

Accuphase

P-400

MOS FET ステレオ・パワー・アンプ 200W/ch/NORMAL 50W/ch/CLASS-A



キャビネットは別売

アキュフェーズ・ステレオ・パワー・アンプ P-400 はモノフォニック・パワー・アンプを2台搭載した最高級ステレオ・パワー・アンプです。しかもより完全な性能を得るための「A級動作切替スイッチ」を備え、NORMAL動作とCLASS-A動作のどちらでも選択できるように配慮しました。出力はNORMAL動作時で200W/ch(8Ω負荷20-20,000Hzひずみ0.01%)の大出力を得ることができ、CLASS-Aでも50W/chの出力で通常の能率のスピーカーであれば十二分の音圧を得ることが出来ます。

電力増幅素子は本命といわれているMOS FETをトリプル・プッシュプルで構成しました。バイポーラ・トランジスターと異なり電圧増幅素子でノッチングひずみの発生は皆無であり、リニアリティも極めて良好です。

回路構成はアキュフェーズのオリジナルである「全増幅段対称型プッシュプル」をベースに「DCサーボ方式」を採用した「直結アンプ」です。特に過渡的ひずみに対しては細心の配慮がなされ、色付けの少ない質の高い再生音の実現に努めました。

1 純A級動作が可能

最新のパワー・アンプの物理特性は通常の動作方式(B級又はAB級)でも限界値を示していますが、更に完全を期し高度なマニアのご要望にお応えして「A級動作」もできるようにしました。本機のA級動作方式はプッシュプル素子の動作領域が、常に完全にオーバーラップする本来の動作方式です。電源から増幅素子に流れるエネル

ギは一定で、動作上でもまた熱的にも常に安定が保たれます。A級動作のメリットは超高域のひずみ特性のわずかな改善よりも、素子が熱的に安定し信号による温度変化で生ずる不安定要素が取り除かれることと、供給電圧が不変であり過渡的ひずみが発生しない点にあると思われます。このようなことから、動作領域を完全にオーバーラップさせる本来の方式は、最大出力が減少するというデメリットを考慮に入れてもA級動作としてのメリットを最高に発揮できる方式であると思えます。

A級動作の切り替えは、回路のバイアス抵抗をスイッチで切り替えるのではなく、純電子式スイッチによって行なっています。第1図に増幅回路を示しましたが、この中のQ₁₂Q₁₃がそれぞれ、Q₁₂はバイアス抵抗VRをON-OFFするトランジスターで、Q₁₂をコントロールするのがQ₁₃のオプト・カップラーです。Q₁₃の中にはフォト・トランジスターと発光ダイオードが入っております。通常の動作状態ではQ₁₃は動作せず、従ってQ₁₂がONになるためVRはショート状態となってプリドライブ段と出力段の素子の動作が決まります。動作切り替えスイッチをCLASS-Aにすると発光ダイオードに電流が流れフォト・トランジスターが働き、Q₁₂はOFFとなりバイアス回路にVRが入った状態となります。これによってプリドライブ段以降の素子はA級のバイアス電流が与えられます。同時にトランスのB電圧を切り替えて出力FETの供給電圧を下げています。尚、Q₁~Q₉は常時A級動作となっています。以上のように信号回路を引き回すこと

無く切り替えることが出来ますので、安定な動作を実現することが出来ました。通常の動作とA級動作の切り替えは、フロント・パネルの「OPERATION」スイッチにより行うことができ、動作状態はメーター左のLEDによって表示されます。

2 MOS FET の出力段

出力段には最も理想的な素子といわれ、本命視されている「MOS FET」をトリプル・プッシュプルで構成しました。

MOS FETはバイポーラ・トランジスターやSIT(V-FETともいう)に比べて扱い易い性質をもっていると同時に、高い周波数の伝送時にノッチングひずみを生じないので高域特性が一段と改善されます。また周波数特性がワイドで、有害な過渡的ひずみの改善にも大いに有効です。また電圧制御素子であり、ハイ・ゲインであることからドライブ段を簡略化することが可能で、この点でも高性能化が期待できます。

3 DCサーボ方式 DCアンプ

音質上での色付けを最少限におさえるため、NFBループの大容量コンデンサー及び入力コンデンサーを取り去りました。この状態では直流でも増幅してしまうことになり、出力に直流電圧が発生しているプリアンプを接続するとパワー・アンプの出力にも直流が発生しスピーカーを破損する危険があるので、「DCサーボ方式」を採用し直流の通過をカットすると共に出力に

