

目 次

1. 電子工業における接合技術

1.1	はしがき	1
1.2	固体結晶結合の種類	1
1.3	原子間の力—凝集について	3
1.4	原子間の力—付着について	4
1.5	接着の様相	6
1.5.1	接着部分の考察	7
1.5.2	金属の接着を支配する要因	10
1.6	“ろう接”と“はんだ”	11
1.7	電子部品とくに集積回路に用いられるリード付について	14
1.7.1	熱圧着法	14
1.7.2	超音波接着法	15
1.7.3	抵抗溶接法	16
1.7.4	レーザー溶接法	16
1.7.5	ビームリードボンディング	17
1.8	まとめ	18

2. はんだ付の基礎

2.1	技術体系とその基礎背景	20
2.2	関連工学分野	20
2.2.1	物理学と関連事項	21
2.2.1.1	拡散	21
2.2.1.2	溶解	23
2.2.1.3	界面物理現象	23
2.2.1.4	熱学	24
2.2.1.5	機械力学	24
2.2.2	化学との関連事項	25
2.2.2.1	フラックスの化学反応速度	25
2.2.2.2	界面化学	26
2.2.2.3	電気化学	26

2.2.3	金属工学との関連事項	27
2.2.4	電気・電子工学との関連事項	29
2.3	計測技術	30

3. はんだ および フラックス

3.1	はんだ	32
3.1.1	まえがき	32
3.1.2	母材の性質	33
3.1.2.1	すず (Sn)	33
3.1.2.2	鉛 (Pb)	34
3.1.2.3	Sn-Pb はんだの標準状態図	35
3.1.2.4	Sn-Pb はんだの用途	44
3.1.2.5	Sn-Pb はんだの規格	44
3.1.2.6	はんだ中の不純物および添加物	47
3.1.2.7	バルクはんだおよびはんだ付ジョイントの機械的性質	56
3.1.2.8	はんだの製造	66
3.1.2.9	はんだの形状と応用	68
3.2	はんだ付用フラックス	72
3.2.1	フラックス作用	73
3.2.1.1	表面清浄作用	73
3.2.1.2	再酸化防止作用	74
3.2.1.3	界面張力を低下させる作用	75
3.2.1.4	フラックスの金属表面へのぬれおよび流動性	77
3.2.1.5	フラックスの活性温度	78
3.2.1.6	腐食作用	79
3.2.1.7	毒性	80
3.2.1.8	経済性	80
3.2.2	フラックス材料	81
3.2.2.1	無機酸類	81
3.2.2.2	無機塩類	82
3.2.2.3	無機ガス	84
3.2.2.4	有機酸, 有機アミン, アמיד類 (非ロジン系)	84
3.2.2.5	有機ハロゲン類	86
3.2.2.6	WWロジン	87

3.2.2.7 非ハロゲン弱活性化ロジン	90
3.2.2.8 ハロゲン含有弱活性化ロジンおよび活性化ロジン	91
3.2.3 フラックス残渣の洗浄	97
3.2.3.1 水溶性フラックス残渣	97
3.2.3.2 ロジン系フラックス残渣	99
3.2.4 フラックスの正しい選び方	100

4. 特殊はんだ

4.1 低融点はんだ	107
4.2 高温はんだ	110
4.3 極低温はんだ	114
4.4 対銅熱起電力の小さいはんだ	117
4.5 金はんだ	118
4.6 セラミックスのはんだ付	120

5. 通信機器のはんだ付

5.1 はんだの種類	121
5.2 状態図からみたはんだの選び方	124
5.3 はんだ付のメカニズム	125
5.4 金属表面状態とはんだの広がり性	125
5.5 添加元素の効果と不純物の影響	128
5.6 絶縁電線の被覆除去の方法	129
5.7 はんだ合金の周囲温度による引張強さの変化	130
5.8 時効処理によるはんだ合金の経時劣化	132
5.9 铸造時の冷却速度による引張強さ、伸びの影響	133
5.10 はんだ付接合部の防護方法	134
5.11 通信ケーブルの接続の基礎	136
5.11.1 芯線の接続工法	136
5.11.2 外被の接続工法	139

