

イズからスピーカを保護するため、アンプが正常な動作になるまでの約5秒間スピーカを切っておくミュート回路を装備しています。

●秀れた諸特性●

B-5は、初段に秀れたローノイズHigh gmデュアルFETを採用したことやカソードブートストラップ回路、カレントミラ回路、秀れたリニアトランスファ回路をもつHigh frパワートランジスタリプルッシュアップル回路などによって、極めて秀れた諸特性を持ち、しかも安定度の良いアンプに仕上がっています。

歪率でいうならば、10Hz~20kHz・120W・8Ω時で0.003%以下、10Hz~50kHz・120W時で0.007%以下、100kHzでも0.01%以下と秀れていますFig.28に周波数対全

Fig.28 周波数/全高調波歪率

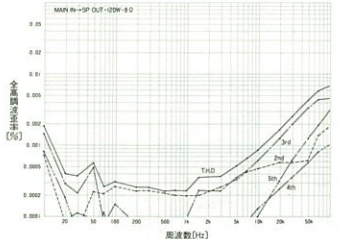


Fig.29 歪波形 (120W・20kHz) Fig.30 歪波形 (120W・1kHz)

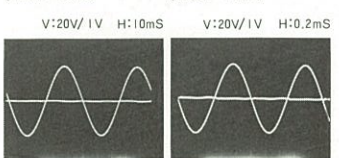
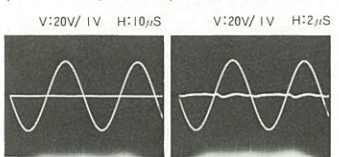


Fig.31 歪波形 (120W・20kHz) Fig.32 歪波形 (120W・100kHz)



高調波歪率を示します。Fig.29~32に120W出力時20Hz(Fig.29)、1kHz(Fig.30)、20kHz(Fig.31)、100kHz(Fig.32)の歪波形を示します。100kHz・120W出力時という厳しい条件でも非常に低歪率であることがわかります。

Fig.33 出力/混交調歪率

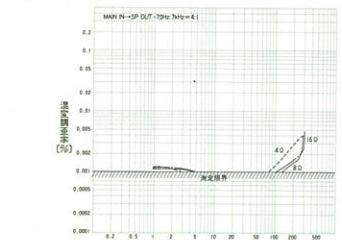


Fig.34 周波数特性

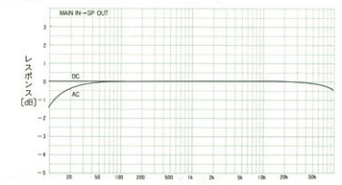


Fig.35 ダンピングファクタ

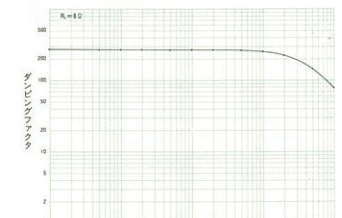
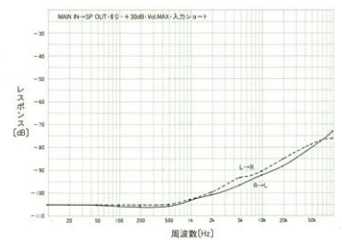


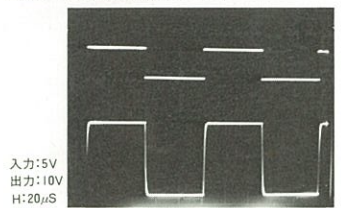
Fig.36 チャンネルセパレーション



で0.002%以下となっています(Fig.33参照)。周波数特性も高域までフラットで100kHzで-0.7(±0.5)dBという秀れたものです。Fig.34に周波数特性、Fig.35にダンピングファクタ、Fig.36にクロストーク特性を示します。

Fig.37は10kHzの方形波に対する応答ですが、極めて安定に正確に回答していることがわかります。

Fig.37 方形波応答特性(10kHz)



●良い音のために●

B-5では、銅ステムHigh frトランジスタの開発採用や、クロスオーバー歪を低減する秀れたリニアトランスファ回路などによって非常に秀れた特性を実現していますが、B-5ほどの特性レベルになると使用するパーツの特性に表われない音質に対する影響が無視できなくなってきます。

そこでB-5では、新開発のオーディオ用ケミコンやトランジスタの外表に銅を使用した銅ステムHigh frトランジスタの採用に加えて、使用するパーツを全て音質でチェックし、特に主要回路内のパーツには高価なちっ化タンタル抵抗・ポリプロピレンフィルムコンデンサ・マイコンデンサや通常の倍厚である70μ厚銅箔を使用したプリント基板、2mm厚のバスアース、金メッキを施した入出力端子などの音質・信頼性・電氣的諸特性の全てに秀れたクオリティパーツを採用しています。実に音の良い大出力低歪率パワーアンプ——B-5です。

●コンストラクション●

B-5のコンストラクションは、ヤマハアンプの長年のノウハウを活かした合理的な構成となっています。

まん中に巨大なトロイダルトランスと大容量電解コンデンサを配した左右対称設計となっており、信号の流れも非常にシンプルに仕上がっています。しかも左右のヒートシンクを合理的に使用したシャシレス構造となっており、240W+240Wという大出力アンプながら435(W)×182.7(H)×361.5(D)mmで20.9kgという非常に軽量・小型なハイパワーアンプとなっています。

