

限定なし



宇宙用はんだ付工程標準

2022年3月29日 D改訂

宇宙航空研究開発機構

免責条項

ここに含まれる情報は、一般的な情報提供のみを目的としています。JAXA は、かかる情報の正確性、有用性又は適時性を含め、明示又は黙示に何ら保証するものではありません。また、JAXA は、かかる情報の利用に関連する損害について、何ら責任を負いません。

Disclaimer

The information contained herein is for general informational purposes only. JAXA makes no warranty, express or implied, including as to the accuracy, usefulness or timeliness of any information herein. JAXA will not be liable for any losses relating to the use of the information.

発行

〒305-8505 茨城県つくば市千現 2-1-1

宇宙航空研究開発機構 安全・信頼性推進部

JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency)

目 次

ページ

1. 総 則	1
1.1 目 的	1
1.2 適用範囲	1
1.2.1 新規開発品	1
1.2.2 国外製品	2
1.3 付帯事項	2
2. 関連文書	4
2.1 適用文書	4
2.2 参考文書	5
3. 用語の定義	6
4. 一般要求事項	7
4.1 一 般	7
4.2 教育・訓練及び認定	7
4.2.1 一般	7
4.2.2 視力要求	8
4.2.3 再認定	8
4.2.4 認定取消	8
4.3 設計条件	11
4.4 工程の認定試験	11
4.4.1 工程の認定試験（Ⅰ）	12
4.4.2 工程の認定試験（Ⅱ）	12
4.5 製造条件	13
4.5.1 製造環境	13
4.5.2 製作中の取扱と保管	13
4.5.3 静電気放電対策	14
4.6 品質保証	14
5. 詳細要求事項	15
5.1 工具・装置	15
5.1.1 工具・装置の管理	15
5.1.2 はんだごて及びはんだ付装置	15

5.1.3	導線準備工具	16
5.1.4	熱分散器	19
5.1.5	検査用光学装置	19
5.2	材 料	19
5.2.1	はんだ	19
5.2.2	液体フラックス	20
5.2.3	溶剤・洗浄剤	22
5.2.4	はんだ付する導体	23
5.3	はんだ付準備	25
5.3.1	使用部品の確認	25
5.3.2	使用工具の確認	25
5.3.3	電線準備	26
5.3.4	金めっき除去	26
5.3.5	予備はんだ付	27
5.3.6	はんだポットの管理	27
5.4	部品取付	30
5.4.1	一 般	30
5.4.2	部品リードの切断と折曲げ	32
5.4.3	端子取付	34
5.4.4	端子への部品取付	37
5.4.5	プリント配線板への部品取付とリード接続	38
5.5	端子への導線取付	47
5.5.1	一 般	47
5.5.2	ターレット端子及び棒状端子	49
5.5.3	二また端子	51
5.5.4	フック端子	54
5.5.5	穴あき端子	54
5.5.6	ソルダカップ（コネクタ型）	55
5.5.7	ソルダカップ（スウェージ型）	55
5.5.8	絶縁スリーブの適用	56
5.6	手はんだ付	56
5.6.1	一 般	56
5.6.2	加 熱	57
5.6.3	はんだ盛り	58
5.6.4	はんだ付後洗浄（手はんだ付）	62
5.6.5	再加工等	62

5.7	ウェーブはんだ付	63
5.7.1	ウェーブはんだ付の工程管理	63
5.7.2	材 料	63
5.7.3	準備と組立	64
5.7.4	工程条件の設定	64
5.7.5	はんだ付後洗浄（ウェーブはんだ付）	65
5.7.6	再加工等	66
5.8	品質保証	66
5.8.1	文書管理	66
5.8.2	記 録	66
5.8.3	工具・装置及び材料の確認	67
5.8.4	検 査	67
6. 注	70
付録I	用語の定義	I-1
付録II	はんだ付実装の見本	II-1
付録III	参考文献リスト	III-1
付録IV	項目題名索引	IV-1

図 表 目 次

	ページ
図 1-1 「はんだ付適用実装方式の計画及び確認事項表」様式.....	3
図 4-1 認定記録の見本.....	9
図 5-1 ソルダリングガン例（使用禁止）.....	15
図 5-2 リード線切断時のニッパの使い方.....	16
図 5-3 ストリッパの例.....	18
図 5-4 部品本体とリード折曲げ開始部までの距離.....	33
図 5-5 楕円漏斗かしめによる端子取付.....	35
図 5-6 ロール形かしめによる端子取付.....	36
図 5-7 V形漏斗かしめによる端子取付.....	36
図 5-8 端子の損傷.....	36
図 5-9 端子に取り付ける部品のストレスリリーフの方法.....	37
図 5-10 取付穴の障害.....	38
図 5-11 両端子部品の水平取付.....	39
図 5-12 両端子部品の垂直取付.....	39
図 5-13 部品実装面の反対面に取付ける場合のストレスリリーフ.....	40
図 5-14 部品実装面に取付ける部品のリード曲げ角度.....	40
図 5-15 両面接合する部品の取付.....	41
図 5-16 沿わせ実装での基板との隙間.....	42
図 5-17 丸形リード沿わせ実装.....	43
図 5-18 リボン形リード沿わせ実装.....	44
図 5-19 スルーホール折曲げ実装.....	45
図 5-20 リードの折曲げ角度.....	45
図 5-21 ストレート実装.....	46
図 5-22 リードの部分折曲げ実装.....	46
図 5-23 ワイヤハーネスの端子への取付.....	47
図 5-24 電線の引き出し方向.....	48
図 5-25 導線の巻付け.....	49
図 5-26 ターレット端子.....	50
図 5-27 連続巻付け／ターレット端子.....	50
図 5-28 二また端子への底部挿入ルート.....	52
図 5-29 二また端子への側面挿入ルート.....	52
図 5-30 導線巻付け.....	53
図 5-31 連続巻付け／二また端子.....	53
図 5-32 連続巻付け／二また端子、代変え法.....	53

図 5-33	フック端子への接続.....	54
図 5-34	穴あき端子への接続.....	54
図 5-35	ソルダカップ（コネクタ型）への接続.....	55
図 5-36	ソルダカップ（スウェージ型）への接続.....	55
図 5-37	コンタクトへの電線とリードのはんだ付.....	59
図 5-38	球形はんだ接続.....	60
図 5-39	ヒールフィレット.....	61
図 5-40	丸形リード接合.....	62
表 5-1	はんだの不純物の含有限度.....	28
表 5-2	レジストはがれに対するタッチアップ要否.....	70

1. 総 則

1.1 目 的

本書は、ロケット・人工衛星等に適用する高信頼性電気接続のためのはんだ付に関する要求事項を定める。

1.2 適用範囲

- (1) 本書は、信頼性のある電気接続を得るための手はんだ付及びウェーブはんだ付についての要求事項を示すものである。
- (2) 本書は、契約上の仕様書で規定された場合に適用する。この場合、契約の相手方のみならず、契約の一部を履行する下請業者等においても本書を適用すること。
- (3) 部品内部のはんだ接合は、本書の適用対象外とする。チップ部品リフローはんだ付を含む表面実装技術のはんだ接合については、JERG-0-043 によること。
- (4) 仕様書に本書の適用が規定され、特に指示の無い場合は、本書の適用対象は、開発品目の区分に従い、1.2.1 項のとおりとする。
- (5) 本書要求事項と契約書上の仕様書の要求事項とが相違する場合には、契約上の仕様書が優先する。
- (6) 本書要求事項と他の技術規格等の要求事項と矛盾する場合には、宇宙航空研究開発機構（以下、「機構」という。）の検査員と協議すること。
- (7) BGA/CGA については JERG-0-054 による。

1.2.1 新規開発品

ロケット・人工衛星等の設計、試作、製作などを新規に行なう場合は、次の区分に従うものとする。

- (1) 開発モデル（EM *1 等）
開発モデルは、本書を適用しなくてもよい。ただし、環境試験や寿命試験を行う場合には、本書を適用する。
- (2) 実機モデル（PM *2、PFM *3 及びFM *4）
実機モデルは、本書を適用する。
- (3) 補用品及び予備品
補用品及び予備品は、本書を適用する。

*1 EM	: Engineering Model	エンジニアリングモデル
*2 PM	: Prototype Model	プロトタイプモデル
*3 PFM	: Proto-Flight Model	プロトフライトモデル
*4 FM	: Flight Model	フライトモデル

1.2.2 国外製品

ロケット・人工衛星等の搭載機器のうち、設計、試作、製作、改修などを国外において実施し、本書を適用することが困難な国外製品は、1.2.1項の規定にかかわらず、これに代えて次の文書を適用することができる。

- a. J-STD-001*S "Space Applications Electronic Hardware Addendum to IPC J-STD-001* Requirements for Soldered Electrical and Electronic Assemblies"
- b. ECSS-Q-ST-70-08C "Manual soldering of high-reliability electrical connections"

なお、*は最新バージョンを示す。

1.3 付帯事項

(1) はんだ付工程に関する審査

契約の相手方は、はんだ付工程に関する再認定、工程の認定試験及び少なくとも以下の事項を考慮して、はんだ付け適用実装方式の計画及び確認事項について、図1-1に示す様式例にまとめ、機構の審査を受けるものとする。審査は、PDR及びCDRの一部として実施する。

- a. 工程の新規制、重要品質特性に与える影響度
- b. 試験・検査工程における機能・性能確認の制約の大きさ
- c. 類似品の過去の不具合事例の頻度

(2) 審査結果の反映

契約の相手方は、審査における本書の適用に関わる審査結果を、品質、信頼性又は安全・開発保証のプログラム計画書の実施項目（設計の標準化、技術文書、製造の管理）の関連資料（図面、製造工程仕様書、手順書、管理規定など）に反映するものとする。

(3) 製品の確認

契約の相手方は、審査結果を適用した初回製品、通常流れていない製品及びクリチカル製品について、製造技術者による確認を計画及び実施する。

はんだ付適用実装方式の計画及び確認事項表

部 品 形 状 又 は 取 付 形 状	実装方式	固定方法	プリント配線 板等の仕様	はんだ付種類	製造技術 者の立会 要 否	※ 再 認 定 要 否	工 程 の 認 定 試 験 要 否	備考：理由及び 補足説明
				手はんだ付 : H ウェーブはんだ付 : W リフローはんだ付 : R				

※ 宇宙飛行体に初めて適用する新規工法を採用する場合又は認定内容の変更等がある場合、要と記入
その他の特記事項：

図 1-1 「はんだ付適用実装方式の計画及び確認事項表」様式

2. 関連文書

本書の関連文書を以下に示す。なお、一部の機構文書・資料については開示が制限される場合がある。

2.1 適用文書

下記の文書は、本書に規定する範囲内において、本書の一部をなすものである。特に規定のない限り本書適用時の最新版とする。

(1) 宇宙航空研究開発機構文書

- a. JERG-0-040 : 宇宙用電子機器接着工程標準 — 部品接着固定、
コンフォーマルコーティング及びポッティング
- b. JERG-0-041 : 宇宙用電気配線工程標準
- c. JERG-0-042 : プリント配線板と組立品の設計標準
- d. JERG-0-043 : 宇宙用表面実装はんだ付工程標準
- e. JERG-0-054 : BGA/CGA 実装工程標準

(2) 公共規格等

IPC 規格

- a. J-STD-004 : Requirements for Soldering Fluxes
- b. J-STD-006 : Requirements for Electronic Grade Solder Alloys
and Fluxed and Non-Fluxed Solid Solders for
Electronic Soldering Applications

JIS 規格

- c. JIS Z 3282 : はんだ

2.2 参考文書

下記の文書は、本書の記載内容を補足するために参考となるものである。

JIS 規格

- a. JIS K 8101 : エタノール (99.5) (試薬)
- b. JIS K 8839 : 2-プロパノール (試薬)

MIL 規格

- a. MIL-STD-1276 : Leads for Electronic Component Parts

ASTM 規格

- a. ASTM B 488 : Electrodeposited Coatings of Gold for Engineering Uses
- b. ASTM B 545 : Standard Specification for Electrodeposited Coatings of Tin
- c. ASTM B 700 : Standard Specification for Electrodeposited Coating of Silver for Engineering Use

AMS 規格

- a. AMS 2418 : Plating Copper
- b. AMS 2422 : Plating, Gold

SAE-AMS(Aerospace Material Specification)

- a. SAE-AMS-P-81728 : Plating, Tin-Lead(Electrodeposited)
- b. SAE-AMS-QQ-N-290 : Nickel Plating(Electrodeposited)

機構資料

- a. JERG-0-039-TM001 宇宙用はんだ付工程標準 (JERG-0-039) 技術データ集

IPC 規格

- a. J-STD-001*S : Space Applications Electronic Hardware Addendum to J-STD-001* Requirements for Soldered Electrical and Electronic Assemblies
なお、*は最新バージョンを示す。

ESA 規格

- a. ECSS-Q-ST-70-08C : Manual soldering of high-reliability electrical connections

3. 用語の定義

本書で使用する用語の定義については、付録 I を参照のこと。

4. 一般要求事項

4.1 一般

契約の相手方は、本書の要求事項に適合する設計基準、工程仕様書、作業手順書、検査手順書などを整備し、これに基づいた施工及び管理を行なうこと。

4.2 教育・訓練及び認定

4.2.1 一般

- (1) 電子機器の実装設計（プリント配線板のパターン設計を含む）を担当する技術者は、本書要求事項に精通していること。
- (2) 契約の相手方は、はんだ付に係わる作業員及び検査員に対し、本書の要求事項を満足する教育・訓練及び認定に関する制度を設け、運用する責任を有する。
- (3) 契約の相手方は、難度の高いはんだ付作業に対しはんだ付指導者（又は製造技術者）による作業指導及び作業結果の確認を行うこと。
また、はんだ付指導者は、外部機関のはんだ付け資格等を持つことが望ましい。
- (4) 教育・訓練は、電子機器のはんだ付実装に係わる技術、手法、装置の取扱い及び手順について実施し、記録すること。
- (5) 作業員及び検査員が指定されたはんだ付作業に係わる十分な知識及び技量を有することを認定するために、認定試験を実施すること。
- (6) 認定の内容は、製品の代表的なはんだ付接合に対応するものであること。
- (7) 各認定合格者の作業制限（プリント配線板へのはんだ付タイプ、端子へのはんだ付タイプ、ケーブル端末処理、眼鏡使用など）を明確にし、認定試験成績を記録すること。認定記録の例を図4-1に示す。
- (8) 認定記録は、機構検査員等の要求に応じて速やかに提示できること。
- (9) 教育・訓練及び実施結果を品質記録として、期間を定め、記録に残すこと。
- (10) 教育・訓練及び認定において、良好なはんだ付接合の実物見本、図、写真などを利用すること。本書の図、写真を必要に応じて補足利用してもよい。また、不合格を示す実物見本、図、写真なども明確化や比較のために利用してもよい。

4.2.2 視力要求

初回認定時及び再認定時に、医師又はその指導下にある職員等による視力検査を受けること。認定試験実施者が視力検査を代行しても可とする。

(1) 視力

矯正の有無に関係なく、単眼又は両眼にて次のいずれかの要求を満足すること。又は同等の視力を有すること。

- ① 36 cm (14 インチ) の距離から Jaeger#1 が判別できること。
- ② 近距離試視力表 (30 cm) ランドルト環視標を使用し、30cm 離れたところから 1.0 の視標を判別できること。
- ③ 近距離試視力表 (30 cm) ランドルト環視標を使用し、40cm 離れたところから 0.8 の視標を判別できること。

(2) 色覚

実務に必要な色彩について識別できること。

4.2.3 再認定

作業者及び検査員の再認定は、次のような場合に行なうこと。再認定の実施手順には、実作業に適した十分な教育・訓練が含まれること。

- (1) 本書で要求する技量に合致しない場合。
- (2) 新しい技術が開発され、これを実施するために新規の技量が必要になる場合。
- (3) 作業中断期間が 6 ヶ月を越えた場合。
- (4) 認定の有効期限 (最長 2 年) を超過した場合。

4.2.4 認定取消

作業者又は検査員の認定取消は、次の場合に行うこと。

- (1) 再認定に合格しない場合。
- (2) 4.2.2 項の視力要求に合致しない場合。
- (3) 資格保持者が退職した場合。

A B C 株式会社
高信頼性手はんだ付作業等認定記録

氏 名	半 田 太 郎		所 属	製造部第1課		
受 験 年 月 日	H3.5.10	視 力 検 査	継続の場合は次頁へ記入		作 業 条 件	裸 眼 ・ 矯 正
			合 ・ 否			
			H 3 年 4 月 23 日			
認 定 資 格 の 範 囲			成 績			注 記
工程仕様書			優	良	不可	
a . 端子へのはんだ付						
1)	ターレット端子	SOP-S-02		✓		H 3 . 5 . 10
2)	二また端子	〃		✓		〃
3)	フック端子	〃		✓		〃
4)	カップ端子	〃		✓		〃
5)	穴あき端子	〃		✓		〃
6)	特殊端子	SOP-S-03		✓		H 5 . 5 . 11 再認定
b プリント配線板へのはんだ付						
i)	ストレート実装	SOP-S-01		✓		H 3 . 5 . 10
ii)	沿わせ実装	〃				
iii)	折曲げ実装	〃				
c	ソルダースリーブ	SOP-S-04		✓		H 4 . 2 . 20 再認定
d	フェルールのはんだ付	SOP-S-05		✓		H 5 . 10 . 10 再認定
e	チップ部品のはんだ付	SOP-S-06				
f	セミリジッドケーブルはんだ付	SOP-S-07				
再加工技術						
g ウィッキング方法			SOP-R-01		✓	
筆記 試験 得点	92点	総合評価	合 格 H 3 . 5 . 10		評価者 押 印	田中
認定・再認定結果の特徴						

図 4-1 認定記録の見本 (1 / 2)

視力検査記録			
H 3 . 4 . 23	合格	裸眼	
H 4 . 4 . 25	合格	裸眼	
H 5 . 4 . 10	合格	矯正	
認定・再認定結果の特徴			
H 4 . 2 . 20	工程仕様書に基づく実技訓練 (LP 2 1 1 1 新規作成)	評価	田中
H 5 . 6 . 2	工程仕様書に基づく実技訓練 (LP 2 1 1 2 新規作成)	評価	田中
H 5 . 10 . 10	工程仕様書改訂による実技訓練	評価	田中

図 4-1 認定記録の見本 (2 / 2)

4.3 設計条件

プリント配線板とその組立品についての設計要求は、JERG-0-042 によること。さらに、はんだ付に関する追加設計要求事項を以下に示す。

- (1) 本書の規定は、保管及び動作状態において、はんだ付部の温度が -55°C ～ 100°C の範囲内になる設計品に適用する。この温度範囲外となる場合は、設計上の対策を施すこと。
- (2) 特殊な用途を除いては、J-STD-006 又は JIS Z 3282 の Sn63/Pb37 又は Sn60/Pb40 組成に適合するはんだ又は相当品を使用すること。やに入りはんだの場合、フラックスタイプは、R0-L0 (R相当) 又は R0-L1 (RMA相当) とすること。
Sn63/Pb37 又は Sn60/Pb40 組成はんだの代わりに鉛フリーはんだを使用しないこと。また、4.3 項(4)等で接合信頼性が確保できない場合は、Sn-Ag 系を用いてもよい。
- (3) 被接合金属は、はんだのぬれ性を確保できる材質であり、原則としてロジンベースのフラックスで作業できること。
- (4) はんだ接合部品は、熱膨張率に大きな差異がない組み合わせとなる材料を選定すること。熱膨張率の差が大きくなる場合は、接合方法、表面めっき、はんだ種類などの他に、システム側での熱制御による温度変化幅の低減を含めた総合的な検討を行い、信頼性を確保すること。
- (5) はんだ付箇所には、2点間の拘束による熱応力や機械的応力を逃がすために、原則として、ストレスリリーフ（応力除去）を設けること。
- (6) 部品接着固定、コンフォーマルコーティングなどの適用に際し、ストレスリリーフの機能を損なわないようにすること。
- (7) はんだ接合部の外観検査が可能なこと。なお、BGA/CGA については、JERG-0-054 による。

4.4 工程の認定試験

次の項目の1つ以上に該当する場合は、工程の認定試験を行うか、又は立証されていることを証明すること。

- (1) 貯蔵、保管及び作動時において、はんだ付部の温度が -55°C ～ 100°C の温度範囲を超える場合。
- (2) 本書規定以外のはんだ付実装を採用する場合。
- (3) 4.3 (4) 項での熱膨張率の検討の結果、試験による確認が必要と判断する場合。本試験の結果は、接合部の詳細な製造仕様（表面めっき、形状、クリアランスなど）や検査仕様に反映すること。

4.4.1 工程の認定試験（Ⅰ）

4.4 (1) 又は (3) 項の場合は、次によること。

(1) 温度サイクル試験

熱解析によって予想される温度変化パターンに安全余裕を加えた温度サイクル試験を行うこと。サイクル数は、要求寿命を考慮して設定すること。加速試験を行う場合は、両極温度からの、熱応力緩和特性を考慮して温度サイクル試験を設定すること。

(2) 外観検査

上記(1)の温度サイクル試験の後で、15倍以上に拡大して外観検査を行い、はんだ接合部に深みのあるクラックや部品に損傷がないことを立証すること。外観検査のみで確認が十分できない場合、断面検査も行うこと。この試験は、複数個で行い、工程仕様書による設計・製造品質の再現性もあわせて確認すること。なお、はんだ接合部のクラック判定については、必要に応じて機構検査員と評価、検討を行うこと。

4.4.2 工程の認定試験（Ⅱ）

4.4 (2) 項の場合は、次によること。

(1) 温度サイクル試験

室温から -55°C へ、それから 100°C に、そして室温に戻す温度サイクルを200回実施すること。温度勾配は、最大 $5^{\circ}\text{C}/\text{分}$ とすること。両極温度にさらず時間を15分とし、1サイクル平均2時間とする。

なお、気相式熱衝撃試験機を使用する場合は、試験機の温度勾配に従ってもよいものとする。

温度サイクル試験を熱衝撃試験にて置き換える場合は、JERG-0-043-TM001 技術データ 20 を参考にし、等価となる試験条件を設定する事。

(2) 振動試験

温度サイクル終了後、振動試験を行うこと。振動試験条件は、使用環境条件等を考慮して決め、必要に応じて機構検査員と調整すること。

(3) 外観検査

4.4.1 (2) 項によること。

－ 注 意 －

認定試験の計画にあたり、試験計画書に詳細な製造仕様（表面めっき、寸法、クリアランス、作業条件、設備など）、検査仕様（フィレットの外観形状、はんだの量など）及び試験条件（環境、モニタ項目）を明記すること。

4.5 製造条件

- (1) はんだ付部の再加工は、契約上特に規定がなければ本書の範囲において実施してよい。
- (2) はんだ付部の修理（プリント配線板のランドの修理、ジャンパー配線のためのプリント配線板の加工等）は、原則として禁止する。ただし、機能、性能、信頼性等に悪影響がない場合は、契約に従う不具合処理手順により処理することができる。
- (3) はんだの浸透が適切か否かを判断するため、必要により X線検査などを行うこと。
- (4) 材料や部品（静電気放電に弱い部品を含む）の保管・取扱を適切に行い、汚染や電氣的・物理的な損傷を与えないようにすること。
- (5) 人体保護のため、保護眼鏡、手袋、換気システムなどを備えること。

4.5.1 製造環境

- (1) 施設の清浄度
 - a. 契約の相手方は、はんだ付作業場所を清浄にかつ整然とした状態に維持すること。
 - b. 作業室内での喫煙及び飲食は、禁止すること。
 - c. 作業に無関係なものを作業場所に持込まないこと。
 - d. 作業室内の圧力を隣接エリアの圧力より高くしたり、隣接エリアに対する出入口を2重ドアとしたりすることにより、外部からの汚染物質の侵入を制限すること。
 - e. 発塵作業を行う場合は必要な対策をとること。
 - f. 室内で使用する工具は清浄にしておき、作業で生じた汚染物（例：フラックス、はんだ飛沫、線屑）は、速やかに取り除くこと。
 - g. 副資材等の中には有害成分を含むものがあるので、安全上十分な換気を行なうこと。
- (2) 温度及び湿度

はんだ付作業室内の温度及び湿度は、次のとおりコントロールし、モニタすること。取り扱う部品や機器で次のコントロール条件よりもクリチカルな環境条件を必要とする場合は、技術文書等に規定すること。

- a. 温度； $24 \pm 5^{\circ}\text{C}$
- b. 相対湿度； 30～65% (RH)

- (3) 照明

作業面は、最低 1000 ルックスとすること。精密な作業は、必要に応じて補助灯などにより照度を上げること。

4.5.2 製作中の取扱と保管

- (1) 実装中や実装済みのプリント配線板組立品の取扱、保管に際し、損傷、異物混入及び汚染が生じないように適切な予防手段を講じること。
- (2) はんだ付する金属部を素手で触れてはならない。素手で触れてしまった場合は、

ただちに洗浄すること。金属部を持つことが避けられない場合には、清浄で、帯電しにくいリントフリーの手袋又は指サックを用いること。

4.5.3 静電気放電対策

静電気放電に弱い部品・組立品のはんだ付作業を行う際は、人体への安全も考慮の上、器具、作業員、作業場に下記に示すような帯電予防措置を施し、取扱い手順を定め、作業員・検査員の教育・訓練を行い、保護すること。

- (1) 作業台の表面の導電性及び接地を図りこれを維持すること。
- (2) 作業台の表面の導電性がない場合や人体への帯電予防が図られていない場合、作業員は、保護抵抗を介して接地したリストストラップを着用すること。
- (3) 作業員は、導電性繊維又は非帯電性でできた衣服を着用すること。
- (4) 作業場に配備されている電源装置は、電源遮断時にも遮断されない接地回路で接地されていること。
- (5) 作業に使用する器具、工具類も必要に応じて導電性を有するものを使用すること。
- (6) 静電気に弱い部品を収容している容器には、注意表示を付けること。
- (7) 部品や機器を収容する容器は、帯電予防措置が施されているものを使用すること。