6. プリント配線におけるはんだ付

6.1 プリント配線における応用	143
6.2 プリント配線板の種類とはんだ付性	144
6.2.1 絶縁板の耐熱性	145

6.2.2	導体のはんだ付性	146
6.2.3	CCLの構造とはんだ付作業性	146
6.2.4	はんだ付接続部の強さ	147
6.2.5	手作業はんだ付による取扱い	148
6.2.6	オートメーション方式によるマスソルダリング	148
6.3	部品およびプリント配線板のはんだ付性の設計	149
6.3.1	接続部の形成作業	149
6.3.2	はんだ材料の不純物	150
6.3.3	銀の溶解	150
6.3.4	Sn-Pb共晶はんだの採用	151
6.3.5	部品リード線のはんだ付性	152
6.3.6	印刷配線板のはんだ付性	154
6.3.7	ソルダレジストの採用	155
6.3.8	印刷配線板のめっき	156
6.3.9	マスソルダリング用フラックスの特質	157
6.3.9.1	無機系フラックス	159
6.3.9.2	有機酸	159
6.3.9.3	ロジン	159
6.3.9.4	活性化ロジン	159
6.3.9.5	プリント配線用フラックス試験法	160
6.3.9.6	液状フラックスの使用上の注意	162
6.3.9.7	印刷導体の種類と形状	162
6.4	高能率はんだ付の問題点	164
6.4.1	はんだ付自動化の歴史	164
6.4.2	はんだ付前の作業	166
6.4.3	フラックスの塗布, 乾燥	168
6.4.4	はんだ付コンベア	169
6.4.5	はんだ槽	170
6.4.6	冷却, 洗浄	170
6.4.7	プリント導体のはんだ付の信頼性	171

7. アルミニウムのはんだ付

7.1	まえがき	174
7.2	アルミニウム用はんだの特異性	174

7.2.1	アルミニウム用はんだの成分	174
7.2.2	アルミニウム用はんだと腐食	175
7.2.3	アルミニウム用はんだの用途	176
7.3	アルミニウム用はんだの種類と用途	177
7.3.1	550°C前後のアルミニウム用はんだ	177
7.3.2	400°C前後のアルミニウム用はんだ	177
7.3.3	350°C前後のアルミニウム用はんだ	177
7.3.4	270°C前後のアルミニウム用はんだ	178
7.3.5	220°C前後のアルミニウム用はんだ	178
7.3.6	200°C前後のアルミニウム用はんだ	179
7.3.7	特殊なタイプのアルミニウム用はんだ	179
7.4	種々のアルミニウム用はんだによるはんだ付法	180
7.4.1	フラックスを使用しないアルミニウム用はんだ	180
7.4.2	無機のフラックスを使用するアルミニウム用ろうのろう付法	180
7.4.3	有機のフラックスを使用するアルミニウム用 はんだのはんだ付法	181
7.5	はんだ付の実際	181
7.5.1	アルミニウム電気導体へのはんだ付法	181
7.5.2	熱交換器のはんだ付法	182
7.5.3	分割鋳造のはんだ付法	182
7.5.4	面発熱体, コンデンサ, 印刷回路などのはんだ付法	183
7.6	アルミニウムのはんだ付作業の問題点	184
7.6.1	膨張とひずみの処理	184
7.6.2	表面処理の問題	184
7.6.3	熱伝導と予熱	185
7.7	アルミニウム用はんだの自動化と将来性	185
	日本工業規格 (JIS-Z-3281-1967) アルミ用はんだ	188

8. はんだ付の信頼性とその評価

8.1	はじめに	191
8.2	劣化要因とその問題点	191
8.2.1	劣化の分類	192
8.2.2	劣化要因とその焦点	194
8.3	はんだ付材料の評価	198

8.3.1	部品のはんだ付性試験	199
8.3.2	はんだ材料の試験	203
8.3.3	フラックスの試験	204
8.3.4	フラックスの評価	204
8.4	はんだ付の目視評価	205
8.4.1	はんだ付目視検査法	205
8.4.2	はんだのぬれと接触角	206
8.5	接合部の環境条件に対する評価	208
8.5.1	荷重の分類	208
8.5.2	接合部の評価と劣化と加速法	209

9. はんだ付機器

9.1	はんだごて	215
9.1.1	はんだごての種類	215
9.1.2	電気はんだごて	218
9.1.2.1	電気はんだごての規格	218
9.1.2.2	電気はんだごての選択	219
9.1.2.3	特殊な電気はんだごて	224
9.1.2.4	試験・検査	226
9.1.3	こて先の設計	227
9.1.3.1	こて先の材質	227
9.1.3.2	こて先の形状と寸法	227
9.1.4	はんだごてホルダ	228
9.2	自動機器	229
9.2.1	はんだ付自動化の目的	229
9.2.2	はんだ浸し法の分類	230
9.2.3	自動はんだ付装置の機構	231
9.2.3.1	駆動機構	231
9.2.3.2	制御盤	233
9.2.3.3	基板保持	234
9.2.3.4	フラックス塗布	235
9.2.3.5	予備加熱	237
9.2.3.6	はんだ槽	238
9.2.3.7	部品リード切断	241

9.2.3.8	基板冷却・洗浄	242
9.2.3.9	艶消し	243
9.2.4	応用例	243
9.3	その他の機器	248
9.3.1	浸漬はんだ槽	249
9.3.2	直接抵抗加熱はんだ付	251
9.3.3	電熱炉によるはんだ付	251
9.3.4	放射加熱はんだ付	252
9.3.5	誘導加熱はんだ付	253

10. 試験方法