

点火装置用一次断続器

大阪府立工業奨励館 小 寺 正 暁
 大阪大学工学部 西 村 正 太 郎
 大阪大学工学部 朝 井 英 清

1. はしがき

一次断続器の主体は接点（ポイント）で電装品中でも一番小粒であるが、点火コイルでもマグネットでも、その一次電流をこの接点で断続して始めて二次に高い電圧を誘起し、火花点火の目的を達するのであるから、その役目ははなはだ大である。一次断続器にはこの接点の開閉を司るカム装置及び一次コンデンサが附属している。

電装部品としてはその他に高圧分配器や、カム角度の自動進角装置と一体をなしているのが普通であるが、この2つはこゝではふれないこととし、先ず一次断続器の構造と動作の概要を記し、次に一次コンデンサの役割、その特徴等を説明した後、主役の接点の材料、工作——主として熔接——について詳しく御紹介し度い。

2. 構造と動作の概要

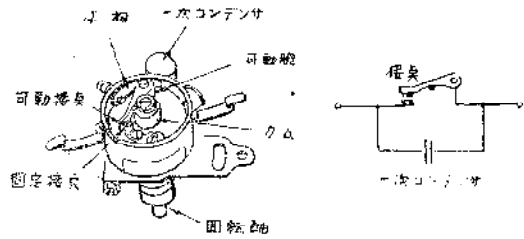
自動車の種類に応じて、一次断続器にも種々の構造のものがあるが、原理は皆同じで主要部分の1例は第1図のごとくである。

回転軸はエンジンの回転と一定の比（4行程のエンジンでは4）で回転し、カムがエンジン気筒のピストンの位置に関係したある適当な角度で相手をつき上げて接点を開く。図は6気筒用で回転軸の1回転中接点を6回断続する。接点を開けるのは可動接点の腕を押えるばねによる。

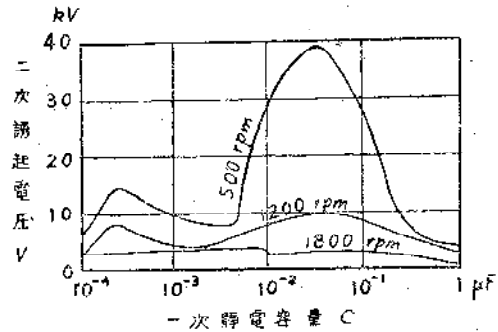
一次コンデンサは第2図のごとく接続され、接点が開いている間は短絡されるが、開いた時点火コイル又はマグネットの一次回路に入り、電気振動系の一つの要素として二次誘起電圧を高くし、又接点の開いた時こゝに生ずる火花を抑え、接点材料の消耗を少くする役目をもっている。

3. 一次コンデンサ

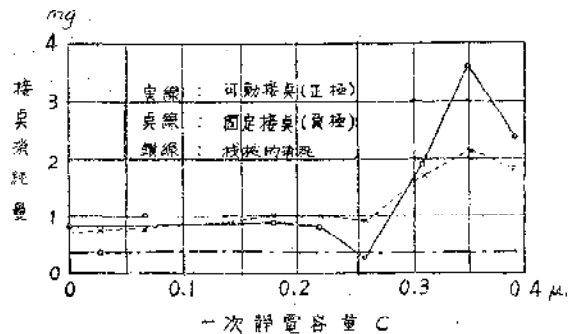
一次コンデンサは紙コンデンサで、無線用のチュープラ型が多い。構造は2枚のテープ状コンデンサ紙の間に、アルミニウム又は錫箔テープを挟み、之を2つ合せて電極として円筒状に巻いたものに、パラフィンを含浸してアスファルト等の充填材と共に外函に入れ、両端に端子をとりつけたものである。静電容量は0.1~0.3μF



第 1 図



第 2 図



第 4 図

耐圧は1,000V、力率は0.5~3%、絶縁抵抗は数1MΩ程度である。自動車では一次断続器のとりつけ場所が高温高湿であるので、コンデンサの劣化に対しては特に注意を要する。

一次コンデンサを用いる目的は上記のように、電気振動回路の要素として、二次誘起電圧を適当に高めることと、一次断続器接点の火花による消耗を少くすることであるが、一般に両方を同時に満足することはむづかしく一次コンデンサの静電容量が小さいと接点の火花を充分消去することが出来ず、大きいと火花は小さくなるが二次誘起電圧も低くなってしまう。従つて二次電圧の大きさと接点の消耗の程度に妥協点を見出して、中間の静電

