半田とハイブリッド技術

Solders and Soldering for Hybrid Technology

奥谷 健* 井上 誠* 赤池信一*

1. はじめに

過去10数年間にわたって、電子工業は急激な発展を遂げ、部品の小型化、軽量化は電子機器の大幅な機能向上やコストダウンをもたらした。この間、半田づけ技術においても、微小部の接合技術がクローズアップされ、高精密かつ高信頼性のマイクロソルダリング技術が要求されるにいたっている。本稿では、ハイブリッド技術に関連して、半田合金および溶剤ペーストの種類、用途等と、いくつかのリフロー半田づけ法を紹介する。

2. 半田合金

マイクロソルダリング用として、非常に多くの合金がその特性に応じて使用されている。以下に、概要を述べる。

2.1 種類

半田合金材料として種々の金属が用いられるが、マイクロソルダリング用半田合金に使われる金属としては、Au, Ag, Sn, Pb, Sb, In等があげられる。これらの合金系における溶融温度と、いくつかの特性をtab. 1¹⁾に示す。

半田づけは、母材を溶融することなく半田のみを溶かして、母材間に充填させて接合する方法であり、半田および接合界面の性質は接合部の電気、機械および化学的性質などに大きな影響を及ぼす。したがって、半田合金の選択に当たっては、単に半田合金の特性を考慮するだ

けではなく、半田と母材との適合性も考えなければならない。また同時に、半田づけ法の多様化に対応した合金の適合性も検討する必要がある。このように、マイクロソルダリング用半田合金には、数々の厳しい基本特性²⁾が要求される。

2.2 特性と用途

半田合金は、構成元素によってさまざまな特性を有し、この特性に応じて用途を分けることができる。代表的な合金の特性は、概略以下のとおりである。

(1) Sn/Pb合金

最も一般的に使用されており、63Sn/37Pbの共晶半田*をはじめ多くの組成の合金が目的に応じて使用されている(*正確には、共晶組成は、61.9Sn/38.1Pbである)。

(2) Sn/Pb/Ag合金

Sn/Pb合金の特性を改良した合金であり、母材からのAgの拡散をおさえ、強度の低下を防ぐ。

(3) Sn/Ag合金

耐熱疲労、ぬれ性に優れ、引張強度も大きい。通常96.5Sn/3.5Agの共晶組成を用いる。

(4) Sn/Sb合金

強力、せん断力、クリープ強度が大きく、耐熱疲労にも優れている。

以上に述べた半田合金の用途例をFig. 1¹⁾およびtab. 2に示す。

2.3 母材との反応

前述したように、半田接合界面の性質は半田づけ性に大きな影響を与える。したがって、半田合金と母材との反応を十分に把握することは非常に大切である。大別して、半田と母材の反応は2種類ある。一つは半田合金中

