

電磁型ピックアップの周波数特性の一改良

高木 昇・森園 正彦

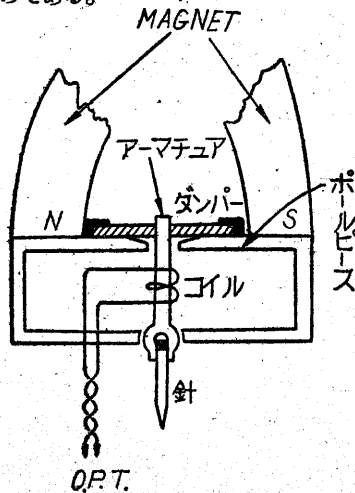
1. 緒言

近年放送に或は録音再生に、またレコードの鑑賞に、その録音技術の進歩にともないピックアップの特性により高度の忠實性が要求されてきつゝある。ところで

がつている。しかしまだ市場にあるものは十分の考慮が拂われていず、その測定も十分行われていないような状態である。そこで電磁型ピックアップについてこれを本質的にどんな特性のものであるかを解析し、できる限りその欠点を除去し特性の改良をはかつて見た。以下、それ等について簡単に記すことにする。

2. 電磁型ピックアップ

電磁型ピックアップの代表的なものを第1圖に示す。すなわちポールピースの中間にアーマチュアがあり、針先が運動するにつれて磁気回路のバランスがくずれてアーマチュアに磁束を生じこれがコイルとの間に誘起電圧を生じさせるのである。



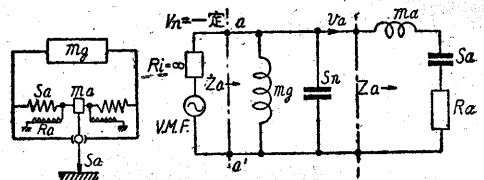
第 1 圖

ところで一般に音響機器は、電氣的に考え得る等価回路を有するから、このピックアップについてその等価回路を考えると第2圖のようになる。

今第2圖について aa' 端子から見たインピーダンスを考えると、まず低音域において、 m_g (ユニットもふくめ

忠實に録音再生をするためには、ピックアップの周波数特性が広い範囲にわたり平坦であることが必要である。この點に関しては從來あまりかえりみられなかつたが、筆者は再生針やその他の内部構造が周波数特性に與える影響を理論および實驗から解析して、よいピックアップの具備すべき条件を見つけたし、また實際にこれによつて興味ある改良をほどこし、優秀な性能のピックアップの製作に成功している。

一般に用いられているピックアップの大部分は電磁型ピックアップである。電磁型ピックアップの進歩のあとを振りかへつて見ると、その出現以來二十數年間に、周波数特性においてその帯域は約 2.5~3 倍に廣



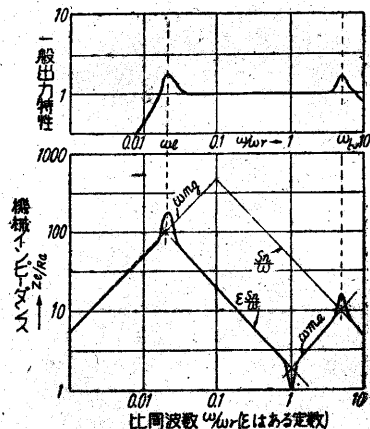
第 2 圖

たピックアップが全體のマスリアクタンス)、 S_n (針のスティフネス) および Z_a (アーマチュア回路) との並列共振が起り、この周波数において Z_e は非常に大きな値となり、しかも周波数特性において共振峯ができる。この共振周波数を ω_1 とすると、

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{S_a \cdot S_n}{m_g(S_a + S_n)}} \dots \dots \dots (1)$$

次に高音域において m_a (アーマチュアのマスリアクタンス) および S_a と S_n によつて再び並列共振を起し、ここでも Z_e は大きな値となり、周波数特性においても共振峯を有することになる。その共振周波数 ω_h は

$$\omega_h = \sqrt{\frac{S_a + S_n}{m_a}} \dots \dots \dots (2)$$

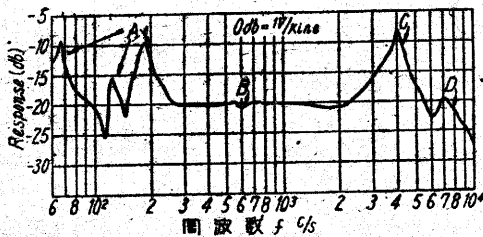


第 3 圖

そこで本質的にこのような共振が生ずるのであり、機械インピーダンスと一般特性の傾向を圖示すれば第 3 圖のようになる。なお ω_r という量は、アーマチュアの自由振動であるが、 ad' 端子においては定電流と考えているので周波数特性上にはあらわれないが、これは直列共振なので、機械インピーダンスにおいては最小値をとる。

$$\omega_r = \sqrt{\frac{S_a}{m_a}} \dots \dots \dots (3)$$

ところで周波数特性は二つの共振峰しか有しないかといえば決してそうではなく、低音域において、アームの振れによつてもするどい共振を起し、同時にまたアームのピボットを支点とし、ユニットを自由端とした振動を起しこゝでも共振することになる。また高音域においても ω_h 以上になるとアーマチュアと針が Bending motion を起すために非常に複雑な共振を起す。このような例を第 4 圖に示す。