現われる直流電圧のドリフトもおさえ安定化しました。

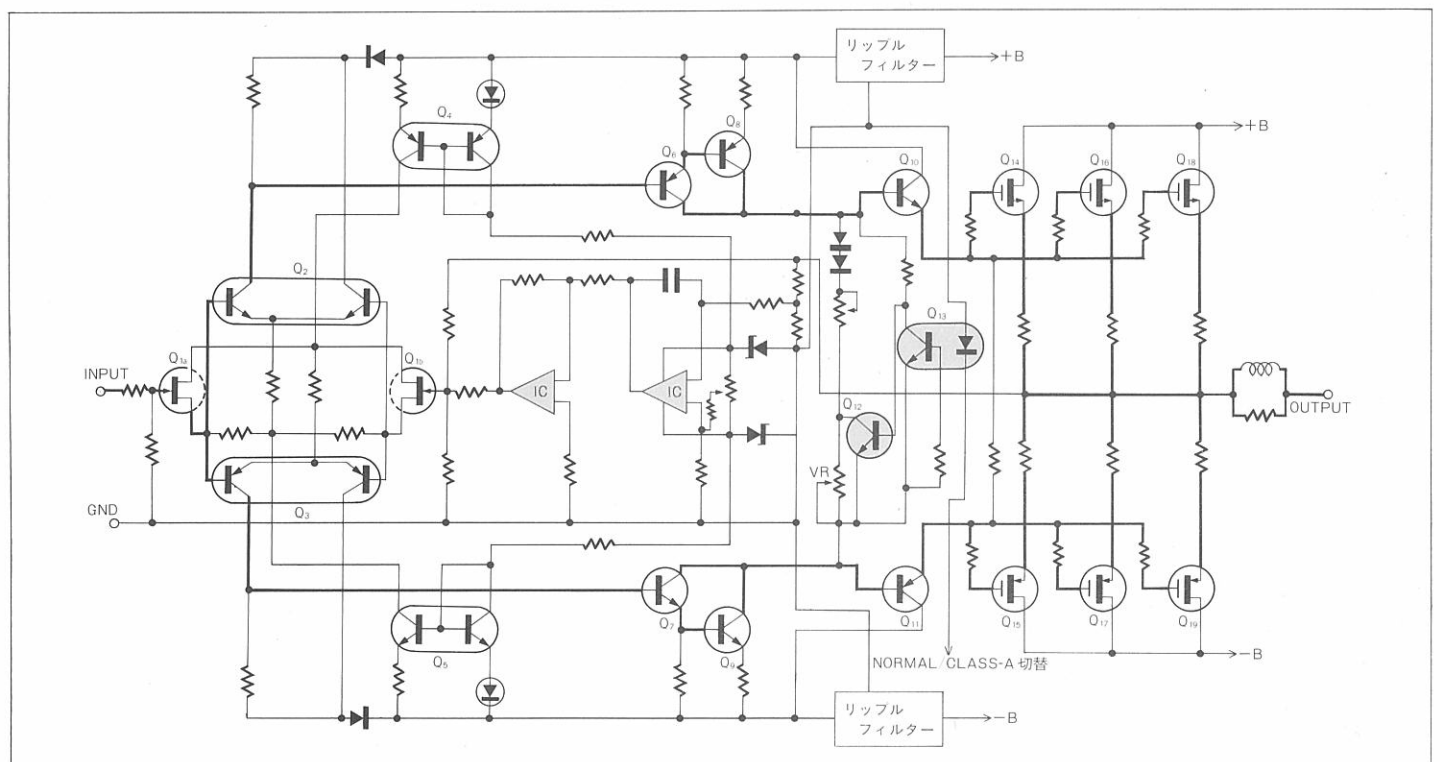
第1図の2個のICがDCサーボ回路です。出力の直流電圧変化を検出して増幅し、入力差動回路のQ₁₆のゲート電圧をコントロールします。つまりプラスの直流が発生するとQ₁₆のバイアスもプラス方向に増加し、出力の直流電圧を減少させます。この動作は出力の直流電圧がゼロになるまで行われ、従って常に出力の直流電位はゼロ電位に保たれることになります。

以上の動作でもお分りの通りDCサーボ方式は直流を通しません。従ってDirect Currentを意味するDCアンプではなく、Direct Coupledつまり「直結方式」のDCアンプということになります。DCサーボ方式はDCアンプではないという意見がありますが、オーディオ・アンプにとって直流を通すことは重要でなく、直結方式こそ音質改善に役立つものであるという観点からDCサーボ方式も立派なDCアンプ(Direct Coupledの意味)であるといえます。

