

簡単にワイヤレス・レコード・プレーヤー になる変調に際して非直線歪が生じない 高周波方式のピックアップ

午後のピックアップ

今やピックアップは、高周波を使用することを媒介として、その出力を取り出さんとする傾向にある。これらを一括して「高周波方式のピックアップ」ということにする。これは明日のピックアップである。明日というよりも、むしろ午後のピックアップといわしてもらいたい。午後には磁気方式のピックアップに取つてかわるのではないかとも恩われる。

頭は手に勝る。電気は機械より優れている

増幅管の進歩は、従来の磁気方式のピックアップをば、次第に出力を犠牲にして、特性の向上を望むというマイクロフォンが歩んできた手法の亜流を追うことに向わしめた。しかしこの方向への発展は、主として機械工作・製作技術の面での進歩であって、電気的測定がこれを裏付けしているにすぎない。本来の意味での電気的分野の発達ではない。回転変流機が漸時セレン板や、整流管に変脱しつつあるごとく、機械工作の面では簡単になりながら、電気的性能は向上しつつあるという行き方が望ましい。電波の発見は太洋横断ケーブルの価値を低下させ、短波の発見は大アンテナを不要ならしめた。電気熔接はリベット打ちに勝り、電解研磨はバフに勝る。電気的進歩が土木工業にまたは機械工業にいどんだ戦いに、偉大なる勝利をもたらしたのである。極言すれば頭脳が手に勝ったのである。

われら電気通信技術者は、レコードという機械的記録・地震計と少しもちがいはないところの記録方式にとってかわって、電気磁気学の所産たる磁気録音を実用たらしめた。電気が機械に対する争いはこにもある。マグネチック・ピックアップが高周波方式のピックアップに席を譲るであろうことは高周波回路の進歩、真空管とその回路の進歩、などから見て必然的なものを含んでいる。

機械としてのピックアップ

現在斯界には、ピックアップがほとんど無数といって良いほど沢山の種類がある。商業政策から、いたずらに人心を妄迷させているのか、熱心なる改良意欲にもとづくものはわからないけれども、小細工をして、いろんな種類をこしら

えたとはいえ、旧態依然たる磁気方式のピックアップ、その小細工の一つ一つには、すべて相当の理由は存在するのであろうけれども、磁気系統のマイクロフォンには相当のものが存在するのに、ピックアップにいたっては、いまだに決定版がでない（一時はバランスド・アーマチュア式が、決定版であったが）のは、なぜであろうか。

マイクロフォンは、音を機械振動に変換することの媒体として、電気振動に変換しているものが多いが、例外はある。熱線型マイクロフォンとサウンドセル型クリスタルマイクロフォン（後者は厳密にはロッセル塩の結晶が機械振動をなしている）。しかるに機械振動を電気振動に変換するだけの音盤用ピックアップが、なぜ迷っているのであろうか？ 私は文学評論家がよく用いるこのような論法で、単にピックアップをクサすことは、いさぎよしとしないが、さればといって、その理由を結論づける何物も持ちあわしてはいないのである。もしもそれが判明しているならば、明日のピックアップはかくかくでなければならぬ、とまで指導方針が確立するのに。

レコードは針を必要とする

ただおぼろげながら、次のことはわかっているのである。レコード盤のグループ（溝）に対して、なんらかの方法で機械的接触を保たねばならない。それには針の尖端のピボットを使用する。そして、そのことは針と発電系とは少なからざる質量を持つことを意味し、これを可動性とするためにコンプライアンスを高める。と当然どこかに共振がおこる。このことは、いかなる音響機器についても同じ悩みなのである。音声周波数域外へ移せない場合には、大きな制動を使用することになるのである、スピーカーと異なって、増幅器の入力端で用いるものなので、大きな制動の使用による能率の低下はさしたる苦にならないことが、せめてもの幸である。

グループと接触を保たないで、グループの振動を検知する方決が発見されれば別である。が、たとえば、グループへ光を送ってその反射を受けるとか、音盤との間に微小容量を持ち、その変化を受けるとか、音盤はたいてい絶縁物であるから、これを帯電して、その電位変化を取るか、超音波をグループに吹きこんで、何とかするか、空想が過ぎて“アンプ放談”みたいになったが、これでも真剣になんとかウマイ方法はないかと日夜苦心の産物なのである。しかし針できざみ込んだものは、針でサワルのがもっとも自然なのではないかとも思うのである。