容量を用いることになる。

第3図はA社製6V用点火コイルに対して、一次コンデンサの静電容量Cとコイルの二次誘起電圧の最大値Vとの関係を求めた実験結果の1例で、断続器回転軸の回転数を媒介変数として表わしたものである。但しこの例では一次電池の電圧は8Vとしてある。Cが0.0003 μ F及び0.03 μ Fの附近でVは極大となり、一般に後者の方が大きい。回転軸が毎分500回転の時は最大40kvになるが、1,800回転では5kvにも達しない。一次電池の電圧が6Vの時も同様の関係が得られるが、最大値は500回転でも約15kvに低下する。現在迄の処点火栓に火花を確実にとばせるに必要な二次電圧は10kv以上あればよく、一次電池の電圧は常時約7Vであるから、二次電圧のみに着目すれば、一次コンデンサの静電容量は0.01~0.3 μ Fであればよい。

一方断続器接点の火花消去に対しては、上と同じ点火コイルにつき、一次コンデンサの静電容量Cと接点の消耗量を直接求めると第4図のごとくである。この図は一次電圧7V、一次電流0.6A(実効値)、接点間隙最大0.5mm、接点接触静圧力400g、接点開閉速度毎分10,800回で500万回開閉後の接点の消耗量を表わしたもので、実線は可動側(正極)、点線は固定側(負極)の接点の消耗量で、水平な鎖線は電流を流さずに接点を開閉して求めた機械的消耗量である。Cが約0.3 μ F迄は消耗量は小さくあまり変わらないが、それ以上のCでは急に消耗が甚しくなる。殊に正極側の接点の消耗が大きいのが目立つ。従つて接点の消耗のみ考えればこの場合一次コンデンサの静電容量は0.3 μ F以下であればよい。この例では一次コンデンサの容量の決定は概して0.01~0.3 μ Fの範囲のものを用いればよいが、点火コイル又はマグネットの種類が異れば、第3図のごとき特性曲線の山と、第4図のごとき消耗量の曲線の谷が一致しないこともある。このように一次コンデンサの静電容量は、点火コイル等を含む点火回路に夫々適合した値があつて、点火方式、自動車の種類によつて異なる。然し最近エンジンの圧縮比が高くなり、二次電圧を大きくする必要から一次コンデンサの静電容量は小さくなる傾向が見られ、従来0.25 μ F位のものが多かつたが、0.1 μ Fに近くなつて来ている。

4. 一次断続器接点

点火装置一次回路の断続に用いられる接点は、前掲第1図の如く1つは固定支持台に他は可動腕に夫々鎖、熔接又はかして取付けられ、可動片はばねの力によつて固定極側に向つて圧えられている。接点の開離は気筒数に応じた多角形断面を有する回転軸のカム作用によつてなされる。

通常可動極は一次電源の陽極端子に、固定極は陰極として点火コイルの一次端子につながれている。一次断続器接点にかかる回路負荷は、大凡D.C. 7V、1~2A、一次コイルのインダクタンスは約5mHであり、静電容量0.1~0.3 μ Fの一次コンデンサが並列に挿入されている。

接点開閉の機械的条件は場合により相異なるが、その開閉頻度は6気筒の定常速度の場合5,000~10,000回/分、接触圧力は400~800g、開閉距離は平均0.5mm程度である。

4.1 接点材料

この回路に用いられる接点としては、接点一般に対して求められると同様に次の諸性質が重要である。

(1) 安定なる低接触抵抗値の永続性、(2) 消耗変形の僅少、(3) 消弧性

之ら接点の性能に関する要素を大別して考えてみる。

(1) 接触抵抗

接点の接触抵抗値には接触面の酸化その他の化学的变化が最も大きな影響を及ぼす。即ち化学的に安定な金属例えば白金族の金属あるいは合金はこの点において理想的であるが、更に銀その他酸化してもその酸化物が不安定で直ちに解離昇華等により消滅しやすいものも、常に接触部に新しい金属面が露出するため比較的低い接触抵抗値を持続して安定性が高い。

又接触点が常に移動する様な材料、例えばタングステンの如きは酸化し易いにもかかわらず比較的安定な接触抵抗値を持続する。移転による面の不整は接触抵抗値の増加にあまり大きな直接的影響はもたらさない様に見える。

硬度の大なる材料では特に接触圧力を大にして面のなじみを良くし、又之によつて接触部の絶縁性被覆を破壊して接触抵抗値を低下させることも有効な一方法である。

(2) 消耗(移転)

接点は開閉時の放電によつて面の消耗をうけ、その程度は易融性の材料ほど著しいことは周知であるが、直流回路においては特にその消耗に回路条件に応じた方向性が認められる。即ち当装置の様な回路条件のもとでは殆どの材料に関して陽極が消耗し、対向陰極に材料が移行する所謂移転現象が見られる。従つて一次断続器回路の接点は特に陽極材料を吟味して消耗の少ないものを選びべきであり、このためには対向異極材料の組合せも考慮される。

