

炭素棒ハンダ付け装置用電源の工夫

— 遊技用 24V トロイダルトランスの活用 —

高梨哲也（湘南鉄道模型クラブ）

概要：大電流トランスを必要とする炭素棒ハンダ付け装置において、比較的安価に入手可能な遊技用 24 V トランスを 2 台用いることにより、目的の電流と電圧を得ることに成功した。また EI コアトランスでは困難であった 2 次線の巻き直しが、トロイダルトランスの構造上極めて簡単に行えた。

キーワード：炭素棒ハンダ付け / トランス / 2 段階接続 / 遊技用 / 24V / トロイダル / 巻き直し

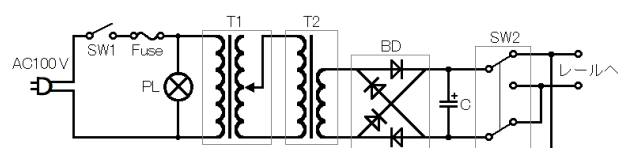
1. はじめに

炭素棒ハンダ付け^{注1}装置を自作した¹⁾。簡易キットを dda40X 氏が頒布されてから 8 年が経つ²⁾。その間に自作した人もいるが、なかなか部品が揃わない。特に大電流用トランスの入手が困難である。トランスの 2 次線を太いコードで巻き直す^{3,4)}など、筆者のような電気の素人には難しい。今回筆者は遊技用 24 V トランスに着目し、容易に大電流を取り出せる工夫をしてみた。また EI コアトランスでは困難な 2 次線の巻き直しもトロイダルトランスならば極めて簡便に行えた。その他、自作する上での部品の入手や選別、安全対策についても報告する。

2. トランスを 2 段階接続で使う

(1) 大容量パワーパックからのヒント

トランスを 2 段階接続で使う方法は、筆者の父が製作した大容量パワーパックからヒントを得た^{注2}。1 段目のスライドトランス (T1) で交流 100 V を 0 ~ 100 V に制御し、2 段目のトランス (T2、100 → 12 V) で Max 12 V に落としてから整流・平滑化の後フィーダーに出力される (図 1)。出力は完全な電圧制御であり、容量は 2 段目のトランス (T2) に依存している。T2 が 3 A 用ならば $12 \times 3 = 36 \text{ VA}$ であり T1 は 2 次側が 0.5 A 程度の容量で済む。



SW1: 主電源用スイッチ T1: スライドトランス (100 → 0 ~ 100 V 制御)
T2: 降圧用トランス (100 → 12 V) BD: 整流用ダイオードブリッジ
C: 平滑用電解コンデンサー SW2: リバース用スイッチ

図1. トランスを 2 段階使ったパワーパック

このようにトランスを 2 段階接続で使うことにより容量の小さな制御用スライドトランスから比較的大きな電流を取り出すことが可能である。注目すべきは T2 に 0 ~ 100 V の任意の電圧を入力しても 100:12 の比で出力される点である。

(2) 遊技用 24 V トランスの調達

ジュール熱⁶⁾を利用する炭素棒ハンダ付け装置では交流 100 V を 5 V 付近まで下げて用いる。ここで問題になるのが 2 次側に大電流を許容するトランスの調達である^{注3}。炭素棒の接触抵抗値を約 0.25Ω とした場合、交流 5 V を印加すると 20 A も流れることになる。通電時間は数秒間であるが、それでも 2 次側が 15 ~ 20 A というトランスが必要になる。



写真1. 遊技用 24 V - 350 VA トランス

注1：海外では“Resistance Soldering”という表記を目にする。ここでは発熱体として炭素棒を使うことや、国内ではまだ浸透していないことなどから、“炭素棒”のままとした。

注2：1974年に赤井哲朗氏がこの方法を報告している⁵⁾。父が製作した年代からも、同じ記事を参考にしたと考えられる。

注3：秋葉原の電気街でも、せいぜい 5 A 程度が数千円もする。

そこで着目したのが、パチンコ台等に用いられている遊技用 24 V トランスである。入力 100 V 出力 24 V は固定だが容量は 200～350 VA もある。