*Ken Okuya, Makoto Inoue, Shinichi Akaike/タムラ化研技術部

Tab. 1 Some Properties of Solder Alloys

No.	溶融温度[℃]		合 金 組 成[wt %]							密 度 [g/cm ³]	熱伝導度 [W/cm℃] (85℃)	電導度 [%] IACS	機 械 的 性 質		
	液相線	固相線	Au	Ag	Sn	Pb	Sb	In	その他				引張速度 [kg/mm ²]	伸び [%]	硬 さ [H _B]
1	118	E			48			52		7.30	0.34	11.7	1.21	83	5
2	125	118			50			50		7.30	0.34	11.7	1.21		
3	130	121			40	20		40		7.86					
4	131	118			52			48		7.30					
5	143	E		3				97		7.38	0.73	23.0	0.56		
6	145	118			58			42		7.30					
7	149	MP		5		15		80		7.85	0.43	13.0	1.79	58	5
8	150	MP						99.3	0.7Ga	7.31					
9	157	MP						100		7.31	0.78	24.0	0.40	41	1
10	162	MP			70	18		12		7.79	0.45	12.2	3.74		
11	174	160			30			70		8.19	0.38	8.8	2.43		
12	179	E		1.4	62.5	36.1				8.41	0.31	11.6	4.92		
13	181	134			37.5	37.5		25		8.42	0.23	7.8	3.70		
14	183	E			63	37				8.40		11.5	5.41		
15	183	183			62	38				8.43		12.2	5.40	30	17
16	184	183			65	35				8.33					
17	185	174			40			60		8.52	0.29	7.0	2.92		
18	186	183			70	30				8.16		12.5	7.10		15
19	188	183			60	40				8.50					
20	192	183			75	25				8.00					
21	199	183			80	20				7.85		13.5	6.30	24	14
22	199	E			91				9 Zn	7.27					
23	200	183			55	45				8.68					
24	205	183			85	15				7.70					
25	209	180			50			50		8.86	0.22	6.0	3.28	55	10
26	210	177		1	44	55				9.11					
27	212	183			50	50				8.87		10.9	4.30	40	14
28	213	183			90	10				7.55			5.70	50	19
29	216	183			50	49.5	0.5			8.85					
30	218	183			48	52				8.95					
31	221	E		3.5	96.5					7.36	0.33	16.0	2.01	73	40
32	222	183			95	5				7.42					
33	225	195			60			40		9.30	0.19	5.2	3.52		8
34	226	221		2.5	97.5					7.34					
35	227	183			45	55				9.07		10.2	3.90	38	
36	231	185			40	58	2			9.17					
37	232	179		3	37	60				9.39					
38	232	MP			100					7.27		13.1	2.80	55	14
39	233	MP		25	65		10			7.80					
40	235	MP			99		1			7.27					
41	237	141		10				90		7.54	0.67	22.1	1.16	61	2.7
42	238	183			40	60				9.28					
43	238	232			97		3			7.26					
44	240	221		5	95					7.39		12.6	5.62	30	13.7[Hv]
45	240	232			95		5			7.25	0.28	11.9	4.15	38	13.3
46	250	185			30	68.4	1.6			9.63					
47	253	179		3	27	70				9.84		10.6	5.70		12
48	257	183			30	70				9.72		9.3	5.20	22	
49	260	179		3	50	47				8.86					
50	260	252			90	10				10.60		6.0	8.40	19	15

Tab. 1 (Continued)

No.	溶熱温度[℃]		合 金 組 成[wt %]						密 度 [g/cm ³]	熱伝導度 [W/cm℃] (85℃)	電導度 [%] IACS	機 械 的 性 質		
	液相線	固相線	Au	Ag	Sn	Pb	Sb	In				引張速度 [kg/mm ²]	伸び [%]	硬 さ [HB]
51	263	184			25	73.7	1.3		9.88					
52	264	250				75		25	9.97	0.18	4.6	3.83		
53	268	183			25	75			9.96					
54	270	184				79	1	20	10.16					
55	280	183			20	80			10.21		8.7	3.40	22	11
56	280	270				81		19	10.27	0.17	4.5	3.90		
57	280	E	80		20				14.51					
58	285	239			5	92	3		10.82		6.8	5.40	12	9
59	288	183			15	85			10.48					
60	289	179		3	40	57			9.26					
61	292	MP		5	5	90			11.00					
62	295	221		10	90				7.51					
63	295	252				95	5		10.96		6.3	5.80	24	11
64	296	287		2.5	5	92.5			11.02		8.1	4.50		10
65	300	MP		2.38		92.86		4.76	11.03	0.25	5.5	3.20		
66	300	MP		2.50		92.50		5.00	11.02	0.25	5.5	3.20		9
67	300	227			97				7.32					
68	300	275		2	10	88								
69	302	275			10	90			10.75		8.5	4.10	45	10
70	303	E		2.5		97.5			11.33		8.8	3.10	42	
71	304	299		2.5	2	95.5			11.20					
72	309	E		1.5	1.0	97.5			11.28	0.23	6.0	3.11	23	10
73	309	299		1.5	3.5	95.0								
74	310	290		5		90		5	11.00	0.25	5.6	4.03		
75	314	292				95		5	11.06	0.21	5.1	3.04	52	6
76	314	310			5	95			11.06	0.23	8.2	2.39	26	8
77	315	MP				98.0	1.2		11.20					
78	317	304		3.5		96.5					8.7	4.20		8
79	320	246			80		20				9.2	9.00	5	22
80	320	300				98	2		11.19		8.1	1.90	51	
81	322	310				98.5	1.5		11.23					
82	327	MP				100			11.35					
83	341	341	85											
84	343	198				60					19.5	7.90	30	20
85	345	232				99			7.26					
86	356	E	88						12Ge	14.67		19.00		
87	360	300	60	20	20									
88	360	360	75				25							
89	360	360							60Zn,20Ge,20Al		29.2	12.70	1	142
90	364	305		5		95					7.2	3.50	35	
91	370	E	96.4						3.6Si	15.40		26.0		63
92	382	E							95Zn,5Al	6.60				
93	424	E							55Ge,45Al	3.71				
94	451	451	73					27						