4.6 品質保証

- (1) 合否判定基準を図面、工程仕様書などに明確に定義すること。
- (2) 本書の要求事項に適合することの確認のために、工程の適切な時期に検査工程を設け、検査を実施すること。
初回製品、通常流れていない製品及びクリチカル製品は、製造技術者による確認を併せて実施することが望ましい。
- (3) 製造条件を満たした作業記録や検査記録を総合的に審査、確認する保証体制を用意すること。
- (4) 使用する部品やプリント配線板の損傷・劣化のないこと及びはんだ付性を維持すること。
- (5) 製造環境（施設の清浄度、温度、湿度、照明）を確認すること。

5. 詳細要求事項

5.1 工具・装置

5.1.1 工具・装置の管理

- (1) はんだ付とその準備作業に使用する工具・装置は、その機能に応じて適切なものを選定すること。
- (2) 工具・装置は、清浄にして使用すること。
- (3) 工具・装置の取扱や操作について文書化すること。
- (4) 定期的に点検・校正の必要な工具・装置（例えば、はんだごて、ワイヤストリッパ）を明確にし、これらの点検・校正の要領を定め、管理の記録を残すこと。
- (5) 使用を認められていない工具、欠陥のある工具及び校正されていない工具を作業区域内に置かないこと。一時的な保管が必要な場合には、識別表示すること。

5.1.2 はんだごて及びはんだ付装置

はんだ付対象物に応じて、適切な温度プロファイルを得られるはんだごてや装置を選定すること。

ソルダリングガンの使用は、禁止する。（図 5-1 参照）

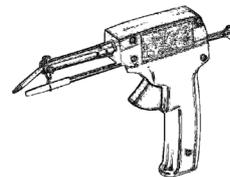


図 5-1 ソルダリングガン例（使用禁止）

- (1) はんだごて、はんだポットなどの電気工具は、アース付の 3 線式電源コード又は 2 重絶縁されたものとする。はんだ付する部品等と接触する部分（はんだごて先等）は、接地されていること。接触部と接地間の抵抗は 2.0Ω を超えず、リーク電圧は 2 mV （実効値）未満のこと。
- (2) はんだごて

はんだごては、温度制御型のもので、設定温度に対して $\pm 5.5^\circ\text{C}$ に制御できるものとする。
- (3) はんだポット

予備はんだ付等に使用するはんだポットは、はんだ温度を設定値に対し $\pm 5.5^\circ\text{C}$ に制御可能であること。はんだポットは、接地すること。
- (4) ウェーブはんだ付装置

ウェーブはんだ付装置については、5.7 項によること。
- (5) 補助熱源

手及びウェーブはんだ付での補助加熱として高温ガス、放射エネルギー、その他

の熱源を併用する場合は、これらの装置の操作及び保守点検方法を確立し、手順書化すること。

(6) 抵抗はんだ付け工具

はんだ付する品物と接触する面を持つピンセット又はクランプ構造の抵抗はんだ付電極は、互いに平行が保たれ、くぼみ、焼け、腐食及び汚染がないこと。

(7) ホットエア装置（含むハンドツール）

はんだ付けや再加工時に部品周囲を均一に温める熱風機器

5.1.3 導線準備工具

絶縁被覆ストリッパやリード線曲げ工具など導線準備工具は、導線に傷をつけたり、部品に損傷を与えたりしないものを選定すること。また、導線を汚染し、はんだぬれ不良を起こすものであってはならない。

(1) 導線切断工具

部品リード線を切断する工具は、プリント配線板、導体回路、部品本体及び部品リードに損傷を与えないこと。斜め、側面又は端面に刃があるフラッシュカッター工具（ニッパ等）は、機械的衝撃に弱い部品のリード線の切断に用いる（使い方は、図5-2参照）。シェアタイプのカッターは、衝撃に弱い部品の損傷を防ぐために用いるとよい。

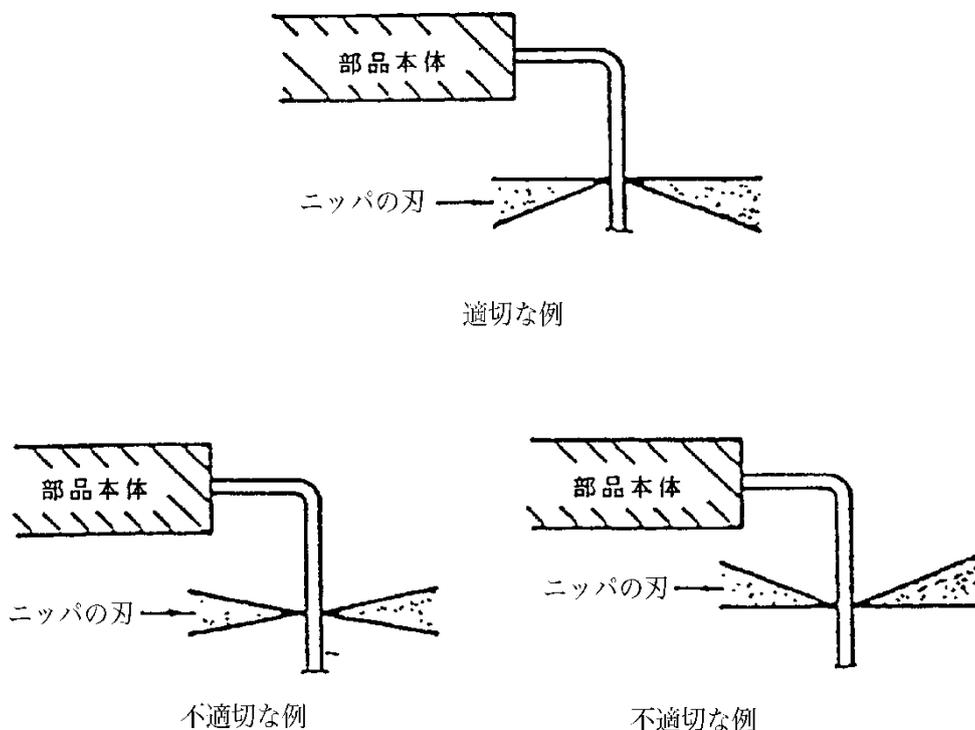


図 5-2 リード線切断時のニッパの使い方

(2) 絶縁被覆除去工具及び方法

線材の絶縁被覆を除去する際に、導体の一部を切断したり、傷をつけたり、絶縁被覆の品質に悪影響を及ぼさないよう、適正なタイプ、サイズのものを使用すること。線材に応じて、下記の工具を使い分けること。

a. メカニカルストリッパ

より線や単一線から絶縁被覆を除去するために用いるメカニカルストリッパには、手動タイプ又は自動ハイボリュームマシンタイプがある。手動ストリッパは、固定式ダイのものとする（図5-3A,B参照）。自動ハイボリュームマシンタイプは、固定式ダイ、調整式ダイ又は調整式ローラーカッタとすること。ダイは、固定式又は調整式のどちらも刃の合いと切れ味がよく、使用側の電線に損傷を与えずに切断できるように適切に保守すること。

b. サーマルストリッパ

より線や単一線から絶縁被覆を除去するために用いるサーマルストリッパは、絶縁被覆タイプに応じた温度に制御でき、使用側電線に損傷を与えることのないものであること（図5-3C参照）。

c. ケミカルストリッパ

マグネット線から絶縁被覆を除去するために用いる化学溶液、ペースト又はクリームは、被覆材料に応じたもので、かつ電線を劣化させないものであること。また、電線は、メーカ推奨手順に従って、汚染をできるだけ早く中和し、除去すること。

d. 溶融はんだによる被覆除去

絶縁被覆材料がポリウレタン等のマグネット線は、メーカ推奨により、適切な温度に溶融した熱はんだに浸して被覆除去できる。

なお、被覆除去時、被覆端末にできる脱落しない溶融及び再固化部は、不良の対象としない。

(3) 保持用具

導線や部品を保持するために用いる工具、治具などは、導線、絶縁被覆、部品に損傷又は変形を起こさないものであること。

(4) 曲げ工具

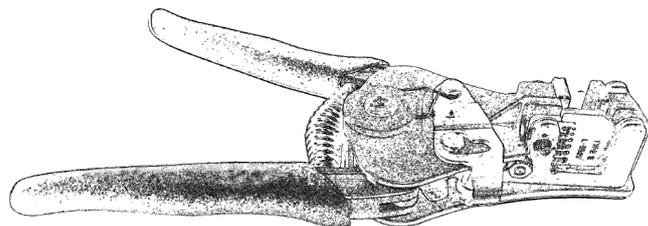
導線を曲げる工具には、自動又は手動があるが、どちらも導線や絶縁被覆に損傷を与えるものであってはならない。曲げ工具は、部品本体やシール部に損傷を及ぼすようであってはならない。曲げ工具の保持力による圧痕は、滑らかで母材が露出していなければ不合格の対象とならない。

a. 自動リード成形機

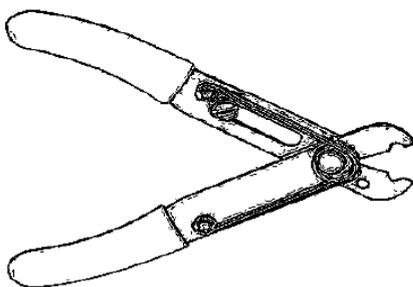
自動リード成形機は、本書の実装要求を満足する曲げを行えるものであれば使用できる。

b. クリンチ工具

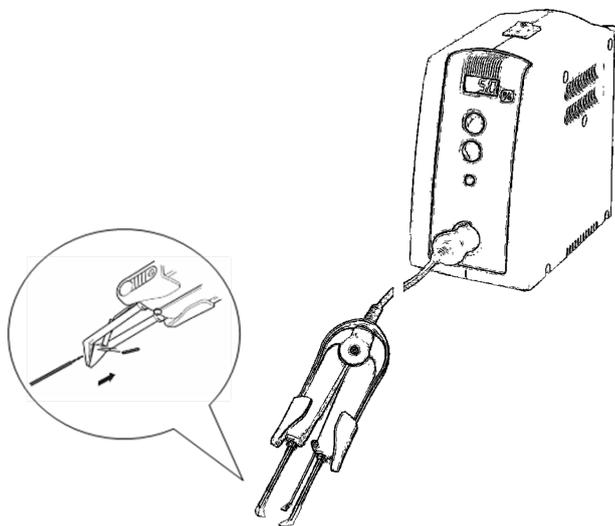
クリンチ工具は、プリント配線板、導体回路、部品本体及び部品リードに損傷を与えないこと。



A 適格なメカニカルストリッパの例



B 不適格なメカニカルストリッパの例



C サーマルストリッパの例

図 5-3 ストリッパの例

(5) アンチウィッキングツール

アンチウィッキングツールは、電線の太さ毎の専用のものでし、対象線番を表示したものとする。

(6) 清浄工具

清浄工具は、静電気放電の発生を最小にするものを選定すること。代表的な清浄工具としては、天然素材のはけ、リントフリーティッシュ、綿棒などがある。スチールワイヤブラシ、ナイフ、消しゴム、布やすり、紙やすり、その他の研磨したり汚染を引き起こすものは使用しないこと。

5.1.4 熱分散器

熱分散器（サーマルシャント、ヒートシンク又はヒートデシペータクランプとも呼ばれる）は、はんだ付時の加熱による部品、絶縁材料、既はんだ付部などの損傷を防ぐために、部品リードから熱を吸収するために用いる。熱分散器の選定、使用にあたっては、導線、部品、絶縁被覆、はんだ接合部などに損傷を与えないように注意すること。

5.1.5 検査用光学装置

目視検査に用いる拡大装置は、次のとおり。

- (1) はんだ接合部の検査に用いるものは、両目同時に見ることのできる拡大装置を推奨する。
- (2) 拡大装置は、実際の色を示せるもので、十分な分解能があること。
- (3) 光源は、目視エリアに影を生じないように照明できるものであること。
- (4) ガラスレンズを使用した機器の使用を推奨する。

5.2 材 料

5.2.1 はんだ

はんだは、J-STD-006 又は JIS Z 3282 に適合又は相当するもので、原則として、次から選定すること。

- (1) 組 成 Sn63/Pb37 又は Sn60/Pb40
- (2) フラックスタイプ

材 質	活性レベル	備 考
R0	フラックスなし	S:Solidmetal(No Flux) 相当
R0	L0	R:Rosin Core-nonactivated 相当
R0	L1	RMA:Rosin Core-mildly activated 相当

(注) 材質 R0 : Rosin

フラックスタイプ R0-L0 (R相当) は、はんだ付後洗浄が十分に実施できない部分に適用する。フラックスタイプ R0-L1 (RMA相当) は、作業後、十分に洗浄しなければならない。

[参考事項] はんだについて

(1) 形状の代表的なものと主な用途を次に示す。

W (Wire)	手はんだ付用
R (Ribbon)	ホットプレート加熱等で使用
B (Bar)	予備はんだ槽、自動はんだ槽用
I (Ingot)	予備はんだ槽、自動はんだ槽用

(2) 電子機器のはんだ付には、原則として上に示す組成のものを適用するが、次に示す組成のものも、適用箇所を限定し、かつ物理特性を生かすようにすれば有用である。はんだ組成詳細は、J-STD-006 又は JIS Z 3282 を参照されたい。

はんだ組成	溶融温度範囲℃		用 途
	固相線	液相線	
Sn62/Pb36/A g2	179 共晶		セラミック基板上の銀コーティングが、はんだへ拡散して薄くなるのを防ぐために使用する。
Sn96/Ag4	221 共晶		高温環境用に使用する。また、錫-鉛系はんだより強い接合強度を有し、クリープ破断についてもよい特性をもっている。
Sn1/Pb97.5/ Ag1.5	309 共晶		鉛が 97.5% 含有しているもので、高温、極低温用として使用される。ただし、Sn63 より接合強度は低い

(3) はんだ付後に再加熱を受けるような場合には、高温はんだを併用することが有効である。その場合には、高温はんだの種類と使用箇所を技術文書で指示すること。

5.2.2 液体フラックス

- (1) フラックスは、原則として、J-STD-004 R0-L0 (R相当) 又は R0-L1 (RMA相当) タイプ に適合する液体ロジン系フラックスとすること。
- (2) 液体フラックスをやに入りはんだと一緒に使う場合は、やに入りはんだのフラックスや部品に悪影響を与えないこと。
- (3) 腐食性の水溶性フラックスは、原則として、使用しないこと。
- (4) 使用するフラックスは、工程仕様書等で規定し、使用上の注意を明記すること。
- (5) 部品本体が密閉構造になっている部品のリード線(単線)、ソリッドバスワイヤ、端子の予備はんだ付に限り、R0-M1 (RA相当) タイプの液体ロジン系フラックスを使用してもよい。ただし、通常の生産ラインから隔離された閉鎖区域で作業し、R0-M1 (RA相当) タイプフラックスを完全に洗浄除去するまで製品を生産ラインへ戻さないこと。

[参考事項] フラックスについて

- (1) 鉛成分の多い高温用はんだでは、フラックスの活性化温度が高いものが要求され、無機系腐食性フラックスを使用する場合もあるが、作業後は、フラックスを洗浄除去しなければならない。
- (2) 水溶性フラックスは、洗浄直後には障害がなくても、長期保管後に絶縁不良を生ずる場合があり、また、はんだ付時に残留水分によってはんだが飛散することもある。
- (3) 通常、水溶性フラックスには、ポリエチレングリコール (PEG) が溶剤として入っているが、はんだ付温度において、ガラス・エポキシ基板の樹脂成分と P E G とが結合してその後の洗浄によっても除去できない物質が生成されるという技術報告^{*1}がある。また、この生成される物質が、湿度環境下 (75~80%以上) におかれると急激に絶縁抵抗を下げる性質をもつため注意する必要があると指摘している。なお、ポリプロピレングリコールやその誘導体が、この劣化問題に対して代替できる溶剤としている。

^{*1} FRANK M. ZADO” Effects of Non-Ionic Water Soluble Flux Residues”
The Western Electric Engineer, First Issue 1983 P. 41

5.2.3 溶剤・洗浄剤

(1) 溶剤・洗浄剤に対する要求

- a. グリス、油、ゴミ、フラックス、その他の汚れの除去に用いる溶剤・洗浄剤及びその洗浄システムは、イオン性と非イオン性の両方の汚染物を除去できる能力のあるものを選定すること。洗浄性能や部品等への影響など、十分な評価・確認を行ってから使用すること。
- b. 部品や材料を溶かしたり劣化させたりしないものであること。
- c. 容器に適切な識別表示を行うこと。
- d. 使用や保管時に溶剤・洗浄剤が汚染、吸湿、劣化しないように管理すること。

(2) 溶剤・洗浄剤の例

溶剤・洗浄剤の例を次に示す。

- a. エタノール JIS K 8101 (試薬) 特級若しくは
(エチルアルコール) 1級又は同等品
- b. 2-プロパノール JIS K 8839 (試薬) 特級若しくは
(イソプロピルアルコール) 1級又は同等品
- c. 上記溶剤の混合物
- d. 脱イオン水 最小比抵抗 10 kΩ・m

－ 注 意 －

CFC、1,1,1-トリクロロエタンなどは、「オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書」に規定され、使用してはならない。

(3) 脱イオン水を選定する場合は、使用后直ちに適切に乾燥できることを確認すること。

(4) 溶剤や洗浄剤が部品のマーキングを消す恐れがある。溶剤・洗浄システムの評価の一環として、マーキングの不滅試験を実施すること。その際、不滅インク以外のマーキングが消える恐れがある場合は、エビデンスを残すこと。

[参考事項]

水系けん化洗浄剤は、表面張力が比較的高いため、高密度実装や表面実装のように基板と部品との隙間が非常に狭い場合には、隙間内の洗浄が困難になることがあるため、推奨されない。残さが腐食の原因となる。

5.2.4 はんだ付する導体

はんだ付では、導体金属表面の酸化物がぬれ不良の原因となるため、酸化しにくい金属を表面にめっきして、はんだ付性を確保している。ただし、めっきに対しても種々の制約、例えば、はんだの汚染性、長期安定性、ぬれ性などがあり、これらをふまえて仕様又は部品を決めること。

光沢めっきの場合、めっき浴へ添加された光沢剤成分の有機物質等がめっき皮膜中に取り込まれてはんだ接合強度を低下させる場合があり、また、めっき中に不純物が多いとはんだ付性が低下する場合があるため注意すること。

[参考事項] めっきについて

以下に各種めっきの特徴を示すので、これらについて配慮すること。部品リードについての規格として MIL-STD-1276 があるので参考にされたい。

(1) 金めっき

- a. 金めっきは、はんだ中の錫と金属間化合物 (AuSn_4) を生成させる。
この化合物は、はんだより硬くて脆い物性を持つため、境界層でクラックを生じやすく故障の原因となる場合がある。
- b. 金と錫の組合せは、金の方が拡散速度が速いため、金めっきがまだ十分に残っていると、金が拡散したあとがボイドとなることがある(2.2項 a. 機構資料 JERG-0-039-TM001 付録：技術データ 4 図 4-7-1、図 4-7-3 参照。この現象は、高温になると顕著に現われる。
- c. 光沢金めっきを予備はんだなしではんだ付した場合は、クリープ特性も劣っている。(2.2項 a. 機構資料 JERG-0-039-TM001 付録：技術データ 7 図 7-5-4 参照)
- d. 高信頼性確保のためには、はんだ付の前に金めっきを除去することが必要である。金めっきが厚すぎると溶融はんだへのディッピングだけでは十分に除去できないことがあるので必要(防錆等のために)以上に厚くし過ぎないように注意する。
- e. 金めっきの仕様例を次に示す。

AMS 2422 及び ASTM B 488 膜厚 0.8~1.3 μm

なお、はんだ付性の指定がある場合には、はんだ付性試験の実施が要求されており、また、はんだ付性の観点から高純度の金を上記例に示す膜厚にめっきすることとしている。

(2) 銀めっき

- a. 銀めっきも金めっきに次いで良好なはんだ付性を有するが、長期保存性に欠ける面がある。また、硫黄やその化合物により、硫化し黒変する欠点がある。
- b. 湿度条件に加えて電圧が印加されると移行現象(マイグレーション)を生じ、絶縁抵抗の劣化やショートの原因となるので、その使用条件を十分考慮して適用すること。
- c. 銀めっきの仕様例を次に示す。

ASTM B 700 膜厚 3.8~8.9 μm

(3) 錫めっき

- a. 錫めっきは、初期においてははんだ付性がよいが、時間的劣化が大きい。
- b. 素材金属と相互拡散を起しやすく、例えば、銅であると、暗灰色の金属間化合物 (Cu_3Sn) が、製品のバーイン作業時に生成し、この物質がぬれ不良を起すことになる。この場合は、めっき膜厚を $2.5\mu\text{m}$ 以上にすると回避できる。
- c. 錫ウイスカ発生による電気回路のショートの問題があるため、錫めっき及び錫を主成分とする鉛フリー電極部品の使用を禁止する。鉛フリー部品をやむを得ず使用する場合は、機構と適用性を協議の上、決めること。

(4) 電気はんだめっき等

- a. はんだ付性、時間安定性とも良い特性をもっている。
- b. はんだめっきの仕様例を次に示す。
SAE-AMS-P-81728 (錫 50~70%、残鉛)、
フュージング後の平均膜厚 $7.6\mu\text{m}$ ~ $12.7\mu\text{m}$
- c. 溶融はんだコーティングは、各種めっきの上に行われる。
膜厚例、 $5.1\mu\text{m}$ 以上

(5) 下地めっき

- a. 黄銅のように素材合金の化学成分に亜鉛がある場合、亜鉛がめっき表面に拡散してはんだ付性を低下させることがある。これらの対策として、ニッケル又は銅を下地めっきとして $2.5\mu\text{m}$ 以上施すことが行われる。
- b. 仕様としては、ニッケルめっきに SAE-AMS-QQ-N-290, 銅めっきに AMS 2418 がある。
- c. ニッケルめっきを下地めっきとして行なう場合は、速やかに上層めっきを行うこと。空気中で放置すると上層めっきの密着性に支障をきたすことがある。磁性を嫌う場合は、ニッケルめっきを避けること。

5.3 はんだ付準備

5.3.1 使用部品の確認

- (1) 部品取付け前にプリント配線板に下記の欠陥の無いことを確認すること。
 - a. 導体パターンの膨れ、しわ、母材が露出するような引っかき傷又は積層基板からの分離（ランド部を含む）
 - b. 基板の層間剥離、ピット又は介在物
 - c. 基板の許容値を超えるミーズリング又はクレージング
 - d. プリント配線板上のゴミ、油脂、その他異物の付着
 - e. はんだ付する表面のはんだめっき又ははんだコーティングの欠如
- (2) 良好なはんだ付接合を行うためには、はんだ付する表面が油脂やめっき液の残留塩で汚染されてはならない。これらについては、汚染されないように取り扱うことが大切であるが、作業前には適切な溶剤を用いて十分に清浄にすること。清浄が十分でないと、はんだ付性の低下、ボイドの発生、はんだ接合強度の低下などが起きる。超音波洗浄器を使用する際は、部品内部のボンディングワイヤの損傷などが考えられるので十分な注意が必要である。また、洗浄作業により、はんだ付性を損ねるものであってはならない。
- (3) プリント配線板は、表面が清浄であること、及び吸湿していないことをはんだ付前に確認すること。プリント配線板の除湿方法としては、乾燥空気中での長時間保管、加熱乾燥、低温での真空乾燥などがある。乾燥の方法・温度・時間は、対象物に応じて設定し、工程仕様書等に明記すること（乾燥からはんだ付まで8時間以内が目安とされる）。乾燥が十分でないとプリント配線板に吸湿された水分により、はんだ付部にブローホール、ボイド、層間はく離、ミーズリングなどの不具合が発生する。

なお、乾燥温度と時間の例としては、130℃で1時間が一般的であるが、関連する最新の適用データシート（JAXA-ADS）にて確認すること。
- (4) 部品は、はんだ付けする前に部品の耐熱温度等の制約事項の確認を行い、はんだ付けによる部品劣化を避けること。

- (例)
- ・貫通型磁器コンデンサのはんだ付け温度／時間
 - ・IC、トランジスタのはんだ付け温度／時間
 - ・ヒューズのはんだ付け温度／時間
 - ・セラミック部品の加熱／冷却時間（予備加熱、急冷の回避）

5.3.2 使用工具の確認

- (1) 工具は、外観、操作、性能などについて日常点検すること。
- (2) こて先（チップ）は、日常及び定期的に次のことを点検すること。
 - a. 適切な差し込み
 - b. がた・ゆるみのない取付

- c. 汚れ
- d. こて先と熱素子間の酸化スケールのないこと
- e. 適切な接地
- f. 作業に適したこて先サイズ
- g. こて先温度

5.3.3 電線準備

(1) 絶縁被覆除去

絶縁被覆除去は、5.1.3 項に示す工具を適切に使用すること。

(2) 絶縁被覆損傷

絶縁被覆除去後、使用する導線の絶縁被覆に、傷、押しつぶれ、焦げなどの損傷があってはならない。ただし、サーマルストリッパによる軽微な変色やメカニカルストリッパ等による被覆末端のこすれや軽微な圧痕は不合格の対象とはしない。

(3) 導線損傷

絶縁被覆除去後、導線には母材が見えるような切り傷やこすれ傷などがあってはならない。断面積が減少した部品リード線等の導体は使用しないこと。

(4) 電線のより

電線素線のよりが乱れた場合は、可能なかぎり元の状態に復元すること。導線は、清浄にしてから、よりを元の状態に復元すること。

(5) 電線切断

電線末端は、適切なストレスリリースができる長さに はんた付前に切断すること。

(6) 導線のスプライス

スプライスについては JERG-0-041 に従う。

5.3.4 金めっき除去

はんた付する表面の金めっきは、熔融はんたへのディッピング、機械的な方法などにより除去すること。金めっき除去後、予備はんたを行うこと。なお、予備はんた付工程において金めっき除去を行う場合には、金めっき除去用はんたポットと予備はんた付用はんたポットとに分けることを推奨する。