第 4 圖

第 4 圖はにおいて、A はアームの振れによつて起つたレゾナンス群であり、B は底板等取付け不十分な點に生ずる共振、C はアーマチュアの共振峰、D はその高次撓み振動である。このような種々の共振特性のため、再生にあつて、はなはだしい歪の原因となるものである。

以上のことから、周波数特性を改良するためには、どんなことが必要であるかといへば、

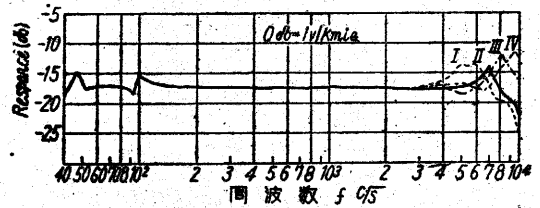
1. ω_h をきわめて大きく、 ω_l を非常に小さくすること。
2. S_h/S_a をできるだけ大きくする。
3. 共振時の制動を十分にすること。
4. アームの振れに對して考慮を拂う。
5. 可動部分の質量をできるだけ小さくし Z_e を小にする。

大體以上の 5 點について考慮して設計しなければならぬ。筆者等はこの點に留意して好結果を得たが、どうしてこの條件を實現したかは後に述べるとして、豫備實驗の結果から述べることにする。

3. 再生針について

再生針はピックアップの周波数特性、ことに高音域において重要な要素となる。一般に交換針型式のものは多くは鋼鐵針で、中音、高音および最高音またはジュラルミン軸の先端にサファイアまたはダイヤモンドを附したもののなどがある。鋼鐵針のスティフネスは約 10^8 dyne/cm 程度の値であり、この値によつて大體高音域のレゾナンスが定まつてしまう。或るピックアップについて(I)Torio

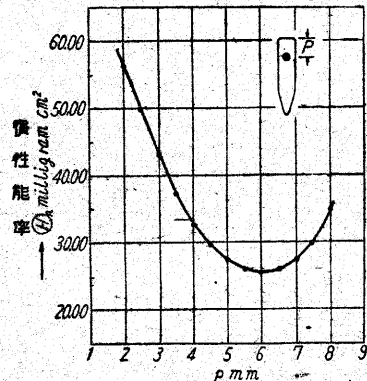
中音、(II) Victor 10 回針、(III) R.C.A. Extra Loud (IV) サファイア針 についてそれぞれ實驗した結果が第 5 圖である。I は約 5,000 ω 、II は約 7,000 ω 、III は



第 5 圖

8,200 ω 、IV は 9,500 ω 附近にピークが出現しているように、針の種類によつてこのように再生限界がいちじるしく異なることは使用上考慮しなくてはならない。また S_h が大きいもの程ピークもまた高くなり、よりダンピングを必要とする。そこで理想的にいへば針自体にも何らかの方法で制動體が動作するようにしたい。

前項において高音域のレゾナンスポイントをできるだけ高い方へ移動することが必要であることを述べたが、このために慣性率をできるだけ小さくする方法が一般に用いられている。この場合針の支點の位置が相當影響することが考えられる。そこで Victor 10 回針について支點の位置と針先から見た慣性率の變化の關係を求めて見た。それが第 6 圖である。もつとも慣性率の小さ



第 6 圖

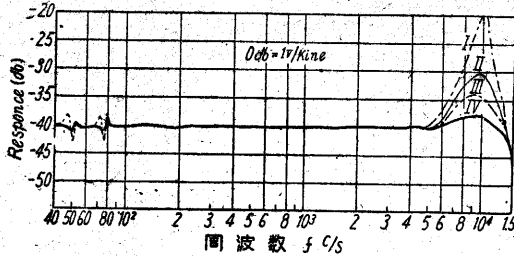
な支點は上端から 6 mm の位置であるが、可動部分のスティフネスは針の長さに關係するから、むやみに上端より遠い支點を選定してもかえつて結果を悪くさせるようなことにならぬともかぎらない。

4. ダンピングについて

周波数特性を均一にするためには、その共振峰を適度に制動を與えてやらねばならない。現在までにいろいろのダンピング方法や物質が用いられてきた。すなわちゴム、油、半個形體等の物質を用い半彈性的制動を與え、そのピークを押えた。ところでもつとも多く用いられているものはゴムであるが、實際上ゴムでは 6 db 以下に押えることはなかなか困難である。そしてこの方法は全