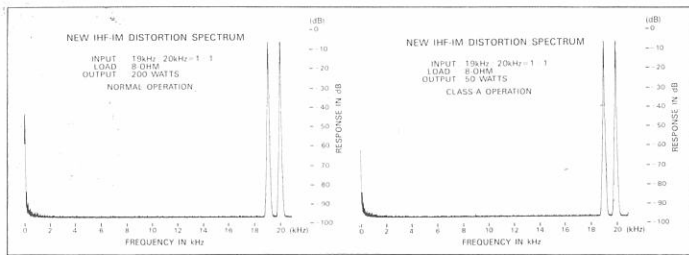
4 全増幅段完全対称型プッシュプル構成

全増幅段をアキュフェーズのオリジナル「対称型プッシュプル方式」で構成しました。素特性、特にリニアリティに優れているので少量のNFBで極限的低ひずみ率を実現でき、かつ安定度の高い増幅回路を構成することが出来ます。その結果過渡的ひずみの発生を防ぎ音質の改善に大きく貢献しております。

第2図は1978年に改訂された「新IHF法」によるIMの実測データです。こ



(第1図)P-400のMOS FET対称型プッシュプルDCサーボ回路



【第2図】P-400の新IHF-IMスペクトラム

れは近接した複数の信号が、増幅回路に非直線性があると相互に変調を起しそれら個々の高調波ひずみと共に互いの周波数の和と差の信号が出現し音質を阻害することに着目したもので、これをビートひずみと呼ぶこともあります。例え元の信号の周波数が可聴帯域外にあっても両信号の周波数の差のひずみは可聴帯域内の周波数となり、音質を阻害するものとして最近特に問題になっています。これを「新IHF-IM」と呼びますが、これに対し従来の50又は60Hzと7,000Hzの相互変調ひずみは「SMPTE-IM」という区別することになりました。

第2図は本機に19kHzと20kHzを1:1の大ききで入力し定格出力のときのスペクトラムです。各信号の高調波ひずみと周波数の和のひずみは可聴帯域外になるので、図からカットしてあります。IHF-IMが発生しているときは1kHz、2kHz、3kHz……の所に成分がでてきます。図では1Mを検知することができず、測定限界(0.0027%)以下であることを示しています。

5 左右独立電源方式

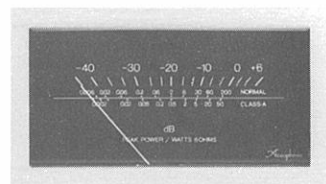
一個のトランスによる左右共通電源でも、トランスに十分な余裕をもたせ大容量フィルター・コンデンサーで構成すれば、十分な性能を得ることができます。P-400ではより一層の完全を期して2トランスによる左右完全独立電源にし、純粋なモノフォニック・パワー・アンプが2台組み込まれた形式にしました。

トランスは効率が良く変動率に優れたC1コア・トランスで、チャンネル

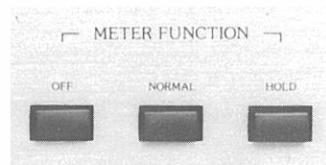
ル当り33,000 μ F X 2の低インピーダンス設計フィルター・コンデンサーと相まって強力で安定な電源部を形成しています。

6 ホールド機能付 ピーク・レベル・メーター

本機はモニターにも便利のように出力計をそなえています。対数圧縮型ピーク・レベル・メーターで、dB目盛と共に8 Ω 負荷における出力も直読できるようになっています。またメーター・ファンクション切り替えスイッチにより「ピーク・ホールド」が可能です。ホールド時間は約3秒で、その間に生ずるピークをホールドしますので、プログラム・ソースのピーク監視に極めて便利です。なお、A級動作時は定格出力50Wが0dBになるように「OPERATION」スイッチにより自動的に切り替わります。



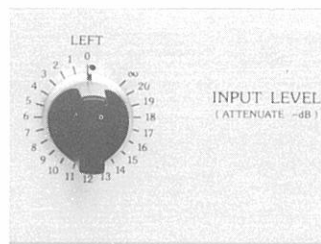
《出力直読ピーク指示メーター》



《メーター・ファンクション・スイッチ》

7 1dBステップの アッテネーター

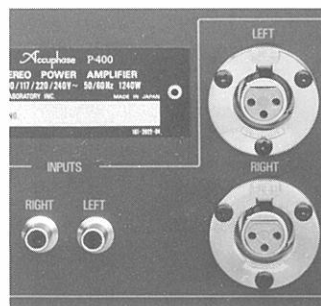
スピーカーも含めたトータルのエネルギーによってアンプのゲインをコントロールできるようにするため、入力レベル調整用のアッテネーターを設けました。左右独立で-20dBまで1dBステップで可変できます。特にマルチ・アンプ・システムのレベル合わせ等に便利です。



《1dBステップ・アッテネーター》

8 キャノン入力コネクター付

入力端子は通常のRCAピン・ジャックと3Pキャノン・コネクターをそなえています。業務用等でより確実な接続の必要のあるときは、キャノン・コネクターをご使用ください。なお入力には50k Ω アンバランス・タイプとなっております。