－ 注 意 －

金めっきと溶融はんだとの接触時間は、導線から金を除去するのに十分であること。金とすずの金属間化合物の薄い層が残ると、非常に脆い継手になってしまう。

5.3.5 予備はんだ付

- (1) はんだ付する単線、より線及び部品リードの該当部分を予備はんだ付すること。
- (2) 予備はんだは、はんだポット又ははんだごてを用いる方法を推奨する。
- (3) はんだポットへの導線のディッピングは、5秒を超えないこと。
- (4) 液体フラックスを使用してもよい。ただし、フラックスは、はんだのウィッキングにより少量運ばれる以外は、絶縁被覆の内側に入らぬようにすること。また、フラックスの除去にあたっては、洗浄液が絶縁被覆の内側に流れ込むほど多量に使用しないように注意すること。
- (5) 溶融はんだで部品リードをはんだコーティングする際は、部品本体、端部シール又は絶縁被覆に 0.51 mm より近づけないこと。
ただし、部品仕様で根本までのはんだコーティングを許容している場合は、0.51mm より近づくことが許容できるが部品本体、端部シール又は絶縁被覆に損傷がないことを確認すること。
- (6) 予備はんだ付作業者は、予備はんだ付面の少なくとも 95%が覆われていることを確認すること。より線の輪郭が確認できること。
- (7) 予備はんだ付の再加工は、上記を繰り返すことによって実施する。再予備はんだ後も、予備はんだ被覆範囲が不十分な場合には、不合格とし、不具合処理手順により措置すること。

－ 注 意 －

予備はんだ付で、はんだの“ぬれ不良”又は“はじき”が観られる場合は、所定の不具合処理手続きにより対応処置や再発防止処置を取ること。

5.3.6 はんだポットの管理

- (1) 予備はんだ付用はんだポットの はんだは、容量及び使用頻度に応じて、定期的に分析又は交換し、記録すること。表 5-1 に示す不純物含有限度及び銅と金の合計が 0.3 wt%を超えてはならない。予備はんだの光沢がなくなったり、霜状又は粒状を呈した場合には、そのはんだポットの使用を中止すること。

表 5-1 はんだの不純物の含有限度

不 純 物	含有限度 (wt%)	
銅	0.25	*1
金	0.20	*1
カドミウム	0.005	
亜鉛	0.005	
アルミニウム	0.006	
アンチモン	0.5	
鉄	0.02	
ひ 素	0.03	
ビスマス	0.25	
銀	0.10	
ニッケル	0.01	

*1 銅と金の合計が 0.3 wt%を超えないこと。

- (2) はんだの適切な純度を維持するために、はんだ付にあたっては、次の手順を守ること。
- a. はんだ付を始める前にドロスははんだ槽表面から取り除くこと。
 - b. はんだ付け中においても、ドロスがはんだ付対象品につかないように、定期的に取り除くこと。
- (3) 予備はんだ付用のはんだポットは、温度が適切に保持されるもので、少なくとも、予備はんだ作業前後又はポット使用の8時間毎に温度が適切であることをモニタすべきである。

[参考事項]

- (1) はんだ付作業中に混入する恐れが大きい金属としては、銅、金、カドミウム、亜鉛及びアルミニウムがあり、特に注意する必要がある。
- (2) はんだバス中の不純物の影響を次に示す。
 - a. 銅

銅は、はんだ付面に存在する可能性の高い金属であり、これを含むとざらざらした様相を呈し、硬くもろくなる。はんだ槽では、銅の含有 0.25 wt%以下を維持すること。

b. 金

金は、銅と同様、はんだ付面に存在する可能性の高い金属であり、これを含むとはんだの流動性を低下させ、白っぽい表面のもろいはんだ付部を形成する。はんだ槽では、金の含有を 0.2 wt% 以下に維持すること。管理値としては 0.08 wt% を推奨する。

c. カドミウム

はんだ付性が低下し、はんだ付表面に光沢がなくなる。

d. 亜鉛

0.001 wt% から影響が出始め、0.005 wt% 程度で流動性及びぬれ性が低下し光沢が減少する。

e. アルミニウム

0.001 wt% 以上存在すると、はんだの表面酸化を促進させる。その結果、はんだ付部表面は、ポーラスになり光沢が失われ、ざらざらした外観となる。しかし、アンチモンが定量存在すると、アルミニウムと金属間化合物を生成し、この影響は現われなくなる。

f. アンチモン

含有率が増すとぬれ性が若干低下し、電気抵抗を増加させるが、機械的強度及びクリープ特性は向上する。しかし、多量になると、流動性や接合性が低下し、硬くもろくなりかつ腐食されやすくなる。

g. 鉄

融点が高くなり、 FeSn_2 を生成し、作業性を低下させる。また、多量に含まれると磁性を帯びたはんだ付となる。

h. ひ素

機械的特性としては、硬くもろくなる。また、外観としては、水泡状となり、針状の金属間化合物を生成する。

i. ビスマス

融点が下がるがもろくなる。

j. 銀

はんだ中の銀は、銀めっきの溶食を低下させることができる。

k. ニッケル

ニッケルのはんだ中の溶解度は小さい。ニッケルがはんだ中に含まれるとざらざらしたはんだ付面になることがある。

5.4 部品取付

5.4.1 一般

特記以外は、JERG-0-042 によること。はんだ付作業上、プリント配線板に部品を取り付ける際に特に注意すべき事項及び追加要求事項を以下に示す。本書で示す寸法は、製造上の検査判定基準を示すものである。(設計上の寸法については、JERG-0-042 を参照のこと。)

(1) ストレスリリーフ

温度変化による膨脹、収縮及び機械的変動のために部品及びはんだ付部が損傷しないように、拘束二点間のストレスリリーフを行う。ただし、振動による損傷及び電気性能の問題を防ぐために、余りに長いリード線やループとしないこと。継手に残留応力が残るため、はんだが凝固するときにリード線のスプリングバック力を一時的にせよ拘束しないこと。ストレスリリーフの例は、本書全体の図中に示す。

[参考事項]

はんだ付の際に、リード線等の金属材料がプリント配線板やコンフォーマルコーティングといった比較的熱膨脹率の高い有機材料を束縛する傾向にある。はんだ付時及び使用時の温度サイクルにより、はんだ付部は繰り返し熱応力を受け疲労する。

はんだ付時に生じる熱応力やスプリングバック力が過大になると、はんだ付部は、持続的な応力を受け、結晶組織を再配列し、クリープ破壊を起こす。

疲労は、温度サイクルによる応力とサイクル数(時間)の関数になり、クリープは、応力と時間の関数となる。したがって、大部分のはんだ付の事故は、疲労とクリープの組み合わせによって生じる。

これらについては、2.2 項 a. 機構資料 JERG-0-039-TM001 付録：技術データ 5 及び技術データ 7 参照のこと。

－ 注 意 －

湿式タンタル型コンデンサのガラス封止部のように機械的に弱い部分を有する部品は、細心の注意を払うこと。ガラス封止部は、破損しても劣化がゆるやかなことがあり、直後の電気試験で検知できないことがある。

(2) 部品配置

部品、端子及び導線は、次により実装すること。

a. はんだ接合部の確認

他の部品のはんだ接合部が覆い隠されないように取り付けること。これが避けら

れない場合は、中間組立検査において隠れてしまうはんだ接合部が本書の要求事項に合致していることを確認すること。

b. 導体回路上の部品

部品がプリント配線板の導体回路をまたいだり、他の導電性材料に極めて接近し、その回路をショートさせる可能性がある場合は、適当な厚さの透明絶縁物を介在させること。部品識別マーキングが読めるように絶縁すること。

(3) 部品識別表示

できるだけ部品識別表示が読めるように実装すること。部品の向きにかかわらずマーキングの一部が隠れてしまう部品では、マーキングの見える優先度を次のとおりとする。

a. 極性

b. トレーサビリティコード（該当する場合）

c. 部品番号及び特性値

(4) 枠からはみ出し

技術文書による特記以外、部品は、プリント配線板、ターミナルパネル又はシャーシからはみ出さないように取付けること。

(5) 接続電線

単一又はより線の接続電線は、長さが 25 mm を超える場合には、コンフォーマルコーティングだけでなく、表面への接着固定などによる支持を併用すること。（付録 I 参照）

(6) ガラス封止部品

ダイオード、サーミスタ、抵抗などのガラス封止部品をエポキシ樹脂で接着固定、コンフォーマルコーティング又はポッティングする場合、又は他の原因で損傷を受けそうな場合は、透明な弾性スリーブ等をかぶせること。エポキシ系接着剤を直接ガラスに塗布しないこと。

－ 注 意 －

スリーブ収縮又は過度の加熱で部品等に悪影響を与えないように注意すること。

(7) スプライス

破損や損傷した部品リードやプリント配線板回路などの導体を接続する場合は契約に基づいて決められた不具合処理手順に従うこと。（はんだを用いたスプライスについては JERG-0-041 に従う）

(8) はんだ接合部との接触

部品本体がはんだ接合部に接触しないこと。

(9) 機械固定部品

機械固定（ねじ止め等）とはんだ付けが併用される部品のはんだ付けは、はんだ付け部に機械的ストレスを与えないように、正規の方法で機械固定を行った後にはんだ付けする。

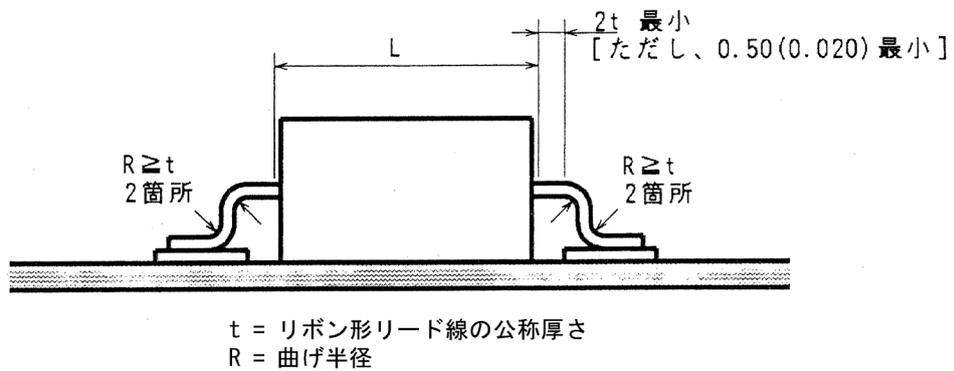
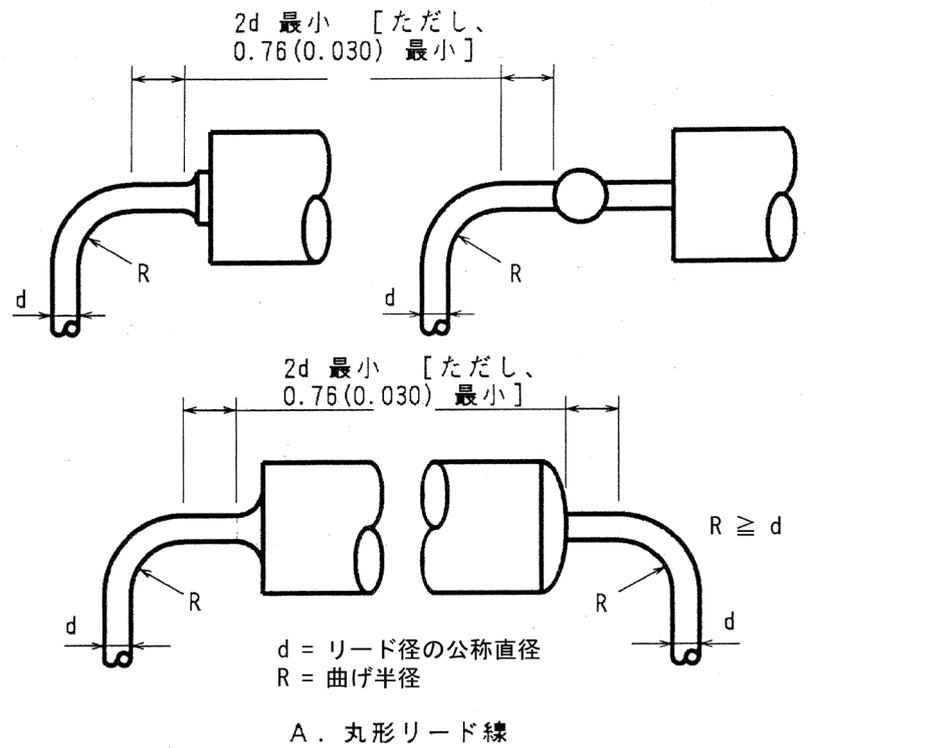
（例）

・ L型タイプ多極コネクタのはんだ付け

L型タイプ多極コネクタのはんだ付けは、コネクタ本体を相手側に正規のねじ締付トルクでねじ締付け、固定後、L型リードをプリント配線基板にはんだ付けする。

5.4.2 部品リードの切断と折曲げ

- (1) 部品リードのシール部や内部接続部への応力、損傷を避けるために、部品リードの折曲げ又は切断時は、部品リードの本体側を保持すること。
- (2) 部品本体と部品リードの折曲げ開始部までの長さは、両端でほぼ等しいこと。
- (3) 部品本体からリード折曲げ開始部までの距離は、丸形リードではリード径の2倍ただし 0.76 mm 最小、リボン形リードではリボン板厚の2倍ただし 0.50 mm 最小とする。リード線が溶接されている場合には、溶接部からとする。リード折曲げ径は、リード径又はリード板厚以上であること。（図5-4参照）
- (4) リード線の折曲げ方向は、実装部品のマーキングを隠さない方向とする。
- (5) 部品本体や封止部にストレスを生じさせるような過度の変形をしなくてもプリント配線板の取付穴に差し込めるように部品リードを成形すること。
- (6) 全てのリード線は、部品取付前に成形及び予備はんだされていること。
なお、応力腐食割れを起こす部品リード（例えば、材質が銅）では、予備はんだ前に予備成形、切断すること。
- (7) 手又は自動にかかわらず、部品リードに傷や変形が認められる場合には取付けないこと。工具への押さえつけによる滑らかな押し付けの痕跡は、不合格とはしない。
- (8) 焼入れリード（ピンともいう）は、部品の本体シール部や内部接続部が損傷することがあるため、取付のための曲げ又は成形はしないこと。焼入れリード又は直径 1.27 mm 以上のリードは、部品の内部接続部に衝撃を与えるニッパ等の工具で切断しないこと。
- (9) リード線をクリンチしたあとに生ずるスプリングバックは、許容する。
- (10) はんだ付後に、はんだ付接合部を切断しないこと。



B. リボン形リード線

寸法は、mm(in)

— 注 意 —

リードの曲げ開始部から部品本体までの距離（上図の 2 d 最小）は、部品によっては指定があるので注意すること
（部品適用データシート（NASDA-ADS、JAXA-ADS）等参照）。

図 5-4 部品本体とリード折曲げ開始部までの距離

5.4.3 端子取付

端子は、部品が5回以上取外し交換されることが推定される場合又はその他のやむを得ない設計上の必要性がある場合にのみ適用するものである。

- (1) めっきなしスルーホール両面プリント配線板の面間接続として端子を使用しないこと。
- (2) めっきスルーホールに取付けるかしめ端子は、めっきスルーホールをはんだで完全に埋めることができるように楕円形漏斗かしめによってプリント配線板に固定すること（図5-5参照）。端子は、指の力で廻せる程度にかしめること。
- (3) めっきなしスルーホールに取付けるかしめ端子の座をプリント配線板にはんだ付する場合には、ロール形かしめにより固定すること（図5-6参照）。
- (4) 端子のかしめ側を片面プリント配線板の導線側にしてはんだ付する場合には、V形漏斗かしめにより固定すること（図5-7参照）。
- (5) かしめ作業によりプリント配線板を損傷させないこと。
- (6) かしめ後、かしめ部に円周方向のクラック又は欠けのないこと。半径方向には、かしめ部を超えないクラックが最大3個まで許容する。ただし、クラックの間隔は、90°以上あること。（図5-8参照）

[参考事項]

端子を必要とする場合には、青銅製が好ましく、はんだめっき（原則として、フュージング実施）又ははんだコートされたものであること。

黄銅のように素材構成金属として亜鉛の成分が入っている場合には、亜鉛成分が拡散して表面めっき上に出てきてはんだ付性を低下させるため、バリアめっきを施してあること。バリアめっきとしては、最小膜厚 0.003mm の銅下地めっき（規格としては、AMS 2418）がある。ニッケルめっきでもよいが、ニッケルは、磁性体でありかつはんだ付性がやや劣る。

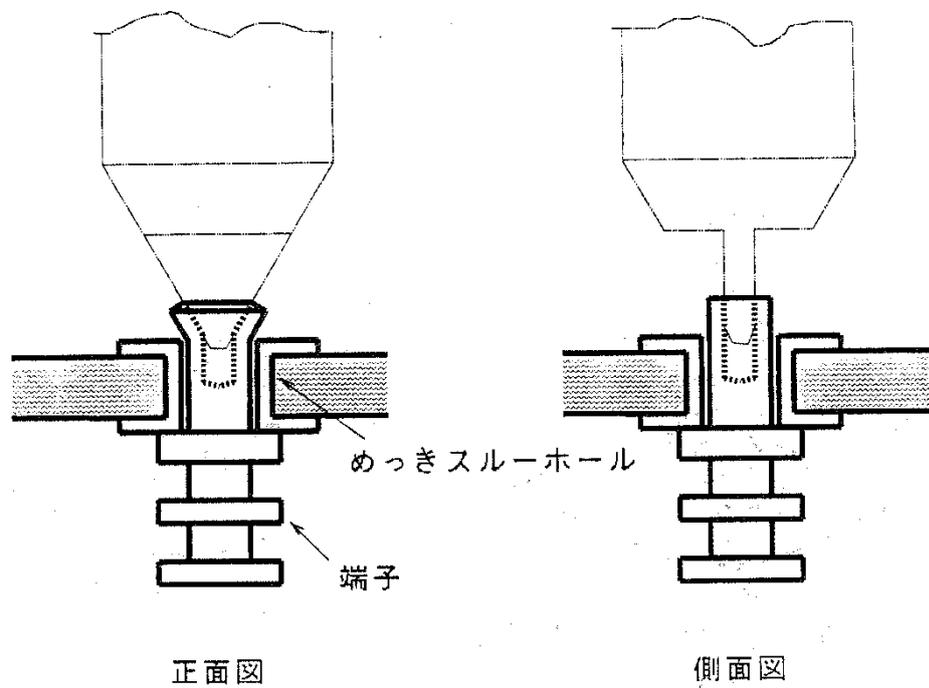
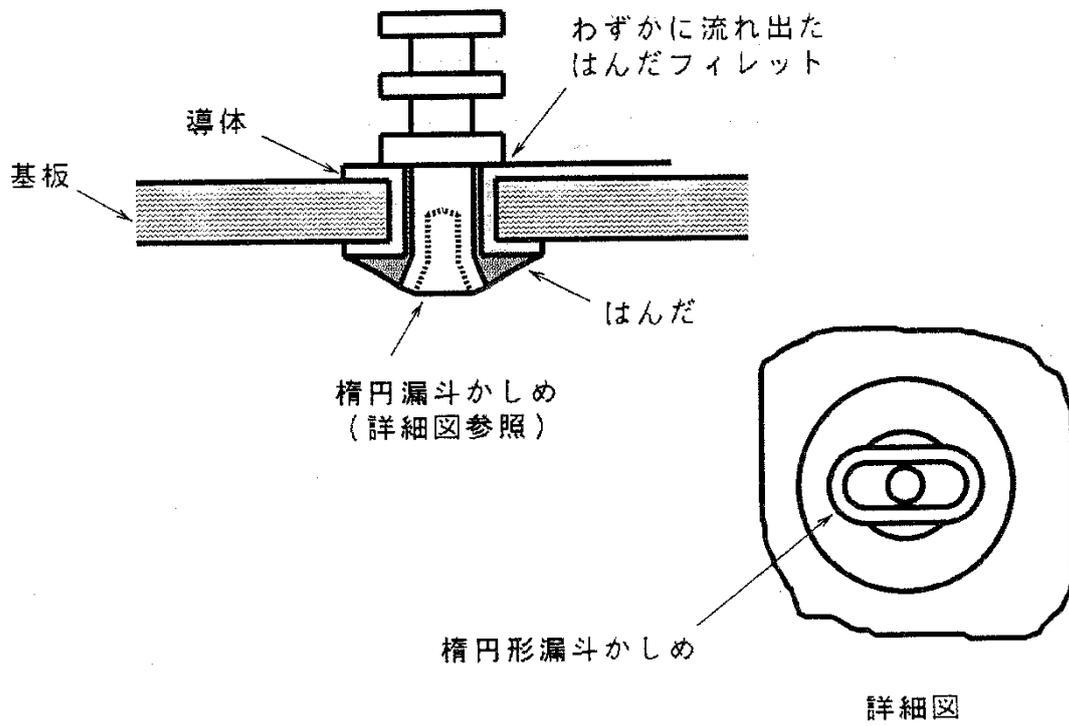


図 5-5 楕円漏斗かしめによる端子取付

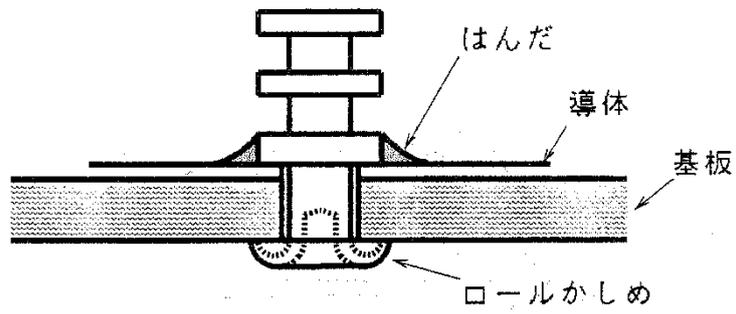


図 5-6 ロール形かしめによる端子取付

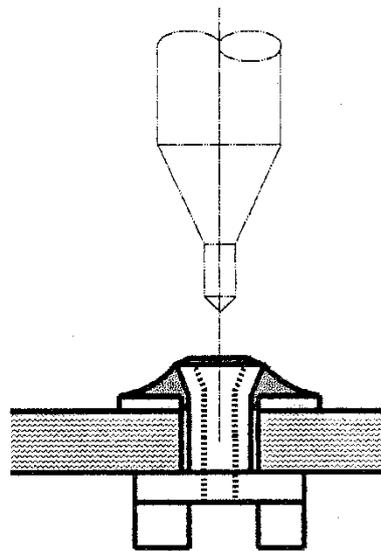


図 5-7 V形漏斗かしめによる端子取付

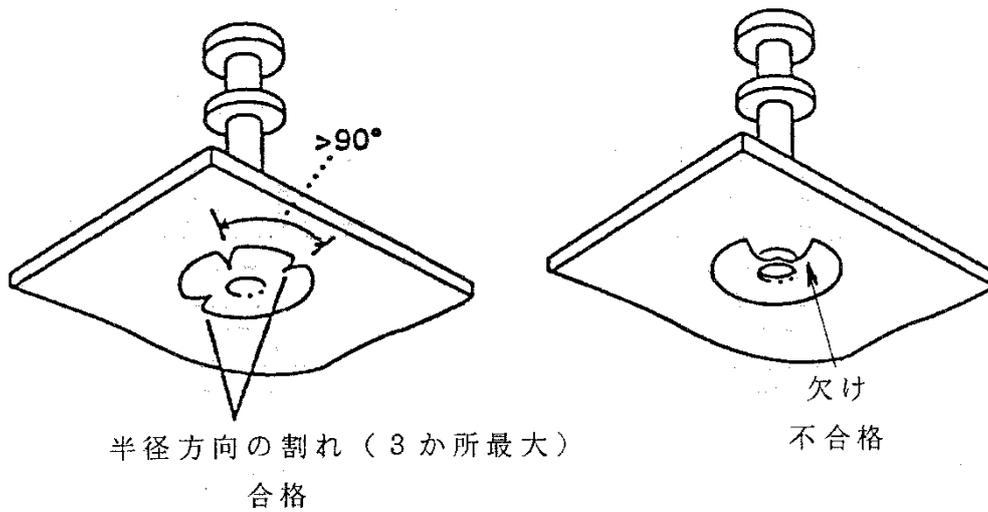


図 5-8 端子の損傷

5.4.4 端子への部品取付

- (1) 部品は、取付面に平行に置き、かつ接触させること（図 5-9 参照）。わずかな傾きは、許容する。
- (2) 部品と端子との間のリード線の長さは、特別な形状の部品で片寄らせて取り付けるように指示された場合を除き、両側でほぼ等しいこと。
- (3) 部品リードは、少なくとも片側はストレスリリーフ曲げをとり、端子間に取り付けること。リード線は、原則として、あらかじめ最終形状に成形しておくこと。

— 注 意 —

部品取付時にかしめはんだ接続部に機械的な力がかからないように注意すること。

- (4) 端子へのリード線巻付けは、5.5 項に従うこと。

SR = ストレスリリーフ曲げ (STRESS RELIEF BEND)

