・配線形成 II	層間接続部不良(層剥離開かず)
29	電極・配線形成 II	コンタクト下層Siの結晶欠陥
30	電極・配線形成 II	コンタクト部のSi/ジュール(AI単層)
31	電極・配線形成 II	アロイスバイク(AI単層)
32	電極・配線形成 II	ポイド、埋込不良(プラグ接続)
33	電極・配線形成 II	形状異常

採点分類	採点ランク	判定
Excellent	1000	合格
Very good	751~999	
Good	501~750	
Passing	251~500	
Below averaging	1~250	留意
Failure	0	不合格

採点

【良品解析】