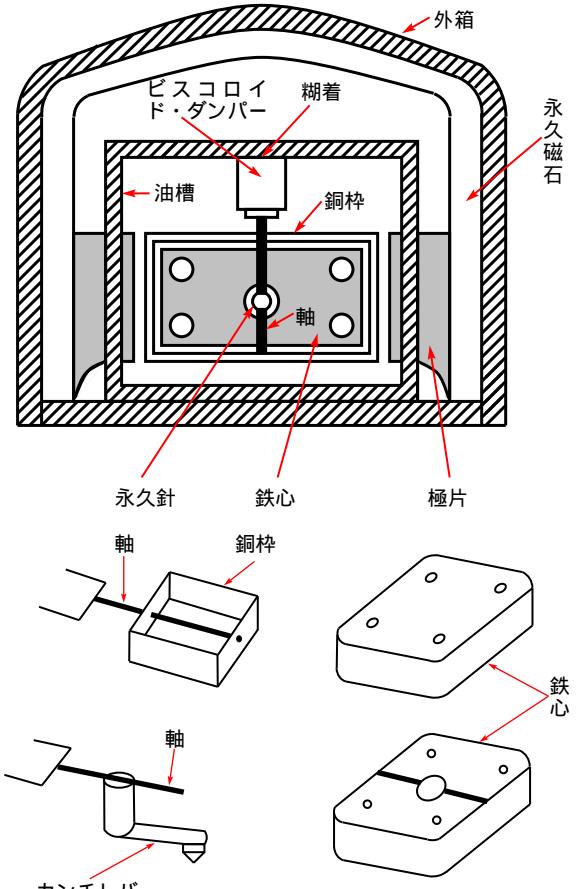
マグネットック・ピックアップについて

磁気ヒステリシス（磁化力の変化の方向によって磁力線数が異なること）の問題も等閑には附すことができない。可動鉄片型の難点は、ここにもある。

バランスド・アーマチュア型のピックアップ

アップは、可動鉄片、すなわち磁気回路変調子が、いずれかの極に吸いつけられて、バランスが自動的に取れるのではなく、破れるように常に磁界が作用している。そのためにダンパーに苦心を要するのである。いきおい磁極のギャップを拡げて吸引力を弱め吸着する心配が薄らぐので、アーマチュアのコンプライアンスは高めることができるのである。テレフォンケンのメタル・ダンパー使用のものその他はこの代表的なものである。GEのバリアブル・リラクタンス型にいたっては極端に磁力が弱くしてある。その結果なんらダンパーを用いることなく、アーマチュア自身、片持梁（カンチレバー）としての意味でのみ中心に位置しており、固有振動を制動するものが存在しないのはいさか変であるが、アーマチュアの質量が小さいから、運動量が小さく、グループによく追随する結果不用なのであろう。しかしながら取扱う磁気量が小さいということは、必然的に変換能率を悪くしている。したがって出力はきわめて微弱である。弱磁界なので外部磁界に影響されやすく、一層ハムをひろいやすくしているが、コイルをバランスさせであるのと、 μ 高き磁性材料にてマグネチック・シールドをして逃げている。可動導体型にはこのような不都合はない。

第1図のごとき構造の可動線輪型ピックアップを考えてみたが、まだ検討中で製作にはいたらない。諸賢のご意見で助力して下さい。制動は動電的と、オイルを使用する。零位はビスコロイド・ダンパーを用いて保持させる。銅枠の内部の鉄芯は、上下に割れて軸をサンドウィッチにして、軸を保持する。もちろん銅枠（またはアルミニニュームの枠）の周囲に、コイルを捲いて電圧を取りだすのである。エコライザーの使用は、その時によるのである。20dbや30db位もうけても、



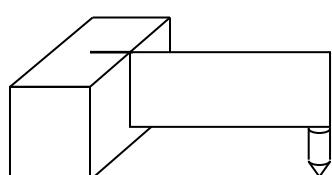
第1図 我コイル試案

しかたのない時もある。強磁場の下で使用するピックアップには、外部磁界、ことにモーター等のハムをひろうことが少ないのでさいわいである。高周波方式と看板をあげたのに、筆がスペッテまことにもうしわけないが、斯道發展のためにご勘弁ねがいたい。