(3) 消弧性

消弧能力の大なる程放電時に消費されるエネルギーを節約出来、殊にこの場合の如く二次誘起電圧を利用する場合は一次電流の遮断能力は二次側の電圧に大きな影響

をもつゆえ、一次断続器接点の消弧性は重要な要素であるが、火花消弧は回路設計に与るところが大きく、接点材料として特に留意すべき点は、熔融、気化し難い金属あるいは合金を選択することに他ならない。しかもこの点は究極的に他の要素に関しても同時に求められる条件であるゆえこゝに詳述を略する。

以上の諸条件を完全に満足する材料は得難いが、従来用いられて来ている一次断続器用接点材料はタングステン又はその合金が大部分を占め、白金族金属又はこれらの合金も一部に使用されている。次にその各について特徴をのべる。

(1) タングステン

化学的に精製還元された粉末Wを加圧成形焼結後適当なる加工を与えて作られるもので、この回路には現在最も広く用いられている。接触抵抗値はやゝ高いが比較的長期間の閉路に耐え、消耗量も少い。硬度が大きいため接触圧力を大にしないと接触抵抗値が増加する点を特に注意すべきである。類似の金属としてのモリブデンはあまり好ましくない。

(2) タングステン合金

種々の配合割合のタングステン—銀、タングステン—銅系あるいはタングステン—白金族金属系合金が考えられるが、銅を含む合金は接触抵抗値が早く増加するので喜ばれない。銀、あるいは白金族金属を含むものは安定な低接触抵抗値を持続するが、その含有量が多い場合はタングステンよりも消耗が著しく面が荒れる傾向がある。

(3) 白金族金属あるいはその合金

所謂白金族金属は何れも比較的融点が高く酸化し難い特性を有し、純度の高いものは硬度が小なるため、小さい接触圧力でも低く安定な接触抵抗値を保つが、タングステンに較べれば尚融点が低いので接触面の荒れはタングステンより著しく、而も高価であるため本邦ではこの回路にはあまり使用されていない。

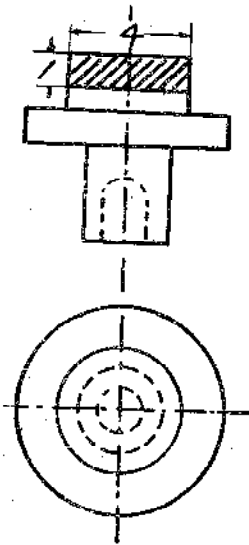
白金族相互の合金も同様の意味で消耗極測には好ましくなく、むしろタングステン—白金族合金の発展が期待される。

以上の各金属あるいは合金接点について、その材料の組織即ち粒度や加工の方向性は接点性能に少なからぬ影響をもつものである。殊に粉末冶金法で造られるタングステン系接点については、粒度の細かく均一なる程、又加工圧延方向に直角なる接触面を用いる程消耗が均一に行われ、性能が良好である。

4.2 タングステン接点の熔接

タングステン接点は普通鉄片にタングステンを銅鑢接されている。ここには第5図に示す形状のものを抵抗熔

第5図



接したのでそれについても記すことにする。第5図においては斜線をした部分がタングステンである。

先ずタングステンの熔接に対する諸性質について述べる。タングステンの物理的性質で熔接に関係の深いものを示すと第1表の通りである。この表には比較のため鉄の分も記してある。タングステンの融点は極めて高く、従つてタングステンは焼結して作られるのが普通である。タングステンの熔接は融接ではなく

て再結晶温度において圧接すべきものである。焼結合金の延性はその繊維構造によつているのであるから、この組織は熔接によつて失われてはならない。それには極めて短時間に熔接を行えばよい。以前このためにタングステンの線の熔接には衝撃熔接という方法が用いられた。これは静電的あるいは電磁的に蓄えられた電気勢力を用いるもので極めて短時間通電である。タングステンはまた空气中で高温に熱せられると容易に酸化する。これを防止するためにも短時間に熔接が終らなければならない。

