

# FETマルチウェイ・アンプ

1. Balanced 3Way Control Amplifier
2. Balanced 6-Channels Power Amplifier



Rev.1 2024/06

美音クラフト株式会社

## New-vintage

In traditional style, We offer new quality.

伝統的なスタイルのもと、新たなクオリティをお届けします。

 byoncraft

当社ロゴのVUメーターは、演奏が始まる直前の静寂を表しています。当社は、シンプルなバランス方式の回路技術、独自の「省帰還」技術を用いて、静粛で高精細な、「音楽の自然な再生」を追求しています。

- バランス方式の回路技術により、ノイズを最小限に抑え、ノイズによる複雑な歪みを抑えました。ノイズ・フロアを下げることでダイナミックレンジを拡大し、クリアな音質を実現しています。
- 信号経路を簡素化した回路を、真空管およびディスクリートの半導体を使って、合理的な配置で実装しています。信号経路と電源経路をしっかりと分離することで、鮮度の高い音質を実現しています。
- 往年の名機が備えている機能を踏襲しながら、現代に合わせて機能の最適化を行っています。そして、伝統的なメカニカル機構を採用して、良質な操作性を追求しています。

New-vintage - for your long favorite

末永いご愛用のために

本紙は、マルチウェイ、マルチアンプ方式でスピーカーシステムの構築に取り組もうとする方に向けた、コントロールアンプとパワーアンプの設計を紹介しています。  
当社設計思想にもとづき、全段バランス回路を採用しています。

## Contents

1. マルチウェイ・アンプの設計思想	Page 1
2. 各アンプの特長と諸元	Page 2
3. 3Way コントロールアンプの回路設計	Page 3
4. 3Way コントロールアンプの実装設計	Page 7
5. 6チャンネル・パワーアンプの回路設計	Page 8
6. 6チャンネル・パワーアンプの実装設計	Page 11