CP = 拘束箇所 (CONSTRAINT POINT)

d = リード径の公称直径

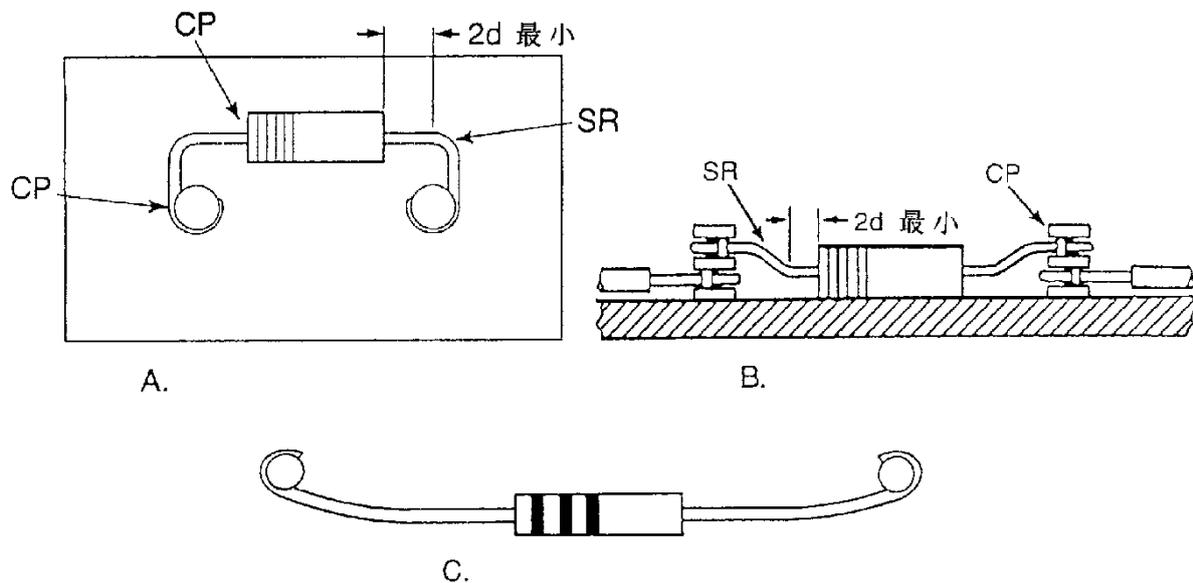
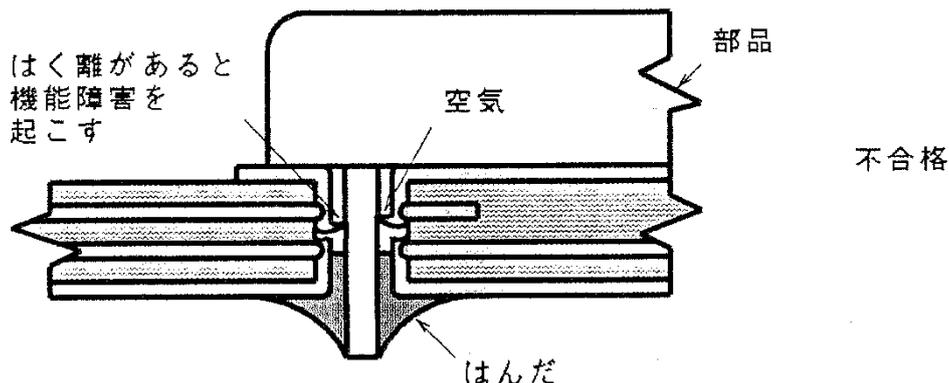


図 5-9 端子に取り付ける部品のストレスリリーフの方法

5.4.5 プリント配線板への部品取付とリード接続

5.4.5.1 一般

- (1) 接合部は、はんだ付前に予備はんだされていること。はんだ接合部は、はんだ付後検査において目視できること。
- (2) リード線に部品メーカーによって施された絶縁被覆がある場合には、絶縁被覆の終端部フィレットが取付穴又ははんだ接合部に入らないように注意すること。
- (3) めっきスルーホールの子実装面へのはんだ流れを邪魔しないように取付けること（図5-10参照）。
- (4) リード接続は、技術文書に従い、沿わせ、折曲げ又はストレート実装とすること。1つの穴には1つの導線又は部品リードだけを挿入すること。
- (5) 接合部を目視検査できない場合、非破壊検査（X線、ファイバースコープ等）を行うこと。非破壊検査の方法は、文書化して、実施前に機構の確認を受けること。



備考：はんだ付時に巻き込んだ空気の圧力と溶融はんだの圧力とが等しくなる所ではんだが止まる。

図 5-10 取付穴の障害

5.4.5.2 両端子部品の水平取付

両端子部品の水平取付は、取付面に平行で、接触させること（図5-11参照）。わずかな傾きは許容する。部品を接着する場合には、わずかな隙間は許容する。

ただし、部品本体の径が小さく、リードのストレスリリーフ部にはんだフィレットがかかる場合は、取付面から部品を浮かしてもよい。

取付面から部品を浮かす場合は、耐振性を十分に検討する。

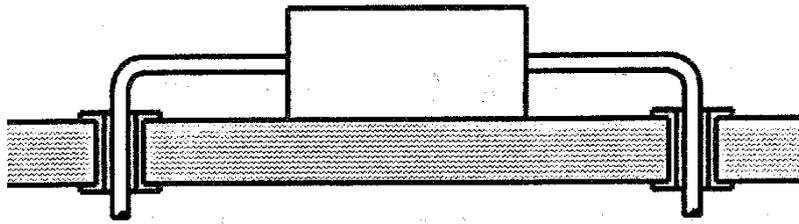


図 5-11 両端子部品の水平取付

5.4.5.3 両端子部品の垂直取付 (図 5-12 参照)

(1) めっきスルーホール

部品本体の片面から基板まで 0.51 mm から 1.27 mm の隙間をあけるか又は技術指示に従って取付けること。部品本体の片面とは、被覆フィレット、はんだシール、溶接ビードなどを含むものである。

(2) めっきなしスルーホール

部品本体の片面を基板に載せ、オフセット沿わせ実装とすること。部品本体をプリント配線板に接着固定すること。反対側のリードは、ほぼ直角の 2 箇所での折曲げとなること。

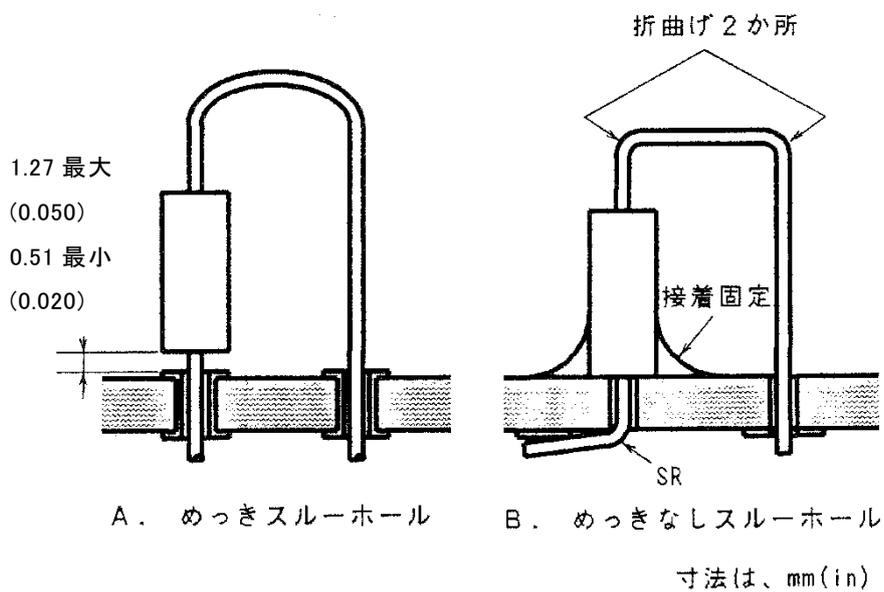
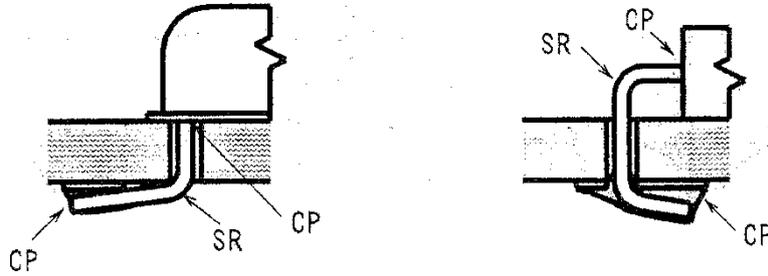


図 5-12 両端子部品の垂直取付

5.4.5.4 部品実装面の反対面で接合する部品の取付

部品本体とはんだ接合部との間にストレスリリーフを設けること（図5-13参照）。リードは、折曲げ、ストレート又はオフセット沿わせ実装により接合する。



SR=ストレスリリーフ曲げ(STRESS RELIEF BEND)
CP=拘束箇所(CONSTRAINT POINT)

図 5-13 部品実装面の反対面に取付ける場合のストレスリリーフ

5.4.5.5 部品実装面で接合する部品の取付

プリント配線板への曲げ角度を 45° から 95° にリードを成形し、ストレスリリーフを設けること（図5-14参照）。

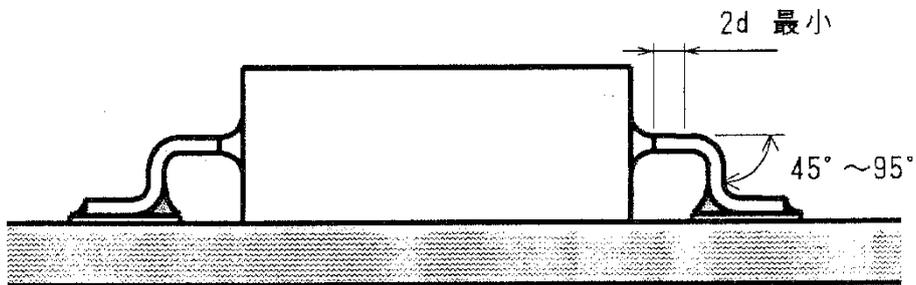


図 5-14 部品実装面に取付ける部品のリード曲げ角度

5.4.5.6 両面で接合する部品の取付

部品本体とはんだ接合部との間にストレスリリーフを設けること。プリント配線板の両面をつなぐ場合にはストレスリリーフを設けるかめつきスルーホールとすること。(図5-15参照)

SR = ストレスリリーフ曲げ (STRESS RELIEF BEND)

CP = 拘束箇所 (CONSTRAINT POINT)

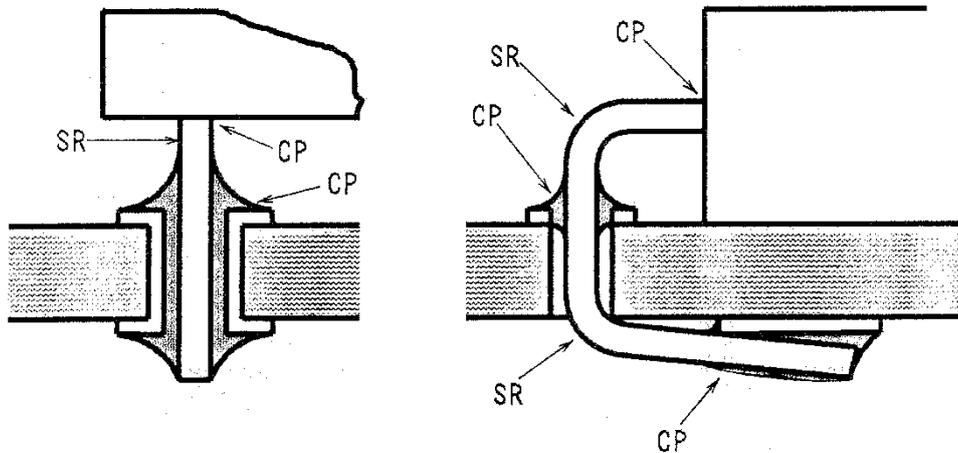
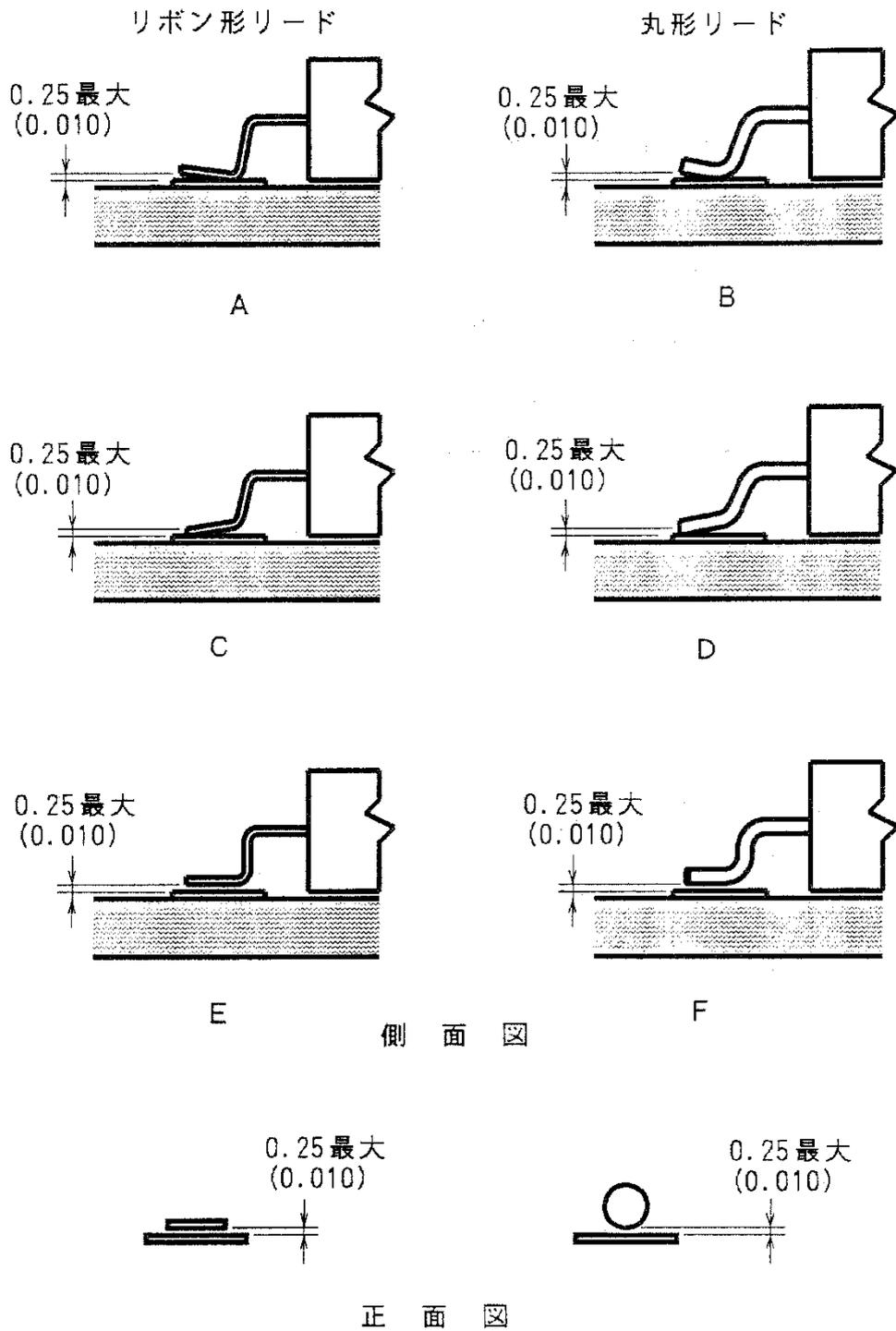


図 5-15 両面接合する部品の取付

5.4.5.7 沿わせ実装

沿わせ実装には、丸形とリボン形のリードとの両方がある。沿わせ部長さにわたってランドに接触することが望ましい。リードとランドの隙間は、0.25mm を超えないこと (図5-16参照)。

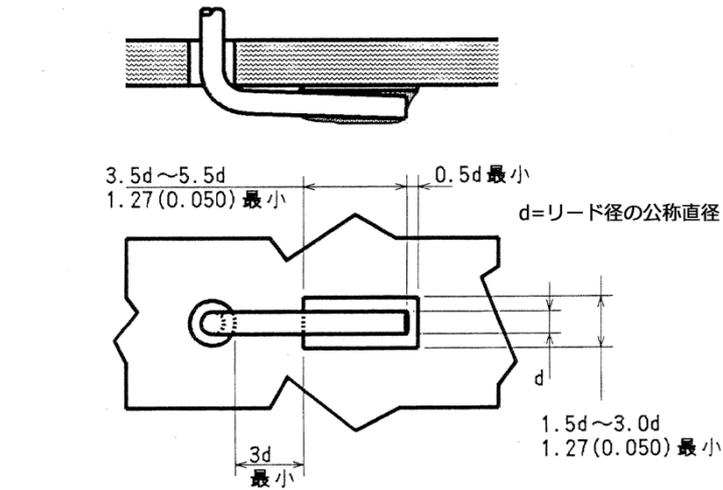


寸法は、mm(in)

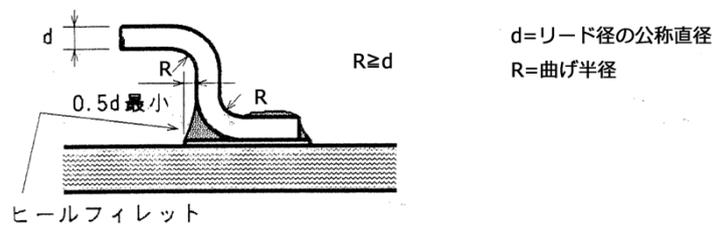
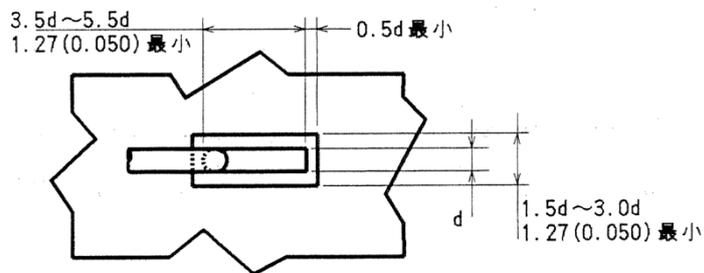
図 5-16 沿わせ実装での基板との隙間

(1) 丸形リード沿わせ実装 (図 5-17 参照)

丸形リードは、リード径の 3.5 から 5.5 倍の長さ又は最低でも 1.27mm がランドと重なること。リード切断端面とランド端辺との間隔は、リード径の 1/2 以上あること。部品本体側のリードだけがランドからとび出していること。ヒールフィレットが、かならずできるようにすること。



A. スルーホールオフセット沿わせ実装



B. 表面沿わせ実装

寸法は、mm(in)

図 5-17 丸形リード沿わせ実装

(2) リボン形リード沿わせ実装 (図 5-18 参照)

リボン形リードは、リード幅の 3.0 から 5.5 倍の長さがランドと重なること。部品本体側のリード以外は、ランドからとび出さないこと。リード切断端面とランド端辺との間隔は、0.25mm 以上あること。リードの側辺の 1 辺は、ランドと同じ位置になってもよい。リードの 3 辺のうちの 2 辺には、はんだフィレットができるような十分なエリアがあること。リボンリード幅が 1.27mm 未満の場合は、沿わせ長さは、1.27mm 以上とすること。ヒールフィレットが、かならずできるようにすること。

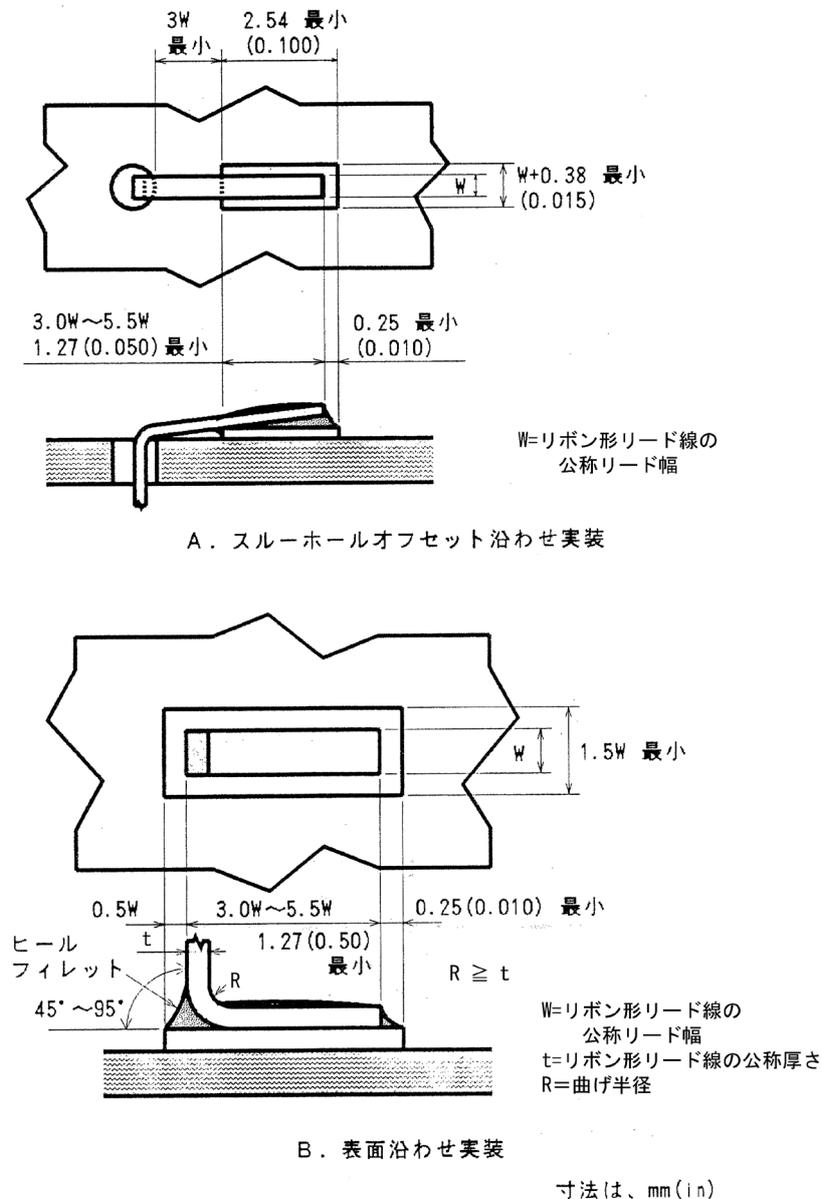


図 5-18 リボン形リード沿わせ実装

5.4.5.8 スルーホール折曲げ実装 (図5-19参照)

部品リードの折曲げ長さは、ランドの最大寸法の1/2又は0.78mm以上のどちらか大きい方とすること。リードは、ランドの長手方向に曲げること。なお、ランドの大きさが十分でない場合は、プリント配線の伸びている方向に曲げること。リードの両側には、はんだフィレットが形成できる十分なエリアがあること。折曲げリードとは、プリント配線板に対し75°から90°に曲げたものをいう(図5-20参照)。曲げの困難なリードを折曲げ実装としないこと。

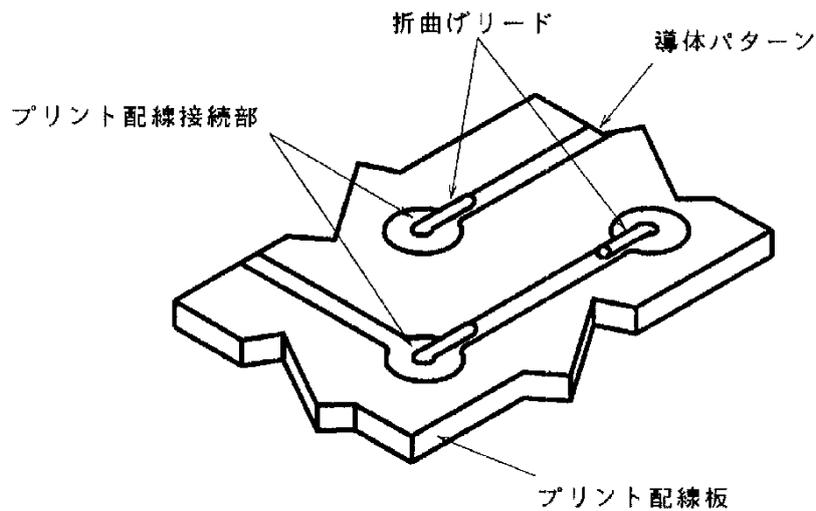


図 5-19 スルーホール折曲げ実装

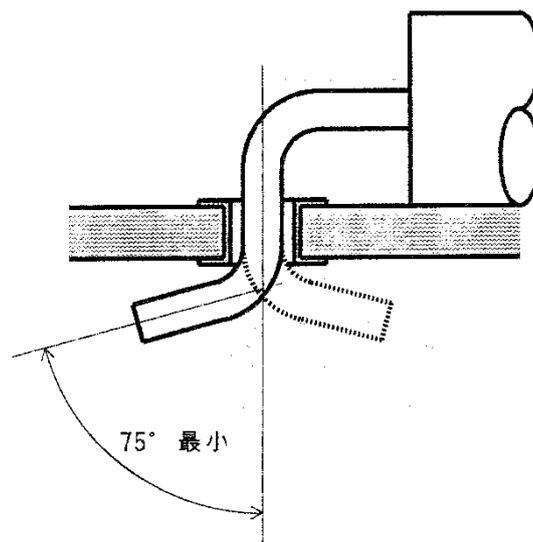


図 5-20 リードの折曲げ角度

5.4.5.9 ストレート実装

プリント配線板にストレート実装する部品リードは、最小 0.5 mm から最大 2.28mm 飛び出すこと（図 5-21 参照）。最小リード長さは、はんだ付時にも確認すること（合否判定が困難な場合を除き、寸法測定は特に必要ない）。ストレート実装において、はんだ付作業のために部品を保持するために、垂直面に対し 30° まで曲げてよい。曲げの困難なリードは曲げないこと。（図 5-22 参照）