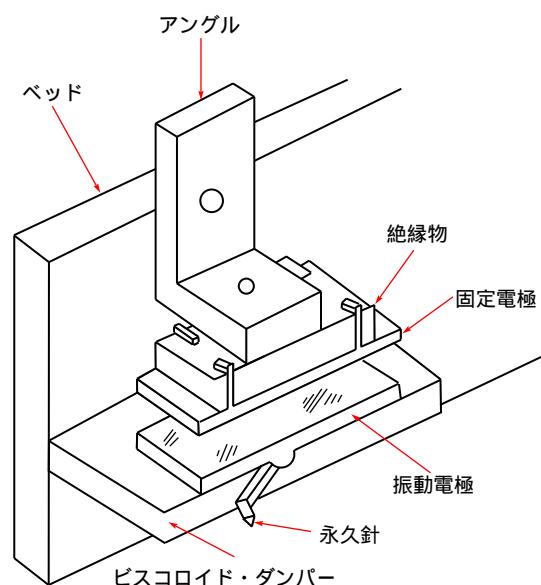
井上均氏はコンデンサーピックアップをつくったことがある。

井上氏のコンデンサー PU

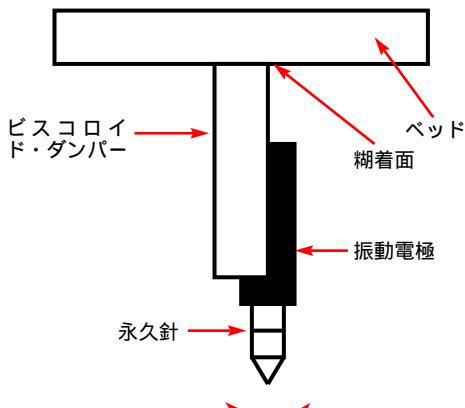
次にコンデンサー・ピックアップであるが、コンデンサー・マイクロフォンみたいなもの（軽蔑の意味ではない。強度に張られた振動板の変位がきわめて小さいものであろうと想像されるのに、という意味）でも充分実用になるのに、当然振幅の大きいコンデンサー・ピックアップが実用にならぬわけはないと、きめこんで実行を決心したのは今から 10 年以前である。その頃井上均氏試作のコンデンサー・ピックアップが本誌の表誌をかざったことがあった。忘れもしない昭和 18 年 6 月号で、その後 19 年 1 月には当時貴重なアート 2 頁をこのためにだけ用い、各部の詳細な写真と増幅器の写真が掲載され“いわく”井上氏が原理その他執筆の予定とあった。小生はそれが今か今かと待望久しきりしが、とじてない、アンカットの紙クズみたいな体裁の『無線と実験』になつても、とうとう出なかつた。そして自然停刊になつてしまい、終戦となり食う物もなく、小生は終戦後の混乱中に、レコード・プレーヤーも、オッログラフも、鳴周波発振器も盗まれてしまった。2A3PP は平滑コンデンサーがノビて物置にほうりこまれたまま駄目