●その他●

▶DC/AC入力専用ピンジャック

B-5は、完全なDCアンプになっていますので、直流信号も正確に増幅します。もしプリアンプの出力にDCもれがあった場合には、DC検出の保護回路が動作してしまいます。B-5では、入力に良質のマイラーフィルムコンデンサを挿入してDC成分をカットするAC入力端子を別に装備しています。これは、AC↔DC切換スイッチの接点による音質の劣化を防ぐもので、カットオフ周波数6.4Hzで、有害なDCもれからアンプを保護します。

▶照光式スピーカスイッチ

リアパネルには、2組のスピーカシステムを接続できる強固で信頼性の高いスピーカ端子をA・B2組装備しています。これらの端子は金メッキされ、各々が充分な間隔をもっているため非常に信頼性が高くなっています。接続された2組のスピーカシステムは、フロントパネルの照光切換スイッチでA・B・A+B・OFFの4通りのセレクトができます。

▶L・R独立の入力レベルコントロール装備

B-5の主な規格

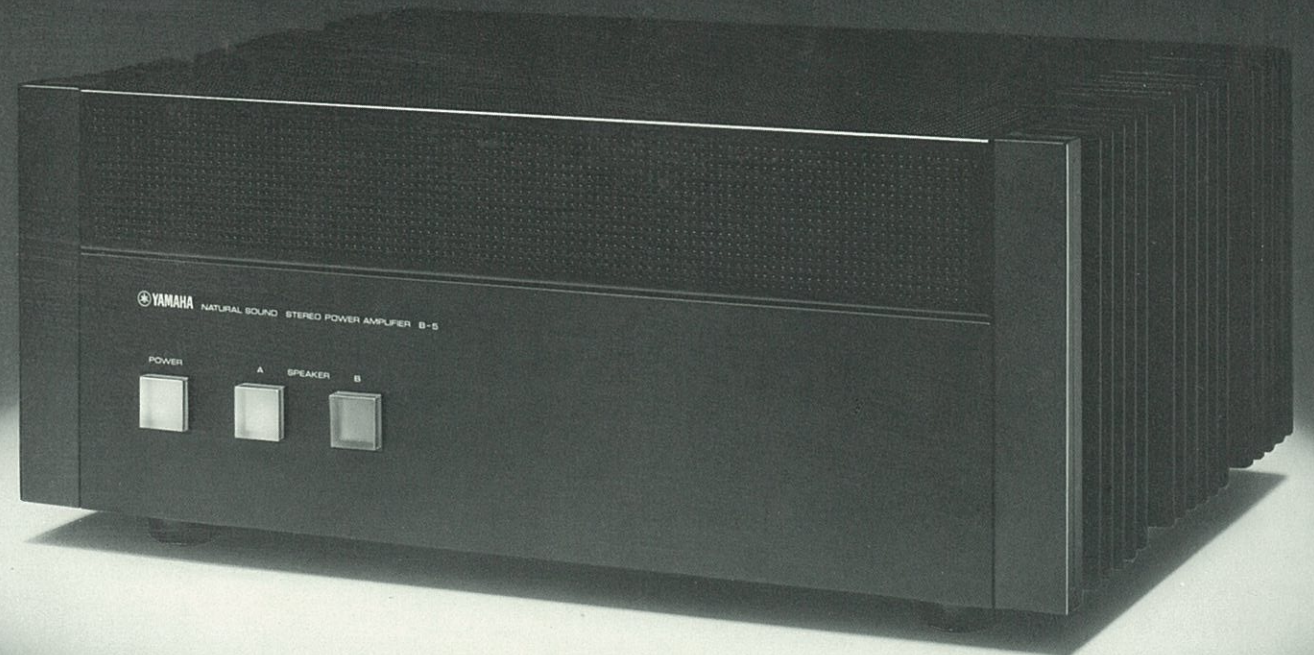
定格出力	240W+240W	MODE AC・8Ω・120W	100kHz	70dB
8Ω・20Hz~20kHz・歪0.005%	350W+350W	10Hz	定格電源電圧・周波数	AC100V・50Hz/60Hz
4Ω・20Hz~20kHz・歪0.01%	250W+250W	1kHz	定格消費電力	560W
8Ω・1kHz・歪0.003%	350W+350W	100kHz	寸法・重量	435(W)×182.7(H)×361.5(D)mm・20.9kg
4Ω・1kHz・歪0.005%		全高調波歪率		
パワーバンド幅		10Hz~20kHz・120W・8Ω		0.003%以下
8Ω・120W・歪0.01%	10Hz~100kHz	10Hz~50kHz・120W・8Ω		0.007%以下
ダンピングファクタ	200	100kHz・120W・8Ω		0.01%以下
8Ω・20kHz		混交調(1M)歪率		
入力感度/インピーダンス		60Hz・7kHz=4:1・8Ω・120W		0.002%以下
8Ω・100W	1V/25kΩ(470pF)	SN比		
周波数特性		IHF・Anet work・Vol.MAX・RL=8Ω		123dB以上
MODE DC・8Ω・120W		フィルタ		-6dB/oct・fc=6.4Hz
10Hz	0dB	チャンネルセパレーション(8Ω)		
1kHz	0dB	1kHz		100dB
100kHz	-0.7±0.5dB	20kHz		95dB