2 次側が 24 V なので容量 200 VA なら 8.3 A、容量 350 VA なら 14.5 A も取り出せる。そして 100 V 入力用のプラグと 24 V 出力用のコンセント、8～15 A のヒューズ、さらにシャーシまたはカバーが必ず付いている。保護回路やパイロットランプ、温度ヒューズまで備えられている物もある^{注4}。

今回筆者は 350 VA のトランス^{注5} (写真 1) を 2 台用いた。この型はネットオークションでまとまった数が入手できる⁸⁾。メインとなるトロイダルトランスの他、1 次側にはパイロットランプや突入電流抑制用 NTC サーミスタ^{9,10)}と温度ヒューズが付けられていた (図 2)。2 次側は 15 A のヒューズを経て赤色のコンセントで 24 V が出力されている。これだけ備わって 1 台 1,000 円程度で入手可能なのだ。

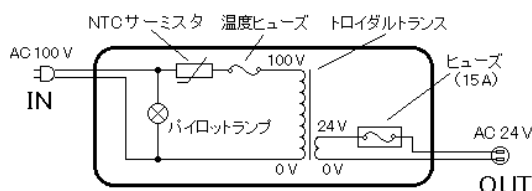


図2. 24 V-350 VAトランスの概略

(3) 24 V-350 VA トランスの 2 段階接続

炭素棒ハンダ付け装置で使用する電圧は 5 V 付近のため 24 V をさらに下げる必要がある。それには先のパワーパック同様、24 V トランスをさらにつなげば良い。100 V が 1 段階 (高圧側) で 24 V に下げられ、2 段階 (低圧側) も同じ 100 : 24 という比で電圧が下がるため、最終的には $100 \text{ V} \times 0.24 \times 0.24 = 5.76 \text{ V}$ という計算になる (図 3)。

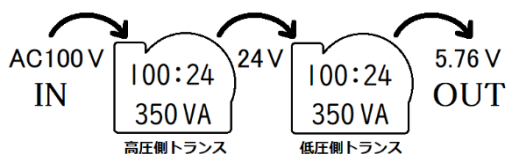


図3. 100→24 Vトランス×2段階で電圧を下げる

注4：10～15A の出力を複数台つなぐための容量 500～1000 VA というトランスもあるが、20A や 40A の大出力が 1 か所ではないかもしれないので注意が必要だ¹¹⁾。

注5：サクサ プレジジョン 株式会社「KTR-3.5P (350 VA)」¹²⁾

(4) 実際の使用時の電流値

電極やフットスイッチなどを接続した炭素棒ハンダ付け装置の概略を 図 4 に示す。低压側の出力電圧は予想では 5.76 V であったが、実際には無負荷電圧が 6.3 V、炭素棒通電時の適正負荷電圧は約 3 V であった。またクランプメーター^{注6}で電流を測定したところ、炭素棒電極のコードには 20 A 流れていた (写真 2)。



写真2. クランプメーターによる交流電流の測定

電流値は変化する。炭素棒とワークとの接触面積が少ないと抵抗が増すため、電流も 16 A 程度に減少する。逆に融けたハンダの中に炭素棒を入れると、接触面積が増えて抵抗が減り 20 A 以上になる。このような加減は今後使いながら慣れていくしかない。

(5) ヒューズについて

遊技用 24 V トランスの 2 次側には、容量が 350 VA の場合 $350 \div 24 = 14.6$ すなわち 15 A のヒューズが使われている。炭素棒電極には最大 20 A が流れると想定している。しかしヒューズを 20 A に交換してしまえば、トランスの捲き線に大電流が流れて焼損する危険性がある。炭素棒ハンダ付けによる通電時間は数秒間である。長時間通電させるわけではないので、15 A のヒューズでもホルダーが温くなる程度で熔断することはない。頻繁に熔断するようならば炭素棒の当て方が悪いか通電時間が長過ぎると思ったほうが良い。比較的熱容量の大きな物をハンダ付けする場合は、低压側をさらに大容量のトランスに替えた上で安全に作業すべきである。