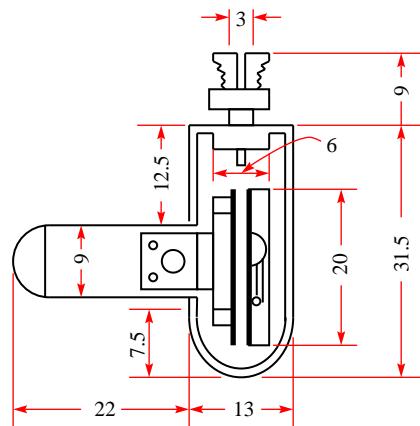
第 2 図



第 3 図 構成の要領を示す



a



第5図

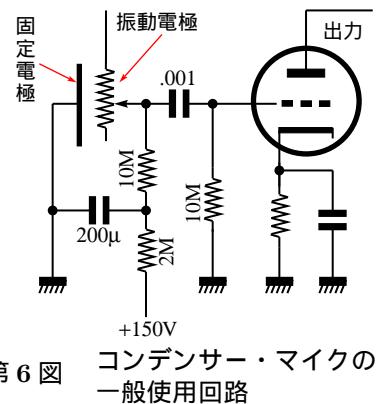
第4図

になった。そして再びラジオなんかやるまいと思ったものであった。また筆がすべった。この井上氏の写真をいくら見ても、ヘッドの構造は不明である。

筆者のコンデンサー・ピックアップ・ヘッド

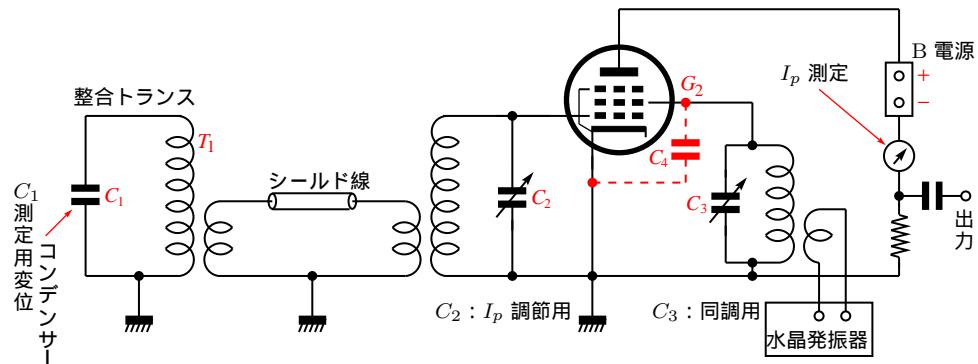
小生はコンデンサー・ピックアップの振動素子の形態、支持法等に苦心し、第2図のごとき舌片状のものでは片持梁として必ず音声周波帯内に共振の入ることは決定的であり、高域へ逃がすことは、スピティフネスを増加して、音溝を破壊する危険がある。そこで大きな制動をかけることになった。種々苦心の末、昭和25年12月に第3図のごときヘッド・エレメントを考えつき、これなら大丈夫だという安心感が確定したので、以来これが電気的検出回路に注目してきたのである。

振動電極は第3図のごとく、ビスコロイドの小片($0.0 \times 10.0 \times 2.5\text{mm}$)に貼りつけられた黄銅板($20.0 \times 8.5 \times 0.3\text{mm}$)で、カンチ・レバー型のサファイア永久針を図のごとくハンダ付けしてある。ビスコロイドはその厚みをベッドに糊着してある。第4図のごとく振動の自由度を持っている。固定電極は振動電極に対向する絶縁されて取りつけられた同一面積の黄銅板である。第5図にコンデンサー・ピックアップの下面から見たケース付ヘッドの寸法図を示す。アームに付けて針圧は17.0グラムである。取っ手がついているが、固定電極の取付用アングルが突出してしているので、そのカバーをもかねている。小型のピックアップほど取っ手の必要がある。電気的端子接続は、振動電極は表面にアルミ箔を貼り、ベッドに貼る。固定電極は裏からリードをハンダづけ



第6図

コンデンサー・マイクの一般使用回路

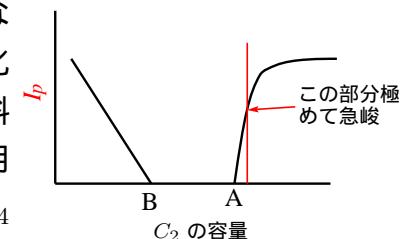


第7図 井上回路

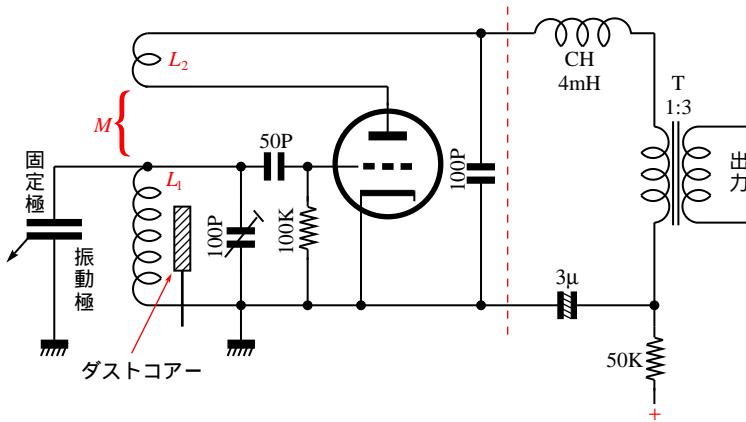
する。振動電極はベッドに完全に糊着されているから、固定電極を動かして振動電極とのギャップを短絡しないように、なるべくセマク調節する。マイカをハサンデ無理のないようにネジをしめて、マイカを抜けばよさそうだが手際^{てぎわ}がいる。ギャップは広くても充分動作するから、無理にせまくしなくてもよい。動く方が動かないで、動かない方が動くのであるが、これは良くあることで、この方が振動系が安定である。センバンの加工物とバイト見たいなものだ。電極の対は平行しているほうが望ましい。このままでは容量は $5 \sim 10 \mu\mu\text{F}$ の程度なので、この上に直ちにプリ・アンプを乗せて、第6図のごときコンデンサー・マイクロフォンの回路では、出力が微弱で実用にならない。コンデンサー・マイクロフォンとちがってギャップがものすごく空いているから、1kV位の成極電圧をかけても大丈夫であるが、固定電極の絶縁が問題である。結局高周波方式へと流れで行く趨勢となつた。