ステレオパワーアンプ
B-5 ¥250,000

YAMAHA NATURAL SOUND STEREO POWER AMPLIFIER

B-5

¥250,000



日本楽器製造株式会社
本社 〒430浜松市中沢町10-1
カタログに関するお問合せは
日本楽器製造株式会社 広報部
〒104東京都中央区銀座
7-9-18 パールビル

●規格及び外観は改良のため予告なく変更する場合があります。●保証書を添付しております。保証書は、お買い上げ販売店で所定の事項を記入されたものをお受け取り下さい。●ステレオの補修用性能部品の最低保有期間は製造打切り後8年です。●掲載商品について、くわしいことは、販売店でおたずね下さい。もし販売店でお分りにならない時は、当社におたずね下さい。

1979年4月作成

リニアトランスファ回路によってあらゆるパワー・レンジでのノイズと歪がクリアされており、クオリティ・パーツという思想によって音の極微から磨き上げられた——記念碑パワーアンプ

：B-5が、大きなパワーをハンドリングするアンプの通例を破って、骨格や筋力の逞しさを強調することを避けて、むしろ地味に慎ましくデザインされているのは、B-5こそは、大きなパワーをサプライするアンプに欠落しがちだった音のデリカシヤや品位を、例を引けば、小パワーのA級アンプ以上に獲得しているという「音の事実」をスタイル上にも表現したいという心情からです。ところでB-5は、初めてのオールFET回路と深々とした音のこくによってヤマハ・アンプの象徴であるB-IIに正面から肩を並べるべく誕生したアンプです。ヤマハカスタムのHigh f_T トランジスタを使いこなし、ヤマハアンプ技術のエッセンスを集約して、超マニアをして感涙させるほどに質の高い大きなパワーを創造しようというものです。恐らく、大きなパワーをクリエイトするアンプの記念碑的な存在となるであろうこのB-5の栄光の台座をしっかりと支えるのは、ヤマハが独創したドラマティックな効果を持ったリニアトランスファ回路です。良く知られているように、大きなパワーをサプライするアンプの問題は、特に小出力時の歪であり、これは今まで改善に改善されてきてはいますが、解決されてはいない問題でした。B-5は、独創的なリニアトランスファ回路によって、クロスオーバー歪を追放するなど、フル・パワー～ミドル・パワー～ミニ・パワーと、あらゆるパワー・レンジに均一でしかも極度の低歪率を実現することで、具体的にこの問題を解決しています。実を言えば、この回路や特性上での決着は、開発のプロセス上すでに初期の段階できれいにすまされており、従って、B-5の仕上げにあつては、回路や特性がある高度の次元をクリアしたアンプの特権として、「音」ということで、あらゆるパーツに関してパーツそのものとその使い方の両面において厳格なチェックが行われ、贅沢きわまりない独創の数々が惜みなく行われています。B-5にあつては、123dBという素晴らしいSN比と480Wという恵まれたパワーによるこの上なく伸びやかなダイナミックレンジは当然のこととして、そのうえでクオリティ・パーツという思想によって磨き上げられており、あらゆるパワー・レンジでの音のクオリティそのものが明らかに今までと違っており、実に克明であり、実に音楽的

：B-5の、この静かなたたずまいの内側に、どれだけ贅沢な回路とパーツ類がずっしりと詰め込まれており、そして、どれだけ澄やかな特性と音たちが詰め込まれていることか？