注) Tab.1は“INDALLOY”資料を主にまとめたものである。

表中、E：共晶点，MP：融点，HB：ブリネル硬さ，Hv：ビッカース硬さをそれぞれ示す。

(1) TO-3パワーチップの半田づけ例

(3) ダムを設けたチップの半田づけ例

(a) コンデンサチップ

(b) Siチップ

(2) フリップチップ素子によるクロスオーバー例

(4) ハイブリッドIC用クリップリードの接続例

(5) 厚膜コンデンサにおける半田コートの例

Fig. 1 Schematic Diagrams of Solder Joints

Tab. 2 Applications of Solder Alloys

等級	Sn		Sb		Ag		典型的用途
	最低%	最高%	最低%	最高%	最低%	最高%	
Sn-Pb							銅への電氣的接続用，黄銅および亜鉛の半田づけ用，電子組立品の手作業半田づけ用，鉄および非鉄金属の溶融浸漬メッキ用，高級板金細工用，銅製およびステンレス鋼製軽量管を含む毛細管接続用，電子部品製造用，プリント回路の機械的半田づけ用
A	63.0	64.0	—	0.6	—	—	
AP	63.0	64.0	—	0.2	—	—	
K	59.0	60.0	—	0.5	—	—	
KP	59.0	60.0	—	0.2	—	—	
F	49.0	50.0	—	0.5	—	—	銅，黄銅および亜鉛上の一般的技術細工
R	44.0	45.0	—	0.4	—	—	
G	39.0	40.0	—	0.4	—	—	
H	34.0	35.0	—	0.3	—	—	電気ケーブル外装の接合用
J	29.0	30.0	—	0.3	—	—	
V	19.0	20.0	—	0.2	—	—	電灯半田づけ用，浸漬半田づけ用，極低温(−60℃以下)施設用
W	14.0	15.0	—	0.2	—	—	
Sn-Pb-Sb							鉄系金属の溶融浸漬メッキおよび半田づけ用，高級工用鉄系金属の毛細管接続用，銅製導体の接合用 一般工用および熱交換器用，一般浸漬半田づけ用，銅製導体の接合用，鉛工，鉛および鉛合金製ケーブル外装のワイピング用，浸漬半田づけ用，
B	49.0	50.0	2.5	3.0	—	—	
M	44.0	45.0	2.2	2.7	—	—	
C	39.0	40.0	2.0	2.4	—	—	
L	31.0	32.0	1.6	1.9	—	—	
D	29.0	30.0	1.5	1.8	—	—	
N	18.0	18.5	0.9	1.1	—	—	
Sn-Pb-Ag							高温(100℃以上)および極低温(−60℃以下)の両方で使用するもの Agメッキ基板の半田づけ用
5S	4.75	5.25	—	0.1	1.4	1.6	
62S	61.5	62.5	—	0.2	1.8	2.2	高温使用(100℃以上)用
Sn-Ag	残部		—	0.1	3.5	3.7	
96S	残部		—	0.1	3.5	3.7	高温使用(100℃以上)および冷凍装置用，ステップ半田づけ用
Sn-Sb	残部		4.75	5.25	—	—	
95A	残部		4.75	5.25	—	—	