振動を高周波的に取り出す回路には古くから有名な井上回路がある。第7図がその原理図で、 C_2 を変化すると第8図のごとく I_p が変化する。A の部分の傾斜はきわめて急峻なので、 C_2 をこの附近に整停し使用する。この現象は第7図の G_1 と G_2 間の微小容量 C_4 を通じて、水晶発振の出力が G_1 へ饋電されるが、同調点附近では容量のわずかの変化で位相角が急峻に変化する性質を利用した巧妙な回路である。回路が複雑で、水晶発振器は一度バッファーを通過させ安定度をよくし、かつ高い出力電圧が要求される。電源電圧安定装置を使用しても、なお安定感にひたることはできない。

簡単な回路の代表としては第9図のごとき単発振回路である。これでも直接音声周波を取りだすことができるが、まず FM 方式の方を先に述べよう。



第8図 第7図の特性

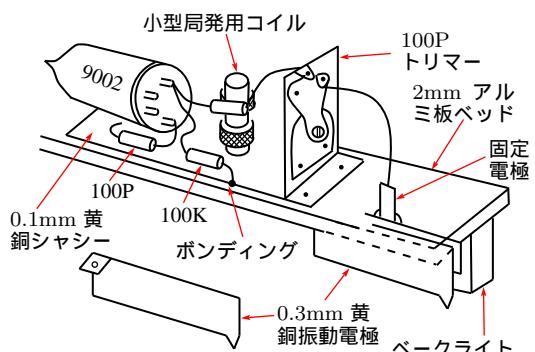


第9図

小生は0.7mm黄銅板に全長85mm, 幅23mmの大きさで発振器を試作してみた。全体をきわめて小型にしたのは、ピックアップのアームの内部に収容するつもりであった。エレメントを直接接続するために(ところがその必要がないことが後でわかった), 取りあえず第10図のごとき、振動電極で無制動にて、しかも電極の一部をとがらして音針とした。これをアームなしで、手持ちでレコードに乗せて使用して見るときわめて朗かに音ができる。手持ちなので振動電極がはなれすぎたり固定電極と短絡したりして音が出ないことが時々あったけれども。もちろん後では、前述のダンプド・エレメントと交替したけれど、受信機は高一級で検波は二極検波である。これでスロープ・ディテクションをするのである。もちろんディスクリミネーター(弁別器)を使用すれば良いのは当然であるが、いうはやくおこなうはかたしてある。

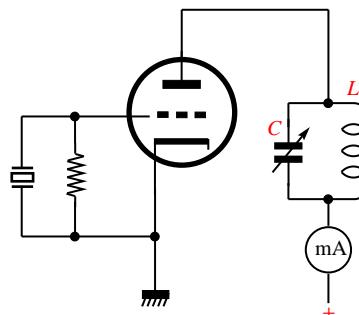
発振器から振動素子までプッシュパック線で40cm程延長してみたが、ボディ・エフェクトもなくきわめて安定である。プッシュパック線は二本をよりあわせてはしない。アース側と高圧側別々である。実験前に懸念した密着式ヘッド・アンプでなくてもよいことがわかった。これだけでただちに、ワイヤレス・レコード・プレーヤー・システムとして使用できる。

ワイヤレス・レコード・プレーヤー・システムは通常ピックアップを直接コネクトするより、音質がわるいということになっている。そしてその責任の大部分は変調特性のリニアリティ(直線性)に関するものである。

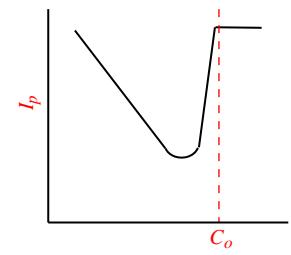


放送等はこの部分に直線検波のモニター（監視）出力を負饋還にまわして特性の向上をはかっているのは一般であるが、元来無精者が使うためのワイヤレス・システムなんかに鉱石検波ででも負饋還をかける人はいない。ところが本方式では、ピックアップ・エレメント、発振器に関するかぎり歪の介入する余地はない。スロープ検波も同調持性を定量的に測定してカーブをひいたことがある方々には、いかに直線性に優れているかよくご存じのことと思う。