●回路構成●

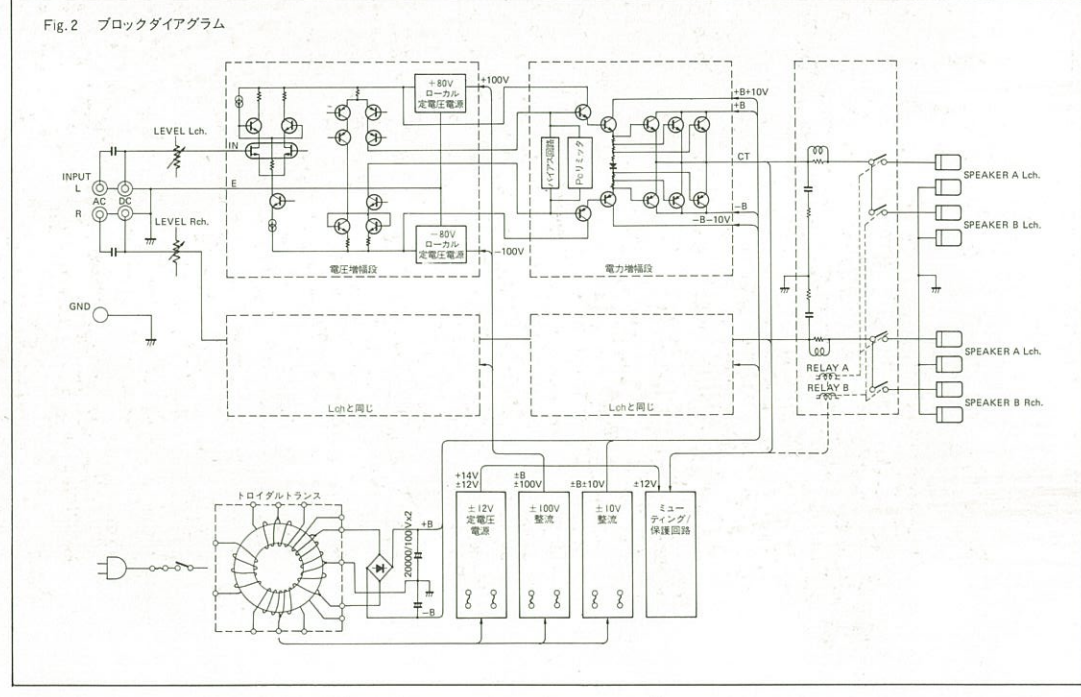
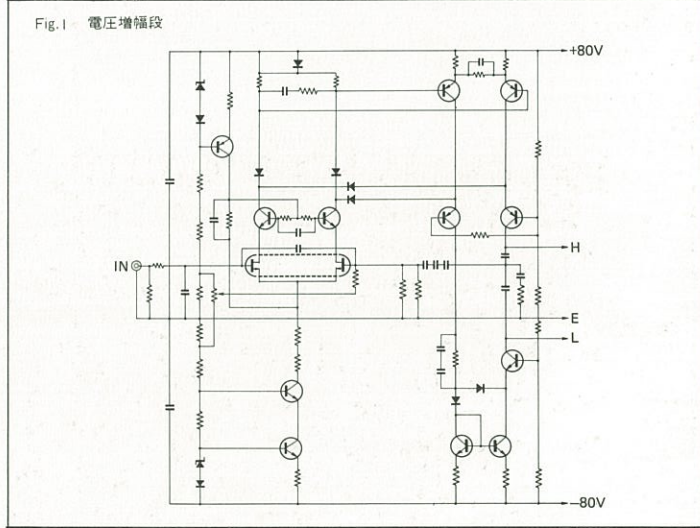
B-5の基本的な回路構成は、初段→ローノイズHigh-gm Dual FETによるカスコードブートストラップ差動増幅回路、プリドライブ段→カスコード接続カレントミラップシュブル差動増幅回路、ドライブ・出力段→ヤマハ独自の秀れたリニアトランスファ回路をもつ3段エミッタフォロアによるピュアコンプリメンタリトリプルプッシュプルOCLという豪華なDCアンプです。このB-5の開発にあつては、コンピュータとスペクトラムアナライザを組合せたHP-IBオーディオアナライズシステムを導入して全てのデータを測定し吟味しています。このHP-IBシステムは、歪というならば2次～10次以上にわたる高調波歪成分を0.0005%オーダで解析することができ、周波数特性などというならば、10MHz以上にわたって0.01dBのオーダで吟味することができる驚異の測定システムです。しかもB-5では、ポリプロピレンケースを用いた新開発のオーディオ用電解コンデンサや銅ステムHigh f_T パワートランジスタ

大型トヨダルトランス、オーディオ用ポリプロピレンフィルムコンデンサといった、物理特性や信頼性ととも音質の面でも特に秀れた部品を採用しており、特性に表われないオーダにおける音質の改善を計っています。

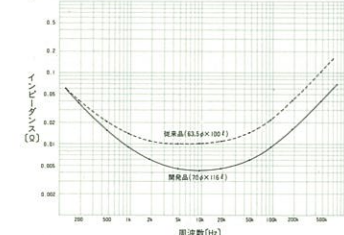
●電圧増幅段●

初段は、ローノイズでHigh-gmのDual FETによる平衡送り出し差動増幅回路にカスコードブートストラップ回路をアセンブリしています。

このDual FETは、ローノイズでgmの高いふたつのFETの電気的、熱的特性を描いて同一のパッケージに取付たもので、DCアンプの初段の素子として十分な特性を得ています。またアセンブリされたカスコードブートストラップ回路は、Dual FETの V_{DS} をFETが能動領域にある最低の値で動作させることができるため、ドレインゲートリク電流変化による入力端子での歪率の劣化を防止することができます。この入力端での歪は信号源インピーダンスが高くなるにつれて発生量が増大し、また、



内部構造というならば、電極箔を従来の約半分に低倍率化し、また、高速電解液を採用し、リード引き出し本数を50%増ししたり、端子間をなるべく近づけて電極間のループを小さくするなどしており、特性的にみると、インピーダンスの低減を実現しています（Fig.26参照）。しかもアルミ箔の



巻き取りを固くして振動を押えたり、端子構造に異種金属接合部をなくすなど、特性に現れない所まで、細かく吟味し尽くしています。このため音質面では、音の立ち上がり早く、不自然な残響成分がないため音の表情が豊かになり、豊かなプレゼンスが得られます。

▶大容量トヨダルトランスと新開発ケミコンによるレギュレーションの良い電源

渡応答が良く容量が充分にあり安定していることですが、B-5では、レギュレーションの良い大容量トヨダルトランスと前述のポリプロピレンケースを用いたオーディオ専用アルミ電解コンデンサを採用し、しかもコンデンサの高域限界をおぎなうべく、ヤマハカスタムのオーディオ用マイラフィンムコンデンサを並列に接続して、高域での電源インピーダンスの上昇を抑えています。

▶ドライブ段積み上げ電源
B-5では、電力増幅段を3段ゲーリントン接続として十分な電力利得を得ていますが、1段目のエミッタフォロアの電源をプリドライブ段の±80V定電圧電源より供給し、2段目のドライブトランジスタへは±B電源より±10V積み上げた電源より供給しています。このため、微小信号から大振幅時の信号までダイナミックレンジの広い安定した増幅を行なうことができます。