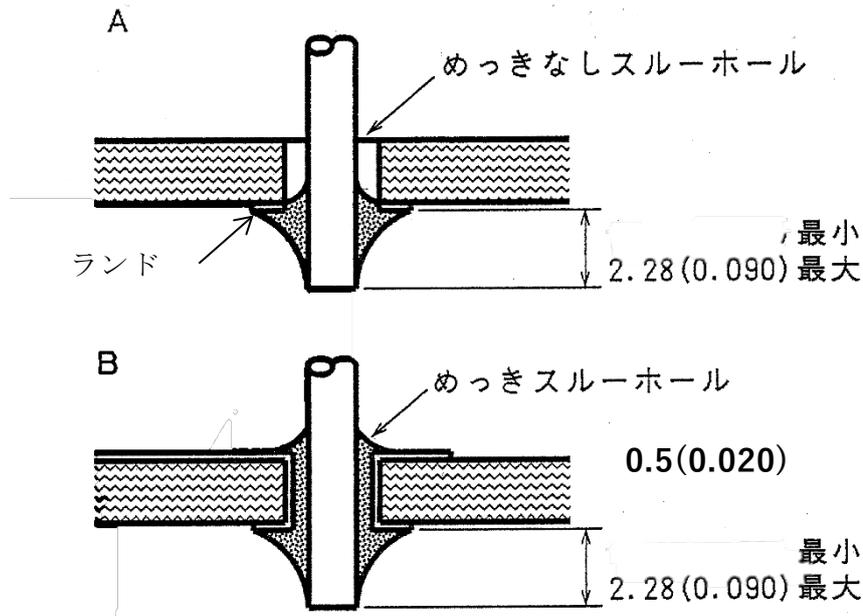


図 5-21 ストレート実装

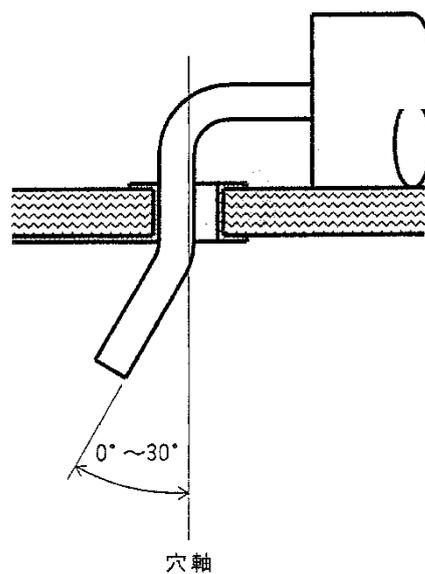


図 5-22 リードの部分折曲げ実装

5.5 端子への導線取付

5.5.1 一般

部品リード及び電線は、次のとおり取り付けること。

(1) 最小絶縁被覆クリアランス

絶縁被覆がはんだ継手内に埋め込まれないこと。絶縁被覆端部で導線の輪郭が分からないようであってはならない。

(2) 最大絶縁被覆クリアランス

絶縁被覆クリアランスは、絶縁被覆を含んだ電線径の2倍未満であること。ただし、導線を近接の他の導線と短絡させるようなことがあってはならない。

(3) 複数並行取付

一つの端子に複数並行取付けする導線の絶縁被覆クリアランスは、等しくなくてもよい。

(4) 特殊なケース

高電圧回路や高周波同軸線などの接続のように、特性インピーダンスや他の回路パラメータの影響を受ける場合には、絶縁被覆クリアランスを変更できる。

(5) ワイヤハーネスからの引き出し

ワイヤハーネスから等間隔に配置された端子へ複数の電線を引き出す場合、引き出し電線は、応力が集中しないように、曲がりを含めた長さを均一にすること。

(6) 機械的な支持

ワイヤハーネスは、はんだ付部に機械的荷重がかからないように支持すること（図5-23参照）。支持方法や位置は、技術文書に規定すること。

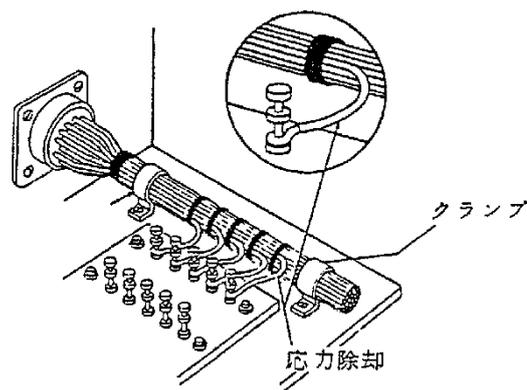


図 5-23 ワイヤハーネスの端子への取付

(7) ストレスリリーフ

はんだ付部や導線に引張りがかからないように十分なたるみを持たせること。

(8) 巻付け方向

導線の端子への巻付けは、時計方向又は反時計方向のどちらでもよい。

他の導線の巻付けの邪魔にならないこと。端子からの引き出し方向は、端子と導線が最後に接触している箇所の接続方向とし、巻き付け成形形状をできるだけ崩さないようにする。(図5-24参照)。

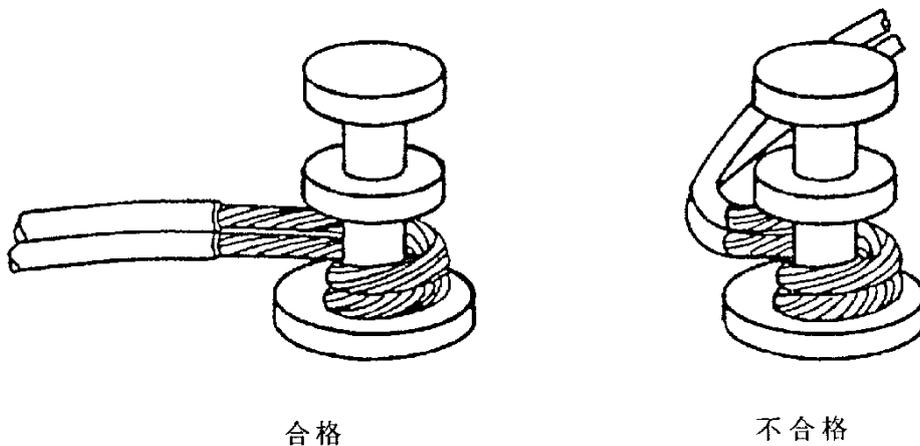


図 5-24 電線の引き出し方向

(9) 端子への巻付け本数

電線や部品リードは、端子に十分に接触すること。導線を導線の上に巻付けたら、端子の上にはみ出してはならない。

(10) 部品リード

部品が端子としての機能を持たせたリードを備えている場合を除き、プリント配線板へ実装された部品のリード線を端子として使用しないこと。

(11) 端子への部品取付

端子への部品取付は、5.4.4 項と 5.5 項によること。

(12) 高電圧導線の巻付け

高電圧リードの巻付けは、技術文書で詳細を指示すること。

5.5.2 ターレット端子及び棒状端子

(1) 側面挿入ルート

側面挿入ルートは、次のとおり接続すること。

- a. AWG26 より太い電線は、端子の周囲に $180^\circ \sim 270^\circ$ 巻付けること。(図 5-25 A 参照)
- b. AWG26 及びそれより細い電線は、端子の周囲に $180^\circ \sim 360^\circ$ 巻付けること。(図 5-25 B 参照)

ただし、AWG 30 及びそれよりも細い電線は、3 回を超えない範囲で巻き付けることを許容出来る。

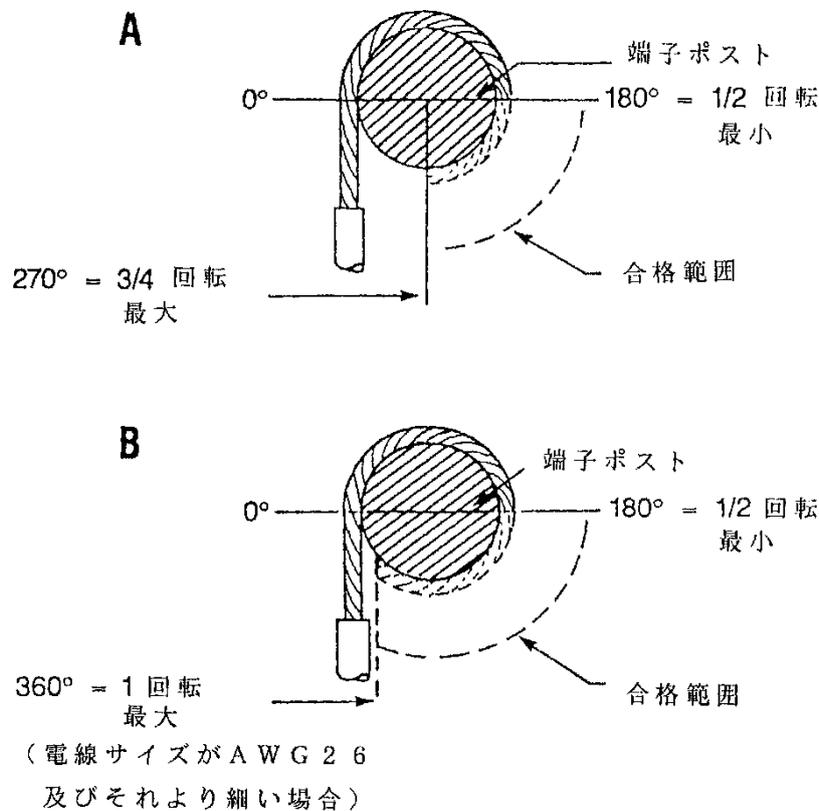


図 5-25 導線の巻付け

- c. ターレット端子の場合、導線は全てガイド溝部にのみ取付けること。(図 5-26 A 参照)
- d. 導線は、巻付け部を端子ポスト(支柱部)にしっかり接触させること。導線末端が、端子の座からはみ出てはいけない。
- e. 十分に幅のある溝には、2 本以上の電線を取付けてもよい。ただし、取付ける順番は、フランジに近い側からとし、リード線の外部皮覆が干渉しあうような接続をしないこと。

(2) 底部挿入ルート

導線は、端子の裏面底部より挿入し、上部の切欠き部で引き出し、側面挿入ルートの要求と同様な要求により巻付けること（図5-26B参照）。

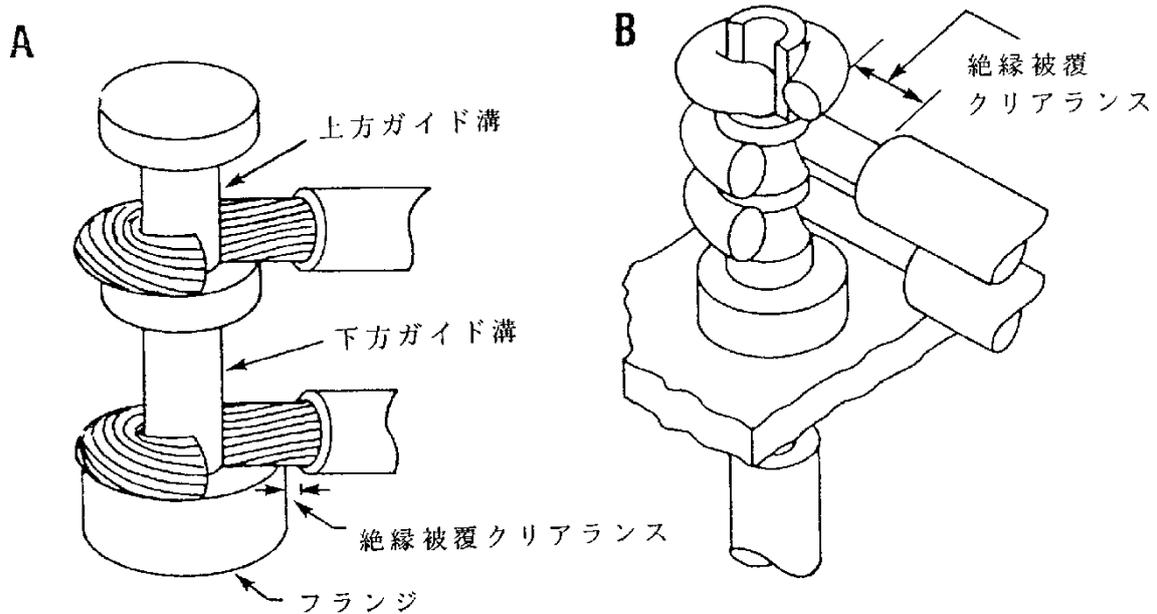


図 5-26 ターレット端子

(3) 連続巻付け

3つ以上の一列に並んだ端子を接続する場合は、1本のソリッドジャンパー線で端子間をつなげてよい（図5-27参照）。最初と最後の巻付けは、導線の太さに応じて、5.5.2 (1) a. 又は b. 項によること。

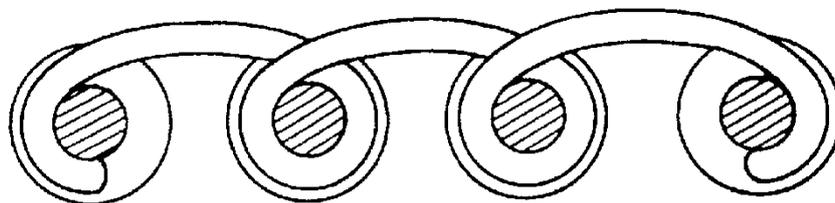


図 5-27 連続巻付け／ターレット端子

5.5.3 ニまた端子

(1) 底部挿入ルート

底部挿入ルートについては、図5-28に従うこと。

導線は、図5-28Cに示す方式を除き端子の肩からはみ出さないこと。ただし、図5-28Cが認められるのは、その周囲に十分な物理的間隔があり、しかも電気的特性をも満足する場合のみとする。2本以上に導線を取付ける場合は、同時に挿入し、別のポストに交互に巻付けること。

(2) 側面挿入ルート

側面挿入ルートについては、図5-29に従うこと。

- a. 導線は、端子ポストに対し直角になるようにスロット部に挿入すること。
- b. 導線が端子の座面に接触する場合には、端子溝に真っ直ぐ挿入するだけでもよい。導線を端子ポストに巻付ける場合には、 90° から 180° 巻付けること（図5-30）。
- c. 導線は、ポスト及びフランジ部にしっかり接触させること。
- d. 十分に高さがあり、導線同士の巻付けることなく各導線をポストに直接巻付けられる場合には、複数の電線を取付けてもよい。ただし、2個のポストの交互に曲げ方向を変えて取付けること（図5-29B、D参照）。取付ける順番は、フランジに近い側からとする。太さの異なる電線を1つの端子を取付けるときは、太い方の電線をフランジ側にして、先に取付ける。
- e. 導線は、図5-29Cに示す方式を除き端子の肩からはみ出さないこと。ただし、図5-29Cの方式が認められるのは、その周囲に十分な物理的間隔があり、しかも電気的特性をも満足する場合のみとする。

(3) 側面及び底部挿入ルート取付け順序

- a. 図5-28に示す底部挿入ルートで取付ける。
- b. 次に、図5-29により側面挿入ルートで取付ける。

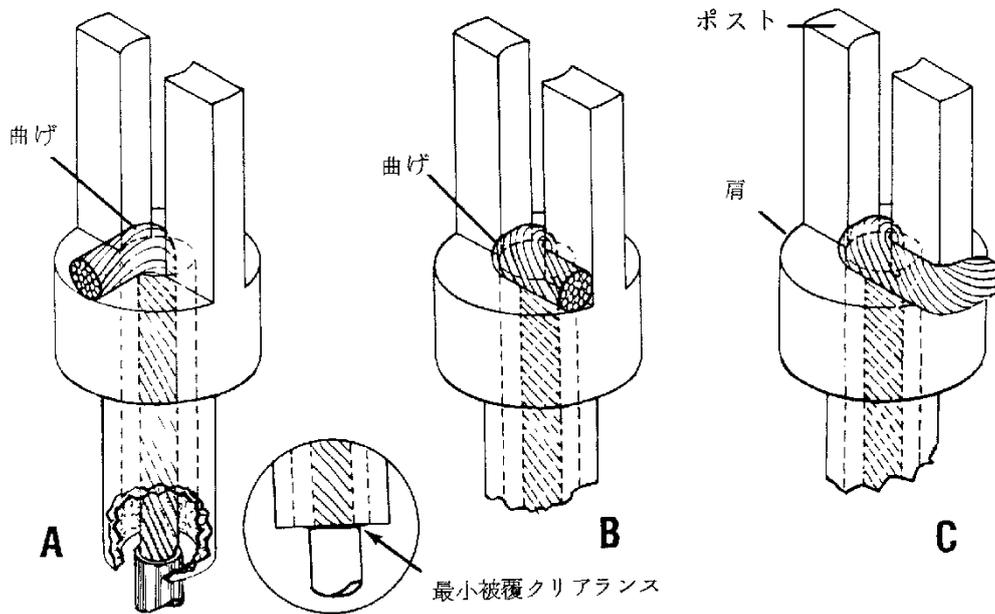


図 5-28 二また端子への底部挿入ルート

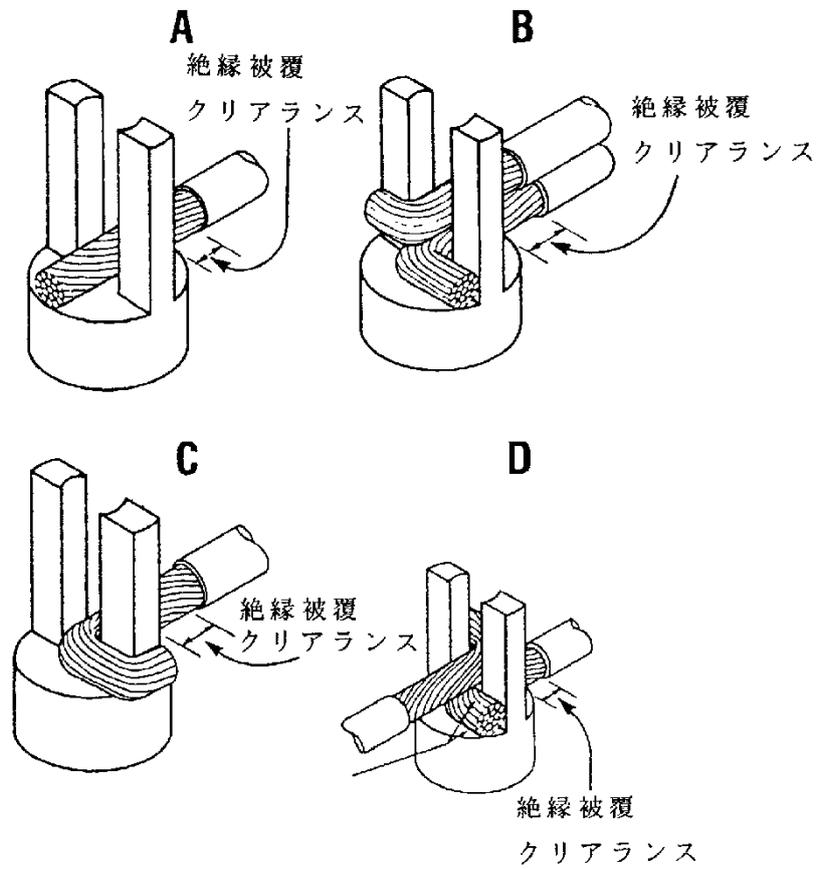


図 5-29 二また端子への側面挿入ルート

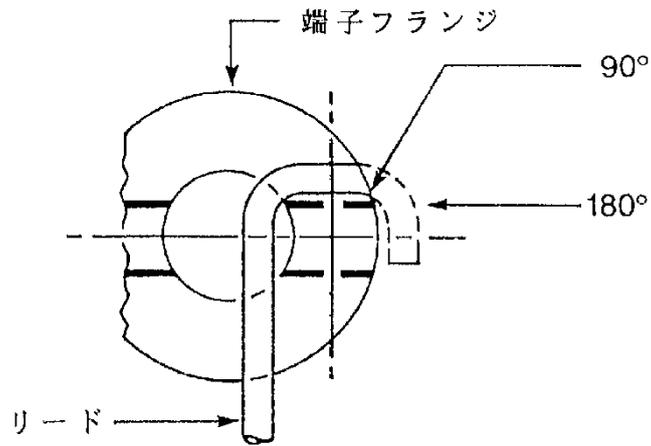


図 5-30 導線巻付け

(4) 連続巻付け

一連の端子を相互に接続する場合は、ソリッド線により図 5-31 又は図 5-32 のとおり行うこと。最初と最後の巻付けは、5.5.3 (2) 項によること。

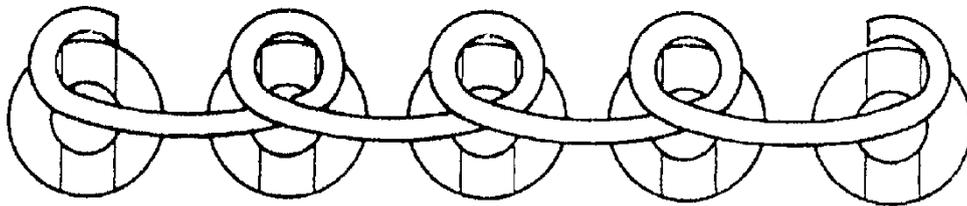


図 5-31 連続巻付け / 二また端子

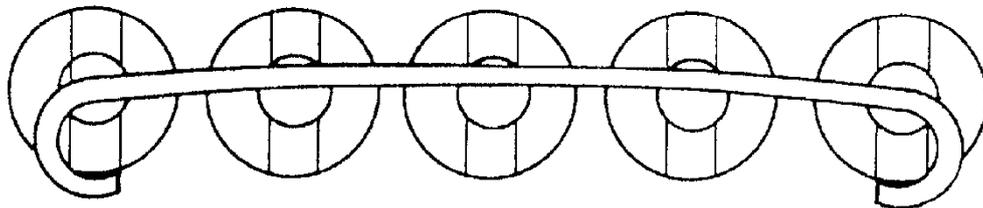


図 5-32 連続巻付け / 二また端子、代変え法

5.5.4 フック端子

フック端子への接続は、図5-33に従うこと。電線は、 $180^\circ \sim 270^\circ$ 巻付けること。電線の突き出しにより絶縁スリーブを損傷させないようにすること。2本以上の導線を端子に接続する場合は、導線の曲げ方向を交互とし、端子に直接巻付け、導線の上には巻付けないこと。

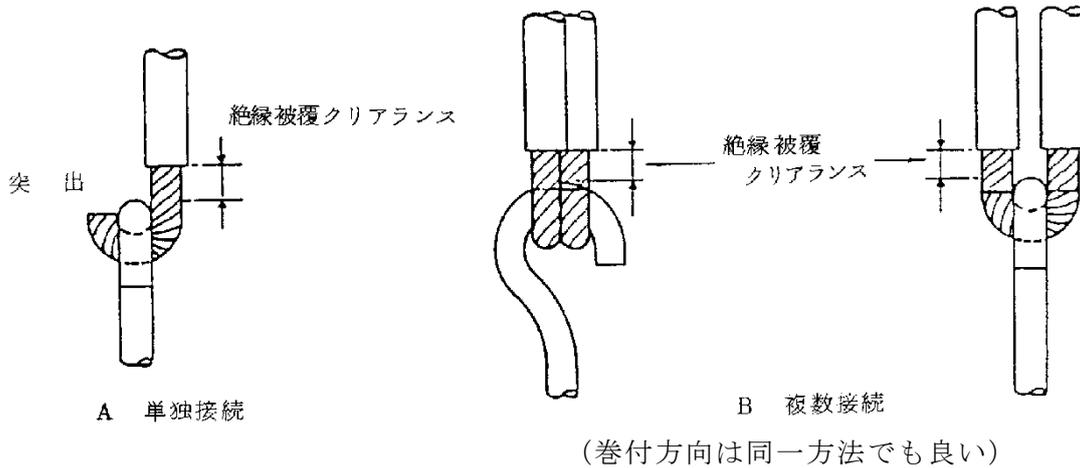


図 5-33 フック端子への接続

5.5.5 穴あき端子

穴あき端子への接続は、図5-34に従うこと。穴あき端子への導線の取付けに際しての曲げは、最小 $1/4$ 回転 (90°) ~ 最大 $1/2$ 回転 (180°) とする。電線の突き出しにより絶縁スリーブを損傷させないようにすること。