注6：Micsoa「Digital Clamp Multimeter DT202C」¹³⁾ 交流 400 A まで測定可能である。

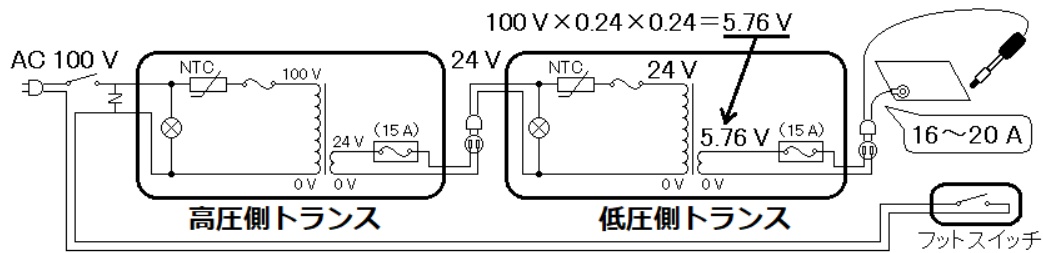


図4. 24 V-350 VA トランスを2段階使った炭素棒ハンダ付け装置

3. 高圧側トランスの低容量化

(1) トランスの容量を見直す

トランスを2段階使ったパワーパックでは、高圧側の制御用スライドトランス (T1) の出力電流は0.5 A程度でよかった。では炭素棒ハンダ付け装置の場合、高圧側トランスの使用割合はどのくらいであろうか。

仮に低圧側トランスの2次側を5.76 V-20 Aとした場合、 $5.76 \text{ V} \times 20 \text{ A} = 120 \text{ VA}$ となる。損失が少ないと考えると、高圧側トランスは2次側が24 V-5.0 A、1次側が100 V-1.2 Aとなる。つまり高圧側の容量は150 VA程度でも構わない。当初用いていた350 VAトランスは価格や入手性、安全面を考えれば何ら問題はないが、かなりトランスの容量を持て余してしまうことになる。

(2) 高圧側トランスを200 VAに替える

350 VAトランスはコアが大きく質量が3.0 kgもあった。そこで高圧側をやや小振りな200 VA^{注7)}に替えてみた(写真3)。質量は2.0 kgだった。



写真3. 遊技用24 V-200 VAトランス

内部構造は350 VAトランスと異なり、パイロットランプやNTCサーミスタ、温度ヒューズなどの

注7: 田淵電機株式会社¹⁴⁾「ZPT-201 200 VA」

保護部品が無い^{注8)}。2次側は10 Aのガラス管ヒューズが中継用ヒューズホルダーに入っていた。

図3と同じ要領で高圧側トランスを200 VAに替えて実際に炭素棒に通電してみたところ、最終的な電圧は約6.3Vと変わらなかった。先の10 Aのヒューズも全く発熱していないので、高圧側トランスを200 VAに替えても何ら問題なく使える。

4. トロイダルトランスへの2次線の“追加”

今までは2台の24 Vトランスを、何の加工もせず直列につないで大電流を得ていた。しかし2~3 kgのトランスを2台扱う労力や、実際の出力電圧が6.3 Vと予想より大きかったこと、2段目のトランス容量が15 Aという制約があることなどの課題が生じた。そこでトランスを1台だけとして新たに2次線の“追加”を試みた。使ったのは筐体から取り出しやすい200 VAトランスである。目標とする出力は約5 V-20 A=100 VAなので1次側も耐えうると判断した。<トランスを分解するのは感電や火災などの危険を伴うため加工は自己責任である>

(1) 巻き数と電圧の関係

トロイダルトランスは中心に大きな孔が開いているため¹⁵⁾、ここに太めのコードを通すだけで新たな2次線を“追加”できる¹⁶⁾。

まず、新たな2次線の「巻き数と電圧の関係」を調べるため、実際にコードを巻いて1次線に100 Vを印可して2次線の電圧を測定した。用いたコードは公称断面積^{注9)}2 mm²のビニルコード「VFF 2 mm²」