▶ローカル定電圧電源
さらに、電圧増幅段（初段・プリドライブ段）には左右独立したローカル定電圧電源を設けています。これは定電圧電源を必要とする回路に最も近く個別に設けるとする

想のもとに採用されたもので、電源側と信号側のアイソレーションに効果があるほか他の電源からの影響によるIM歪や共通インピーダンスなどによるL-R間のクロストークを非常に少ないものとしています。

●高信頼性●

アンプの信頼性ということとは、アンプ自身のこわれにくさと同時に、異常時に他の機器への損傷を及ぼさないということが大切になってきます。

▶ドライブ段積み上げ電源
B-5では、入力側、出力側へ接続される機器の状態、使用される状態での機器内損失に対して無理のない素子の使い方と、万全の保護回路で、高い信頼性を得ています。

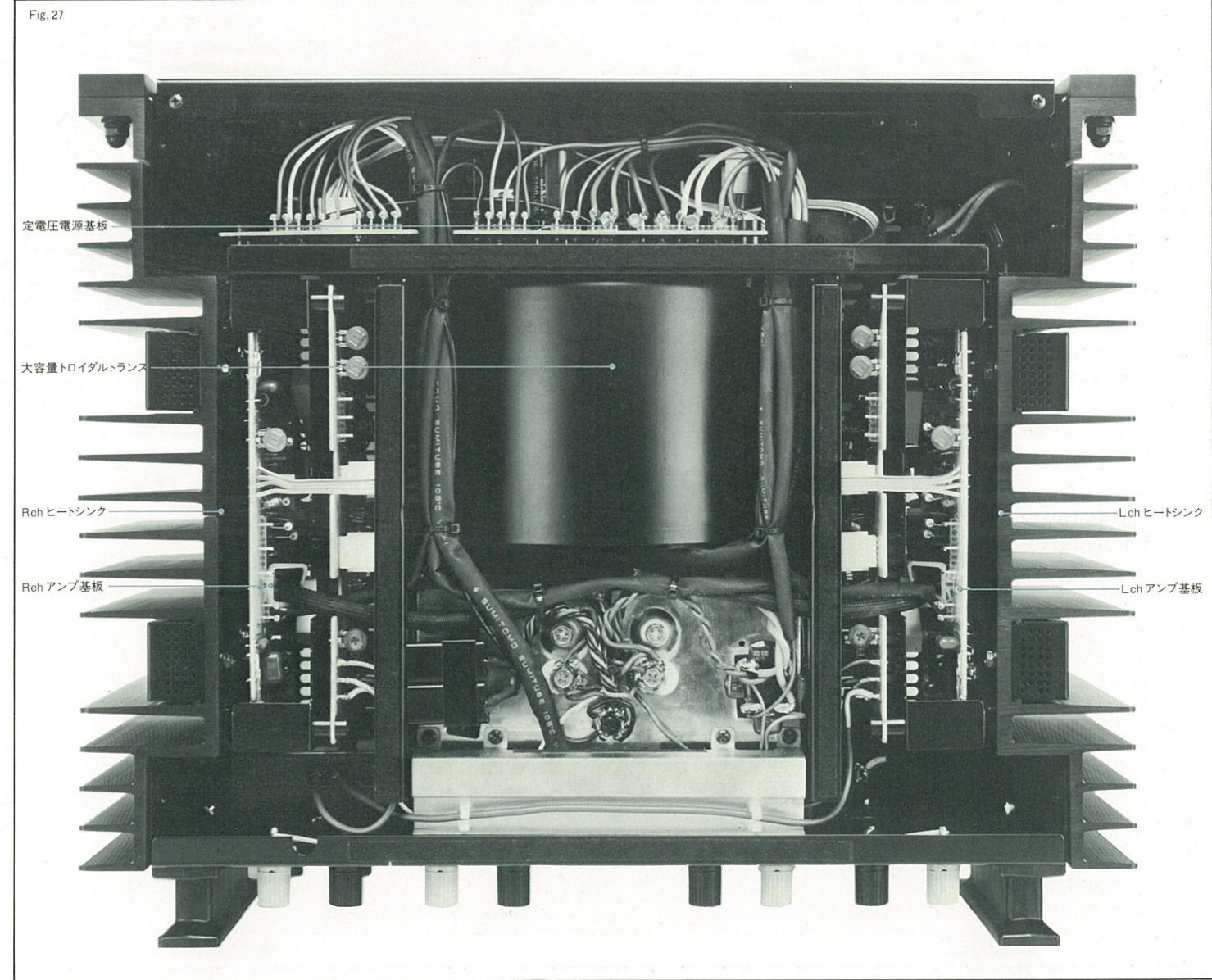
▶大型ヒートシンク
カタログスペックで4Ω時の最大出力350W+350Wということからわかるように、4Ωという低い負荷インピーダンスが接続されても、実用上、ジャンクション温度を定格以下に、自然空冷で保てる大型ヒートシンクを採用しています。このクラスのハイパワーアンプでは、ブローアなどによる強制空冷が使用される場合が多いのですが、長期にわたった使用において信頼性が落ちる

のと、リスニングルームにおけるファンノイズといった点でオーディオ用アンプとしては不向きです。B-5では、Pc150Wのパワートランジスタを6個もちいて、トータル損失900W/chという大型ヒートシンクとで、十分な自然空冷を可能にしています。