注) 95A(Pb<0.07%)および96S(Pb<0.1%)を除きPb含有量は残部である。

への母材成分の溶解反応であり、またもう一つは界面における金属間化合物の生成反応である。

これら二つの反応に関しては、すでに多くの研究者らによってさまざまな検討が行なわれ、半田づけにおけるぬれ、強度、疲労等との関係が考察されている⁴⁾。もちろん、一般的には母材成分の半田合金中への拡散を防ぎ、また界面に有効な金属間化合物を形成させることが、半田づけにとって必要なことであることはいうまでもない。tab. 3³⁾に半田づけに関連した金属間化合物を示す。また、Fig. 2にCu-Su系金属間化合物のSEM像を示す。この金属間化合物は、ペーパーフェイズ法により気相中で40秒間リフローさせて得たもので、厚さは約1μmである。

3. ソルダペースト

表面実装技術の発展に伴い、ソルダペーストの役割が年々増してきている。以下に、ペーストの種類と用途について述べる。

3.1 種類

ソルダペーストの構成成分は、半田粉とビヒクルに大きく分けることができる。半田粉は噴霧法(atomization)によって微分化および分級して製造される。また、ビヒクルはロジンあるいは合成樹脂と、溶剤、チクソ剤、増

粘剤等を配合してつくられる。このビヒクル中の塩素量(%)は、JIS(Z3283)によってAA(0.1以下)、A(0.1~0.5)、B(0.5~1.0)に等級づけされている。市販のソルダペーストについてtab. 4に例示する。

このほか、ペーストの粘度は供給方式によってそれぞれ異なり、粘度がおおよそ3万~80万cpsの範囲で各目的に応じたペーストが使われている。ペーストの供給方式と仕様例の関係をtab. 5⁶⁾に示す。

3.2 用途

一般に、リフローソルダリングにはソルダペーストが用いられることが多い。主な用途は、次のようなもの

Fig. 2 Cross-Section of Solder Joint

Tab. 3 Intermetallic Compounds of The Common Solder Elements and Base Metals

母 材 (金属名)	半田づけ合金の成分とその金属間化合物				
	アンチモン(Sb)	インジウム(In)	鉛 (Pb)	銀 (Ag)	錫 (Sn)
アルミニウム (Al)	Al Sb	— *	— *	Ag ₃ Al, (Ag ₂ Al)	— *
アンチモン (Sb)	—	InSb	— *	Ag ₃ Sb _y , Ag ₃ Sb	(SnSb)
銅 (Cu)	(Cu ₁₃ Sb ₃), Cu ₂ Sb	Cu ₉ In ₄ , (CuIn ₂) (Cu ₄ In ₃)	— *	— *	Cu ₃ Sn, Cu ₆ Sn ₅
金 (Au)	Au Sb ₂	Au ₄ In, Au ₉ In ₄ AuIn, AuIn ₂	Au ₂ Pb, AuPb ₂	— *	(Au ₆ Sn), AuSn AuSn ₂ , AuSn ₄
鉄 (Fe)	Fe ₃ Sb ₂ , FeSb ₂	—	—	—	FeSn, FeSn ₂
鉛 (Pb)	— *	(In ₃ Pb)	—	— *	— *
ニッケル (Ni)	Ni ₁₅ Sb, Ni ₃ Sb Ni ₇ Sb ₃ , NiSb NiSb ₂	Ni ₃ In, NiIn NiIn ₃ , Ni ₂ In Ni ₃ In ₇	— *	— *	Ni ₃ Sn, Ni ₃ Sn ₂ Ni ₃ Sn ₄
白金 (Pt)	Pt ₄ Sb, PtSb PtSb ₂		Pt ₃ Pb, PtPb PtPb ₄	(Ag ₃ Pt), (AgPt) (AgPt ₃)	Pt ₃ Sn, PtSn ₂ Pt ₂ Sn ₃ , PtSn ₂ PtSn ₄
銀 (Ag)	Ag _x Sb _y , Ag ₃ Sb	Ag ₃ In, Ag ₂ In AgIn ₂	— *	—	(Ag ₆ Sn), Ag ₃ Sn
錫 (Sn)	(Sn Sb)	(In ₂ Sn), (InSn ₄)	— *	(Ag ₆ Sn), Ag ₃ Sn	—
亜 鉛 (Zn)	ZnSb, Zn ₄ Sb ₃ Zn ₃ Sb ₂	— *	— *	(AgZn), (Ag ₂ Zn ₃) (AgZn ₃)	— *
インジウム (In)	InSb	—	(In ₃ Pb)	Ag ₃ In, Ag ₂ In AgIn ₂	(In ₂ Sn), (InSn ₄)