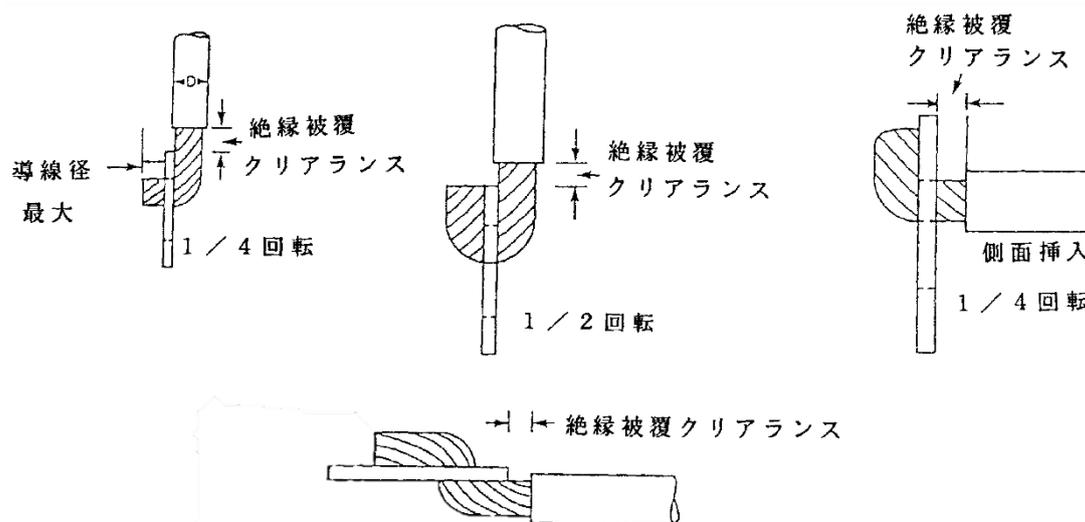


図 5-34 穴あき端子への接続

5.5.6 ソルダカップ（コネクタ型）

ソルダカップ（コネクタ型）への接続は、図5-35に従うこと。導線は、カップに底付きし、カップ内壁に線接触させること。

カップに挿入できる電線の最大数は、導線がカップ内面の長手方向全長にわたって接触できる本数に制限する。

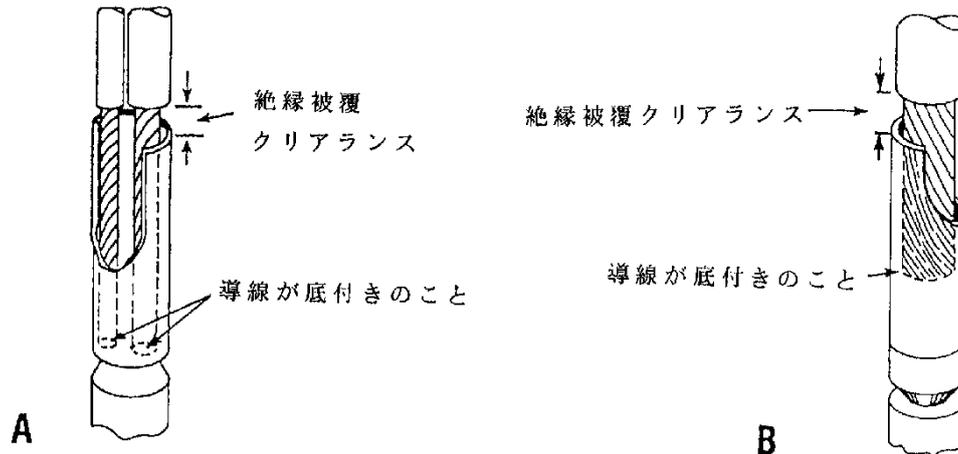


図 5-35 ソルダカップ（コネクタ型）への接続

5.5.7 ソルダカップ（スウェージ型）

ソルダカップ（スウェージ型）への接続は、図5-36に従うこと。上部から入った導線は、カップ内壁に線接触し、カップ又は底部導線に底付きしていること。

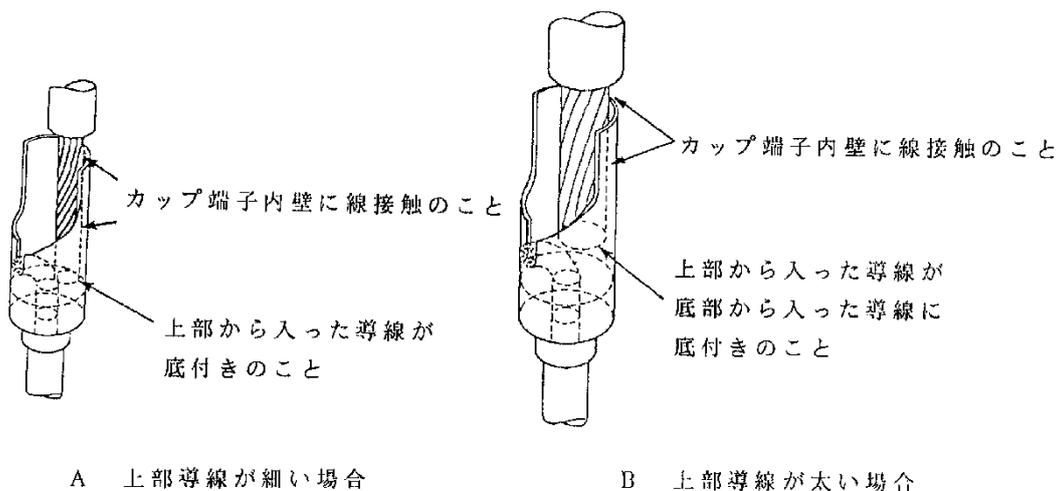


図 5-36 ソルダカップ（スウェージ型）への接続

5.5.8 絶縁スリーブの適用

絶縁スリーブで被覆する継手は、被覆の前後で検査すること。熱収縮絶縁スリーブは、電気絶縁のために適切に使用すること。例えば、絶縁グロメット、ポッティング、コンフォーマルコーティングなどで保護されないエレメント（フック端子、ソルダカップ、バスワイヤなど）は、絶縁スリーブで保護すること。絶縁スリーブで被覆する部品を機械的支持する場合には、部品がスリーブの中で動かないようにすること。使用材料は、技術文書で指示すること。スリーブは、穴、裂け、焼け、その他の損傷がないこと。

各種端子の接続部を保護する場合、絶縁被覆チューブをはんだ付前に電線に挿入しておき、はんだ付、洗浄、検査の工程を経たあと、はんだ付部に被せること。

最終的なチューブと電線の絶縁被覆との重複長さは、両端とも電線の直径以上のこと。

－ 注 意 －

1. スリーブの収縮作業中に過度の熱により、組立品を損傷させないように注意を払うこと。
2. チューブは、収縮作業によって変色させないこと。

5.6 手はんだ付

5.6.1 一 般

(1) 導線の保持

はんだ付中又ははんだが固まる間、導線、端子、プリント配線板ランドとの間が動かないこと。はんだ接合部に残留応力を発生させないように、はんだの凝固中に導線をスプリングバック力に逆って押さえてはならない。

(2) 熱分散器

熱分散器は、はんだ付の熱により導線、絶縁被覆、部品又は既はんだ付接合部を劣化させる恐れがある場合に使用すること。

(3) 検 査

検査判定基準は、5.8.4 項による。

(4) 浸せきはんだ付 (Dip Soldering)

プリント配線板の浸せきはんだ付は、禁止する。

(5) パターン修理

プリント配線板の導体パターンの損傷や破損を修理することは禁止する。

(6) 冷却

はんだ接合部は、空気を吹き付けて冷却してはならず、室温で自然冷却すること。

(7) 高電圧

コロナ抑制の必要な高電圧の接続部は、技術文書で指示すること。高電圧を接続するはんだ接合部は、特に、輪郭に大きな変化がない滑らかなフィレットを形成すること。

(8) はんだごてチップの選定及び温度設定

はんだ付する部品によっては、加熱温度、加熱時間等に制約を受けるものがある。部品のはんだ付制限条件及び接合部の形状、材質、表面処理等を考慮してはんだごてチップ選定及び温度設定を行うこと。

(9) 平面同士のはんだ付け

平面と平面（プリント配線板とリボンリード etc.）をはんだ付けする場合、接合面の中央部にボイド（残留空気）が発生しやすいので、接合面の残留空気を除去する工夫をすること。接合面の残留空気除去方法としては、つぎの方法等がある。

- ・ はんだ供給を一方向から行う。
- ・ はんだ溶融時、接合面を前後左右に摺動（スクラブ）させ、はんだをよくなじませる。
- ・ はんだ付けする平面導体の中央部に空気穴を設ける。

5.6.2 加 熱

- (1) はんだごてのチップは、はんだ付表面が最小時間ではんだ付温度になるようにあてること。
- (2) 加熱により、回路、絶縁被覆、周辺部品などが損傷しないように注意すること。熱に敏感な部品には熱分散器を使用すること。

— 注 意 —

炭化、溶融又は焼損した部品は、交換すること。

- (3) はんだ付部の熱容量が大きい場合は、適切な補助熱源を利用すること。
- (4) はんだ付部を適切に加熱した後、接続部にはんだを供給すること。

5.6.3 はんだ盛り

5.6.3.1 端子へのはんだ付

(1) はんだフィレット

はんだフィレットは、次を除き、端子と導線まわりに形成すること。

a. カップ端子

カップ端子では、はんだは、導線とカップの挿入部との間でフィレットを形成すること。フィレットは、付録Ⅱに示す限度内で、カップ開口に沿っていること。はんだカップの外面のはんだは、予備はんだ程度又は組立又はコネクタの機能を阻害しない程度であれば許容する。

b. コンタクト（図5-37参照）

電線又はリードとカップとの間のはんだ濡れが良好であること。ソルダカップの外表面にはみ出すはんだは、薄膜状であること。検査穴からはんだが分かること。はんだは、検査穴からわずかに盛り上がる程度は許容するが、検査穴からあふれでて、ソルダカップの側面にはみ出すようであってはならない。

(2) はんだ付部から被覆までの距離

被覆は、はんだ付部に埋め込まず、被覆端末で導線の輪郭が確認できるように除去すること。被覆端末からはんだ付部までの距離は、被覆外径の2倍を超えてはいけない。一般的には被覆外径と同じ程度の距離にすること。ただし、導線を近接の他の導線と短絡させてはいけない。

(3) ウィッキング

導線に沿ったはんだの流れ（ウィッキング）は、許容する。はんだは、電線の素線が識別できないほどであってはならない。

なお、導線に沿ったはんだの流れ（ウィッキング）が多くなると素線が硬くなり、曲げによるクラック等の損傷を受けやすくなる。

(4) 高温はんだ付

はんだ付で端子が再加熱される場合は、高温はんだの使用が認められる。使用はんだは、5.2.1 項によること。

(5) 高電圧の接続

技術文書で高電圧接続のはんだ付けが要求される場合、通常のはんだ接合作業及び検査に合格後、球形状のはんだとすること。球形状のはんだ接続部は、滑らかで、外形に不連続性や大きな変化があってはならない。（図5-38参照）。

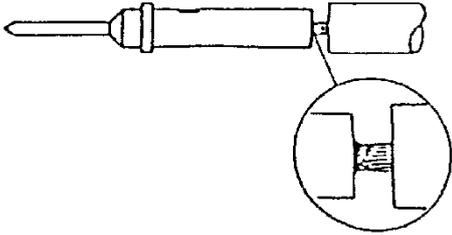
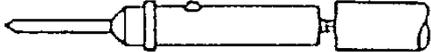
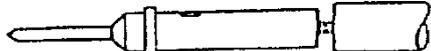
合格	<ul style="list-style-type: none"> ・ はんだが検査穴から分かる。 ・ 電線又はリードとカップとの間のはんだ濡れが良好である。 ・ ソルダカップの外表面にはみ出たはんだが薄膜状である。 	
	<ul style="list-style-type: none"> ・ はんだは、検査穴からわずかに盛り上がる程度である。 ・ 電線又はリードとカップとの間のはんだ濡れが良好である。 	
不合格	<ul style="list-style-type: none"> ・ はんだが過剰で、側面にまであふれている。 ・ 電線又はリードとカップとの間のはんだ濡れが認められない。 	
	<ul style="list-style-type: none"> ・ はんだが検査穴から分からない。 ・ 電線又はリードとカップとの間のはんだ濡れが認められない。 	

図 5-37 コンタクトへの電線とリードのはんだ付

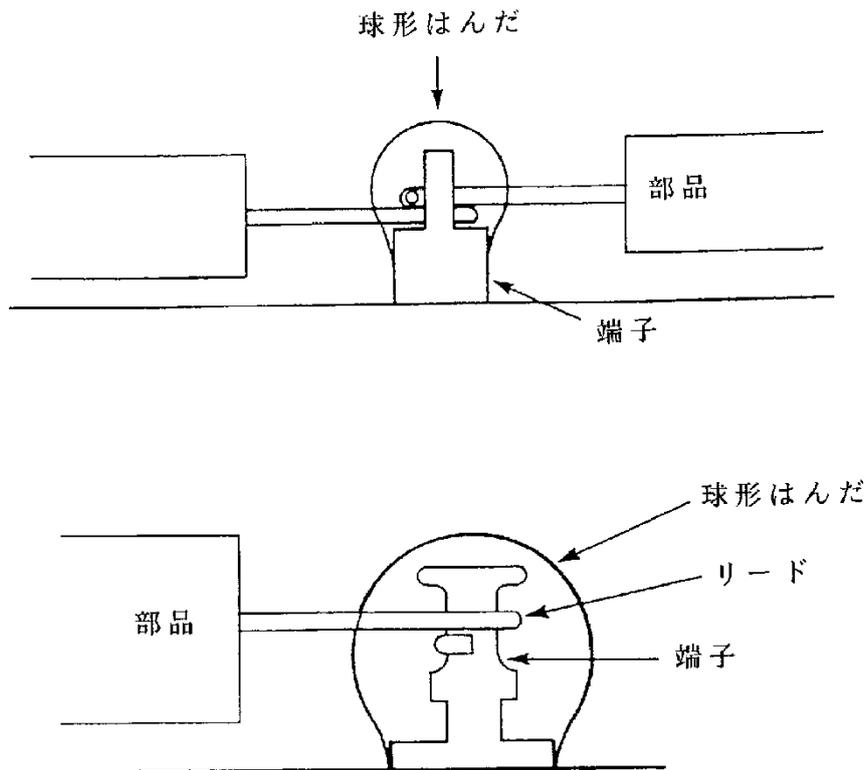


図 5-38 球形はんだ接続

5.6.3.2 めっきなしスルーホールへのはんだ付

はんだフィレットが十分であり、付録Ⅱの図Ⅱ-1～3に示すとおりであること。

5.6.3.3 めっきスルーホールへのはんだ付

- (1) めっきスルーホールの挿入導線のはんだ付においては、加熱は、めっきスルーホールの片側又は両側のどちらから行ってもよいが、はんだの供給は、いかなる場合も片側からとすること。
- (2) めっきスルーホールのはんだ供給側
はんだ量が本書の要求を満足していること。
- (3) めっきスルーホールのはんだ供給の反対側
はんだ量は、少なくとも、はんだ供給の反対側にはんだが流れ抜けており、リードや電線が結合されていること。ただし、ランドの全周がぬれている必要はない。はんだがめっきスルーホールへのわずかなひげやくぼみでランドより下がっていても、リードやランドへの明瞭なはんだぬれがあり、引けがはんだのポイドやブローホールのせいとはみなされない程度のわずかな量であれば合格とする。

- 注 意 -

グラウンドプレーン等の広面積導体パターンやヒートシンクが隣接する場合には、溶融はんだの熱がそれらに吸収され、はんだの流れが阻害されることがあるので特に注意すること。

5.6.3.4 沿わせ実装はんだ付

- (1) ヒールフィレットは、全ての表面沿わせはんだ継手にあること。ヒールフィレットは、「はんだ厚+リード厚」以上で部品本体側折曲げ部に入らない範囲と回路ランドとの間を連続して形成すること。(図5-39参照)
- (2) 丸形リードの沿わせ実装では、リードの全周にわたってはんだフィレットが形成すること。(図5-40参照)
- (3) リボンリードの沿わせ実装では、リードの側辺の1辺がランドの辺と同じ位置にきてもよいが、反対側の側辺及び切断端辺には はんだフィレットを形成すること。

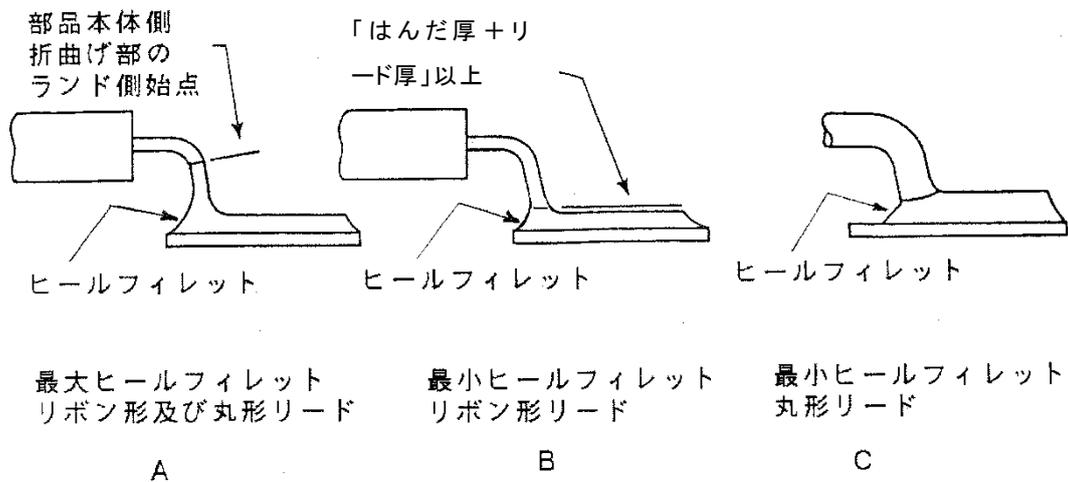


図 5-39 ヒールフィレット

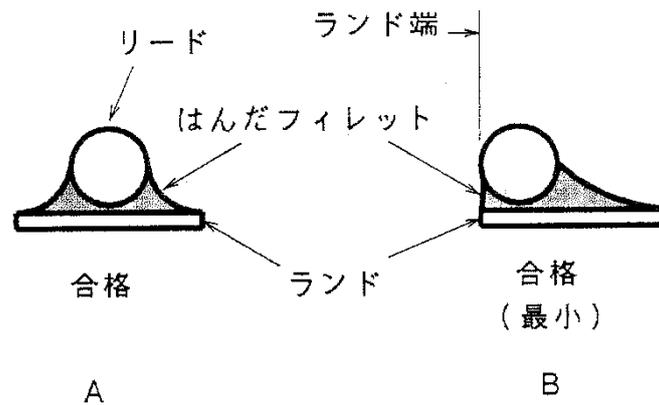


図 5-40 丸形リード接合

5.6.4 はんだ付後洗浄（手はんだ付）

- (1) 洗浄の方法及び手順を工程仕様書等で定めること。
- (2) 中間洗浄

はんだ付作業後は、フラックス中のロジン固形物等が残るため、できるだけ速やかにこれらを 5.2.3 項の要求に合致する適切な溶剤で洗浄し、除去すること。はんだ付後、30分以内に洗浄することが望ましい。溶剤は、導線の絶縁被覆の内側へのしみ込みを最小限にするように使用すること。部品内部に溶剤が浸入しないようにすること。

- (3) 最終洗浄

ブラシ洗浄を行ってもよい。溶剤と洗浄方法は、部品、プリント配線板、はんだ継手などに悪影響を与えないものであること。超音波洗浄は、集積回路、ダイオード、トランジスタなどの電子部品を実装したプリント配線板組立に適用しないこと。洗浄後、フラックス残渣やその他の汚染が視認されないこと。

なお、特に高電気絶縁性が必要な場合などで技術文書等による要求がある場合には、2.2 項 a. 機構資料 JERG-0-039-TM001 付録：技術データ 1 参照。

- (4) コンフォーマルコーティング後の洗浄

コンフォーマルコーティングを被覆した組立品を再加工するにあたって、全体を洗浄溶剤に浸さないこと。洗浄は、再加工部のみに限定すること。

5.6.5 再加工等

- (1) 導線除去のための加熱は、当該はんだ付部が室温に戻ってから実施すること。加熱の際は、回路、絶縁被覆、周辺部品を損傷させないこと。部品を取り外す場合、プリント基板を損傷させないこと。

- (2) はんだ除去には、ウィッキングワイヤ等を用いること。また、真空はんだ除去法は、用いないことが望ましいが、用いる際は、適切な教育訓練を行い、正しい手順、適切な工具で作業すること。
- (3) はんだ付部のフラックス残さは、洗浄により除去すること。
- (4) 再はんだ付作業は、本書の規定に従うこと。
- (5) はんだ付にかかわる部分の修理は、原則として、契約に従う不具合処理手続きによること。修理方法については、2.2 項 a. 機構資料 JERG-0-039-TM001 付録：技術データ 8 を参照のこと。

5.7 ウェーブはんだ付

5.7.1 ウェーブはんだ付の工程管理

ウェーブはんだ付を採用する場合は、工程仕様書等で次の事項を定め、工程管理を行うこと。

- (1) プリント配線板の予熱温度
 - (2) はんだ槽のはんだの温度
 - (3) プリント配線板搬送コンベアの速度と角度
 - (4) はんだ噴流波の高さ
 - (5) フラックス密度
 - (6) フラックス高さ
 - (7) プリント配線板のウェーブ中の深さ
 - (8) ドロスの管理
 - (9) はんだの不純物含有量の許容値
 - (10) 整備及び分析の間隔
 - (11) 最終製品の接続品質に影響するその他のファクタ
- 整備及び校正のデータは、検査に利用できること。

5.7.2 材 料

ウェーブはんだ付に使用する材料は、次の要求に適合すること。

- (1) はんだ
 - はんだは、5.2.1 項に示す組成で、J-STD-006 0 タイプ (S タイプ相当) 又は JIS Z 3282 に適合又は相当するものを適用すること。
- (2) フラックス
 - 液体フラックスは、5.2.2 項の要求を満足する液体ロジンフラックスを使用すること。稀釈液については、通常イソプロピルアルコール等を使用するが、そのフラックスの仕様に適合するものを使用すること。

(3) 溶 剤

プリント配線板組立の洗浄には、5.2.3 項の溶剤又は洗浄剤を使用すること。湿潤剤の入った洗浄剤を使用したあとは、脱イオン水によるすすぎと乾燥を行わなければならない。乾燥工程のあと、コンフォーマルコーティング等が行われるまでは乾燥を保つこと。

5.7.3 準備と組立

- (1) プリント配線板の導体部は、電気はんだめっき後フュージング又は はんだコーティングが行われたものであること。また、部品リード等は、予備はんだ付が行われたものであること。
- (2) 部品の取付け方法は、5.4 項の要求を満足すること。取付けは、はんだが凝固するまで部品と基板が相互に動かないように十分に注意すること。また、クランプを用いる場合、リード線のスプリングバック力を拘束しないようにすること。
- (3) ウェーブはんだ付に先立ち、組み立てたプリント配線板を洗浄等により清浄にし、除湿すること。乾燥の時間と温度は、対象物に応じて設定し、工程仕様書等に明記すること。除湿は、ウェーブはんだ付の8時間以内に実施すること。乾燥の時間と温度及び乾燥炉への搬入と搬出時刻を記録すること。組み立てたプリント配線板を制御した乾燥空气中に長時間保管する方法でもよい。
- (4) はんだ付しない金属表面は、キャリアへのせる前にマスキングするかソルダレジストを塗布すること。

5.7.4 工程条件の設定

(1) 条件設定用サンプル

5.7.1 項に示すウェーブはんだ付のパラメータは、製品をウェーブはんだ付する前に設定すること。条件を設定するにあたっては、製品のプリント配線板組立に相当するサンプルを用いること。

(2) フラックスの塗布

液体フラックスは、浸せき、噴霧、ブラシ、ロール、ウェーブ、フォーム法などにより、表面上に薄いコーティングを形成すること。

フラックスの濃度については、工程仕様書等に規定し、定期的に測定を行い、許容濃度範囲内に入るよう管理すること。

(3) プリント配線板の予熱

プリント配線板は、71℃～ 107℃の範囲の適切な温度に予熱すること。温度測定は、各プリント配線板の種類によって選択されたポイントで行わなければならない。

－ 注 意 －

はんだが飛び散るのを防ぐため、ウェーブはんだ付を行う前に、フラックスがべとつくような濃度となるまで乾燥させること。

(4) コンベア速度

コンベア速度は、設定速度を一定に維持し、その速度が 25 mm/min を超えて変動しないこと。設定速度が不適當であると、加熱過多や加熱不足となり、つららやブリッジの発生、はんだ接合強度の低下、部品の劣化などを引き起こす。

(5) はんだ温度

ウェーブはんだ付の溶融はんだ温度は、プリント配線板と接触する はんだ波の所で、230℃～280℃の範囲で温度制御を±3℃以内で行うこと。コンベア速度により最適温度を設定すること。

(6) はんだ波の高さ

ウェーブはんだ付のはんだ波の高さについても、一定の高さになるよう制御すること。高さが変わると、はんだ浸漬時間が変わり、はんだの接合強度等に影響する。

(7) はんだ槽の不純物

はんだ槽に含まれる不純物は、表 5-1 に示す許容値以下に保つように定期的に管理すること。はんだ接合部が光沢をなくしたり、霜状や粒状を呈した場合には、そのはんだ槽の使用を即座に中止すること。

(8) 工程記録

製品を流す前にウェーブはんだ付の製品別工程条件を確認し運転条件設定するとともに、実施工程を記録すること。工程記録として、プリント配線板の予熱温度、コンベア速度、はんだ温度、はんだ波の高さ、室温などを記録すること。また、定期管理記録として 5.7.4 項の (2) 及び (7) を含むこと。

(9) その他

はんだ槽は接地されていること。

5.7.5 はんだ付後洗浄（ウェーブはんだ付）

- (1) 洗浄の方法及び手順を工程仕様書等で定めること。
- (2) はんだ付後、フラックス、ドロス、一時ソルダレジストなどの汚染物をできるだけ速やかに溶剤等で洗浄して除去すること。洗浄によってハードウェアの損傷や部品マーキングが読み取り難くなることがないこと。不滅インク以外のマーキングが消える恐れがある場合は、エビデンスを残すこと。5.2.3 項の要求に合致する適切な溶剤を使用して洗浄後、残さの除去を確実にを行うためにきれいな溶剤でリンスすること。

- (3) 最終リンス後の洗浄の適切さの確認のために、定期管理間隔を設定し比抵抗又は NaCl 等量をモニタすること。間隔は、プリント配線板の大きさや数量に応じたものとする。洗浄の評価基準と評価方法は、2.2 項 a. 機構資料 JERG-0-039-TM001 付録：技術データ 1 参照。

5.7.6 再加工等

ウェーブはんだ付後の再加工等は、5.6.5 項によること。

5.8 品質保証

5.8.1 文書管理

要求された文書が最新版に維持され、実行されていることを保証すること。

- (1) 本書の要求事項の設計基準、工程仕様書、作業手順書、検査手順書などへの反映 (4.1 項)
- (2) 作業員及び検査員の教育・訓練及び認定 (4.2 項)
- (3) 製作中の取扱い及び保管 (4.5.2 (1) 項)
- (4) 静電気放電対策 (4.5.3 項)
- (5) 工具・装置の取扱・操作手順 (5.1.1 (3) 項)
- (6) 校正システム (5.1.1 (4) 項)
- (7) 補助熱源 (5.1.2 (5) 項)
- (8) 使用フラックス (5.2.2 (4) 項)
- (9) プリント配線板 (組立) の除湿 (5.3.1 (3) 及び 5.7.3 (3) 項)
- (10) ウェーブはんだ付手順 (5.7.1 項)
- (11) 洗浄手順 (5.6.4 (1) 項 及び 5.7.5 (1) 項)