▶Pcリミッタ
万一、スピーカがショートしたような過負荷な状態や、4Ω以下のローインピーダンス負荷から、高価なパワートランジスタを保護するため、パワートランジスタ損失（Pc）を検出してドライブを制限するPcリミッタ回路を内蔵しています。

▶DC検出 & SP保護回路
入力端子にDCが入力された場合や、アンプに異常が生じて出力端にDC電圧がもれた場合に、DC電圧を検出して、SP回路をリレーで切離すSP保護回路を採用しています。このリレーには、タイミングをずらした親子の接点とマグネットによるアーク吹消装置付のハイパワー遮断タイプを使用しており、長期にわたって安定した動作が確保されています。

▶ミューティング回路
電源スイッチ投入時に発生するショックノ



入力端での発生のため、NFBループ外となりNFBによる改善は望めません。

ブリッド段は、カスコード接続カレントミラ回路によるプッシュプル差動増幅回路です。このカレントミラ回路はA級のプッシュプル動作をするので、偶数次の高調波歪が非常に少なく抑えられるとともに、電圧増幅段として十分な増幅率を得ています。この初段とブリッド段のFETには5mA以上の電流を流し、容量に対する充電能力を大きくとっており、過渡的な信号に対する応答特性も極めて良好で、過渡時における内部クリップ(TIMと呼ばれる場合もある)もありません。

●電力増幅段●

▶電流歪を低減した新開発銅ステムHigh ft トランジスタ



B-5の出力段トランジスタには、新開発の銅ステムHigh ft トランジスタを採用しています。このトランジスタは、最大コレクタ損失(PC)=150W、最大コレクタ電流(IC)=15A、耐圧(V_{CEO})=180Vという大電力型でありながら高域限界周波数(f_T)がNPN型の2SC-2707で90MHz(typ)、PNP型の2SA-1147で70MHz(typ)と非常に高くなっており、従来のバイポーラトランジスタをB級動作させた場合の最大の欠点であるスイッチング歪を大幅に低減しています。またFig. 4、Fig. 5からもわかるようにアンプの歪率に大きく関与するh_{FE}のリアリティもNPN、PNP型ともに広い電流範囲にわたって秀れています。また、通常のパワー トランジスタのケース

Fig. 4 2SC2707のコレクタ電流/直流電流増幅率

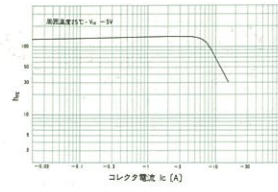
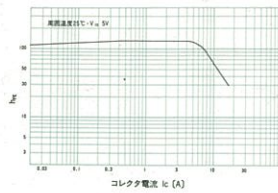
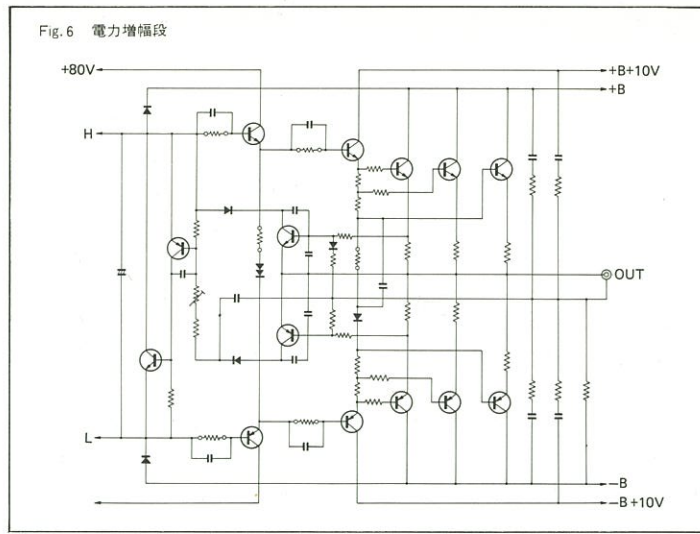


Fig. 5 2SA1147のコレクタ電流/直流電流増幅率



は強磁性体である鉄が使用されますが、パワー トランジスタに流れる大電流に影響を及ぼして、大きな電流歪を発生します。このためB-5では、より低歪率化をめざして、音の良いアンプとするために銅ステムを採用しています。しかも、トランジスタ本体のみならず、ソケットや取り付けネジも銅製のものを使用しています。加えて大電流の流れるパワーステージの放射熱抵抗に無誘導巻きの銅端子抵抗を採用するなど、大電流の流れる部分に、音質劣化の少ない銅を全面的に採用しています。このため、音質的には、低域の量感が増し、音程の明瞭度や音の出た瞬間のダイナミックなSN比が大幅に改善されています。このことは、パーツの吟味において、パーツ単体としての性能というよりも、取り付けられて実際に動作した状態での音や、特性が大切なことを表わしています。

▶High ft Trによるビュアコンプリメンタリトリプルプッシュプル出力段
B-5の電力増幅段は、秀れた出力素子であるHigh ft トランジスタの性能を十分に引き出すために、新開発の秀れたリアトランスファ回路(後述)を採用した3段エミッタフォロアビュアコンプリメンタリトリプルプッシュプルのDCアンプ構成となっ