注) — *: 金属間化合物なし, —: 該当せず, もしくは溶解せず, □(ブランク): 金属間化合物有, データ少ない,
(): 原子量比からの仮定

がある。

- (1) ハイブリッドICへのチップ部品の接合
- (2) 半田コート形成
- (3) リードフレームの接合

現在、チップの搭載はリフロー方式が主流を占め、これに関連して溶剤ペーストの研究も非常に活発に行なわれている。溶剤ペーストの性質を十分に把握し、これからの新しいリフロー方式により適合したペーストを開発していくことは、表面実装技術にとって欠かせないことである。

4. リフロー半田づけ法

実装工程での高信頼性、自動化および量産化の要求は、種々のリフロー半田づけ方式を生み出した。ここでは、そのうちのいくつかの例について述べる。

4. 1 赤外線半田づけ法

赤外線リフロー溶剤リングは、溶剤ペースト用

半田づけ法として多くの実績を残している。現在では、赤外線ランプを光源とし、赤外線を焦点して局部加熱する方法（赤外線スポット加熱方式）と輻射赤外線で炉内全体を加熱する方法（赤外線輻射炉加熱方式）がある。

Fig. 3に赤外線リフロー溶剤リング装置（輻射方式）を例示する。赤外線法の特長は、以下のとおりである。

- (1) 短時間で効率のよい加熱ができ、部品の熱損傷も少ない。
- (2) 大型の基板にも対応でき、同時に多数の半田づけができる。
- (3) 赤外線加熱方式のため、作業環境が比較的清潔である。
- (4) 温度制御が容易である。
- (5) 電力消費量が少ない。

なお、赤外線方式では製品の色や表面状態、Shadowing等の点に関し、十分配慮が必要である。

4. 2 ペーパーフェイス溶剤リング法(VPS法)

VPS法は比較的新しく、1970年にIBM社がこの方法に

Tab. 4 An Example of Commercial Solder Pastes

品 番*	合 金 組 成 [wt %]	融 点 [℃]	メッシュサイズ	粘 度 [CPS] ブルックフィールド HBT型	塩素含有量 [wt %]	用 途
7321-25C-30-2	59.5Sn/34.5Pb/6Ag	177	250	30×10 ⁴	0.2	ハイブリッドIC用 銀電極用
7230-25C-30-2	96.5Sn/3.5Ag	221	250	30×10 ⁴	0.2	高温半田づけ用
7280-25C-30-2	5Sn/92.5Pb/2.5Ag	280	250	30×10 ⁴	0.2	ハイブリッドIC用 高温半田づけ用
7310-25C-30-2	63Sn/37Pb	183	250	30×10 ⁴	0.2	一般電子機器用 プリント配線板用
7320-25C-30-2	62Sn/36Pb/2Ag	179	250	30×10 ⁴	0.2	ハイブリッドIC用 銀電極用
7323-25C-30-2	42Sn/42Pb/14Bi/2Ag	160	250	30×10 ⁴	0.2	ハイブリッドIC用 低温半田づけ用