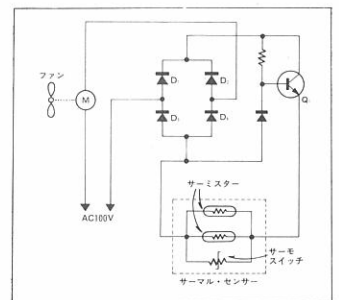


《キャノン及びピン・ジャック入力》

9 サーモ・コントロール・ ファンによる空冷

A級動作時は常時300W近い熱を発生します。内部素子の耐久性等を考慮し本機には放熱用ファンを取り付けま

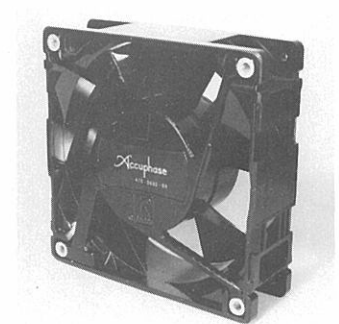
した。スイッチ・オン後できるだけ早く一定温度に達するようにし、出力の



【第3図】ファンの制御回路

大小にかかわらず熱的に安定化させるために、モーター駆動回路を温度センサーでコントロールし温度変化に対しファンの回転数が連続的に変化するようになっています。

第3図が放熱ファンの回転制御回路で、モーターに印加する電圧を変化させるように働きます。図のサーマル・センサーが出力MOS FETのヒート・シンクに取付けられ、温度を検出します。それによってQ1の内部抵抗をコントロールしD1-D4のブリッジ回路のインピーダンスをコントロールしてモーターMの印加電圧を温度に比例して変化させ、回転数をコントロールします。



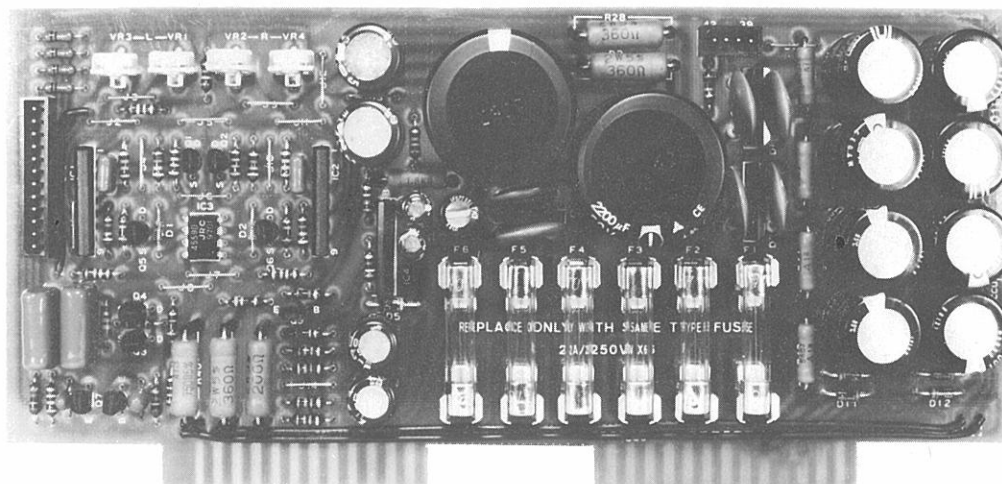
《放熱用ファン》

10 過熱防止回路付

ファンによる強制空冷式でも空気の流通が極端に悪い環境では、内部が異常に発熱します。このような異常発熱を防止するためにヒート・シンクが100°Cに達するとセンサーが検知し、A級動作時は自動的にバイアス電流をNORMALの状態にもどし発熱をおさえるように配慮されています。尚この回路は通常の動作(NORMAL OPERATION)では出力FETへの供給電圧をコントロールするように働かし、同じように過熱を防止します。

11 別売B-6により パワー・アップが可能

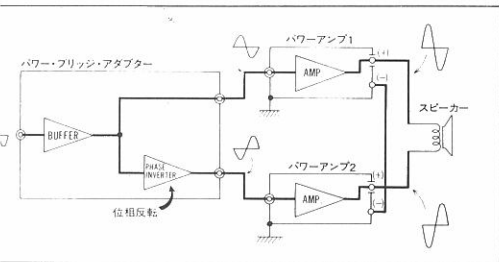
本機をブリッジ接続し一台を一チャンネルとして動作させることにより、付図の通りNORMALで約700W、A級で200Wの出力を得ることができますので、よりハイ・パワーを必要とするときは、ブリッジ接続にしてお使いください。