ています。ベア特性の良く揃ったHigh ftのトランジスタを3段構成とすることで十分な電力ゲインを広帯域にわたって得るとともに、各段ともB級動作領域でのキャリア放電速度を早め、高域での周波数特性の低下や歪率の劣化を防ぎ、しかも無負荷時の安定度も充分に高くしています。このトリプルプッシュプルで使用したHigh ft トランジスタは、1個当りのP_cが150Wという大きなもので、トリプルプッシュで使用した場合700Wもの大出力を取り出すことのできるトランジスタです。B-5では、B-5では、スイッチング歪に関しては、新開発のHigh ft トランジスタを採用することで高域でのスイッチング歪の発生をネグレクトティブにしています。ここでは、クロスオーバー歪を大幅に低減する秀れたリアトランスファ(バイアス)回路……Linear-Transfer (Bias) Circuitについて説明します。

●リアトランスファ回路●

B級アンプ特有の歪として、クロスオーバー歪とスイッチング歪がありますが、クロスオーバー歪はプッシュプルを構成する素子の

リアリティの不揃いから生じるもので特に微小出力時に大きな影響を及ぼし、大出力のアンプでは非常に大きな問題となっています。一方スイッチング歪は、素子がスイッチングする場合の動作の遅れによって発生するもので、高い周波数での周波数特性や歪率などに大きな影響を及ぼします。B-5では、スイッチング歪に関しては、新開発のHigh ft トランジスタを採用することで高域でのスイッチング歪の発生をネグレクトティブにしています。ここでは、クロスオーバー歪を大幅に低減する秀れたリアトランスファ(バイアス)回路……Linear-Transfer (Bias) Circuitについて説明します。

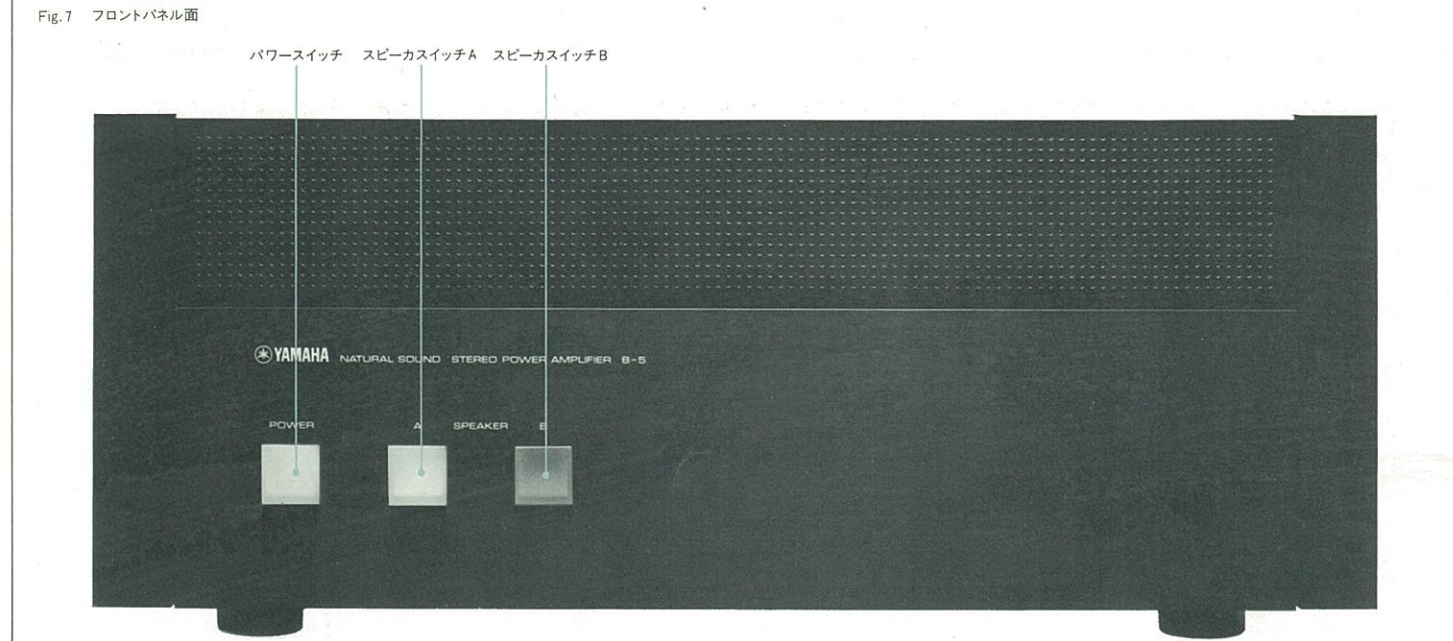
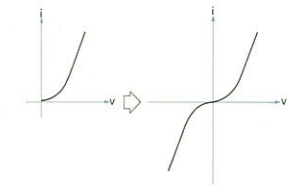


Fig. 8 合成伝達関数(エクスponential特性の場合)



電流の少ない領域でクロスオーバー歪の原因となります。実際には、バイアスをかけてこのクロスオーバー歪を減少させているわけですが、先に述べたようにバイポーラトランジスタの小信号時の伝達特性がエクスponential特性であるため、合成伝達関数は決してリニアにはならず、Fig. 9のようにノンリニアな部分が出てきます。これは特に、大出力アンプのように、最大出力に近い所で最良の特性が得られるようなバイアスをかけてある場合、小出力時に

