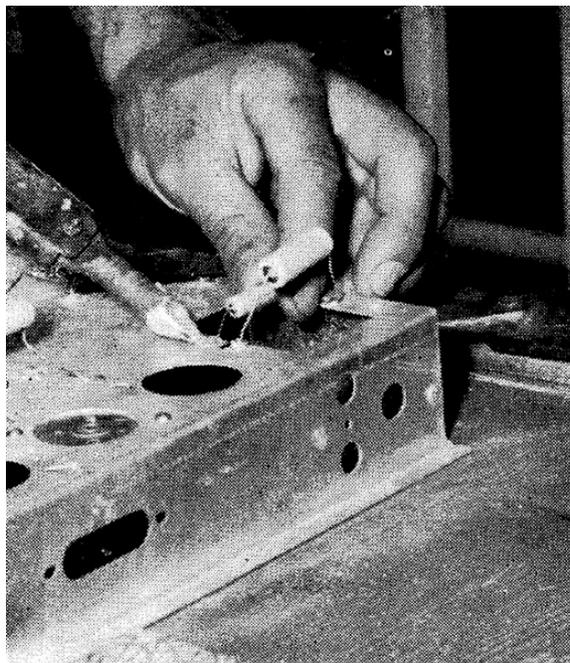


## シャシーに直接アルミのハンダづけ

飯岡 実

我々アマチュアの中でアルミに対してハンダ付をしている者はほとんどいないと思う。2, 3の友人にアルミのハンダ付が可能であると喋ったところ、案外興味を示さず通信用受信機のRF部分の外、アルミ線ボイス・コイルのSPの修理ぐらいで大して必要を感じてないという答が多かった。しかしこれは今までの不可能だという先入感から限られた用途だけに捉われているからであって、彼等の考えている範囲外に実際の用途があると思う。すなわちシャシー自体の製作、パネル、シールド板を始め、コイル、RFチョーク、L金具、ラグ板等の小物部品の取付、既にせまくてドリルが使えないようなところを改修する時とか、特殊バリコンの自作、磨滅したネジのリタッピング等々、用途は利用している内に次第に広がるものである。また動作面においてはRFの寄生発振を止めた経験もあり、その上製作時間もアルミ用の接着剤でソケット等を取り付ける方法と併用すれば、従来の1/2で組み上げることは決して夢ではない。