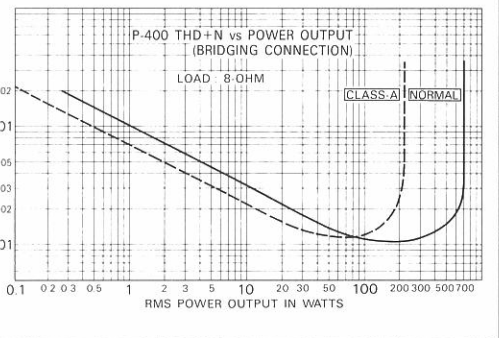
《左右独立の高圧電源、プロテクション回路、メーター駆動回路の基板》

Accuphase P-400

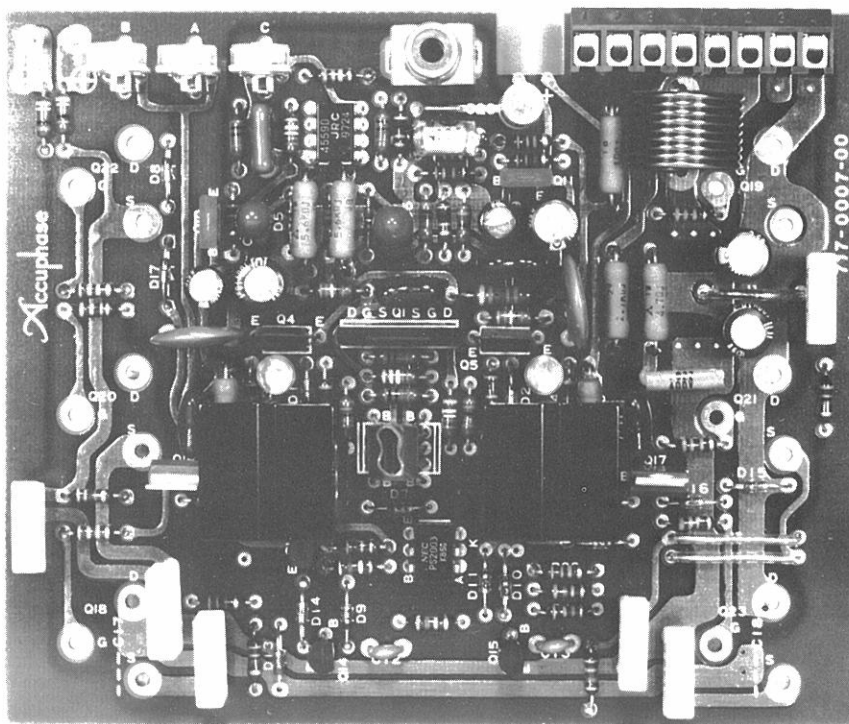
MOS FET ステレオ パワー・アンプ



〔第4図〕パワー・ブリッジ接続

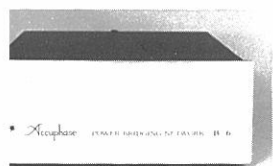


〔第5図〕ブリッジ接続時の出力



〈DCサーボ回路内蔵メイン・ドライブ基板〉

ブリッジ接続には専用アダプタ
'キューフェーズB-6 (販売価格
10,000円) が最適です。



ブリッジ・ネットワークB-6)