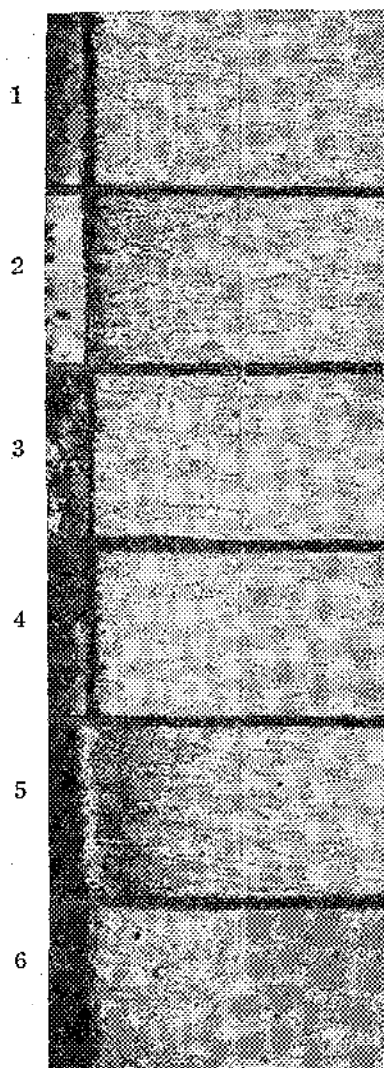
第一表

種類	比重 g/cm ³	融点 °C	比熱 cal/g	熱伝導率 cal/sec/cm ² /°C/cm	抵抗 μΩ/cm ³
タングステン	19.0	3370	0.034	0.476	5.55
鉄	7.87	1535	0.1075	0.19	8.55

タングステンは鉄、銅、ニッケルの各を基とした合金と容易に熔接される性質をもっている。また鉄、コバルト、ニッケルとは容易に合金を作る。銅や銀とは合金を作り難い。しかしこれらを接合部に入れると容易に融けて鑢接することができる。鉄やニッケルと直接熔接を行うとこれらの低融点の金属は接合部において普通融けて薄い合金層を作る。タングステンと他の焼結合金タンタリウム、モリブデン等と熔接を行うときは接合部に第三の金属例えばニッケル、ニッケル合金等何れとも容易に熔接できる金属を用いることが望ましい。

さて実際の接点は如何にして熔接されているか。デルコ・レミー及び国産3社の製品についてその断面を顕微鏡で見た結果は全部が接合部に薄い銅の層があり、明かに銅板による鑢接を行つている。鑢接は水素気流中で電気炉で1,150°C近くも加熱して行うこともできるが、殆

第 6 図



んど抵抗熔接によるものと思われる。ここには銅板を接合部に入れない場合と入れた場合とについて抵抗熔接を行つてがた。その熔接条件は次の通りである。

電流 11,000~
13,000A
加圧力
100~150kg
時間 1/60秒

銅板を入れない場合第1表に示すように融点の高いタングステンの方が融点の低い鉄より固有抵抗が小さく、且つ熱伝導がよいために時間を長くすると固有抵抗による発熱が多くなって鉄がタングステンより温度上昇しすぎ熔接結果はよくない。従つて時間を短くして接触抵抗による発熱を主に利用する必要があるため時間を 1/60秒とした。これは用いた交流式イグニトロン制御の熔接機での最短

の時間である。

第6図はデルコ・レミー、国産3社及び上記の諸条件を用いて熔接を行つた銅板を入れない場合と、銅板を入れた場合との断面の顕微鏡写真を示す。(倍率150) 図の左側は境界附近であり右側はタングステンの端附近である。No.1よりNo.4まではタングステンと鉄との間に黒い層が認められる。これは介在している銅である。No.5は銅板を入れない場合であつて黒い層はない。しかし境界は融点の低い方の鉄が融けてタングステンと合金を作っているものと思われる。No.6は銅板を入れた場合であるが電流が大きいためか通電時銅板は殆んど飛び去つて僅かに黒い層が認められるに過ぎない。

次にマイクロサイカース硬度を測定した。大体の傾向としては境界は最も小、タングステン側の境界に近い部分が最も大で最高 650 程度端に行くに従つて小となり最低 450 程度である。鉄側では境界に近い部分の硬度が大であることは勿論であるが端に行く途中に一つの谷がある。No.4は組織の上では差違は認められないが、時間が長いらしく端に至るも硬度が下つていなかつた。

以上結論としてタングステン接点としては銅板を入れた場合も入れない場合も殆んど同様であろう。即ち接着が完全できえれば上記の何れも殆んど優劣はないものと思われる。唯熔接に際し銅板を入れる方が熔接機の容量が小さくてすむ。時間、電流もかなり幅があるようである。しかし優秀な熔接機を以て短時間に大電流を流して熔接を行う方がよい結果が得られることは明かである。また接点では恐らくないであろうが、タングステン織糸の如く鉅の融点以上の高温で使用するものでは銅鍍接はできない。必然的に両者を直接抵抗熔接しなければならぬであろう。(以上)

A. C. マグネト、ダイナモ

国産電機株式会社 増田節夫

(山口教授紹介)

1. まえがき

軽オートバイの急激な普及に伴つて、永久磁石を使つたブラシホキール型 AC マグネダイナモが随所に見られるようになった。この方法は我国では戦後の現象であつて近年各方面で研究が盛んになつたようであるが、早くより需用の旺盛であつた欧州各国、特に独国および英国

において実用研究をみていたもので、大抵二輪車においては DC ダイナモの方式に代る傾向を示してきたように思える。

2. 製品の實例と説明

この方式の説明には、先ず外国製品に現われた実例をかゝげることが早道である。