* タムラ化研製品

Tab. 5 Specifications for Supply Mode of Solder Pastes

供 給 方 式		半 田 粉 の メ ッ シ ュ [mesh]	フ ラ ッ ク ス 含 有 量 [wt %]	半田粉の形状	ペーストの 粘 度 [万CPS]	特 徴
デ ィ ス ペ ン サ		400	13-30	球 状	3-10	微細回路用 (高精度)
		325-400		球状、もしくは球状、 不定形の混合		一般用
スクリーン	メッシュ 80-120	200-325	10-20	球状、不定形の混合	20-30	一般用
	メッシュ 150-200	400				
	メッシュ 200	400		球 状		微細回路用
ステンシル	t:1mm 以下	100-325	6-15	球状、不定形の混合	20-50	一般用
	t:1mm 以上	100-200		不定形	50-80	チップ部品取付用 (半田厚づけ用)

(タムラ製作所 TRS-203N)

Fig. 3 Infrared Reflow Soldering Machine

関する理論を発表したことに始まる。原理はいたって簡単であり、フッ素系不活性液体の蒸気中(通常215℃)で製品全体を加熱して半田づけする方法である。近年、この方式は、リフロー半田づけ法における新応用技術として急速な展開を見せている。特長は、次のとおりである。

- (1) 他のリフロー方式より温度制御の精度がよい。
- (2) 製品の構造に関係なく均一な半田づけができる。
- (3) 絶えず蒸気と接しているため、工程環境は清浄である。
- (4) 加熱液体の絶縁性が高く、基板や部品の絶縁性を低下させない。
- (5) 加熱液体の溶媒作用は小さく、部品を傷めない。
- (6) 不活性ガス中であるため、半田の酸化が起こらない。

Fig. 4⁷⁾およびFig. 5²⁾に、それぞれバッチ式およびインライン式の概略図を示す。バッチ式方では、加熱液体の蒸気(第1蒸気)の揮散をフロン113(トリクロロフルオロエタン)の蒸気(第2蒸気)で抑えるよう工夫されている。このバッチ方式は少・中量生産に適し、またインライン方式は中・大量生産に適している。

VPS法の加熱液体は、通常Fluorinert FC-70(3M社, bp 215℃)が用いられるが、このほかにも数種類の加熱液体(bp 56~253℃)が市販されている。

4.3 レーザ半田づけ法

レーザー法は、半田づけ部の細密化に対応して開発された方法である。初期にはCO₂レーザーが用いられていたが、現在では熱効率のより高いFig. 6²⁾のYAGレーザー法が主流となっている。レーザーソルダリング法と他の方法との根本的な相違点は、半田合金がレーザービームを吸収することによって初めて熱を出す点である。主な特長は、次

Fig. 4 Batch Type of Vapor Phase Soldering

Fig. 5 Inline Type of Vapor Phase Soldering

Fig. 6 YAG Laser Beam System

のとおりである。

- (1) 微小部(最小径30μmφ)の加熱ができ、他の部分にほとんど熱的影響を及ぼさない。
- (2) エネルギー強度、照射時間が精度よく制御できるため、再現性がよい。
- (3) 半田づけ速度が速い(例: 4点/sec)。
- (4) 金属間化合物の生成を最少にできる。

