

鉛フリーはんだの接合信頼性に関する研究

—実装外観品質基準の適切性に関する評価—

中部エレクトロニクス振興会
名古屋市工業研究所

平成 20 年 3 月

目次

1.	はじめに	1
2.	研究目的	1
3.	評価対象基準	2
4.	熱衝撃試験の加速性	4
4. 1	応力・ひずみ	4
4. 2	疲労試験	4
4. 3	Coffin-Manson の法則	5
4. 4	はんだ接合部の熱衝撃試験における疲労破壊	6
5.	試験方法	7
5. 1	試験概要	7
5. 2	試料	7
5. 2. 1	ガルウイングリード型部品	7
5. 2. 2	チップ部品	9
5. 3	試験基板・実装	12
5. 4	熱衝撃試験の条件・試料	13
5. 5	外観観察	15
5. 6	強度測定	16
5. 7	はんだ接合部の導体抵抗値測定	17
6.	試験結果 ガルウイングリード型部品のフィレット高さ	18
6. 1	温度差 165°Cの熱衝撃試験	18
6. 1. 1	外観観察	18
6. 1. 2	強度測定	20
6. 1. 3	まとめ	20
6. 2	温度差を変えた熱衝撃試験	21
6. 3	実使用時の寿命推定	22
7.	試験結果 ガルウイングリード型部品の導体抵抗値測定	24
7. 1	抵抗値と外観の相関	24
7. 2	温度差を変えた熱衝撃試験	25
7. 3	実使用時の寿命推定	28
8.	試験結果 チップ部品のフィレット高さ	30
8. 1	外観観察	30
8. 2	強度測定	31
8. 3	まとめ	32
9.	結論	33
10.	参考文献	34
11.	活動経過	35
12.	謝辞	35

1. はじめに

プリント回路板に使用されるはんだは、EU (欧州連合) の RoHS 規制に対応して鉛フリー化が進められ、鉛フリーはんだの特徴、問題点が把握され使用されている。この使用にあたっては、各企業において実装外観品質基準が策定され運用されている。

一方、中国、東南アジアや米国の EMS (Electronics Manufacturing Service) をはじめとする実装メーカーでは、IPC の実装外観品質基準が採用されていることが多い。この基準は IPC-A-610 D という規格であり、IPC という米国の電子産業に関する団体が推奨する基準である。

中部エレクトロニクス振興会 技術委員会 第2分科会 参加企業 (以下、参加企業) において、コスト、デリバリー、性能が優れているため、東南アジアや米国で製造されたユニット・モジュールを自社製品に組み込む場合があるが、それらのプリント回路板は IPC 基準で実装されていることが多い。

IPC 基準には参加企業の基準とは異なるものがあり、特に IPC 基準の方が緩い場合、その基準が適切であるかどうか (適切性) の判断が必要になる。

2. 研究目的

当分科会では、特に IPC 基準の方が緩いと思われる項目について試料を作製し、評価を行い、適切性を検証することとした。具体的な内容は以下の二つである。

(1) 参加企業の基準には不適合であるが IPC 基準には適合する試料に対して、熱衝撃試験、はんだ接合部の外観観察、接合強度測定、はんだ導体抵抗値測定を行い、実使用時の寿命を推定して実使用可否を判断した。

(2) この実使用時の寿命推定には、Coffin-Manson (コフィン-マンソン) の修正式を用いて算出した熱衝撃試験の加速係数を用いた。そのために、この式の定数 (実験値) を、温度差 ΔT を変えた熱衝撃試験により求めた。

3. 評価対象基準

IPC 基準 (IPC-A-610 D) と参加企業基準を調査したところ、その相互間で何点かの相違点が認められた (表 3.1) [1]。

表 3.1 IPC 基準と参加企業基準の相違

項目番号	項目	IPC 基準 (class 2)	相違度
5.2.2	ピンホール、ブローホール、ポイド	他の要求事項を満たしていればよい	中
5.2.11	引け巣	裂け目の底が見える場合 裂け目あるいは縮み穴がリード、ランド、スルーホール内壁に接触していない場合	中
8.2.2.6	チップ部品のフィレット高さ	適切なぬれがある場合 (最小フィレット高さの規定なし)	大
8.2.5.4	フラットパッケージのリードのはんだ接合	foot length が W (リード幅) の 3 倍より大きいケース : side joint length $3W$ 以上の場合 foot length が W (リード幅) の 3 倍より小さいケース : foot length の 75% 以上の場合	中
8.2.5.5	最小ヒールフィレット高さ	はんだ厚+リード厚の $1/2$ 以上 (はんだ付けされる側) がある場合 (ヒールフィレットもトゥフィレットもなくともよい)	大
10.2.9.2	ランド/パッドの浮き	導体、パッド/ランドの外周部とラミネート表面の剥がれがパッド厚未満である場合	中