前書はこの位にして早速具体的な説明に入ることにする。

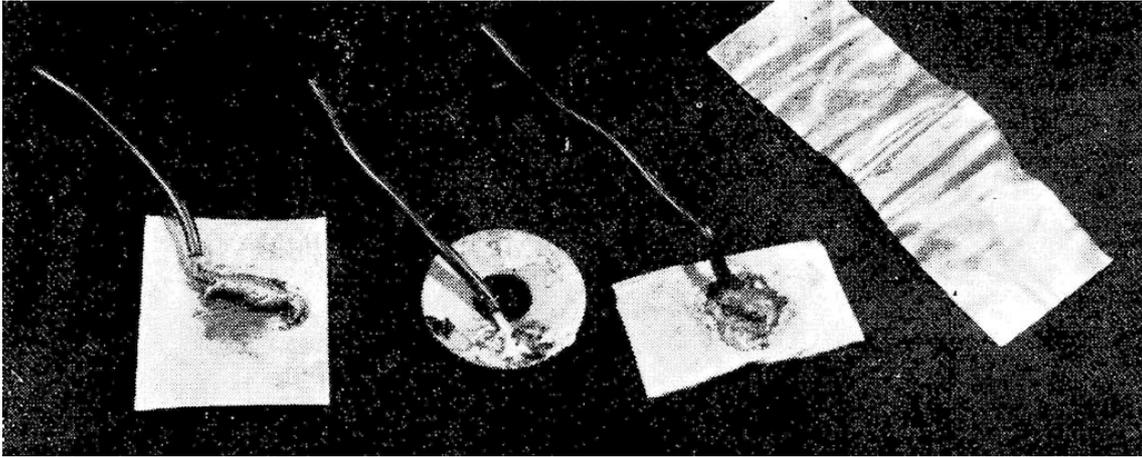
第1表 各種金属のハンダ付しやすさの順序

1. 錫メッキ	11. 鉛 (Pb)
2. 銀メッキ	12. ニッケル (Ni)
3. カドミウム・メッキ (Cd)	13. モネル・メタル
4. 錫 (Sn)	14. 亜鉛 (Zn)
5. 銀 (Ag)	15. 鋼 (Fe)
6. 銅 (Cu)	16. ステンレス鋼
7. 黄銅 (シンチュー)	17. クロム (Cr)
8. 青銅 (ホーキン)	18. ニクロム
9. 亜鉛メッキ	19. アルニコ
10. ニッケル・メッキ	20. アルミニウム (Al)

### アルミのハンダ付の難点および注意

金属に対するハンダ付の難易の順序は第1表に示すように、アルミが一番つけにくい。その困難な理由は次の通りである。

- (1) アルミの表面は空気中で常に緻密な酸化皮膜(100Å程度)が形成されており、例え磨いても数分の1秒でまた皮膜ができる。
- (2) 融点が他の金属に比し低い(658.7°)。

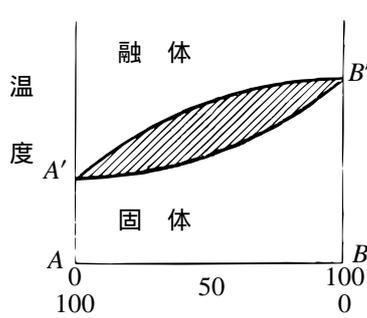


第1図 ハンダ付けの実験に使ったもの

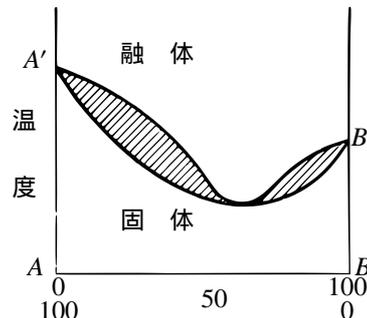
- (3) ハンダの主成分となる重金属類は一般にアルミと固溶し難い。
- (4) アルミは熱膨張係数が大きい。(0.0000238/0° ~ 100°)
- (5) アルミは電位が低いので、ハンダ合金と電解腐蝕を生じ易い。

以上の諸点が明らかになれば個々に対し解決を計ればよいのだが、例えば(3)がウマくいくと(5)が悪いといった具合で、昨今の国際情勢と何か似たところがある。閑話休題

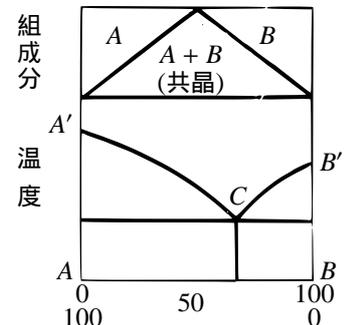
ここでまず論を進める都合上なぜハンダが付くかを理解していただかねばならない。ご存知のようにハンダが付くのは被接着物(母材)とハンダ間に合金が作られることであるが、この合金を簡単に分類すると、



第2図



第3図



第4図

固溶：二成分が総ての割合で熔融時および凝固時とも均一に溶解しているもの、顕微鏡では判別不能。例えば Cu-Ni, Cu-Pd, Cu-Pt, Ni-Co, Au-Ag, Au-Pt, Ag-Pd 等、この種の合金の代表的状態図は第2図に示す。斜線の部分は半熔融の状態であって、温度の変化により成分の含有量が変化しなければならぬはずだが、先に凝固した A に対し、拡散作用により B が補給されるので、固体になった時も均一さが保たれる。