スーパーを受信に使用する場合にはアンテナを短かくし、外来電波に対する感度を下げ、ダイアル面内でなるべく静かな場所を見出し、発振器の周波数を変化させて近づけると今までなかった外来電波が聞こえた



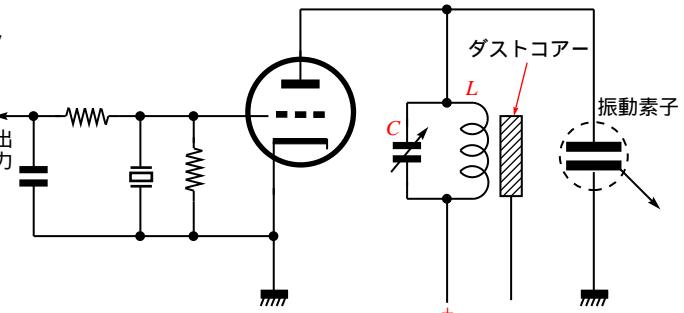
第11図 ピアス回路



第12図 ピアス同調特性

してくることがよくあり閉口した。やたらにイメージが多くなるのは、局部発振器が二箇あるようなものだから、小生が使用したのは高周波一段、中間周波二段のスーパーである。スーパーでは同調点の中心では、短波帯でよく聞く秘話装置を使用したような音になる。スロープ特性がないせいであろうか、あたりまえのことではあるが離調しすぎると急に出力がなくなる。振動素子のかわりにコンデンサー・マイクをコネクトした場合、コンデンサー・マイクの容量が数 $100\mu\mu F$ もあるので周波数が大分低くなるが、出力は同程度である。ワイヤレス・マイクとしても立派なものである。

直接音声周波で取りだすには、第9図のごとく、電源回路へ音声周波トランスを挿入すれば簡単である。この方がスロープ検波の場合より約 10db 出力が低い。この回路は一見同調回路の容量が変化しても別に I_p が変化する義理あい？ もなさそうに見える

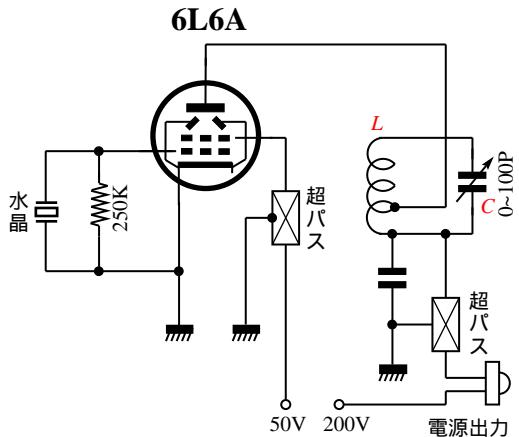


第13図 オトベ・ピアス回路

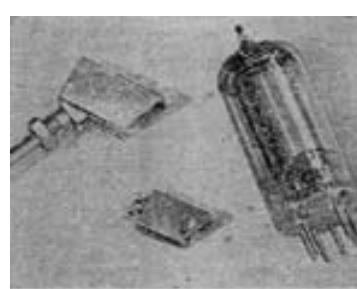
が、事実トランスからは出力がある。容量の変化が、大幅に電流の変化になるような回路でないと、納得がいかないという方は、次に述べるピアス応用回路を使用されるのが一目瞭然である。

第 11 図の如きピアス回路のバリコン C の変化で、第 12 図のごとく C_0 の手前で急峻に I_p が変化する。そこで小生は第 13 図のごとき回路を考え、やって見ようと思っていた。この回路は昭和 25 年 12 月 13 日に考察したものである。ところが後日『生産研究』(本社発行月刊、1950-9 月号)に野村民也助教授の筆で、第 14 図のごとき L にタップのある回路が示されてあった。なるほどこれあるかなと大いに感心した。この回路を考案された頭