この相違点の中で、相違度が大きい二つの項目についてその適切性を評価した。一つはガルウィングリード型部品の最小ヒールフィレット高さ (F) で、もう一つはチップ部品の最小フィレット高さ (F) である。それぞれのイメージを図 3.1 に示す。

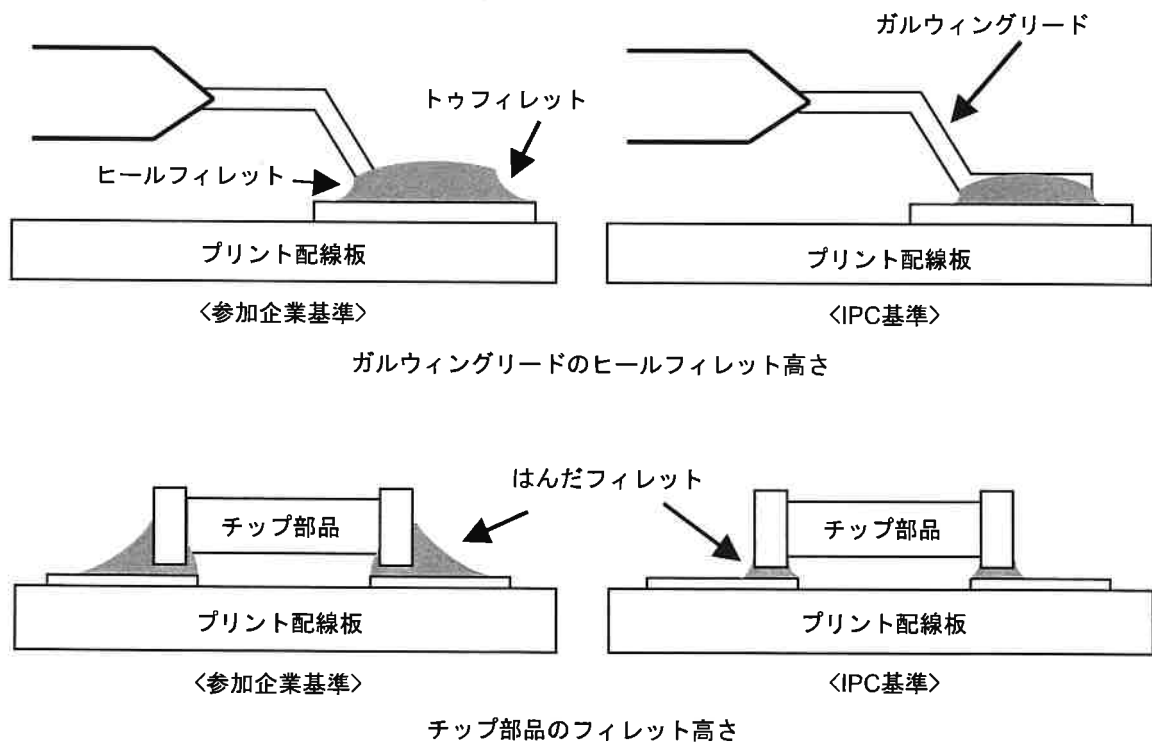


図 3.1 参加企業基準と IPC 基準のイメージ

これらについての IPC 基準 (IPC-A-610 D Class 2) の正確な定義は次のとおりである[1]。

(1) ガルウィングリード型部品の最小ヒールフィレット高さ (F)

- ・はんだ付けされる側のヒールフィレット高さ (F) ははんだ厚 (G) + リード厚 (T) の 50%以上であること (図 3.2.a) 。 $F \geq G + 0.5T$

〈関連する基準〉

サイドの最小接続長さ (D)