ある種の金属は一定の割合において、融点が最小または最大となり、純金属と同様に一定点で凝固する(第3図)。例 Au-Cu, Cu-Mn, Ni-V, Ni-Pd, Cr-Ni, Mn-Ni, Co-Mn, Fe-V, As-Sb 等。

共晶：二成分が熔融した時にはすべての割合で溶解、均一な溶液を作っても、凝固後は全然溶解しないか、または互にその一部分が飽和固溶体を作るもので、顕微鏡で判別し得る代表的状態図を第4図に示す。この合金は常に一定の温度において凝固するため、一時に A, B の両成分が大きく分離できないので、甚だ薄い片、または粒が混在した組織になる。冷却速度により組織は変化し、これが機械的な性質に影響を与える。

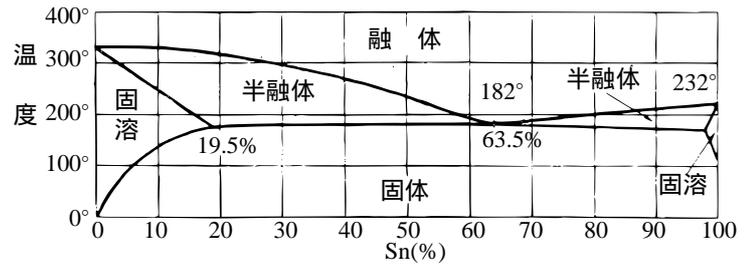
混合：二成分が融溶している時も全然溶解しないもの(第5図)。

化合：金属間化合物を作るもの、融点は純金属と同様に一定と考えられる。実際には化合物と未合金金属間で固溶、共晶等を作り、複雑な変化を示す。

上記が二元合金の超簡単な分類であるが、われわれが日常使っている各種金属には三元、四元等の多元合金もあり、更に研究心ある読者はそれぞれの専門書に任せることにして、われわれが普段使ってるハンダを例にとり解説しよう。

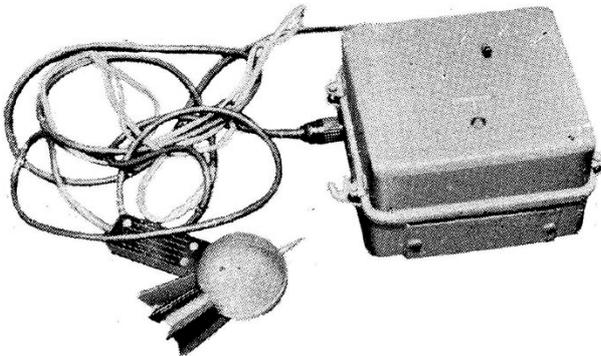


第 5 図



第 6 図

ハンダは錫-鉛の共晶合金で状態図は第 6 図の通りである。Sn が 61.9% の時が融点が一番低く、また固体から急に液体になる。Pb は融点を低めると共に価格を安くするために入れてあるのであって、母材 (Cu, Fe, Ni, Zn 等) に対してはほとんど合金を作らない、Pb 100% ではハンダの作用がないわけである。



第 7 図 シーメンス製超音波コテ日軽アルミニウム提供

余談かもしれないが、街でハンダを買うとき耳にあて折りまげている人を見かける。キシムような音を錫音と呼んで、Sn の含有量を判定しているのであろうが、これは誤りである。この音は冷却状態によって異なり、急冷したものは Sn 100% でも音を発しない。徐冷したものは Sn が少なくても錫音がある、むしろ逆に Sn-Pb が均一な合金になっていない、好ましくないことを訴えているものである。筆者の場合紙にコスリ黒線の濃淡で Pb を判別している。

話が前後したが、普通のハンダが銅線によく付くわけは、すなわちハンダ中の Sn と Cu が固溶体および化合物を作る

性質があるため合金層が生ずるからである。

しからば普通の Sn-Pb ハンダはアルミに対し銅と同じようであるかということ、読者はだから付かぬと経験的にその結論を知っている。Al に対し合金する金属を探せばよいわけであるが、その前に電解腐蝕に触れなければならない。