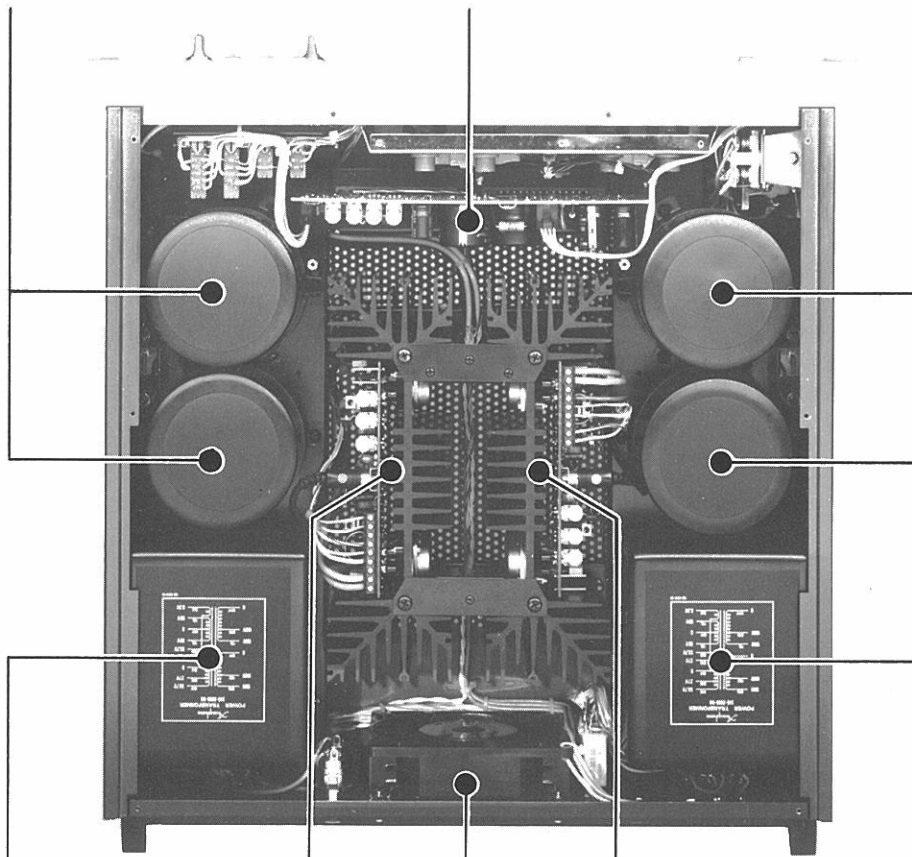
別売ウッド・
キャビネット

ローズウッド仕上げのキャビネ
をご用意しました。リスニング・ル
ム雰囲気を一段と引き立てます。
型番A-10、販売価格16,000円です。

33,000 μ F \times 2
フィルター・コンデンサー
(右チャンネル)

電源・プロテクション・
メータードライブ回路
の基板

33,000 μ F \times 2
フィルター・コンデンサー
(左チャンネル)



CIコア電源
トランス
(右チャンネル)

右チャンネル
増幅部

サーモ・
コントロール
ファン

左チャンネル
増幅部

CIコア電源
トランス
(左チャンネル)

Accuphase P-400

MOS FET ステレオ パワー・アンプ

●P-400 保証特性

●連続平均出力 (新IHF)

NORMAL OPERATION	
300W/ch	4Ω
200W/ch	8Ω
100W/ch	16Ω
CLASS-A OPERATION	
80W/ch	4Ω
50W/ch	8Ω
25W/ch	16Ω

(両チャンネル同時動作 20-20,000Hz間ひずみ 0.01% 以下)

●高調波ひずみ率

0.01%以下	4Ω
0.01%以下	8Ω
0.01%以下	16Ω

(両チャンネル同時動作 0.25W-定格出力間 20-20,000Hz間)

●IMひずみ率 (新IHF)

0.003%以下

●周波数特性

- 20-20,000Hz +0 -0.2dB (定格出力時レベル・コントロール MAX)
- 0.4-250,000Hz+0 -3.0dB (出力1W時レベル・コントロール MAX)
- 0.4-120,000Hz+0 -3.0dB (出力1W時レベル・コントロール -6dB)

●ダンピング・ファクター (新IHF)

150 (50Hz)

●入力感度・入力インピーダンス

1.6V (定格出力)	50kΩ
0.12V (新IHF 1W出力)	50kΩ

●A-補正 S/N (NORMAL OPERATION)

120dB (定格出力にて、入力ショート)
100dB (新IHF 1W出力時)

●出力メーター

対数圧縮型 -40dB~+6dB及び出力直読目盛
ピーク・ホールド切替付き

●使用半導体

34トランジスター	20FET	6IC
54ダイオード	2オプト・カプラー	2サーミスター

●電源及び消費電力

100, 117, 220, 240V	50-60Hz
NORMAL OPERATION	
	110W 無入力時
	690W 8Ω 負荷定格出力時
CLASS-A OPERATION	
	300W 無入力時
	315W 8Ω 負荷定格出力時

●寸法・重量

幅445mm×高さ160mm(脚含む)×奥行455mm 31.2kg

●P-400 コントロール

- INPUT LEVEL (左右レベル・コントロール) フロント・パネル
左右独立ステップ式アッテネーター
-20dBまで1dBステップで調整可能
- METER FUNCTION (出力メーター切替スイッチ) フロント・パネル
3連プッシュ・スイッチ
OFF NORMAL HOLD
- OPERATION (オペレーション切替スイッチ) フロント・パネル
プッシュ・スイッチ NORMAL/CLASS-A
- POWER (電源スイッチ) フロント・パネル
プッシュ・スイッチ ON/OFF

— パワーMOS FETについて —

大電力出力素子として何が理想かこの議論は長期にわたって行なわれてきましたが、1976年5月のAESコンベンションにおいてMOS FETの全貌が発表されて以来、将来の本命は疑い無くMOS FETであると確信されるにいたりしました。しかし製造技術が追いつかず大出力MOS FETの誕生まではかなりの時間を要しましたが、世界に先がけて我が国の素子メーカーが開発し驚異的な性能の大電力MOS FETが実現しました。これによってパワー・アンプの性能は新しい発展の時代に入ってゆくことでしょう。

