

プリント基板実装における不良発生傾向抽出方式

—電子回路機器実装システムの研究（第4報）

(株) 日立製作所 *野本多津 NOMOTO Tazu
(株) 日立製作所 小林秀明 KOBAYASHI Hideaki

1. 緒言

プリント基板は、市場ニーズの多様化に伴う多品種化、対象製品の小型化・軽量化に伴う高密度実装化等が進み、作業の高度化、複雑化に伴う組込不良、はんだ不良等の各種製造不良が発生しやすくなっている。これらの製造不良に対しては、不良発生後の迅速な対策と共に、不良発生要因の事前抽出が重要な課題となっている。この中で、特に、部品の実装方向や実装位置等、設計方法が原因で発生する製造不良に関しては、設計段階での事前対策が要求されている。

2. 不良の要因と対策

プリント基板実装ショップにおいて抽出される製造不良は、設備の能力、作業者のミス等、製造方法に起因するもの（以下、製造要因の不良と呼ぶ）と、部品の実装位置、方向等、設計方法に起因するもの（以下、設計要因の不良と呼ぶ）がある。このうち、設計要因の不良については、設計段階で事前に対策することが有効である。

しかし、工程管理者が、製造不良データの中から設計要因の不良を抽出して、設計に不良対策指示を行うことは、多大の時間、工数を要する。

そこで、製造不良データから自動的に基板・部品特性別の不良発生傾向を抽出し、それに基づき設計で不良対策を行うシステムが必要となる。

本報告では、電子回路機器実装システムにおいて、上記対策指示を行うための不良発生傾向抽出方式について述べる。

3. 不良発生傾向抽出方式

3.1 概要

不良発生傾向抽出方式は、プリント基板実装ショップから得られる不良実績情報と、CADデータから組立に必要な情報を格納した組立情報に

基づき、基板・部品特性ごとに不良発生傾向を分析、抽出するものである。

3.2 方式の検討

製造不良と原因の因果関係は複雑で、設計要因と製造要因が絡み合っただけで不良が発生すると考えられる。本方式では、様々な不良要因の中から、設計要因の不良を抽出する必要がある。

そこで、製造プロセスの工程単位で設計、製造要因の不良の発生比率が大きく異なることに着目して、工程単位で設計要因の不良を算出し、これを不良発生傾向抽出方式に利用する。

また、新基板設計時には、その基板と類似した基板の不良発生傾向を参照することから、不良発生傾向の抽出には、基板特性別に編集したデータ形式が有効である。

以上の考え方を基本とし、次節で本方式の処理方法について詳述する。

3.3 処理方法

本方式では、処理対象となるプリント基板の不良実績情報、組立情報を入力し、以下の処理を行う[図1]。

1) 不良現象別不良件数の集計

表1に不良実績情報から集計された不良現象

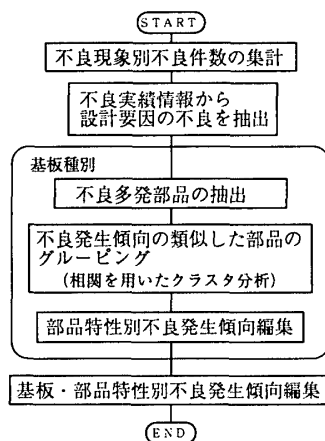


図1 不良発生傾向抽出方式 概略処理フロー

別不良件数を示す。なお、

B_i :部品、 F_j :不良現象、 C_{ij} : B_i の F_j 発生件数とする。縦軸には不良実績情報のデータ形式の最小単位で集計する。この例では部品となっている。

	F_1	...	F_j	...	F_n
B_1	C_{11}	...	C_{1j}	...	C_{1n}
⋮					
B_i	C_{i1}	...	C_{ij}	...	C_{in}
⋮					
B_m	C_{m1}	...	C_{mj}	...	C_{mn}

表1 不良現象別不良件数

(2)不良実績から設計要因の不良を抽出

電子回路機器実装システムの一機能である不良原因解析機能で、工程単位に算出された、不良原因とその原因である確率（百分率で算出） μ を用い、設計要因の不良を抽出する。即ち、原因が製造要因である場合、不良件数 C_{ij} をその確率だけ削減してそれを新たに C_{ij} とする。

(3)不良多発部品の抽出

不良が多発している部品(B_i)を(1)式により抽出する。

$$\{ B_i \mid \max(C_{ik}) \geq \mu, (k=1, \dots, m) \} \quad \dots\dots(1)$$

$$\mu = \frac{1}{m \cdot n} \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^n C_{ik}$$

(4)不良発生傾向の類似した部品のグルーピング

相関を用いたクラスタ分析により、部品発生傾向の類似した部品のグルーピングを行う。

B_i と B_j の相関値 $r_{B_i B_j}$ は(2)式で算出される。

$$r_{B_i B_j} = \frac{S_{B_i B_j}}{\sqrt{S_{B_i}^2} \sqrt{S_{B_j}^2}} \quad \dots\dots(2)$$

$$S_{B_i B_j} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (C_{ik} - \mu_{C_i})(C_{jk} - \mu_{C_j})$$

$$S_{B_i}^2 = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (C_{ik} - \mu_{C_i})^2$$

$$S_{B_j}^2 = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (C_{jk} - \mu_{C_j})^2$$

$$\mu_{C_i} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n C_{ik}$$

$$\mu_{C_j} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n C_{jk}$$

グルーピング可否のしきい値は、95%信頼区間で真の相関係数が0となる値を用いる。グルーピングされた部品の不良現象別不良件数 $C_{..}$ は不良現象毎に加算しておく。

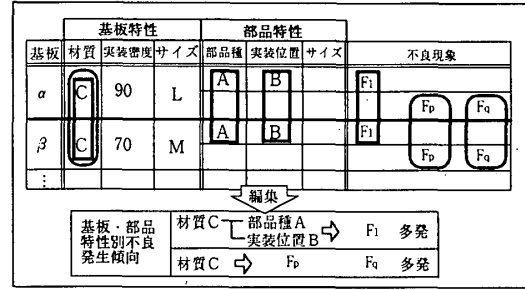


図2 基板・部品特性別不良発生傾向編集例

(5)部品特性別不良発生傾向編集

(4)にてグルーピングされた部品群毎に、各々の共通する部品特性を抽出する。ここで、部品特性とは、部品種、実装位置、サイズ等を表す。抽出された部品特性別の不良現象別不良件数が μ 以上の不良現象を、その特性の不良発生傾向とする。

以上(3)~(5)の処理を基板種別に行う。

(6)基板・部品特性別不良発生傾向編集

(5)にて基板種別に編集された部品特性別不良発生傾向のデータについて、同一な部品特性別不良発生傾向を持つ複数のデータについて、共通する基板特性をそのデータ群の基板特性とし、1つの基板・部品特性別不良発生傾向に纏める。ここで、基板特性とは、材質、実装密度、サイズ等を表す[図2]。

以上の処理により得られた基板・部品特性別不良発生傾向をDBに格納しておくことにより、類似基板設計の際に、行うべき対策内容が明確となる。

4. 結言

電子回路機器実装システムとして、組立情報、不良実績情報に基づき、基板・部品特性別の不良発生傾向を抽出する、不良発生傾向抽出方式を確立した。本方式により、設計要因不良の事前対策による製造不良発生の抑止が可能となる。

5. 参考文献

- 小林他：プリント基板実装における不良修正・対策指示方式、平成6年度日本経営工学会秋季研究大会予稿集、pp139~140
- 野本他：プリント基板実装における不良原因解析支援方式、平成6年度日本経営工学会秋季研究大会予稿集、pp141~142