注8: 万一装置の電極同士が触れた場合、ギリギリの電流値で使っている低圧側トランスの2次側のヒューズが熔断する。

注9: 一般にmm²(Square millimeter)の略号として「SQ」や「sq.」を用いるが、JISにはこれらの略号の規定は無い¹⁷⁾。

を1本に割いたもの¹⁸⁾、巻き数とは中心の穴を通った回数¹⁹⁾である。その結果、0.27 V/巻き数というきれいな比例関係が成り立ち、18~19 巻きで約 5 V を得られることが判った (表 1)。

表1. 巻き数と電圧の関係

2 mm ² 巻き数	2次線の電圧	
	実測値	計算値
1	0.27	0.267
2	0.53	0.534
3	0.80	0.801
4	1.07	1.068
5	1.34	1.335
6	1.60	1.602
7	1.87	1.869
8	2.15	2.136
9	2.42	2.403
10	2.69	2.670
11		2.937
12	・	3.204
13	・	3.471
14	・	3.738
15	・	4.005
16	・	4.272
17		4.539
18	4.80	4.806
19	5.07	5.073
20	5.34	5.340

(100-24 V、200 VA トランス)

(2) 耐熱可撓テフロン線での電圧・電流値

次に耐熱性と可撓性のある 2 mm²テフロン線²⁰⁾ (許容電流 27 A) に替えて^{注10)}、2次線の電圧を計りながら巻いた。その結果 19 巻きで無負荷電圧 5.11 V が得られた。中継用 15 A ヒューズをつなぎ、炭素棒電極でハンダ付けと同様に通電したところ 16.6 A の電流が流れた (写真 4)。

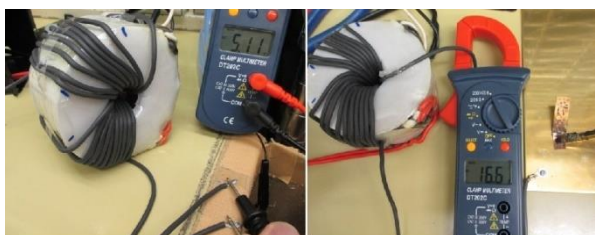


写真4. 新たな2次線 (2 mmsq, 19巻き) の出力

注10: 用いた 2 mm²のテフロン線の仕上外径が 3 mm あるため、元の筐体に入らない。エナメル線 (1 種ポリエステル銅線) を用いれば同じ断面積でも外径を抑えられるが^{21,22)}、反面傷つき易くなるため絶縁用の外装で保護する必要がある。

5. 配線用の部品と注意点

(1) コードの種類と許容電流

低圧側トランスの 2 次側はトランスと電極間に最大 20 A 程度の大電流が流れた。配線用コード^{注11)}には各種あるが絶縁体の種類や導体の心数と公称断面積から許容電流が決められている。通常目にする VSF や VFF などのビニルコード^{注12)}の場合、2 mm²で 17 A しかない。ハンダ付けは数秒だが、万一長時間通電すると発熱する。可能であれば許容電流が 20 A 以上のものを使いたい。導体を太くすればそれだけ許容電流は増すが、2 mm²の次は 3.5 mm²にもなり、太くて取り回しに苦勞する。VSF や VFF よりも 600 V 二種ビニル絶縁電線 (HIV) や電気機器用ビニル絶縁電線 (KIV)、可撓性フッ素樹脂絶縁電線 (600 V FRW) などが同じ公称断面積でも許容電流が大きい。

(2) プラグ・コネクタの安全対策

すべての配線をハンダ付けで済ませると、機器の交換時に支障をきたす。トランスも市販品を使うので、それに合ったプラグやコネクタを付けた方が融通も利く。ここでも考慮すべきことは大電流を扱うという点である。