脳に大いに敬意を表するものである。しかもこの回路は 1950-1 月の『電気通信学会誌』に発表されていたので、大いに驚いた次第である。



第 14 図



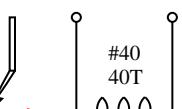
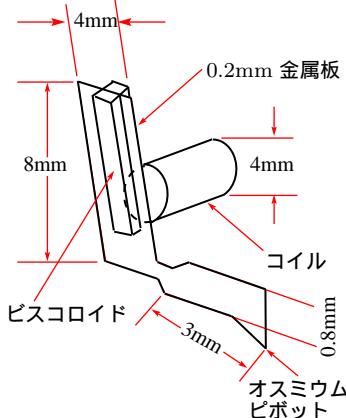
ゼニス・ラジオニック PU 第 15 図 第 17 図と理は同様である

このために第 13 図の小生の回路は実験するのをやめた。そして新らしい回路 89 を用いて、1Mc の水晶片にて実験を試みた。数 V の出力があるので大へん楽である。

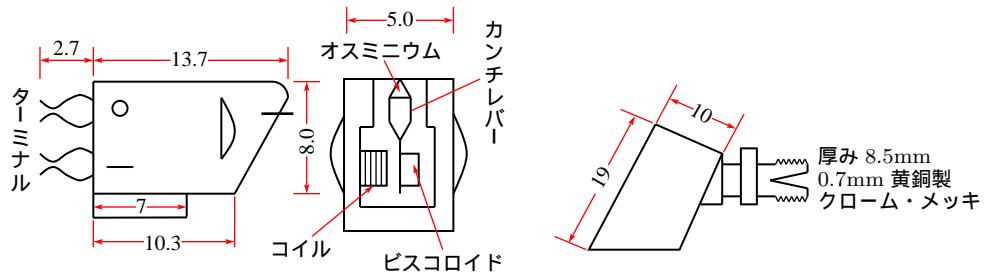
小生が第 10 図の無制動振動電極にて取りあえず実験していたときに、田村邦夫氏(小生の友人写真店主)がゼニスのラジオニック・ピックアップのエレメントを呉れたので、早速写真のごときアームとケースをつくって試用して見た。

このエレメントは第 15 図のごとき構造で、40 回巻と称せられるコイル、直流抵抗実測 2Ω である。振動板は多分黄銅ではないかと思う。非磁性体である。

コイルと振動板の間隔は約 0.5mm である。これが尿素樹脂系統のケースでモー



第 16 図

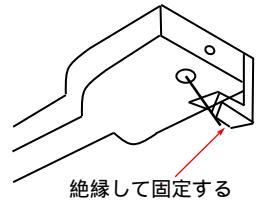


第 17 図 ゼニス・ラジオニック PU ヘッド

第 18 図

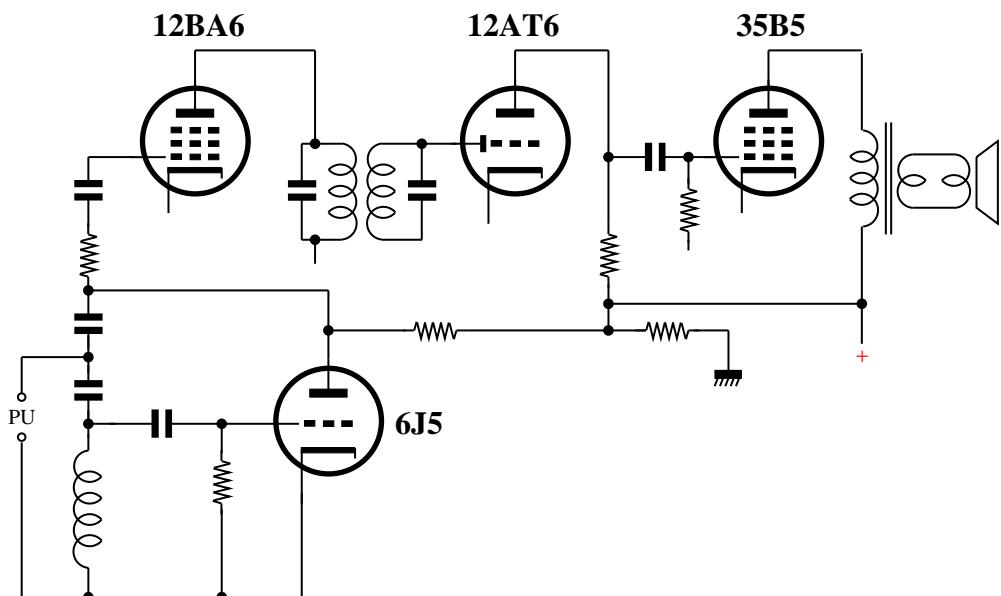
ルドしてあって、分解することはまったく不可能である。おそらく、生産後にも調整されることはないとであろう。レントゲン写真をとろうと思ったが不可能であった。