学校でイオン化傾向として習ったと思うが、忘れた人も次の配列をみれば多分思いだすはず。K, Na, Ca, Mg, Al, Zn, Cd, Fe, Co, Ni, Sn, Pb, (H), Cu, Hg, Ag, Pt, Au, つまり Al と合金する金属で、かつ Al と電気化学列の余り離れてないものを Al 用ハンダとすべきである。後者は Al が他の金属に較べて陽性が強いので特に注意を要する。

以上は合金層が生じることによってハンダがつくという考え方で、正統派に属する。これに対し母材の凹凸中にハンダを機械的に侵入させて接着さすという考え方もある (後記)。

## アルミのハンダ付の具体的方法

アルミ表面の酸化皮膜がハンダ付を邪魔していることは既に述べた。まず第一に不活性ガスの雰囲気中で、表面を研磨しハンダ付することを考えつくが、とても実用にならぬし、実験もしなかった。

### (A) 摩擦式:

始めに用いた器具等を紹介する。

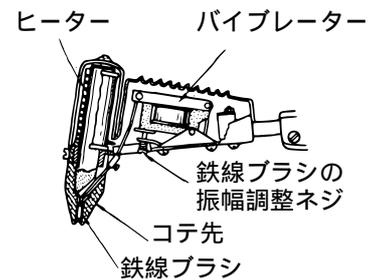
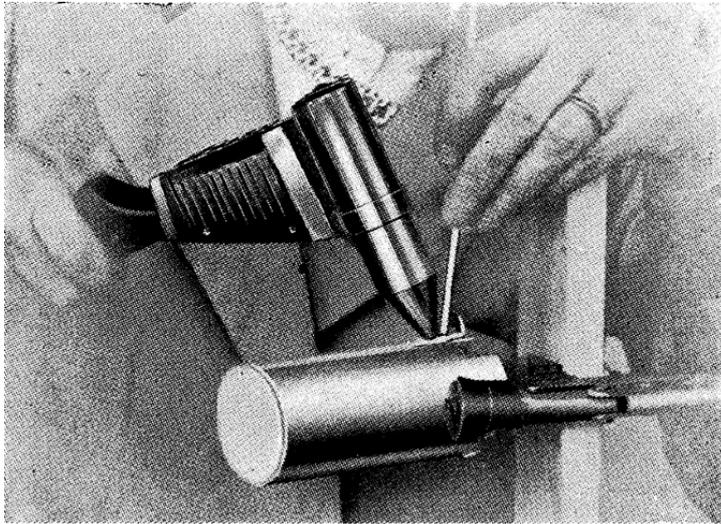
コテ シュアー、100w 型、スライダックは使用しない。棒が調整でき、ヒーター内へ深く入れた時 350° 位になる。母材 秋葉原で買ったシャシーをパンチで抜いたもの、および鋏で切った小片。

余熱器具 始めろうそくを使ったが、温度が上らなかったので、登山用の携帯燃料 (罐入りで、寒天および少量のパラフィン類にメタノールを含ませたもの) を購入した。これはスポーツ用具屋にあるはずで、鉄その他大型シャシーにも使えて便利である。400° 位のハンダのとき使った。

抗張力のテスト kg/mm<sup>2</sup> で表わさねばならぬのだが、面倒なので普通の配線用ビニール線を付け両手でエイと引っぱり剥がれなければ OK とした。

この磨擦式が一番原始的といえる．酸化皮膜を研磨材でガリガリと擦り取りながら Sn-Pb ハンダをなじますもので、他誌にもでていた．時々外誌にも載っている．近所の建築用砂から磁石で砂鉄を集め試したが失敗した．原因は粒度の不揃いである．