現在最も多く使われている半導体素子をトランジスターと呼んでいます。MOS FETもトランジスターの一種です。半導体増幅素子(トランジスター)を分類しますと、下記ようになります。

- 1 バイポーラ・トランジスター (Bipolar Transistor)
- 2 電界効果トランジスター (FET =Field Effect Transistor)
 - (a) 接合型FET(Junction FET)
 - (b) MOS FET (Metal-Oxide Semiconductor FET)

我々が通常FETに対してトランジスターと呼んでいるのは(1)のバイポーラ・タイプのもので、また線型FET(V-FET)又はSITと呼ばれる素子はJ FETの中に入ります。バイポーラ・トランジスターは色々な欠点を持つと云われながらも、今日のソリッド・ステート・アンプのような素晴らしい性能を実現できるようになったのは、素子自体の性能改善もさることながら、使いこなす回路技術が優れているからに他なりません。FETはバイポーラと異なる性質を持ち、これを出力素子として使用した場合に大きなメリットとなりますが、中でもMOS FETは更に性能に優れた現在の進歩した回路技術と相まって理想的なアンプの実現が可能となります。

それでは電力増幅用MOS FETの特長をみてみましょう。

- a 多数キャリア・デバイスで電荷蓄積が無い——ノッチングひずみ皆無
- b 入力インピーダンスが高く電圧制御素子である——ドライブが楽になる
- c バイポーラTR 2~3段ダーリントンに匹敵するゲイン——増幅段数を少なくできる
- d 周波数特性が広い——高域ひずみ、TIMひずみの改善
- e リニアリティに優れている——小アイドリング電流ですぐれたひずみ特性
- f エンハンスメント特性である——ゼロ・バイアスで電流最少

となり使い易い

- g 大電流領域の温度係数が負——熱破壊に強く耐久性に優れる
- 以上の通り良いことづくめですが、音のクオリティに関係するのが(a)~(e)で、中でも(a)~(c)がMOS FETの基本的な特長として重要です。(a)~(c)の特長を実際のアンプでみてみると、入力(ゲート)には信号電圧のみの印加でMOS FETが動作し前段から電力を供給してやる必要がありません。更にゲインが大きいのでドライブ電圧は小さくすみす。つまり出力MOS FETをドライブする前段は、大きな電力を要求するバイポーラ・トランジスターに比べて小電力でよいことになり、ドライブ段をA級動作にすることが容易です。また(c)のドライブ段数を少なくできることによって回路構成も比較的簡単になり、発振等の不安定要素が取り除かれることにもなります。多量のNFBを必要とするオーディオ・アンプにおいてNFBループ内の周波数特性(高い周波数の方)は広くなければなりません。最近特に重要視されているTIM(過渡相互変調)ひずみの発生を防ぐには広帯域が必要条件になります。この点からもMOS FETは優れた特性を有しております。(e)と(f)についてはバイポーラ・トランジスターと同様ですが、接合型FETはこの点で問題があります。しかしMOS FETは小さなアイドリング電流でひずみを最小にすることができ従ってアンプ自体の発熱を少なくすることが可能です。

ラ・トランジスターと同様ですが、接合型FETはこの点で問題があります。しかしMOS FETは小さなアイドリング電流でひずみを最小にすることができ従ってアンプ自体の発熱を少なくすることが可能です。