また遊技用トランスの出力 24 V 側には赤色のコネクタボディが使われている。規格として 100 V 用プラグが接続できてしまうので、それに合わせて 100 V 用コンセントプラグを使ってしまうと、間違えて 24 V や 100 V を炭素棒に通電させる恐れがある。同形のプラグを使っているため否定はできない。

5 V-20 A の出力にはネジ留め式ターミナルを用いるのが確実である。トランスの形状でそれが不可能ならば 100 V 用プラグ以外のコネクタを用いなければならない。幸いにもカー用品が使える。カーバッテリーは 12 V または 24 V であるが、かなりの大電流を扱う。250 型平型コネクタならば 12 V-200 W

注11: コードとケーブルは異なる²³⁾。コードは導体を絶縁体で被覆しただけであるため損傷を受けやすい。ケーブルは丈夫な保護体 (外装) でさらに包まれているため、強度があるのでそのままでも取り回しが可能だ。

注12: 各種電線の名称は JIS 規格で決められている。VSF や VFF などのビニルコードは JISC3306 である¹⁸⁾。

もしくは 24 V-400 W、つまり定格が 16 A もある。

トランスに既設のコネクタをそのまま使いたい場合は、日本圧着端子 (JST) の VL コネクタ (中継接続用) が適合する。小型のコネクタとしては定格電流が大きく 20 A ほどある²⁴⁾。

(3) 圧着端子を使うということ

ターミナルにせよコネクタにせよ、導線を捻じっただけでは危険である。また可動部位のハンダ付けはウィッキング²⁵⁾により金属疲労を起し断線する危険がある。このような配線には圧着端子を使うべきなのだが、それを使わない人が多いらしい。当然、圧着端子を締めるための圧着レンチも持ってないと思われる。圧着端子は本職の電気工事士以外にも車の DIY 好きな人にはお馴染みの工法である。ハンダ付けも不要であり、ターミナルへのネジ留めやコネクタに差し込むだけで確実な接続ができる。単なる格好付けではない。電気で走らせる鉄道模型なのだからもっと普及すべきだと感じる。

(4) ヒューズホルダー

トランス本体にパネル型のヒューズホルダーが無い場合、配線の途中に中継用ヒューズホルダーが備わっているか、または自分で付け加える必要がある。これにもカー用品売場に置いてあるガラス管 20 A 用中継用ホルダーが使える。前後の配線が分離するタイプと、パカッと開けるボックスタイプがある。ヒューズの交換はパネル型ではネジ蓋を外さなければならないが、中継用ならワンタッチで可能だ。そのため見やすい位置にかませる事が出来る。一般的にヒューズが切れるのは万一の場合だ。しかし炭素棒ハンダ付けでは炭素棒とアースの両電極を接近させるため、些細な不注意でショートさせてヒューズを頻繁に交換する事態も考慮する必要がある。

(5) フットスイッチ

炭素棒ハンダ付け装置の温度調節は通電を開閉することにより行う。当初のフットスイッチは樹脂製であったが頻繁に行うため耐久性が求められる。そのため破損しにくいアルミ製²⁶⁾の方が良い。

6. 電極関係の部品

(1) 炭素棒

炭素棒を調達するにあたり、まず思いついたのがマンガン乾電池の正極棒を利用することだった。使用済みの単 3 乾電池を分解してみると、φ4 の炭素棒が使われていた。試しに通電・加熱したところ、ペーストも使っていないのに白煙が上がり表面には液状の物質が滲み出してきた。報告によるとパラフィン状の物質のようである²⁷⁾。ガスコンロで加熱すると白煙と炎を上げてメラメラと燃えた。煙と炎が落ち着いてから放冷し再度使ってみたところ、問題なくハンダ付けができた。

不純物の少ない炭素棒を求めて理科の電気分解実験用のφ4.3 炭素電極をネット通販²⁸⁾で購入した。煙も上がらず十分に発熱したが、脆くて削れやすいという印象であった。