カーボラダム (SiC) の目の細かい 220 番で試めしたら成功した．コツは普通のペースト (このペーストだけではつかぬ) に混じ、飛び散らぬようにしてやる．この方法で、ジュラルミンも付くことは特記すべきである．もちろん前述のコテを使用した．抗張力テストもパス．



第 8 図 イギリスの The Belark Tool and stamping Co. の磨擦式ハンダゴテ

これと原理的に方法が同じな、第 8 図の如きコテを英国では売出している．この外、ガラス繊維のブラシを使う法も本にある．いずれにせよ研磨した新しい面をハンダでカバーして再び酸化させぬ処がミソである．ハンダ槽の中でワイヤー・ブラシを使う方法もこれに属する．

## (B) 特殊ハンダ式

前項で固溶を説明したが、この固溶の拡散作用を利用し、フラックス (我々がペーストといっているもの．粉、液もある) が不要なもの、およびフラックスを併用するもの等がある．

**硬質ハンダ** Al を主合金 (70~95%) とし、融点を低め流動性をよくするため Cu, Ni, Mn, Zn, Sn, Si 等が添加してある．抗張力、耐蝕性が優れているが、パーナー、トーチランプを使用する (500~600°), 別名高温ハンダ、熔接ハンダとも呼ぶ．建築関係に使われているものであるが、我々にあまり効用がないのでこの辺で打ち切る．

**軟質ハンダ** 非常に多種類あり、Zn, Sn, Pb, Cd, Bi の低融点金属を主材とし、母材に浸透性をよくするため Al, Sb, Cu 等を少量添加する．目的に応じた温度、強度のものを選択すべきで、一概に如何なる成分比にすべきとはいえないが、大体において前項が参考になると思う．

Al に合金を作るものは Zn, Mg, Si, Cu, Fe, Mn.....等であるが．融点も下げねばならぬので成分比に苦心の跡が出ている (第 2 表)．

しかし家用にわざわざ作る人はまずないと思うので、市販品を紹介しよう．多数ある外国製の内、国内に入っているものは、アメリカのユーテックテック<sup>1</sup>、インターアクト<sup>2</sup>、イギリスのテスカ<sup>3</sup>、ドイツの UTP があり、国産ではアルミット<sup>4</sup>、アルミソルダー<sup>5</sup>、アルフィックス<sup>6</sup>が知られている．この他研究中のところも 2~3 あると聞いている．輸入品はやや温度が高い (400° 前後) ので、パーナーを必要とする．

<sup>1</sup> 代理店：協和商事 (株) 中央区新富町 1 の 4 Tel.(55)2062

<sup>2</sup> " : インダストリアル・サプライヤーズ (株) 港区芝高輪北町 53 Tel.(44)6027

<sup>3</sup> " : 愛知産業 (株) 品川区北品川 5 の 431 Tel.(44)5116

<sup>4</sup> 日本アルミット (株) 中野区朝日ヶ丘 31 Tel.(36)3814

<sup>5</sup> 代理店：(株) 鈴木商館千代田区麹町 3 の 1 Tel.(33)0175

<sup>6</sup> " : 三興産業 (株) 港区芝新橋 6 の 3 Tel.(43)6718

温度	外誌に掲載されたもの			国産某社の分析	
	200～210	250±5	420～450	200～250	350～400
Sn	90%	86%	—	58.81%	—
Zn	10%	—	95%	31.98%	86.76%
Cd	—	6%	—	—	1.00%
Sb	—	6%	—	1.10%	—
Cu	—	2%	—	—	2.80%
Mg	—	—	—	0.05%	0.09%
Ag	—	—	8%	—	—
Bi, Pb	—	—	—	—	—
Al	—	—	—	残	残
耐蝕性	弱(要塗料)	普通	強	普通	強