- ・リード長 (L) (リード先端からヒール部分の中央までの長さ) がリード幅 (W) の 3 倍以上ある場合、サイドの最小接続長さ (D) はリード幅 (W) の 3 倍以上あること (図 3.2.b) 。

$$L \geq 3W ; D \geq 3W$$

- ・リード長 (L) がリード幅 (W) の 3 倍未満の場合、サイドの最小接続長さ (D) はリード長 (L) の 75%以上あること (図 3.2.b) 。 $L < 3W ; D \geq 0.75L$

エンドの最小接続幅

- ・エンドの接続幅 (C) が、リード幅 (W) の 50%以上あること (図 3.2.c) 。 $C \geq 0.5W$

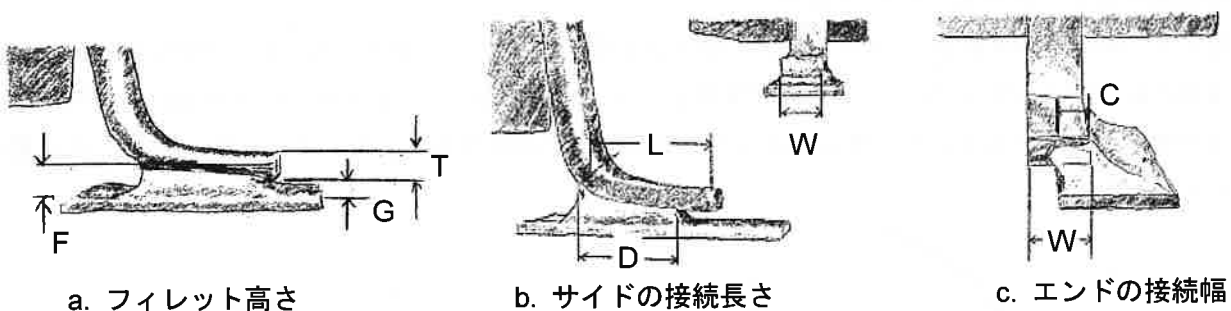


図 3.2 ガルウィングリード型部品のフィレット形状に関する IPC 基準

(2) チップ部品の最小フィレット高さ (F)

- ・部品電極の垂直面にぬれが確認できること (はっきり表れていること) (図 3.3.a) 。
- 不良な状態：部品表面に明らかな高さのフィレットがない。

〈関連する基準〉

チップ部品のエンドの接続幅

- ・エンドの接続幅 (C) は部品電極幅 (W) の 50%、またはランド幅 (P) の 50%のどちらか小さい方以上であること (図 3.3.b) 。 $C \geq 0.5W$ または $C \geq 0.5P$

チップ部品のエンドのオーバーハング

- ・部品電極とランド間にオーバーラップしたはんだ接続部分 (J) があること (図 3.3.c) 。

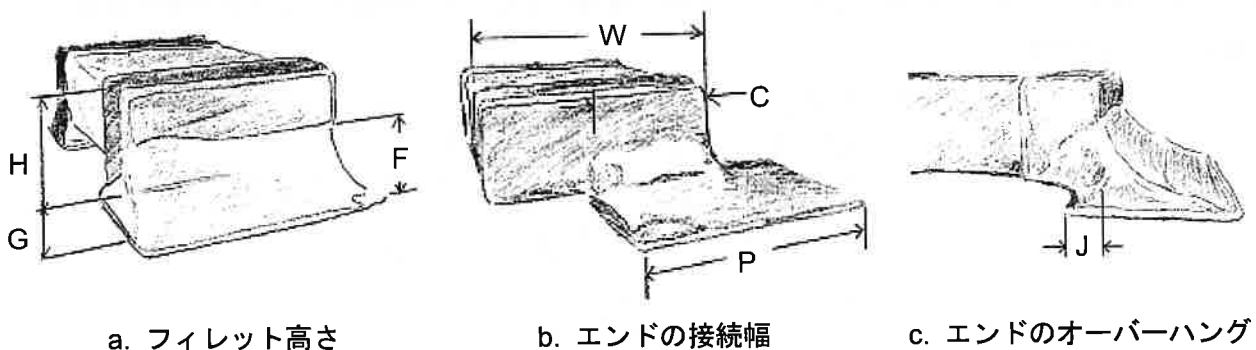


図 3.3 チップ部品のフィレット形状に関する IPC 基準