現在のところ、YAGレーザーの設備価格はかなりの高額となるが、電子機器の高密度実装化に伴って応用分野が拡大しつつある。

4.4 抵抗半田づけ法

抵抗半田づけ法とは、半田づけ部の形状に合わせたヒーターを用いて半田づけする方法である。ヒーターの形状を自由に設計できるため、種々の複雑な形の半田づけ

に用いられる。各種ヒーターをFig.7⁶⁾に示す。この方法は、加熱方式によって次の3種類に分けられる。

(1) 瞬間加熱方式

半田づけ部に瞬間的に熱を与え、半田づけする方法である。他への熱的影響は少ないが、逆に広範囲の加熱ができないため大型部品には適さない。

(2) 常時加熱方式

加熱したヒーターで半田づけする方法である。ヒーターの作動速度が速く、瞬間的に接合を行なうが、(1)の方式より他への熱的影響はやや大きい。

(3) ホットラム方式

(1)、(2)の方式の特長をそれぞれあわせもった方法である。広範囲にわたって均一な温度分布が得られ、大型LSIやFPCの半田づけに適している。

Fig. 7 Heaters for Resistance Reflow Soldering

5. VPS法半田づけに関する二、三の考察

ハイブリットICやモノリシックICの組立を含めると表面実装技術は、10年後には組立方式全体の80%を越すと予測されている。もちろん、前節で述べたりフロー技術も、これから各特長を生かして進歩していくはずである。中でも、VPS法は高密度実装にとって有利なさまざまな特長を有し、その将来性に多くの期待が寄せられている。本節では、VPS法の半田づけに関して、筆者らが最近行なった実験の一部を紹介する。

5. 1 Agの拡散

Ag/Pd電極の半田づけにおけるAg食われの問題については、すでに多くの検討がなされている。Agの拡散を防ぐには、半田中にAgを添加すると効果がある。しかしながら、Ag入り半田においてもAgの拡散は起こり、たとえば、250℃、40秒の半田づけ条件下では相当量のAgが母材から溶出する⁶⁾。このため、適切な温度設定が必要である。

VPS法では、半田づけ温度は通常215℃と固定されており、自由に温度を設定することはできない。そこで、VPS法半田づけにおけるAgの拡散挙動を調べた。EPMAによる検討結果をFig.8に示す。Agの拡散はAg入り半田(62Sn/36Pb/2Ag)においてはほとんど起こらない。これに対し、共晶半田では、加熱時間の増加とともに顕著なAgの拡散が観察される。以上のことから、VPS法における通

(1) AgのX線像 (電極: Ag/Pd, 半田材63Sn/37Pb)

(2) AgのX線像 (電極: Ag/Pd, 半田材62Sn/36Pb/2Ag)

Fig. 8 X-Ray Images for Cross-sections of Ag/Pd Pad Soldered with 63Sn/37Pb and 62Sn/36Pb/2Ag

常の半田づけ条件では、Ag 入り半田を使用することによって母材からのAgの拡散を防止することが確認された。

5. 2 半田のぬれ

VPS法は、蒸気で加熱を行なうため、製品全体に熱がいきわたり、均一な加熱ができる。現在、筆者らは、各種チップおよびリード部品をVPS法で半田づけし、種々の調査を行なっている。それらのうち、Fig. 9に示したタンタルコンデンサを半田づけした例について述べる。

VPS法および赤外線リフロー法によって半田づけした接合部の各種断面をFig. 10に示す。VPS法では、加熱時間が増すに従って半田のぬれがリードの表側から裏側まで進んでいく。これに対して赤外線法では、半田のリード側へのまわり込みは見られなかった。これは、Shadowingの影響を受ける赤外線法と異なり、VPS法ではリードの表裏が均一に加熱されている証拠といえる。しかしながら、半田が過剰にリードの裏側に移動すると、接合強度の低下などの問題が生じてくると思われる。この点については、加熱時間と接合強度の関係等をさらに詳細に検討する必要がある。検討結果については、いずれ報告する予定である。

参 考 文 献

- 1) 原, 柏木: 半導体プロセス材料実務便覧, p.411, サイエンスフォーラム, (1983)
- 2) 窪田: 最新精密接合技術集成, p.50, 総合技術センター, (1986)
- 3) C.J.Thwaites: はんだ付便覧, 図表集, p.34, 日本錫センター, (1980)
- 4) C.J.Thwaites: はんだ技術10年間の発展, p.3, 日本錫センター, (1985)

Fig. 9 Tantalum Condenser

Fig. 10 Solder Joints by VPS and IR Reflow Soldering

- 5) H.H.Manko: Solders and Soldering, p.136, Mc Graw-Hill, (1979)
- 6) 川勝: マイクロソルダリング設計とトラブル対策の要点, p.31, 日本工業技術センター
- 7) S. Karpel: Metallurgia, 48, 5, p.243, (1982)