第 2 表

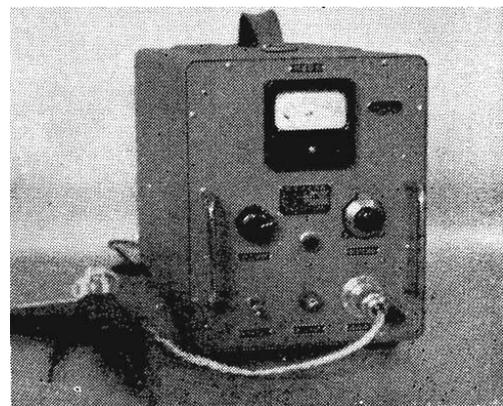
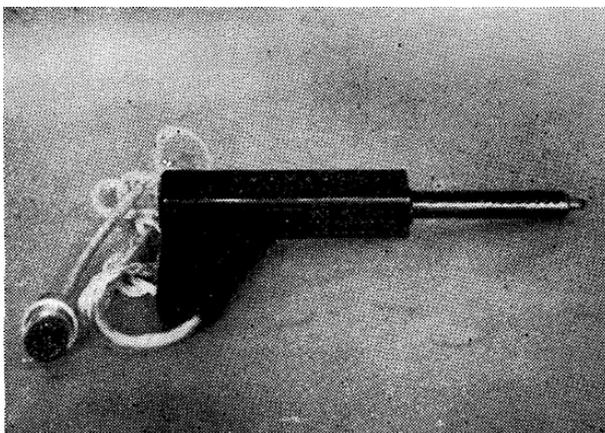
国産品は一応 3 社のものを皆テストした、どれがよいかは読者の各自が判定を下すべきものであるから、ここでは使った感じだけを発表しておこう。アルミットとアルミソルダーは非常に似た感じであり、両者ともフラックスは不用である。ただ今少し温度が低く流れがよいと使い易い。また銅線とは付き難い、シャーシ上に部品を取付ける位置を予め印してをき、その周辺にアルミットの 350° のハンダを、前記の携帯燃料によってなじませる。こうしておいた上に普通のハンダを使うと銅線の時都合がよい、この外、350° のハンダは耐蝕性に考慮が払われているので、屋外で使用する八木アンテナに用いることができる。

アルフィックスはアルフラックスと称する専用助剤の使用を指定している。前二者より融点が低く普通のハンダ位であるが、付け終えてからフラックスを除去する手数が掛る。いずれにせよ、使っているうちに、だんだん付け方が上手になり使い易くなる。

反応ハンダ：アルミ特有のハンダである、アルカリ金属のハロゲン (F, Cl, Br, I) 化物に Zn, Sn, Cd 等の重金属の塩化物を混合したものでこれを接着しようとするものの上でバーナー等で加熱 (350～400°) する。Zn, Sn, Cd 等が遊離してハンダづけができる短時間に仕上るのを特徴とする。作業後に水洗するのはもちろんである。ラジオ関係ではちょっと使いにくいので、こういう方法もあると知っているだけでよい。

### (C) 特殊フラックス式

酸化皮膜を薬品によって溶解又は還元させ清浄な面にハンダを接触せしめる方法である。薬品の融点がハンダの融点より低くないと作用しないので、使うハンダの温度から成分を決める。戦時中塩化リチウムが使われたことをまだ記憶しておられる方も多いと思うが、LiCl の単体では融点が高い (602°) ので実用にならない。この種の薬品は各メーカーともみな極秘にしており、また文献もあまり入手できなかった。ケーブル用として発表されたものの内容を次に示す。



第 9 図 超音波工業製 (右は発振器, 周波数 25kc±5%, 出力最大 50W, 左はコテ, 重量 1.5kg, コテ先は真鍮)

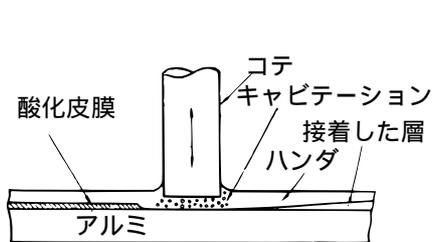
塩化亜鉛	55%
無水塩化第一錫	28%
臭化アンモニウム	15%
弗化ソーダ	2%