(2) 炭素棒取付け用電極

ホームセンターで見つけたエアークラス用ホース継手 (7 mm 用、真鍮製) が内径 4 mm だったので、単 3 マンガン乾電池から取り出した炭素棒が入った。両側がホース用継手の形状なので、半分の長さに切断してロッドにつなぐ方を整形した。通電用の圧着端子を M3 ネジ、ロッドには M2 ネジ 2 本で留めた。

(3) ロッドと握り

電極と握りを結ぶロッドには手持ちの真鍮パイプ (外径 6 mm、内径 5 mm) を使った^{注13)}。

握りは市販のヤスリの柄である。ヤスリのお尻側 (コミ) を挿すため 7 mm の穴が掘られている。ロッドを深く挿せるよう 6 mm のドリルで深穴を掘り、反対側にはコードを通す孔を開けた。

(4) アース用真鍮板

t2 真鍮板をオークションストア²⁹⁾で買った。販売単位は 100 mm×100 mm だが必要なサイズでカット販売してくれる。少し大きいと思ったが 200 mm×300 mm とした。片隅に圧着端子を使ってトランスへのコードをネジ留めしてある。

注13: 銅合金なので熱が伝わりやすい。ここには熱が伝わりにくいステンレス棒を使うべきであった。

7. 突入電流とサージ対策について

(1) 突入電流と NTC サーミスタ

トランスなどのコイルは電圧を印加した瞬間に大電流（突入電流）が発生する。本来の遊技用トランスの使い方は、営業開始時に電源を入れるだけなのでその時だけ突入電流を防げばよい。そのため 350 VA トランスの 1 次側に NTC サーミスタ^{注14}が付けられている。一般的に NTC サーミスタは通電開始時の大電流から電子機器を保護するために用いられる^{9,10}。今回は「トランスと炭素棒」という至極単純な装置なので多少の突入電流が発生しても問題なく使えている。電極同士のショートや長時間の通電の方が、よほどトランスや配線への負担となる。

(2) サージ対策

コイルには電流を開閉するたび高電圧（サージ）が発生する性質がある。高電圧を逃がすためのバリスタ^{30,31}を付けた。部品単体ではなく 100 円ショップの「雷サージ付き 1 ロタップ」をフットスイッチと高圧側トランスとの間に挿入しただけである。トランスには 100 V 取り出し口があるのでそこに付けても良い。タップの中には回路と並列にバリスタが付けられていた。（写真 5）^{注15}



写真5. 雷サージ付タップのバリスタ

8. まとめ

筆者は今回の試みで以下の 3 点を明らかにした。

- ① 安全装置やシャーシが付いた遊技用 24 V トランスは大容量にも関わらず安価に入手が可能であった。
- ② 遊技用 24 V トランスを 2 段階接続するだけで、炭素棒ハンダ付け装置の電源に耐えうる約 5~6 V

注14：NTC サーミスタは温度が低いと抵抗値が大きく、通電により内部が発熱すると抵抗値が減る性質を持つ^{9,10}。

注15：「241KD10」³²（バリスタ電圧=240V、定格電圧=AC150V/DC200V、制限電圧=395V、最大サージ電流=2500A）

の大電流を容易に得られた。

③ トロイダルトランスは新たな 2 次線の巻き付けが可能であり、1 つのトランスから約 5 V・20 A 程度を取り出すことに成功した。これにより炭素棒ハンダ付け装置の電源を自作する上で、新たなシャーシや安全装置を必要とするものの EI コアトランスの巻き直しよりも大幅に手間を省く事が可能となった。

9. おわりに

出来る限りネット通販やホームセンターなどで入手可能な部品を使ったが、やはり安全対策は十二分に行うべきである。「タワーリング・インフェルノ」^{注16}という古い映画を御存知だろうか。超高層ビルの火災を描いたパニック映画だ。ビル火災の原因は使うべき太さよりも細い電線を使ったためであった。この工作をしている間や、今も脳裏から離れない。

家庭用電源の 100 V による感電も怖いのが、数十アンペアの大電流の方が火災事故につながりかねないため、数ボルトの電圧でも油断できない。電気など物理学の分野は計算通りの挙動を示す。そのため予測が可能である。使う部品の定格値や許容値は守る必要がある。特にコネクタや接点の接触不良は細い導体を通してのと同じであり、局所的にジュール熱が発生するので注意を払わねばならない。