第 17 図にはエレメントの寸法を、第 18 図は小生自作のケースの寸法を示した。この針圧は僅かに 12.5 グラムである。しかも溝から飛び出すようなことはない。尿素樹脂の色が、赤色は 78R.P.M 用、緑色はマイクロ・グループ用、青色は共用であるが、オスミウム・ピボットのみことなり、大きさはかわりない。これより小型にはつくりようがない



第 21 図

からであろう。ゼニスではこれを例のコブラ型のアームに入れて、第 19 図の如き回路でプレーヤー付受信機として発売している。『無線と実験』1950-4 月 42 頁に第 20 図の如き回路が紹介されているが、発振周波数は、2.5Mc とあり、コイル



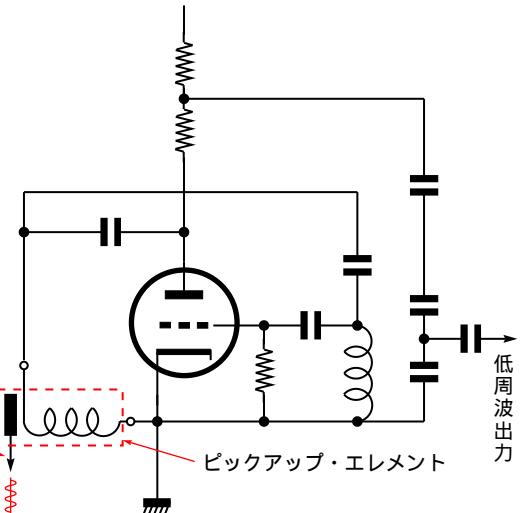
第 19 図 ゼニスで発表した回路

は#40を40回と紹介されてある。小生はこれを第9図の L_1 のアース側へ直列に挿入して試みた。コンデンサー型に比して出力は10db低い。発振器に対する支配率が低い故ではないか。『電波科学』1950-4月号40頁には、第21図の如く普通のPUの側面にホット極を固定し、振動アース極は針自身を利用している。振動極が充分制動されていればこれでもよいが、前述の磁気PUの欠点が露出してくると困る。

周波数特性を発表することは特に止めた。これらのピックアップは、変位に比例した電圧が発生するので、電気的にはクリスタル・ピックアップと同一である。非常に大きな制動の使用によりこまかに凸凹が周波数特性に生ずることはない。したがって周波数特性は主として補償回路できるものであるからである。高域を充分に補償しなければいけない。

磁気PUの優れた点は速度に比例した電圧が発生するので、他の条件さえよければ、可聴限界近くの高域まで再生できるはずである。録音のときに高域を上げてやることはできない。波形の曲率が大になって、有限の太さの音針は追随できないからである。ここに周波数が高くなるにしたがって振幅が減少する速度比例の録音の優れた性能があるのであるが、だからといって磁気PUでなければならぬという理屈は存在しない。前にもいってごとく、頭は手に優れるものである。電気回路に微分回路を使用すれば豪もかまわない。この高周波方式のピックアップは発振系になんらの非直線性を含んでいないということ、ワイヤレス・システムには変調特性に苦しまされることが多い。音質屋が従来しぶっていた原因を一掃し得たこと、この二点を強調して擱筆したいが、最後に一言、本誌は『無線と実験』であるから、記事は誰にも直ちに実験できることでなければならぬ。筆者は誰にでもつくれる最高性能のピックアップを念願して止まないものである。

午後のピックアップへ諸賢とともに一步を踏み出そうではないか。来るべき午後には必ず高周波方式のピックアップの全勢時代となることを確信するものである。



第20図

PDF 化にあたって

本 PDF は、

『無線と実験』(1951 年 8 月号)
を元に作成したものである。

PDF 化にあたり、旧漢字は新漢字に、旧仮名遣いは新仮名遣いに変更した。

ラジオ関係の古典的な書籍及び雑誌のいくつかを
ラジオ温故知新

<http://fomalhaut.web.infoseek.co.jp/index.html>
に、

ラジオの回路図を

ラジオ回路図博物館
<http://fomalhaut.web.infoseek.co.jp/radio/radio-circuit.html>
に収録してある。参考にしてほしい。