5.8.2 記 録

要求された記録が適切に維持されていることを保証すること。

- (1) 視力検査及び認定結果 (4.2 項)
- (2) 温湿度モニタ (4.5.1 (2) 項)
- (3) 工具・装置の校正 (5.1.1 (4) 項)
- (4) プリント配線板 (組立) の除湿 (5.3.1 (3) 及び 5.7.3 (3) 項)
- (5) 予備はんだの部品本体近接違反に対する特別検査 (5.3.5 (5) 項)
- (6) はんだポット及び槽の分析 (5.3.6 及び 5.7.4 (7) 項)
- (7) ウェーブはんだ付工程記録 (5.7.4 (8) 項)
- (8) 比抵抗又は NaCl 等量モニタ (5.7.5 (3) 項)

5.8.3 工具・装置及び材料の確認

(1) 工具・装置

工具・装置は、5.1 項に示す要求に合致すること。

(2) 材料

全ての材料が 5.2 項の要求に合致すること。適合材料のみが用いられことを保証できるように材料管理を実施すること。適合しない材料や不要の材料は、作業場所に置かないこと、又は使用禁止タグを付けること。

5.8.4 検 査

5.8.4.1 一 般

合否判定検査は、全てのはんだ接合部、部品取付、導線ルート、部品状態、プリント配線板について実施すること。部品及び導体は、検査のために変形させないこと。外観検査は、はんだ付部分の全箇所及びその周辺部を対象として、検査倍率を 4 から 10 倍（疑義が生じた場合に判定する倍率は 10 倍）に拡大して行うこと。ただし、疑義の内容によっては機構と協議の上、大きな拡大率を併用すること（過度な拡大率運用により、はんだ付部全体及びその周辺部の検査が疎かにならないように注意すること）。検査用光学装置は、5.1.5 項に合致すること。

目視検査が困難な場合には、適切な非破壊検査法（例えば、回転走査型（ラミノグラフ）X線装置、マイクロフォーカス型 X線装置、ファイバースコープ光学装置）を用いること。

はんだ付部の外観の合格／不合格の基準は、5.3～5.7 項及び下記によること。なお、付録Ⅱに代表的なはんだ接合部の限度見本等を示す。

5.8.4.2 合格基準

- (1) はんだ継手の表面は、滑らかで、はんだ材料に応じて半光沢から光沢を呈していること。
- (2) 下記(5)項に示す状態を除き、接合部が全てはんだ濡れを呈していること。はんだは、付録Ⅱの図のように、接合部を完全に覆い、フィレットを形成していること。
- (3) 沿わせ実装ではヒールフィレットがあること。
- (4) リード線の形状が分かること（高電圧の接続を除く、5.6.3.1 (5) 項参照）。
- (5) めっきスルーホールはんだ付
 - a. はんだ供給側では、はんだ量が本書の要求を満たしていること。
 - b. はんだ供給の反対側（部品側）では、少なくとも、はんだが反対側に浸透し、リードや電線とランドとの間にフィレットを形成していること。ただし、次に示す事象は許容できる。

- ・めっきスルーホールへのはんだのわずかなひけ又はへこみ（ボイドやブローホールが原因とみなされる場合を除く）
- ・ランド外周部でのわずかなはんだはじき及びランドの一部がぬれていない
- (6) 電線の支持が技術文書の指示どおりであること。
- (7) 拘束点間に逃げを与えるストレスリリーフがあること。
- (8) 部品の支持が技術文書の指示どおりであること。
- (9) 部品マーキングが見え、読めること。又はエビデンスがあること。
- (10) プリント配線板組立をコンフォーマルコーティングする場合には、ストレート実装でのリード端面がはんだで覆われてなくても不合格とはしない。
- (11) 5.8.4.3 項に列挙する欠陥がないこと。

5.8.4.3 不合格基準

次に示す特徴は、不適切なはんだ接合の状態であるため、いずれか一つにでも該当する場合は、不合格の対象となる。

- (1) 導体及び部品
 - a. 絶縁被覆の傷、つぶれ（メカニカルストリップ等による被覆末端のこすれや軽微な圧痕は許容）、焼け（サーマルストリップングによる僅かな変色は許容）
 - b. 不適切な絶縁被覆クリアランス
 - c. 部品リードや電線の不適切な予備はんだ
 - d. 電線のよりのほつれ（バードケージ）
 - e. 部品の不適切な支持又は位置（極性、センタリング、平行度）
 - f. 部品の不適切な垂直取付（クリアランス）
 - g. 傷、のび、こすれによるリードや電線の母材露出（曲げ工具への押付けによる滑らかな圧こんを除く）
 - h. フラックス残さ及びその他の汚染
ただし、耐マイグレーション試験による評価データに基づき、フラックス残渣が悪影響を与えないと技術的見解により客観的証拠として証明できる場合、微小なフラックス残渣は不良対象外とする。
 - i. 不適切な巻付け又はストレスリリーフ
 - j. スリーブのないガラス部品へのエポキシ付着
 - k. 25 mm を超える接続電線（付録 I 参照）の非支持
 - l. 5.4.3 項によらないかしめ
 - m. 不適切なリード曲げ及び切断
 - n. 破断又は破損した導体の修理のために行ったはんだ接合（契約に基づく不具合処理手順に基づき実施されたものを除く。はんだを用いたスプライスについては JERG-0-041 に従う）
 - o. 5.5.1 (5) 項によらないワイヤハーネスからの導線の引き出し
 - p. 部品リードを端子として利用（部品リードが端子としての機能を持っている場合を除く）

- q. フィットさせるための端子又は電線の改造
- r. 不適切な折曲げ長さ
- s. プリント配線板からの不適切なリードの飛び出し
- t. 沿わせ実装での部品リードとランドとのすき間
- u. 他の部品によるはんだ接合部の隠し（順次検査の場合を除く）

(2) はんだ接合

- a. コールドジョイント
- b. オーバーヒートジョイント
- c. フラクチャジョイント又はディスターブジョイント
- d. ぬれ不足
- e. ブローホール、ピンホール及びボイド（ただし、付録 I で定義するピットを除く）
- f. はんだ過剰（めっきスルーホール内に差し込んだ両端子部品の曲げ部のはんだ付では、リードが適切に成形され、部品側の曲げ半径が分かり、はんだが部品本体又はエンドシールの 1 リード直径内までにかかっている場合を除く）
- g. はんだ不足
- h. フラックス又ははんだのスパッタ
- i. やに付
- j. 汚染（くず、フラックス、よごれ）
特別な異物規定がある場合を除いてパターン間最小距離から異物径を除いた寸法が要求最小導体間隔を満足する不動異物（竹串等で軽く外力を加える程度では動かないもの）は、コーティングすることで許容することができる
- k. はんだはじき
- l. ぬれ不良
- m. はんだ継手内の部品本体（メニスカス）

(3) プリント配線板

- a. 基板からの導体パターンのはがれ
- b. 基板の焼け
- c. 非同電位導体間にまたがる変色（ミーズリング、ハローイング）
- d. はんだスパイク及び導体間のブリッジ
- e. 基板に達する導体の傷、えぐれ
- f. 基板のガラス繊維を露出させている傷、えぐれ
- g. プリント配線板基板の層間はく離
- h. ソルダレジストの粘り又ははがれ
レジストはがれに対する修理（タッチアップ）の要否は表 5-2 に基き判断すること。ただし、はんだ付時に発生したはんだ付ランド周辺部の軽微*1 なレジス

トはがれ部がはんだコーティングされている場合、又はプリント配線板組立をコンフォーマルコーティングする場合は、不良の対象としない。

また、軽微^{*1} なレジストはがれでもパターン間をまたぎ導体を露出するレジストはがれは、コンフォーマルコーティングの有無に関係なく、発見時点でタッチアップすること。

表 5-2 レジストはがれに対するタッチアップ要否

はがれ箇所	軽微 ^{*1} な場合	軽微 ^{*1} でない場合
導体上	必要 ^{*2}	必要
導体以外	不要	必要
導体に傷	不良判定	不良判定

*1：ランド径の外側 1mm 以内の範囲内の部分的なはがれ部を軽微（許容サイズ）とする。

*2：コンフォーマルコーティング有りの場合はタッチアップ不要

- i. プリント配線板の損傷又は修理
- j. ブリスタ

6. 注

- (1) 機構におけるはんだ付接合に関する評価試験の主なデータ、試験結果に対する考察、参考情報などを 2.2 項 a. 機構資料 JERG-0-039-TM001 付録：技術データ 2～11 に示すので参考にされたい。
- (2) 関連参考文献を付録Ⅲに示す。

付録I 用語の定義

本書で使用している用語の定義は、次のとおりである。

穴あき端子 Pierced(Perforated) Terminal

金属板に導線を通す穴をあけた板状のはんだ端子。

ウィッキング Wicking

毛細管現象によるはんだやフラックス洗浄液の吸い込み。

ウェーブはんだ付 Wave Soldering

プリント配線板組立品を連続的に流れ、循環しているはんだの表面に接触させる処理。

応力除去 Stress Relief

(「ストレスリリーフ」参照)

オーバーヒートジョイント Overheated Solder Connection

加熱のしすぎにより、ざらざらしたはんだ表面(光沢がなく、白っぽく、粒状で、ポーラス又はピット状)となったはんだ接合の欠陥状態。

汚染物 Contaminant

対象としている物質の特性に悪影響を与える物質中の不純物又は異物。汚染物には、イオン性と非イオン性とがある。イオン性又は有極性化合物は、水に溶解すると自由イオンとなり、水の導電経路が増加する。非イオン性物質は、自由イオンとならず、水の導伝性も増加しない。イオン性汚染物としては、フラックス活性剤、指紋、エッチング剤、めっき液などの付着物がある。

片端子部品 Radial Leded Part

部品の側面から部品リード線が出ている部品(例、トランジスタ、セラミックコンデンサ等)。ノンアキシヤルリード部品又はラジアルリード部品とも呼ばれる。

カップ端子 Cup Terminal

電線等を接続するため使用される管状端子で、途中までが中空になっているもの(例、はんだ付けタイプのコネクタなど)。

クレージング Crazeing

積層基板の内部欠陥で、ガラス繊維が樹脂とはく離した状態。

コールドジョイント Cold Solder Connection

加熱不足、はんだ付前洗浄不良又ははんだ不純物のため、ぬれ不足となりかつ表面が灰色でポーラスな状態を呈しているはんだ接合。

コンフォーマルコーティング Conformal Coating

プリント基板等に部品実装後、防湿や絶縁等を目的として、非導電性の薄い保護コーティングを施すこと。

再加工 Rework

不具合物品又は変更を図面、仕様書の要求に適合させるためにやり直す再工程。

修理 Repair

不具合物品を利用可能な状態にするために加えられる処置。修理は工程をやり直すというよりは、新たに技術指示を出し、通常のコन्フィギュレーションと相異なる点があり、再加工とは区分される。

ストレスリリーフ Stress Relief

接続間の応力を軽減するための逃げを与える導線の成形部分。

接続電線 Jumper Wire

プリント配線板においてプリント回路上に接続がない個所のメッキスルーホール、端子、導体ランド、及び部品リード間を接続するもの。

接着固定 Staking

機械的又ははんだ付によって取り付けられた部品又は構成品を補強支持のために非導電性の接着剤で接着固定する工程又は状態。

層間はく離 Delamination

プリント配線板の基板の層と層の間若しくは基板と導体の間のはがれ、又は多層プリント配線板の内部のその他の平面的なはがれ。

ソルダレジスト Solder Resist

自動はんだなどで、はんだが付着してはならない部分に塗布して、はんだの付着を制限するもの。

ターレット端子 Turret Terminal

導体を巻付ける円柱ポストにつばを付けたはんだ端子。

ディスタurbed ジョイント Disturbed Solder Connection

はんだの凝固中に接続部品同士が相対的に動くことによって生じるはんだ接合状態で、通常、はんだ表面のしわとなる。

ドロス Dross

溶融はんだの表面に生成する酸化物及びその他の汚染物。

ぬれ Wetting

溶融しているはんだが、接合しようとする固体金属の表面に十分に広がり、なじんでいることをいう。

ぬれ不良 Nonwetting

はんだが表面金属に対し、全く又は部分的にしかぬれていないことをいう。そのため金属表面がそのまま露呈することになる。

バードケージ Birdcage

より線の欠陥で、絶縁被覆端部とはんだ接合部（又は予備はんだ端部）との間のむき出し部のよりがほぐれている（鳥かごを連想させる）状態。

ハローイング Haloing

プリント配線板の基板表面又は内部の機械力による破損又は層間はく離。通常、穴周りや機械加工部に、明るい色の部分として現れる。

はんだ Solder

複数の金属（通常は、すずと鉛）成分からなる溶融しやすい非鉄合金で、金属表面を接合するために使用される。接合部の電気抵抗が低いため、電気配線の接続部の接合によく使われる。

はんだ過剰 Excessive Solder Connection

接続の状態が過剰なはんだで隠されている不満足なはんだ接合。

はんだ不足 Insufficient Solder Connection

はんだ接合金属面をはんだが十分に覆っていない状態又ははんだフィレットの形成が不十分な状態のはんだ接合。

はんだスパイク Solder Spike

はんだの円錐状又は鋭角な先端を有する突起で、通常、低い温度で熱源を引いたときにはんだが糸を引くように凝固して形成される。つの(角)、つらら又は突起と呼ばれることもある。

はんだスパッタ Solder Spatter

はんだ接合部から離れた不規則な形状のはんだ片。

はんだ接合 Solder Connection

2つ以上の金属面をつなぐためにはんだを用いた電氣的／機械的接続。

はんだ付 Soldering

母材を溶融させないではんだを使用して金属面を接合する作業。

はんだ付性 Solderability

金属表面において、溶融はんだのぬれがどの程度可能であることを示す特性。

はんだはじき Dewetting

はんだは一応表面に付着しているが、フィレットの形状がはじいているようになっているものをいう。通常はんだの付着力は弱い。

ピット Pit

はんだ表面の小さなくぼみで、くぼみの底を周囲から目視できるもの。

ピンホール Pinhole

はんだ付部の小さな穴で、はんだ表面からボイド(大きさの分からない)につながっているもの。

フィレット Fillet

二つの表面間に形成される滑らかな凹面(例えば、部品のリードとランドや端子の間のはんだフィレット、部品とプリント基板の間のコンフォーマルコーティング剤のフィレットなど)

二また端子 Bifurcated (Split) Solder Terminal

導線をはめ込むための切り込み溝のあるはんだ端子。

フック端子 Hook Solder Terminal

かぎ(鉤)状の形をしたはんだ端子。

フラクチャジョイント Fractured Solder Connection

はんだの凝固後に接続部品同士が相対的に動いて割れを生じたはんだ接合状態。

ブリッジ Bridging

部品、部品リード、プリント配線板導体などの間に不要の導電経路として橋状に形成されたはんだをいう。

ブリスト Blister

積層基板表面の局部的にふくれた部分で、積層基板内部の揮発物質の圧力によって引き起こされたものをいう。

ブローホール Blow Hole

はんだ付部表面のくぼみで、平滑な表面をもたず、開口部が不規則でざざざした状態のもの。(ガスの噴出によってできる欠陥で、接合部品間げき過大、プリント配線板の吸湿、めっき工程後の洗浄不良などによって引き起こされる。)

ボイド Void

はんだ付部に全周をはんだで囲まれた空洞が生じている状態。

ミーズリング Measling

絶縁基板表層近くの白点で、通常、湿気、圧力及び(又は)熱応力が原因で起きる。

やに付け Rosin Solder Connection

導体間(端子と電線、パターンとリード線等)にフラックスの膜があり、電氣的接続が不完全なものをいう。

ユズ肌 Orange peel

はんだ表面の状態が次の状態であること。

ざらつく、凹凸が著しい、ブツブツがある、スジ状の模様がある

ランド Land

部品の接続、取付又はこの双方のため(これだけに限るわけではないが)に通常用いる導体パターン的一部分をいう。

リフローはんだ付 Reflow Soldering

はんだ結合する部品とはんだを重ね合わせ、はんだが溶解するまで加熱後冷却し、合わせ面をはんだによって結合させる処理

両端子部品 Axial Leaded Part

部品の長手方向の対称2面からリード線が出ている部品。

最 小



最 大

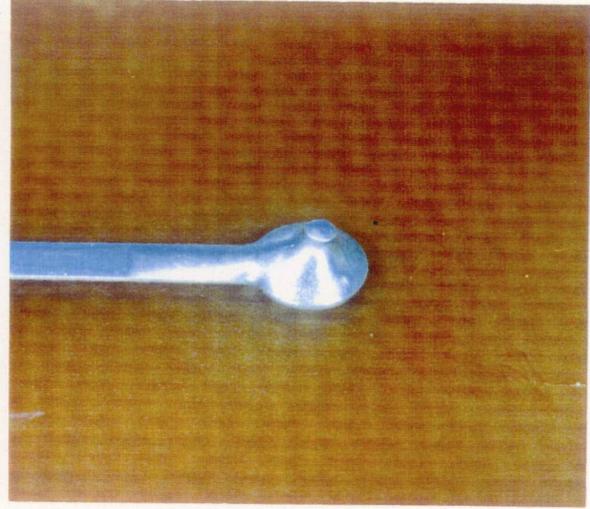


図 II- 3 プリント配線板へのストレート実装—その 2
リード突出=2.3 mm

最 小

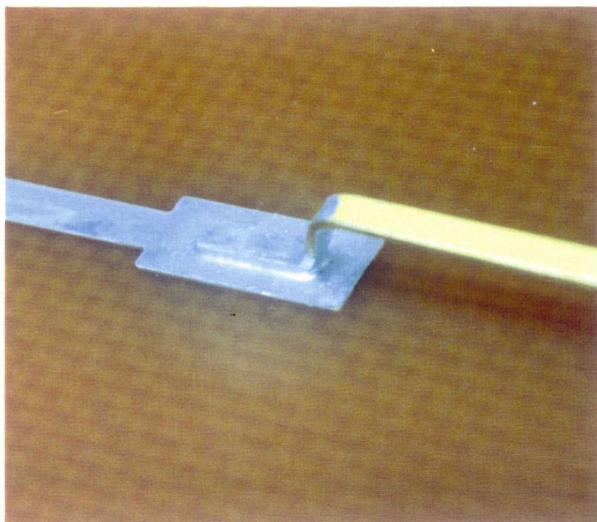


最 大



図 II- 4 プリント配線板への丸型リード線の表面沿わせ実装
(部品実装面の長方形ランドへの取付)

最 小



最 大

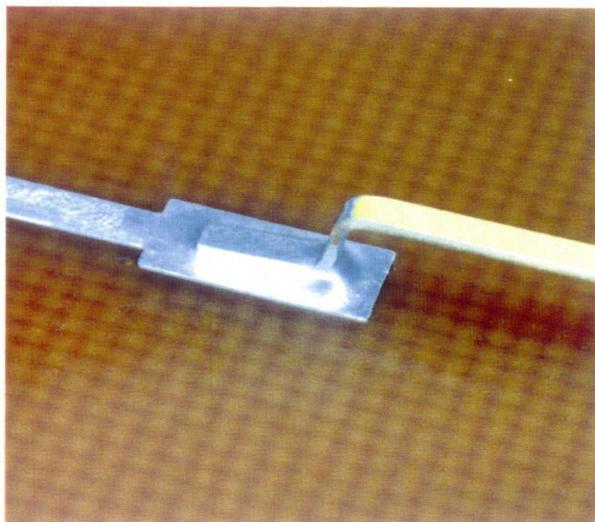


図 II - 5 プリント配線板へのリボン形リード線の表面沿わせ実装
(部品実装面の長方形ランドへの取付)

最 小

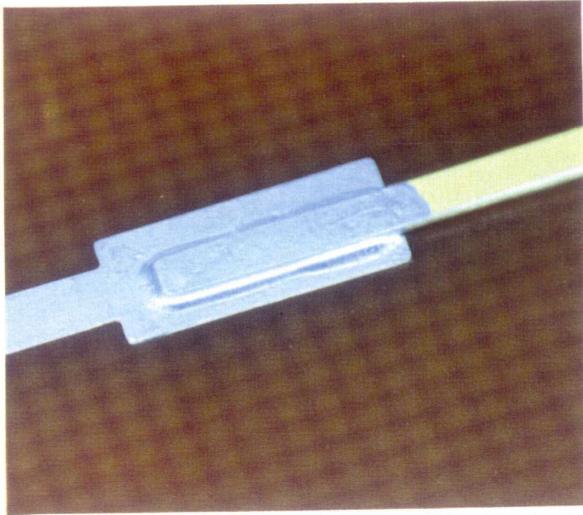


最 大



図 II - 6 プリント配線板への丸型リード線のオフセット沿わせ実装
(部品実装裏面の長方形ランドへの取付)

最 小



最 大

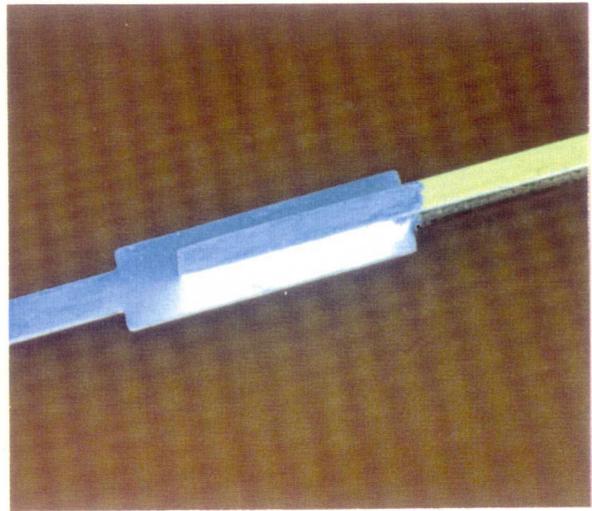
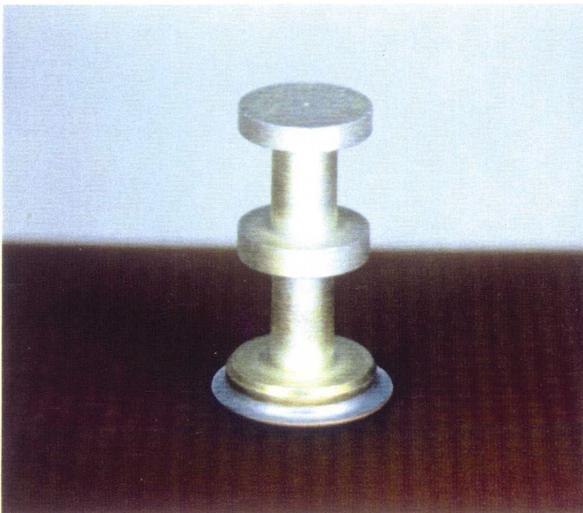


図 II-7 プリント配線板へのリボン形リード線のオフセット沿わせ実装
(部品実装裏面の長方形ランドへの取付)

最 小

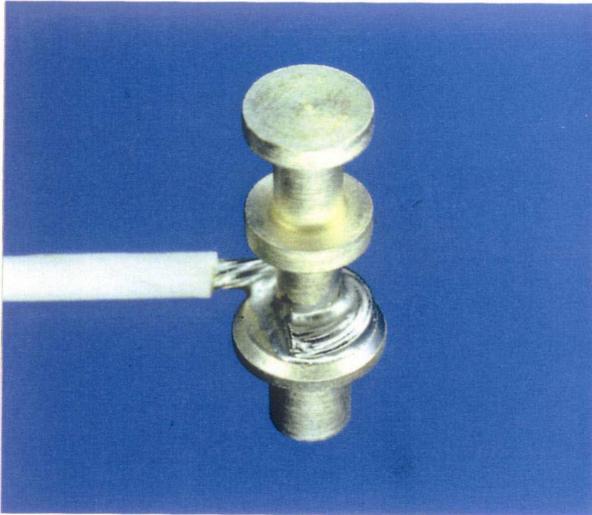


最 大



図 II-8 プリント配線板への端子実装
(ターレット端子の取付ランドへのはんだ付)

最 小



最 大

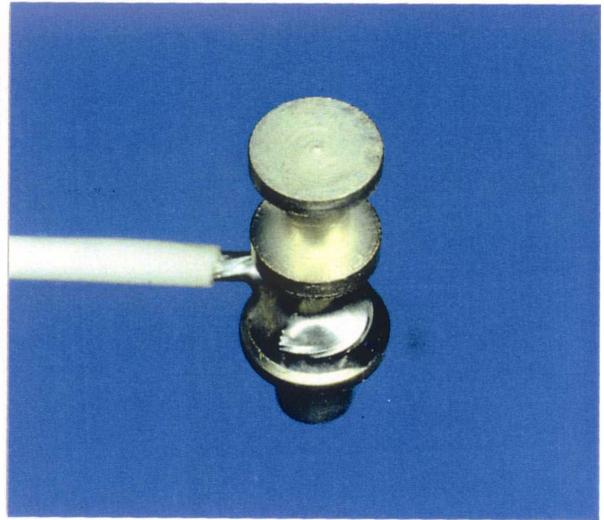
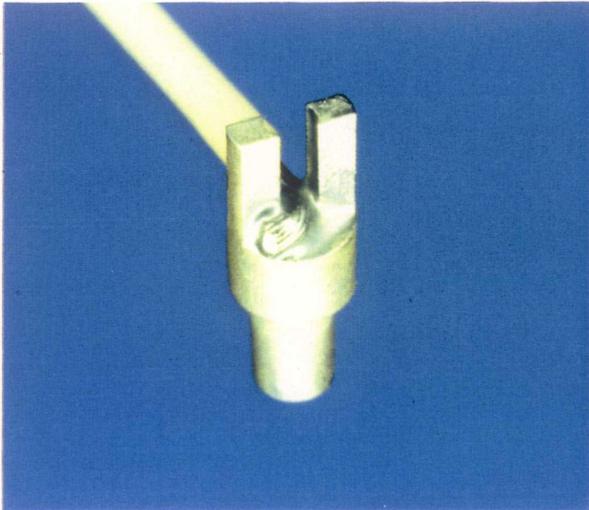