體としての出力レベルを低下させるので、ピークはおさえ得ても機械インピーダンスを増加させるので餘りよい制動方式ではない。そこで Z_0 を大きくさせずに、なおかつ制動させなければならない。

このようなことに留意して種々の実験をやつて見た結果は第7圖である。Iは無制動。高音域偏差+30 db, IIは



第 7 圖

ビスコロイド 10 mm³ のブロックを軸に固着せしめた場合。偏差 10 db. III は Audiod 10 mm² × 2 mm 糊着。高音域偏差 +7 db. IV はこれを廻轉軸に鳩目で固定させると高音域の偏差は +3 db 以内となる。

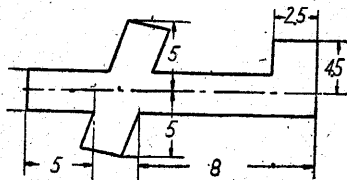
以上のように實際上制動の問題は非常にやつかいであり、組立の時のスペースによつても種々の制限があり、設計に當つても一番やつかいな問題である。

5. 改良の要點とその結果

筆者等は三極型電磁ピックアップについて 2, 3, 4, に於いて、ことに2の五つの項目について述べたことさらに考慮を拂ひ改良をほどこし好結果を得た。

改良の要點を2の五項目に準據してのべると、

(a) ω_h については、アーマチュアの慣性能率をできるだけ小さくして高域の共振周波数をできるかぎり高い方へ持つて行つた。アーマチュアの慣性能率を θ_a とすると、第8圖の寸法および密度から、 $\theta_a = 0.0291 \text{ g-cm}^2$ となる。

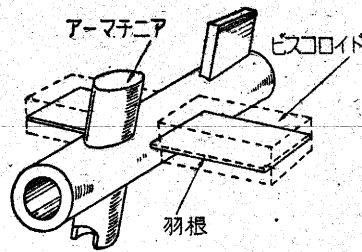


第 8 圖

同様に針止めおよび針の慣性能率を計算すると全慣性能率は 0.068 g-cm^2 となる。針先のスティフネス S_n は 1.44×10^8 とすると、 $\omega_h = 7,200 \text{ c/s}$ となる。

(b) S_n/S_a を大にするには S_a は大體シャフトの廻轉の剛性率であるので相當 S_n にくらべて低い値である。 S_n は針によつて決定される。そこで針がきまれば S_n/S_a は一定となるが、この値はほぼ 10^2 の値である。

(c) 制動方式は特殊の方式を採用した。(特許出願中) すなわちアーマチュアに羽根を出し(第9圖参照)これにビスコロイドのブロックを糊着させ、片側は自由にしておいた。第9圖を見ると、一見添加質量が増加し

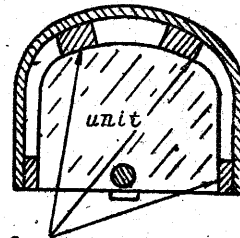


第 9 圖

て具合が悪いようであるが、制動係数が大きいためにこの撮影は全く無視することができ、しかも高域のレゾナンスの起つた点においては、

急激に制動がきいてくるものと考えられる。

(d) アームおよびユニットのレゾナンスが低音域において問題となるが、これに對してはアームが振れを起さぬように充分剛につくり、ユニットのレゾナンスをさ

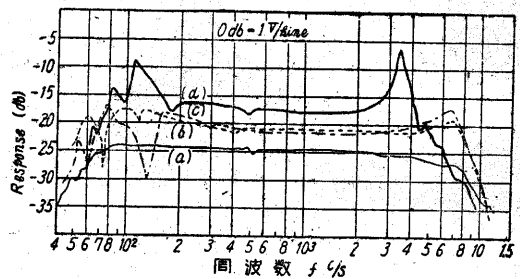


ビスコロイド

第 10 圖

けるためにユニットをスプリングでつり、四方にビスコロイドの塊をつけてアームと振動的に隔離し、このビスコロイドによつて低音域のレゾナンスをふせいだ。(第10圖参照)

以上のようにして、結果は良好であつた。このピックアップの周波数特性は第11圖(a)に示される。その他(b), (c), (d)は他のピックアップであり、この特性を比較して見ればその差異が明瞭にうかがわれると思う。



第 11 圖

6. 結 言

電磁型ピックアップにおいてその周波数特性の一改良について述べたが、これをさらに改良して周波数特性上から、もつと帯域をひろげ得ることは可能である。しかしこれは電磁型の一種の特徴ともいふべき、或る程度出力の強大性というものが失われる結果になる。そこで或る程度の妥協が必要となる。すなわち電磁型ピックアップというものは、極端にいえばそろそろ頂點に近づきつゝあるといえる。その傾向の一例としては、出力こそ小であれ種々の特長を有する variable reluctance 型とかいろいろのものの出現を見ている。しかしながら以上述べたように、電磁型ピックアップにおいても、種々考慮を拂ひ、材料を吟味して設計すればかなり忠實度の高いものが得られるということを最後に附言しておく。