前述の各ハンダ・メーカーが自己のハンダ用として販売している他、単独に国内で売り出されているものではトランスのタムラ製作所の X57 及び X58 というのだけと思う。液状の X57 を試してみた。付ける時煙が出て、においが相当臭い。このフラックスを普通の配線に使うと、少し位の錆びてるソケットなど磨かなくとも一遍につく。腐蝕の程度については期間が短いので目下不明というところである。なおフラックスだけで、例え普通のハンダが付くにしても電解腐蝕の点で好しくないことは明らかで、フラックスのみを研究するのはやや時代遅れの感がある

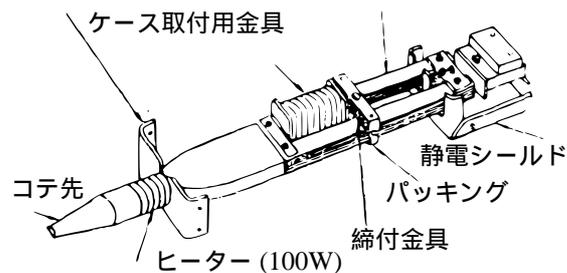
#### (D) 超音波式

本誌の 1956 年 1 月号の附録 6 頁に既に掲載されている。原理は超音波のキャビテーション現象(媒質中の強力な振動音圧の負の半サイクルで気泡が生じ、正の半サイクルで押しつぶされる、局部的に高温高压、放電を起すことがある)により、Al の酸化皮膜が破壊され、その部分からハンダが接着されるものである(第??図)。

ドイツのシーメンス、レーフェルト、イギリスのムラード(第??図)、アメリカのガルトン等より発売されている。シーメンスのものは加熱部分がなく、超音波だけを与える方式になっている。またムラードはハンダ槽も出している。この種の回路図はラジオ雑誌の好材料らしくムラードのコテがソヴィエトの雑誌に紹介され、それがまた中共に転載されている。これをまた本誌に掲げると恐らく 1 種の記録になるかも知れぬので、そのまま紹介してみる(第??図)。



第 10 図



第 11 図 ムラードの超音波コテ

	ハンダの種類	剪断強さ kg/mm <sup>2</sup>			
		0 hr	4 hr	24 hr	70hr
1	Zn(20%)-Cd	4.0	4.0	1.6	-
2	Zn(24%)-Sn(12%)-Cd	4.0	4.0	2.4	-
3	Zn(24%)-Sn	4.0	3.6	0.4	-
4	市販某 Al ハンダ	4.0	2.8	0	-
5	Zn(24%)-Sn 対黄銅板	4.0	4.0	4.0	4.0

第 3 表 腐蝕度の試験表 (3% の食塩水、試験片は 4kg/mm<sup>2</sup> 以上の強度のもの)

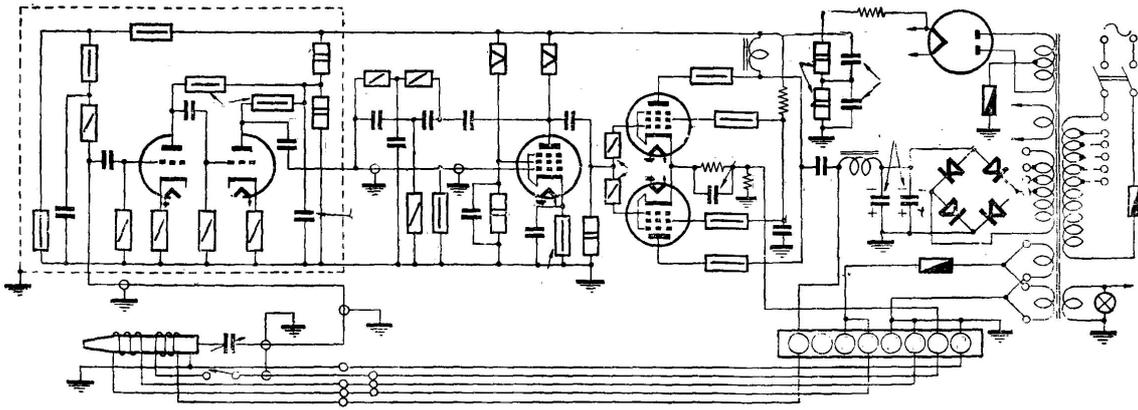
国産では島田理化学工業<sup>7</sup>、超音波工業<sup>8</sup>より発売されている。始め自作して見るつもりだったが、締切りの関係で間に合わないで、距離的に近い後者を尋ね、見学・実験した。銅板にハンダを付けるように容易に付き、しかもフラックスが不用な点は流石原理が違うだけある。