また、炭素棒ハンダ付け装置は発熱体を直接ワークに接触させるという画期的な手法であるが、コテ先がハンダに濡れないことに初めは誰しも戸惑う。これに慣れるには使用頻度を上げて経験を積むしかない。この装置を最も頻繁に使われている方³³は、常に手が届く範囲に置いてあり、すぐに使える環境なのだと察する。使いたい時にすぐ使えるというのはとても大事なことである。

炭素棒ハンダ付けに興味をお持ちの方は多いと思われる。今後この報告が炭素棒ハンダ付け装置を自作される方の一助になれば幸いである。

注16：Warner Bros. 『The Towering Inferno』（1974）

< 参考文献 & 参考 URL >

- 1) 大東孝司 : “炭素棒ハンダ付け”, 蒸機を作ろう. KKC 会員有志分担執筆, 今野喜郎(編), 81-82, 2019.
- 2) dda40x 「2011-12-03 炭素棒ハンダ付け装置の組み立て(5)」 [2020-01-21]
<http://dda40x.blog.jp/archives/51839540.html>
- 3) 吉岡利隆 「鹿ヶ谷軽便軌道 炭素棒ハンダ付け」 [2020-01-22]
http://yoshiokasyd.web.fc2.com/Tech_Tips1/Carbon_Solder/Carbon_Solder.html
- 4) みやこわすれ氏のブログ 「炭素棒を使ったハンダ付けの実験 2013-02-01」 [2020-01-22]
<https://ameblo.jp/miyakowasure003/entry-11461122537.html>
- 5) 赤井哲朗 : “スライドトランスを使ったパワーパック製作記”, 鉄道模型趣味. 機芸出版社, 67-70, 1974.
- 6) Energy Chord 「抵抗加熱について」 [2020-01-23]
http://energychord.com/children/energy/motor/heat/contents/heat_res.html
- 7) Mr. None 「(別室) レトロの電子化学工作のページ」 [2020-01-22]
<http://picpage.art.coocan.jp/retcm.htm>
- 8) ヤフーオークション「ホビー、カルチャー>パチンコ、パチスロ>“トランス”の検索結果」 [2020-01-21]
https://auctions.yahoo.co.jp/search/search?auctat=2084046936&tab_ex=commerce&ei=utf-8&aq=-1&oq=&sc_i=&p=%E3%83%88%E3%83%A9%E3%83%B3%E3%82%B9&x=0&y=0
- 9) EDN Japan 「中堅技術者に贈る電子部品“徹底”活用講座(11) : サーミスタ(1)」 [2020-01-25]
<https://ednjapan.com/edn/articles/1709/28/news020.html>
- 10) TDK Product Center 「突入電流防止 NTC サーミスタの使い方」 [2020-01-23]
<https://product.tdk.com/info/ja/products/protection/current/ntc-limiter/technote/apn-ntc-limiter.html>
- 11) 日本捲線工業株式会社 (ニチマキ) 「遊技機用トランス」 [2020-01-23]
<http://www.makisen.co.jp/15539491029553>
- 12) サクサ プレシジョン 株式会社 「新型個別トランス KTR-3.5P(350V)」 [2020-01-21]
<https://www.saxa-precision.co.jp/productlist/%e6%96%b0%e5%9e%8b%e5%80%8b%e5%88%a5%ef%be%84%ef%be%97%ef%be%9d%ef%bd%bd-ktr-3-5p350v/>
- 13) Micsoa 「Digital Clamp Multimeter 『DT202C』」 [2020-01-25]
https://www.duchanhsale.com/index.php?main_page=product_info&products_id=764729
- 14) 田淵電機株式会社 「トロイダルトランス」 [2020-01-22]
http://www.zbr.co.jp/products/transformer/toroidal_transformer.html
- 15) new_western_elec 「トランスの種類と音質の関係」 [2020-1-23]
<https://nw-electric.way-nifty.com/blog/2012/11/post-8911.html>
- 16) 平川のチョット危険な実験室 「2019-03-12 自作スポット溶接機 (リチウムイオン電池タブ溶接用) パチンコ台用のトロイダルトランス使用」 [2020-01-23]
<http://hirakawa-jp.sblo.jp/article/185698540.html>
- 17) 日本産業標準調査会 (JISC : Japanese Industrial Standards Committee) 「JIS 検索」 [2020-01-28]
<https://www.jisc.go.jp/app/jis/general/GnrJISSearch.html>
- 18) 真空管 SEPPOTL アンプのページ 「電線、ケーブル、コードのサイズ表示とその種類」 [2020-01-23]
<https://seppotl.web.fc2.com/zatugaku/vvf.html>