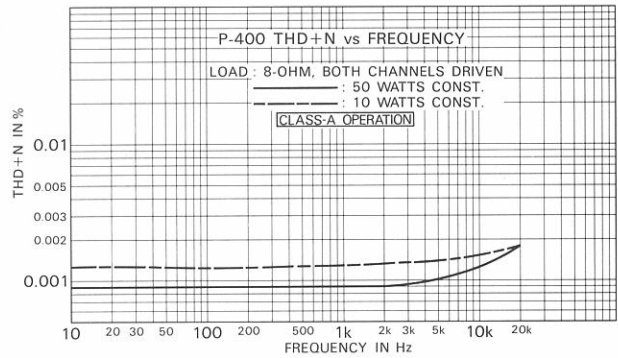
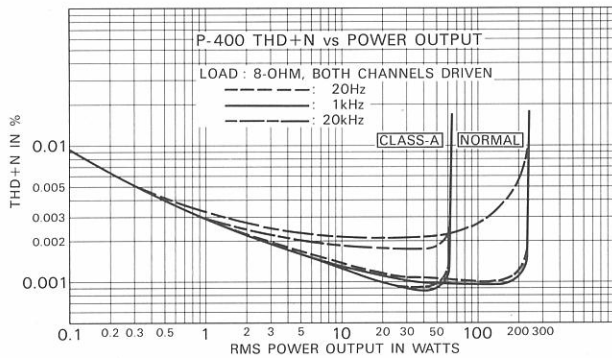
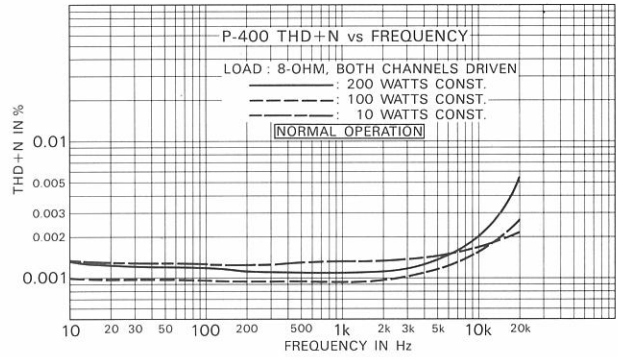
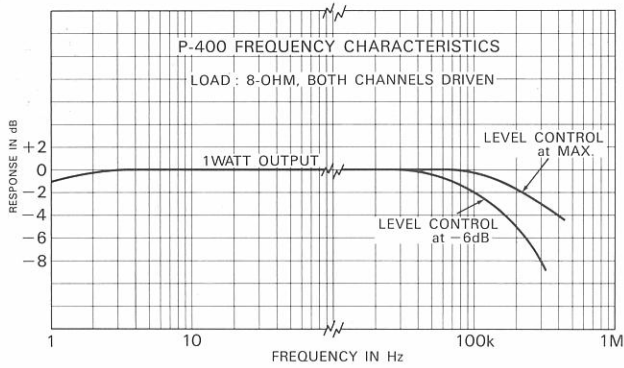
(f)は使用上のメリットですが、逆の性質をもつ接合型FETではゲートがゼロ電位になると大電流が流れ素子が破壊される危険にさらされます。従って使用上で色々な注意をほどこさねば安全な動作が約束されません。バイポーラやMOS FETではこの点極めて自然な回路で安全に使うことが可能です。

(g)は接合型、MOS型を含めたFETの特長で、何らかの原因で素子の温度が上昇すると電流は減る方向に働き、それによって温度上昇を防ぎます。バイポーラ・トランジスターはこの点電流増大——素子の温度上昇——電流増大——更に温度上昇——……という形で熱暴走を起し、ついには素子が破壊してしまいます。

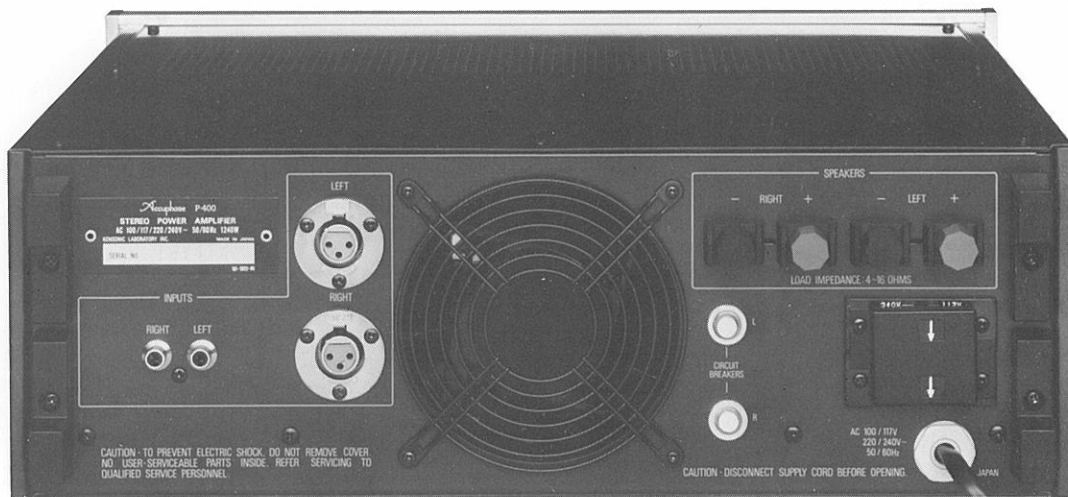
以上の通りMOS FETは良いことづくめですが、強いて欠点を挙げるとすれば、現状ではまだコストが高いということ。アキュフェーズはこの優れた性能に着目しパワー・アンプに採用しました。相応の成果を挙げ得たと確信しております。

Accuphase P-400

MOS FET ステレオ パワー・アンプ



●販売価格 410,000円



Accuphase

ACCUPHASE LABORATORY INC.

アキュフェーズ株式会社
横浜市緑区新石川2-14-10 〒227