超音波の利用の場合はアルミと機械的によく接着するので普通のハンダでもよいという考えの人もあるが、経年変化を見ないと何んともいえない。また保存する場所の湿度にも影響を受けるはずである。超音波の発生装置は我々のお手のもので、すぐでも作れるが、コテのメカニズムの詳細は発表されてない。多分難しいためだと思う。

超音波工業 K.K. にアマチュア向にコテだけ売るかと質問したら、売ると返事をしていた。アルミの箔と箔なら強力な超音波だけで熱を加えず接合できることが報告されている。更に強力 (kW 単位) のものなら板対板でもつくはずである。実験はしなかった。

<sup>7</sup> 島田理化学工業(株) 中央区富士見町 17 TeL(38)0166

<sup>8</sup> 超音波工業(株) 港区芝浜松町 1 の 11 TeL(45)7241



第 12 図 ムラードの超音波コテの発振回路 (中共誌の配線図をそのまま出力したが、抵抗の中の印は W を表すもの)

### (E) その他の方式

ハンダ付と関係がなくなるが、開拓中の技術で将来性のあると目されているものをついでに紹介する。金属の粉末を微細にすればするほど、体積に比し表面積が大きくなり、溶けないような低い温度でも焼結するようになる。

二つの金属の間に超微粉末をはさんで押え、熱すると低い温度で焼結合金層ができ接着に成功する。

この技術も我々アマチュアの努力によって早急に実用化したいものである。

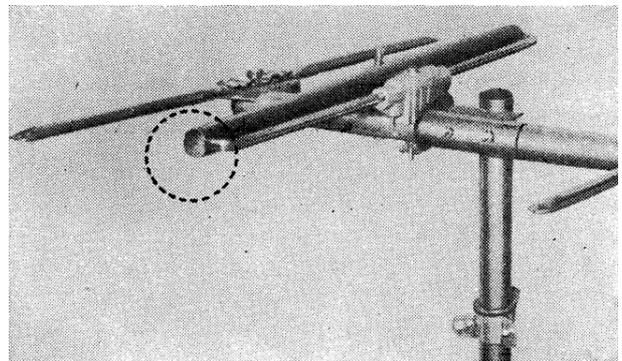
### あとがき

何かに関心を持って、資料を蒐集するとき、後でノートを取ろうとしてマークをしておくに必ず結果がよくない。面倒でも目的の事項はすぐ書きとめるとか、切抜くかしないと消えてなくなる。いつもの癖だが本稿でもまた経験した次第で、二度と読者はこの轍を踏まぬよう敢てノートする。

アルミのハンダ付について触れねばならぬ問題として、ハンダ対母材の電位差、ハンダの電気伝導率があるが、残念ながら測定器の都合で信頼性がないので、次回に改める。

欧米では 19 世紀後半、我国では大正 12 年頃より研究が始められ、昨今漸く実用段階に入りつつあるものだけに、諸君のエレクトロニクス技術によって更に一段の発展が期待される。

末筆ながらご協力下さった方々に感謝申し上げます。



第 13 図 八木アンテナ・アルミ・エレメントの接着

(『無線と実験』1958 年 10 月号)