図 II-9 ターレット端子への導線巻付け—電線 1 本の場合

最 小



最 大

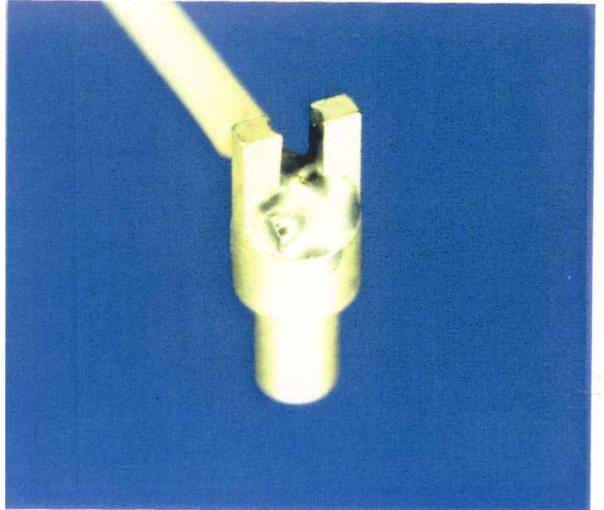
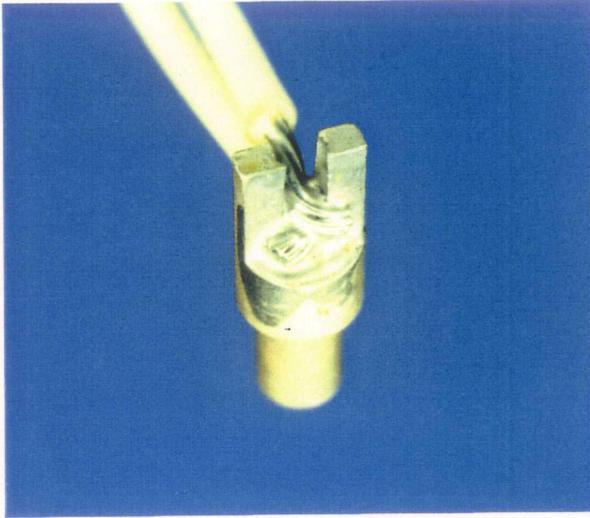


図 II-10 二また端子への導線巻付け—電線 1 本の場合

最 小



最 大

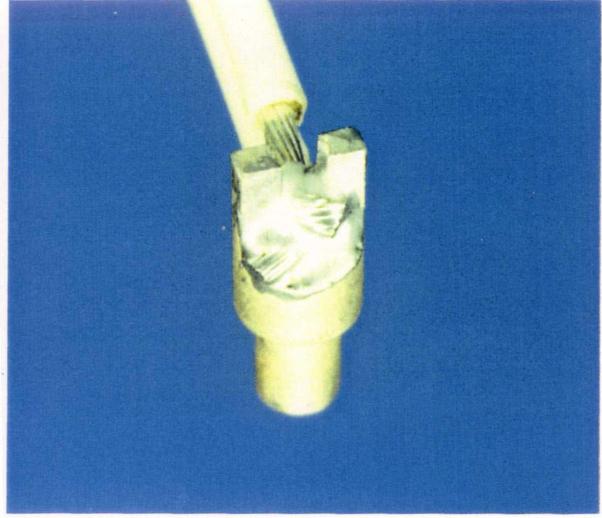
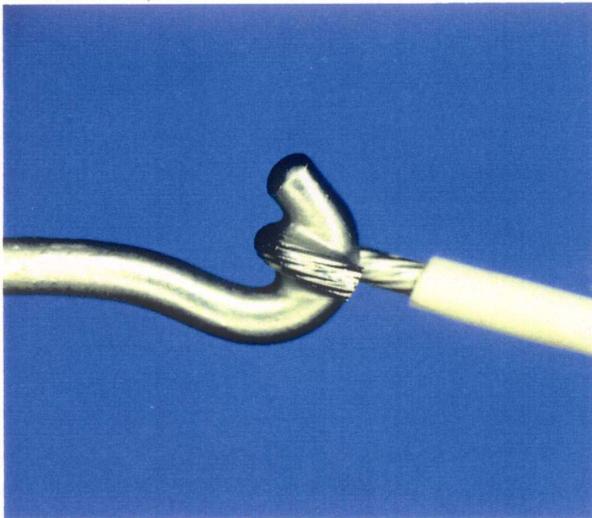


図 II - 11 二また端子への導線巻付け—電線 2 本の場合

最 小



最 大

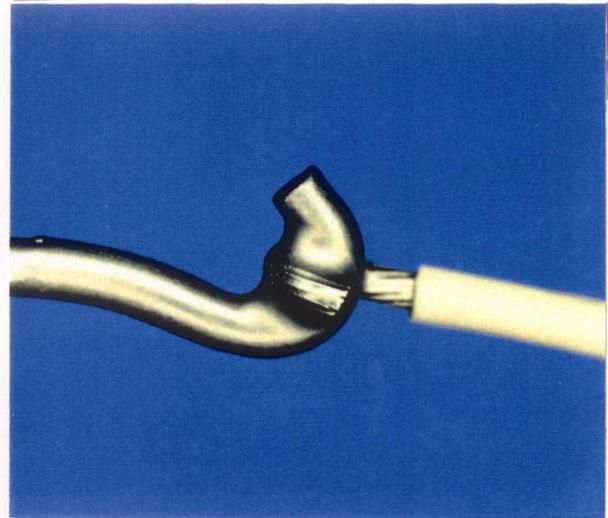


図 II - 12 フック端子への導線巻付け—電線 1 本の場合

最 小

最 大

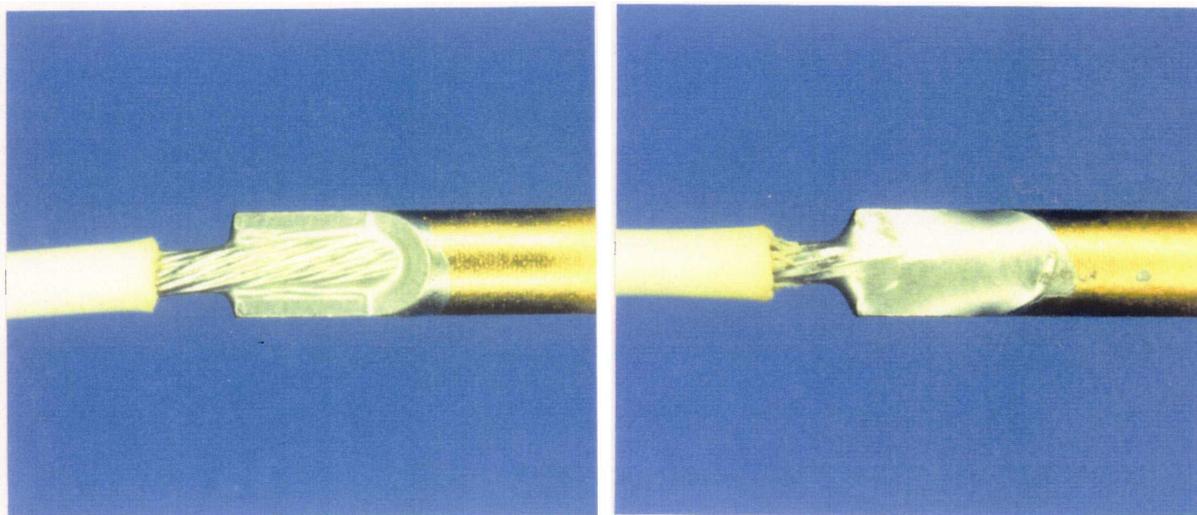


図 II - 13 カップ端子への導線挿入—コネクタ型の場合

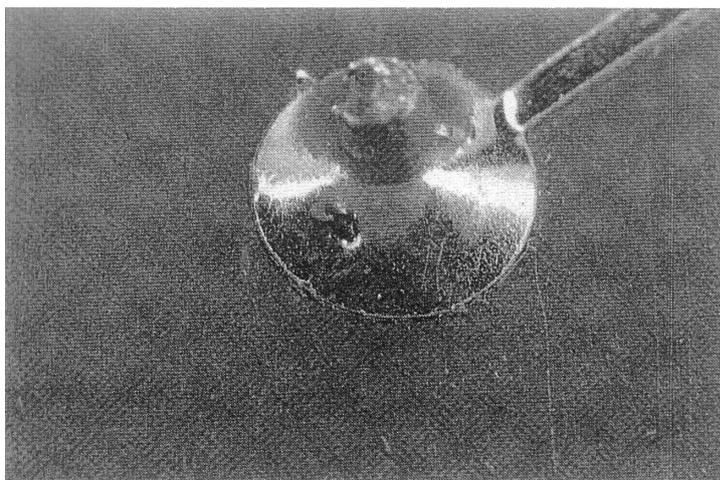


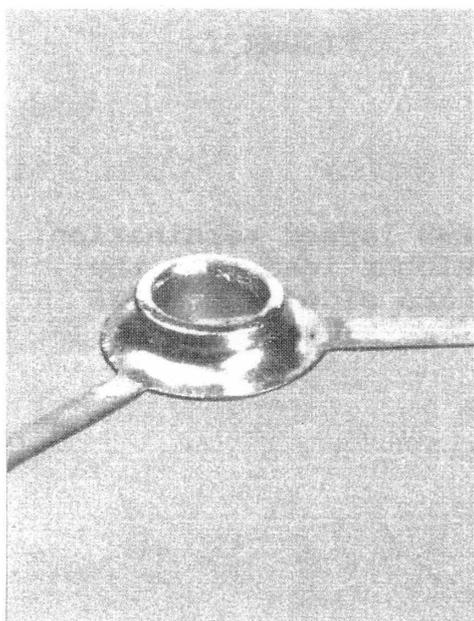
図 II - 14 ブローホール

(I. T. R. I. 資料から引用)

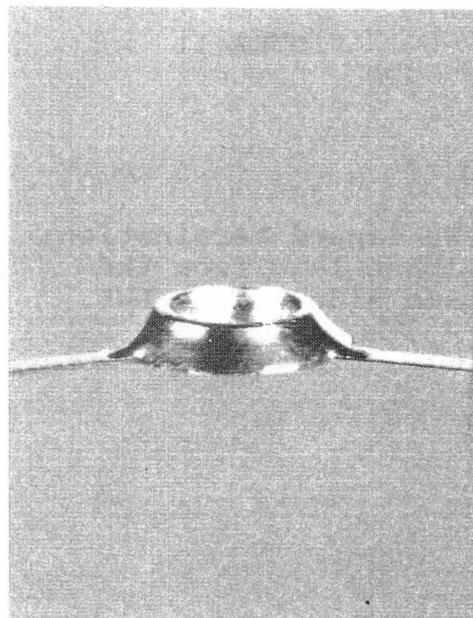


図Ⅱ-15 導線損傷
はんだのウィッキング部で
折り曲げたことによる導線の
折れ

最 小

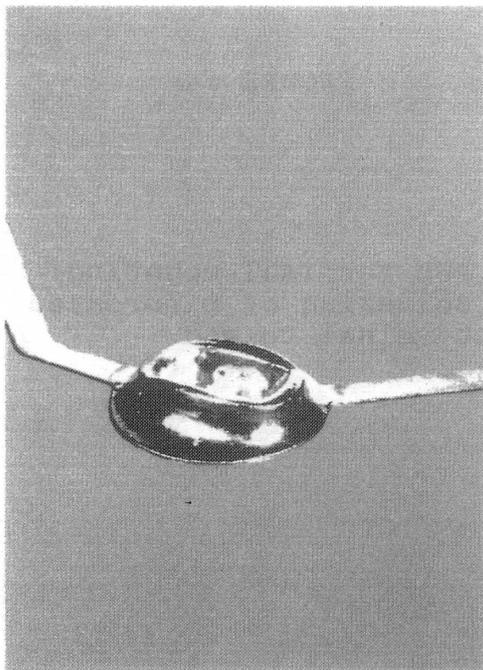


最 大



図Ⅱ-16 プリント配線板へのV型漏斗かしめ端子実装

最 小



最 大

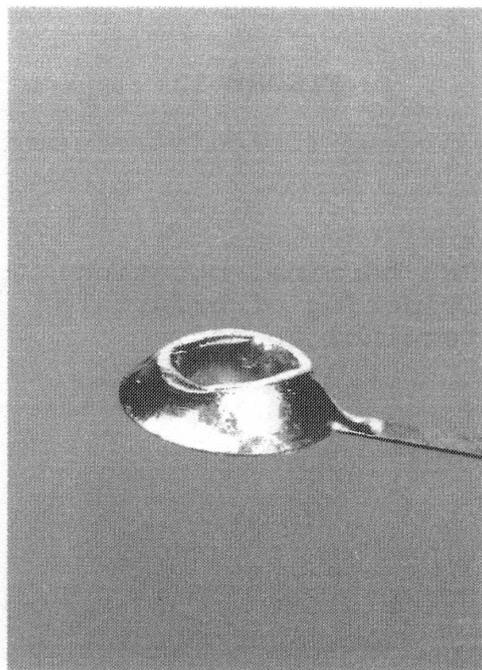
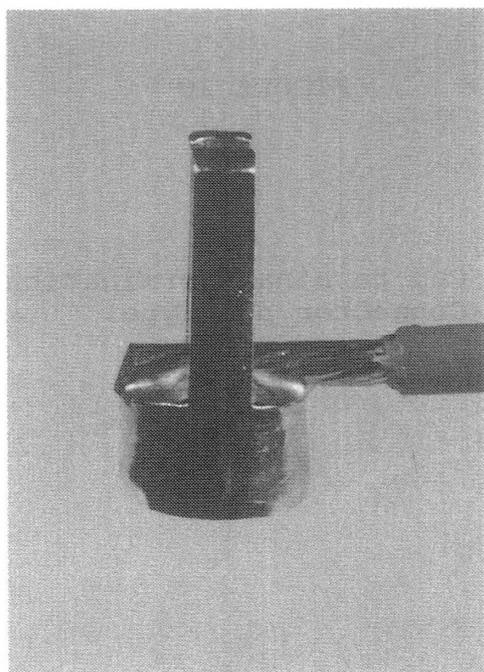


図 II- 17 プリント配線板への楕円漏斗かしめ端子実装

最 小



最 大

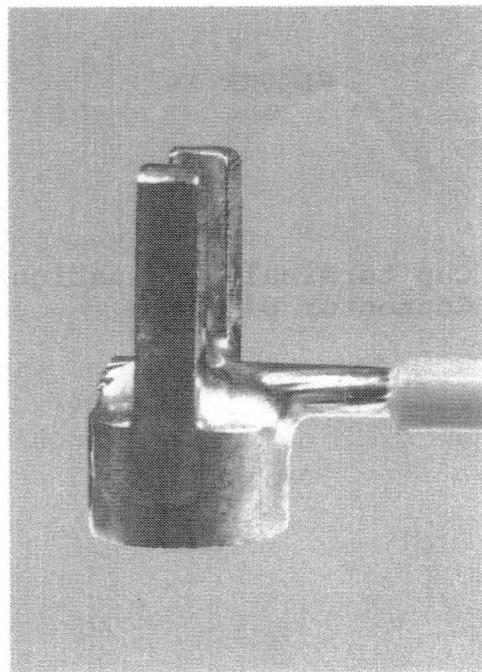


図 II- 18 二また端子へのストレート導線挿入

付録III 参考文献リスト

- 1) NASA SP 5002 Soldering Electrical Connections
- 2) NASA TM X-2290 Solder-Circuitry Separation Problems Associated with
Plated Printed Circuit Boards, May 1971
- 3) NASA CR 98433 Development of Highly Reliable Soldered Joints for
Printed Circuit Boards
- 4) Dunn, B. D. , “The Resistance of Space-Quality Solder Joints to Thermal
Fatigue Part 1,2” , Circuit World, 5(4), 1979
- 5) Thwaites, C. J. , “ Soft-Solder Handbook ” , International Tin Research
Institute, 1977
- 6) “Metallography of Tin and Tin Alloys” , International Tin Research
Institute
- 7) Brothers, E. W. , “University of Oklahoma” , 1979, Intermetallic compound
Formation in Soft Solders
- 8) Wild, R. N. , “Fatigue Properties of Solder Joints” , Welding Journal,
Nov. 1972, 51(11), 521s-526s
- 9) Wright, C. , “The Effect of Solid-State Reactions Upon Solder Lap Shear
Strength ” , IEEE Trans. parts, Hybrids and packag.
(USA), Vol. PHP-13, No. 3, Sept. 1977
- 10) Cummings, D. A. , “Quantitative Comparison of Electronic component/solder
Assemblies” , IEEE Trans. Components, Hybrids and Manuf. Technol.
(USA) Vol. CHMT-2, No. 4, 454-9, Dec. 1979
- 11) Thwaites, C. J. and Hampshire, W. B. , “Mechanical Strength of Selected Soldered
Joints and Bulk Solder Alloys ” , Weld J, Oct. 1976, 55(10), 323s-329s

- 12) Zakraysek, L., "The Effect of Temperature and Stress on Tin-Rich Solder Alloys ", Weld J, Dec. 1971, 50, 522s-527s
- 13) Papke, D. G. and Zakian, L. A., "Integrity of Solder Joints on Printed Circuit Boards for Flight Control System ", ASQC 27th Annual Technical Conference Transactions, 1973, 126-132
- 14) Mackay, C. A. and Thwaites, C. J., "Some Effects of Solder Joint Geometry on Mechanical Strength", Welding and Metal Fabr. Jan.-Feb. 1977, 45(1), 52-56
- 15) Unsworth, D. A., Mackay, C. A. and Long, J. B., "A Preliminary Report on Growth of Compound Layers on Various Metal Bases Plated with Tin and Tin Alloys", CDA-ASM Conference on Copper, 1979, 16-19
- 16) Breen, J., Toledo, E. and White, V., "Adhesion of Solder to Electroplated printed Circuit Boards ", CAD-ASM Conference on Copper October, 1972, 16-19
- 17) Olsen, D., Wright, R. and Berg, H., "Effects of Intermetallics on The Reliability of Tin Coated Cu, Ag and Ni Parts"
- 18) Harman, A. C., "Rapid Tin-Nickel Intermetallic Growth: Some Effects on Solderability"
- 19) Roberts, D. F. T., "A Mechanism of Solder Dewetting "
- 20) Brothers, E. W., Coleman, W. R. and Block, R. J., "Gold Tin Intermetallic Compound Formation in 60/40 Solder Applied to Gold Plated Substrates"
- 21) Kay, P. J. and Mackay, C. A., "The Growth of Intermetallic Compounds on Common Basis Materials Coated with Tin and Tin-lead Alloys ", Tin Research Institute, Greenford
- 22) Kay, P. J. and Mackay, C. A., "Barrier Layers Against Diffusion", International Tin Research Institute, Greenford

- 23) Wild, R. N., "Some Fatigue Properties of Solder and Solder Joints",
Internecon Brighton, England, Oct. 1975
- 24) ESA PSS-55(QRM-28P) ISSUE No. 1, Oct. 1980 Requirements for Repair and
Modification of Space-Standard Printed-Circuit Boards and Solder Joints
- 25) Equilibrium Data for Tin Alloy, Tin Research Institute
- 26) ESA PSS-01-708 Issue 1, Mar. 1985 "The Manual Soldering of High-
Reliability Electrical Connections"
- 27) ESA PSS-01-728 Issue 1, Feb. 1983 "The Repair and Modification of Printed -
Circuit Boards and Solder Joints for Space Use"
- 28) ESA PSS-01-738 Issue 1, Mar. 1991 "High-Reliability Soldering for Surface-
Mount and Mixed-Technology Printed-Circuit Boards"
- 29) MIL-STD-2000A Feb. 1991 "Standard Requirements for Soldered Electrical
and Electronic Assemblies"
- 30) 小林, 佐々木, 駒本; はんだ付け接続の信頼性, 電子通信学会, 1971
- 31) 夏目; プリント基板の故障物理, 品質管理 Vol. 28, No. 8, Aug. 1972
- 32) 川勝, 安部; ステンレス綱の表面処理とはんだ付部の剥離強さ,
溶接学会誌 45-7(1976)
- 33) 小林; 電子交換機におけるはんだ接続の信頼性,
電子通信学会誌, Vol. 60-C No. 6 '78/6
- 34) 川中, 南郷, 長谷川, 村田; 錫メッキのホイスカ防止と信頼性,
第 13 回日科技連信頼性保全性シンポジウム p215-220, 1983

- 35) 月原, 和泉, 高山 ; 厚膜回路でのはんだ付強度に関する一考察,
第 12 回日科技連信頼性保全性シンポジウム p397-402, 1982
- 36) 毛利 ; ジャイロスコープ部品の表面処理, 金属化学研究会 Vol. 19 No.1, 2, 1982
- 37) 田中 ; はんだ付け技術, 総合電子出版社, 1978 第 5 版
- 38) 丸山, 毛利 ; 機能めっき, 日刊工業新聞社, 1984
- 39) 川瀬誠一、武内信雄、「はんだ付け工程の研究 (その 1)」、日本電子材料技術協会第 38 回表面技術委員会講演、(1982)
- 40) 田中基義、川瀬誠一、武内信雄、「はんだ付け作業等で生成する錫等の金属間化合物の成長について」、日本電子材料協会、第 39 回表面技術委員会講演、(1983)
- 41) クリープ変形理論と設計 宮川松男著 日刊工業新聞社
- 42) FY 57 年度 業務委託成果報告書 「はんだ付け技術評価試験」 5 / 5 編
宇宙開発事業団
- 43) 田中 ; はんだ付け作業のトラブル対策, 日刊工業新聞社, 1984
- 44) R. J. Klein Wassink 著, 竹本, 藤内 監訳 ; ソルダリング・イン・エレクトロニクス,
日刊工業新聞社, 1986
- 45) マイクロソルダリング技術認定・検定委員会編 ; 標準マイクロソルダリング技術,
日刊工業新聞社, 1992
- 46) R. J. KLEN WASSINK “Soldering in Electronics”, 121(1986) 日刊工業新聞社

付録IV 項目題名索引

項目題名	項番	ページ
穴あき端子	5.5.5	54
ウェーブはんだ付	5.7	63
ウェーブはんだ付の工程管理	5.7.1	63
液体フラックス	5.2.2	20
加熱	5.6.2	57
教育・訓練及び認定	4.2	7
記録	5.8.2	66
金めっき除去	5.3.4	26
検査	5.8.4	67
検査用光学装置	5.1.5	19
認定取消	4.2.4	8
合格基準	5.8.4.2	67
工具・装置	5.1	15
工具・装置及び材料の確認	5.8.3	67
工具・装置の管理	5.1.1	15
工程条件の設定	5.7.4	64
工程の確認試験	4.4	11
国外製品	1.2.2	2
再加工等	5.6.5	62
再認定	4.2.3	8
材料	5.2	19
参考文献リスト	付録Ⅲ	Ⅲ-1
参考文書	2.2	5
準備と組立	5.7.3	64
使用工具の確認	5.3.2	26
使用部品の確認	5.3.1	25
視力要求	4.2.2	8
新規開発品	1.2.1	1
ストレート実装	5.4.5.9	46
スルーホール折曲げ実装	5.4.5.8	45

<u>項目題名</u>	<u>項番</u>	<u>ページ</u>
製作中の取扱と保管	4.5.2	13
製造環境	4.5.1	13
製造条件	4.5	13
静電気放電対策	4.5.3	14
絶縁スリーブの適用	5.5.8	56
設計条件	4.3	11
ソルダカップ（コネクタ型）	5.5.6	55
ソルダカップ（スウェージ型）	5.5.7	55
沿わせ実装	5.4.5.7	41
沿わせ実装はんだ付	5.6.3.4	61
ターレット端子及び棒状端子	5.5.2	49
端子取付	5.4.3	34
端子への導線取付	5.5	47
端子へのはんだ付	5.6.3.1	58
端子への部品取付	5.4.4	37
適用範囲	1.2	1
適用文書	2.1	4
手はんだ付	5.6	56
電線準備	5.3.3	26
導線準備工具	5.1.3	16
熱分散器	5.1.4	19
はんだ	5.2.1	19
はんだごて及びはんだ付装置	5.1.2	15
はんだ付後洗浄（手はんだ付）	5.6.4	62
はんだ付後洗浄（ウェーブはんだ付）	5.7.5	65
はんだ付実装の見本	付録Ⅱ	Ⅱ-1
はんだ付準備	5.3	25
はんだ付する導体	5.2.4	23
はんだポットの管理	5.3.6	27
はんだ盛り	5.6.3	58

<u>項目題名</u>	<u>項番</u>	<u>ページ</u>
品質保証	4.6	14
フック端子	5.5.4	54
不合格基準	5.8.4.3	68
付帯事項	1.3	2
二また端子	5.5.3	51
部品実装面で接合する部品の取付	5.4.5.5	40
部品実装面の反対面で接合する部品の取付	5.4.5.4	40
部品取付	5.4	30
部品リードの切断と折曲げ	5.4.2	32
プリント配線板への部品取付とリード接続	5.4.5	38
文書管理	5.8.1	66
めっきなしスルーホールへのはんだ付	5.6.3.2	60
めっきスルーホールへのはんだ付	5.6.3.3	60
目的	1.1	1
用語の定義	付録 I	I-1
溶剤・洗浄剤	5.2.3	22
予備はんだ付	5.3.5	27
両端子部品の垂直取付	5.4.5.3	39
両端子部品の水平取付	5.4.5.2	38
両面で接合する部品の取付	5.4.5.6	41