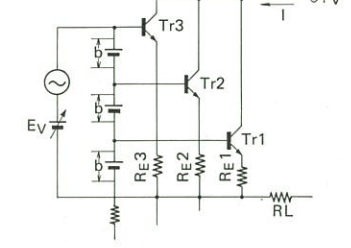
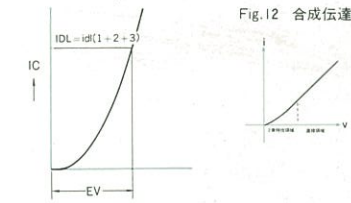
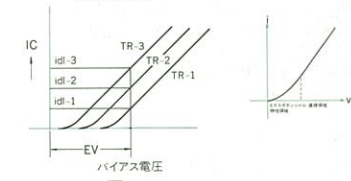


Fig. 10 リニアトランスファバイアス回路



大きな悪影響がでて、大出力アンプは小出力時の音が悪いといわれる所となっています。B-5では、この問題を解決するため、ヤマハ独自の秀れたリアトランスファ(バイアス)回路を開発しました。この新しい回路は、トリプルプッシュプルで使用している3個のパワー トランジスタに、Fig. 10のようなバイアスをかけることにより、それぞれのトランジスタの動作点をずらし、小信号時の合成伝達特性を二乗特性に近づけています。(Fig. 11参照)小信号時の伝達特性が二乗特性の場合、コンプリメンタリ合成伝達関数はFig. 12のようにリニアとなるため、原理的にクロスオーバー歪の発生をなくすることができる秀れた回路構成です。

Fig. 9 合成伝達関数(エクスponential特性の場合)

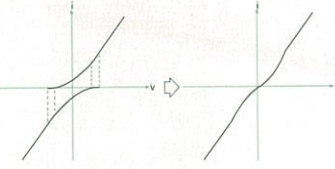
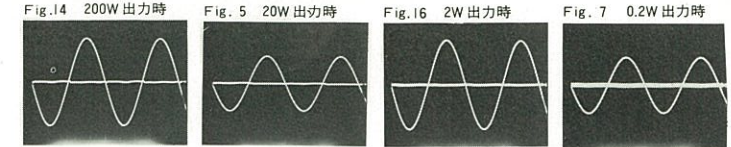


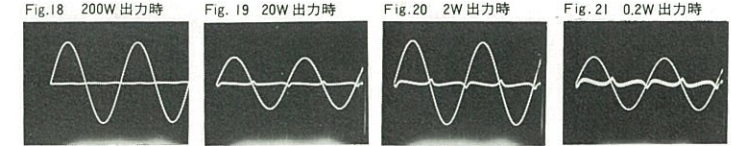
Fig. 12 合成伝達関数(二乗特性の場合)

▶リアトランスファ回路の効果
Fig. 14~21にリアトランスファ回路を装備したB-5と、ほとんど同一の回路構成でバイアスのみを通常の回路にした試作機の歪率波形を示します。リアトランスファバイアス回路を装備したB-5の場合200W出力時(Fig. 14)、20W(Fig. 15)、2W(Fig. 16)、0.2W(Fig. 17)とパワーがかわっても歪率はほとんど変わらず低歪率を維持していますが、通常のバイアス回路の試作機では、200

■リアトランスファバイアス回路をもつB-5の歪率波形(20kHz)



■B-5と同構成で通常のバイアス回路をもつ当社試作機の歪率波形(20kHz)



W時(Fig. 18)はB-5と変わらない低歪率を得ていますが、20W(Fig. 19)、2W(Fig. 20)、0.2W(Fig. 21)と出力が小さくなるに従って歪率が劣化しているのがわかります。Fig. 22にB-5と通常のバイアス回路の20kHzでの出力対全高調波歪率を示します。これからわかるようにB-5では、リアトランスファ回路によって大出力時はもちろん、通常の平均的なレベルである0.2~20W出力時に実に秀れた低歪率特性を実現しています。

Fig. 22 出力/全高調波歪率

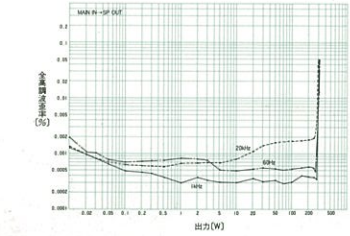
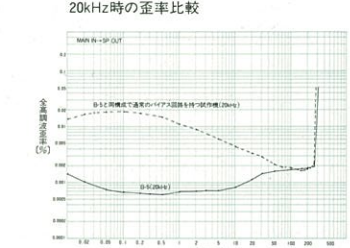


Fig. 23 B-5と通常のバイアス回路の試作機との20kHz時の歪率比較



●電源回路●

オーディオアンプの設計においては、アンプの増幅各段や素子などの検討も重要ですが、その増幅各段の安定した動作をささえる大切な役目を担っているのがエネルギーの供給源である電源回路で、B-5のように大出力のアンプほど、その重要度は増します。

▶ポリプロピレンケースを用いた新開発オーディオ専用アルミ電解コンデンサ
B-5では、電源回路のフィルタコンデンサに、アルミ電解コンデンサとして世界で初めて、ポリプロピレンケースを採用したオーディオ専用のアルミ電解コンデンサを開発採用しています。従来のアルミケースの場



合、アルミ箱中を流れる電流によって放射される電磁界がアルミケースによって歪められ、結果的に音声信号に悪影響を与えていましたが、これがポリプロピレンケースの採用により解決されています。しかも、