- 19) suzukikantarou 「トロイダルコアの正しい1回巻・巻き数とインダクタンスの関係」 [2020-01-23]
<https://www.youtube.com/watch?v=8qQHb3JXZsA>
- 20) モノタロウ 「福電 可とう性フッ素樹脂絶縁電線」 [2020-01-23]
<https://www.monotaro.com/g/03049271/>
- 21) モノタロウ 「協和ハーモネット 1 PEW エナメル線(1種ポリエステル銅線)」 [2020-01-23]
<https://www.monotaro.com/g/01117565/?t.q=%83G%83i%83%81%83%8B%90%FC%81%401.6>
- 22) オヤイデ電気 「PEW ポリエステルエナメルワイヤーの仕様」 [2020-01-23]
<https://oyaide.com/catalog/products/p-1033.html>
- 23) DENKIMAN 「電気☆入門 ケーブル・絶縁電線・コードの違い」 [2020-01-23]
https://denkinyumon.web.fc2.com/ke-buru_densen_ko-do.html
- 24) 日本圧着端子 (JST) 「VL コネクタ (中継接続用) 定格=20 A/600 V」 [2020-01-23]
<http://www.jst-mfg.com/product/pdf/jpn/VL2.pdf#search=%27%E6%97%A5%E6%9C%AC%E5%9C%A7%E7%9D%80%E7%AB%AF%E5%AD%90+VLP+VLR%27>
- 25) 国際電業株式会社 「アルミ製モーメンタリー型フットスイッチ『SFL-1』」 [2020-02-01]
http://www.kdengyo.co.jp/product_detail/7/
- 26) dda40x 「2011-12-21 “Wicking” という言葉の変遷」 [2020-01-27]
<http://dda40x.blog.jp/archives/51843706.html>
- 27) みやこわすれ 「炭素棒を使ったハンダ付けの実験終了 2013-02-03」 [2020-01-22]
<https://ameblo.jp/miyakowasure003/entry-11462879838.html>
- 28) シータスク ヤフーショップ 「器具・容器・材料>炭素棒」 [2020-01-23]
https://store.shopping.yahoo.co.jp/c-task/c3bac1c7cb.html?_yvsp=54Kt57Sg5qOSIDQuMw%3D%3D
- 29) 三栄メタルさんの出品リスト (ヤフーオークション ストア) [2020-01-23]
<https://auctions.yahoo.co.jp/seller/sanei0024>
- 30) Electrical Information 「[バリスタとは?] 使い方・回路記号・等価回路・特性について」 [2020-01-23]
<https://detail-infomation.com/varistor/>
- 31) KOA 株式会社 「金属酸化物バリスタの選定」 [2020-01-23]
<https://www.koaglobal.com/product/library/varistor>
- 32) MiSUMi-VONA 「バリスタ (MOV-10D241K)」 [2020-01-23]
<https://jp.misumi-ec.com/vona2/detail/222005601266/?HissuCode=MOV-10D241K>
- 33) brass_solder のごによごによ 「続 炭素棒半田付け装置 2011-12-25」 [2020-01-23]
https://blog.goo.ne.jp/brass_solder/e/8ee30830aae537131e2e45e81008ad8d

2020年2月2日記