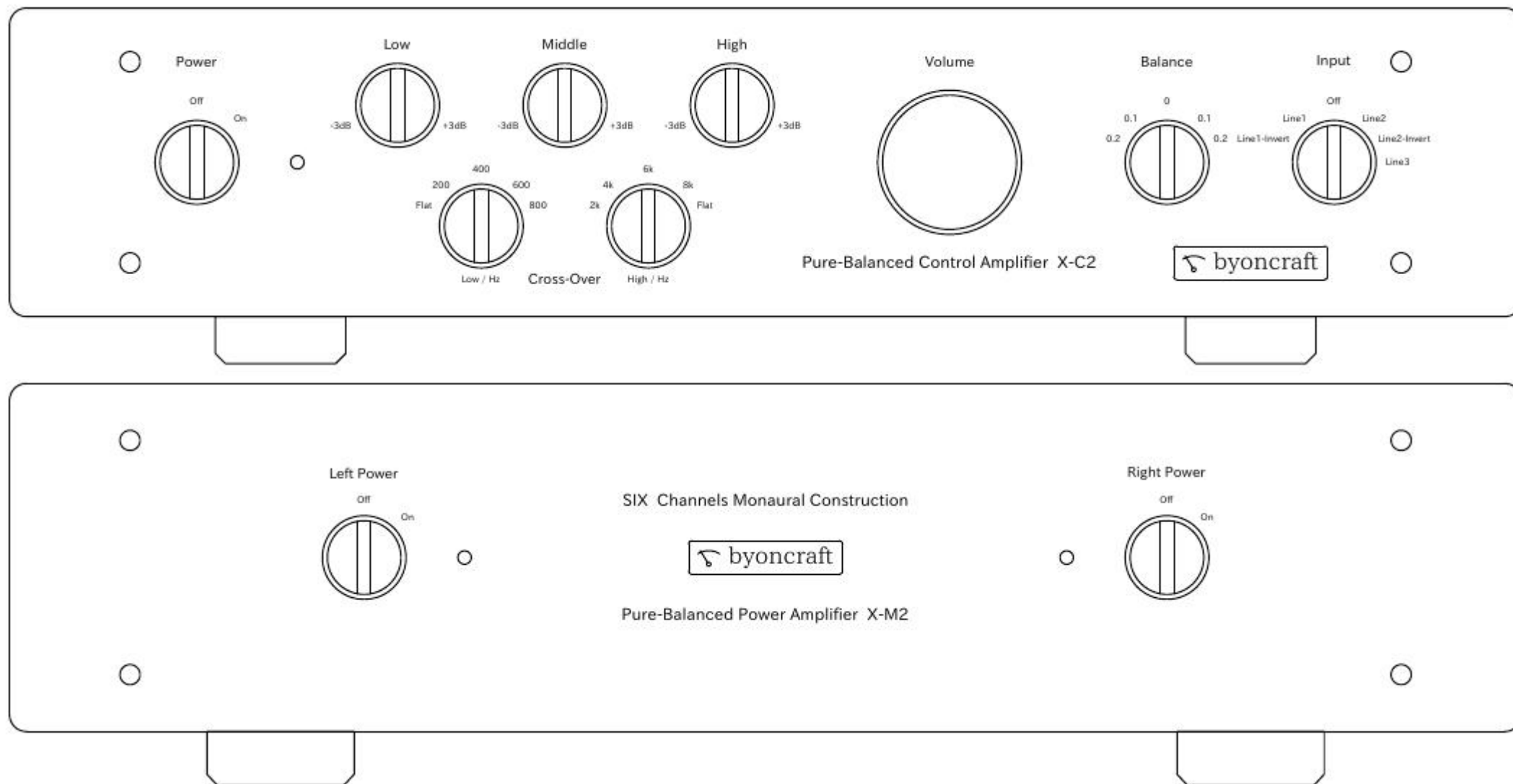
### ※ ご注意

本紙は、お客さまに当社製品へのご理解を深めていただくため、開示しております。  
本紙の無断転載など、当社の利益を毀損する行為はなさらないようお願いします。

## 1. マルチウェイ・アンプの設計思想

マルチウェイ、マルチアンプ方式では、アンプシステムは大規模になります。当社は、アンプシステムをスマートに2筐体にまとめています。

- コントロールアンプは、ラインアンプと、3Way チャンネル・デバイダー (-6dB/oct) を、ひとつに統合しています。3Way、2Way、およびフルレンジでの使用が可能です。
- パワーアンプは、各チャンネルアンプを小規模な出力として、6チャンネル分のパワーアンプをひとつの筐体に収めています。また、チャンネルアンプ間の並列運用による拡張性も備えています。



## 2. 各アンプの特長と諸元

### FET 3Way コントロール・アンプ - X-C2

マルチウェイ、マルチアンプ方式でオリジナル・スピーカーシステムの構築に取り組もうとする方に、当モデルはマルチウェイ機能を提供します。

- J-FETによる全段バランス増幅
- 3Way および 2Way のマルチ・アンプ再生に対応
- フルレンジ出力にも対応
- -6dB/oct にて、必要十分なクロスオーバーを提供
- 最適化した機能と、使いやすいノブ配置



Pure-Balanced Control Amplifier X-C2

- 使用FET : 2SK2881 (イサハヤ電子) x56
- 周波数特性 : 10Hz - 100kHz / -1dB
- 定格入力 / ゲイン : 350mV / 16dB (+-3dB 可変)
- 入力インピーダンス : 40k $\Omega$  / BAL, UNBAL
- 定格出力 : 2.1V, THD < 0.016%
- 残留ノイズ : < 12 $\mu$ V rms, S/N=105dB/1kHz/2.1V
- 最大出力 : 4.2V, THD < 0.05%
- 出力インピーダンス : 300 $\Omega$
- 最小負荷インピーダンス : 20k $\Omega$
- 低域クロスオーバー : Flat / 200 / 400 / 600 / 800 (Hz)
- 高域クロスオーバー : 2k / 4k / 6k / 8k / Flat (Hz)

予価 : ¥880,000 (税込)

### FET 6チャンネル・パワーアンプ - X-M2

マルチウェイ、マルチアンプ方式でスピーカーシステムを構築する場合、マルチアンプは大規模になります。当モデルは、スマートで小規模なマルチアンプ機能を提供します。

- 完全な 6チャンネル・モノラル構成
- バランス電圧増幅と、MOSFETによるCSPP出力
- 広帯域かつ、リニアな位相特性
- 各チャンネルは4 $\Omega$  負荷が可能 (8 $\Omega$  ユニット並列も可能)
- 2チャンネル、3チャンネルの並列接続が可能



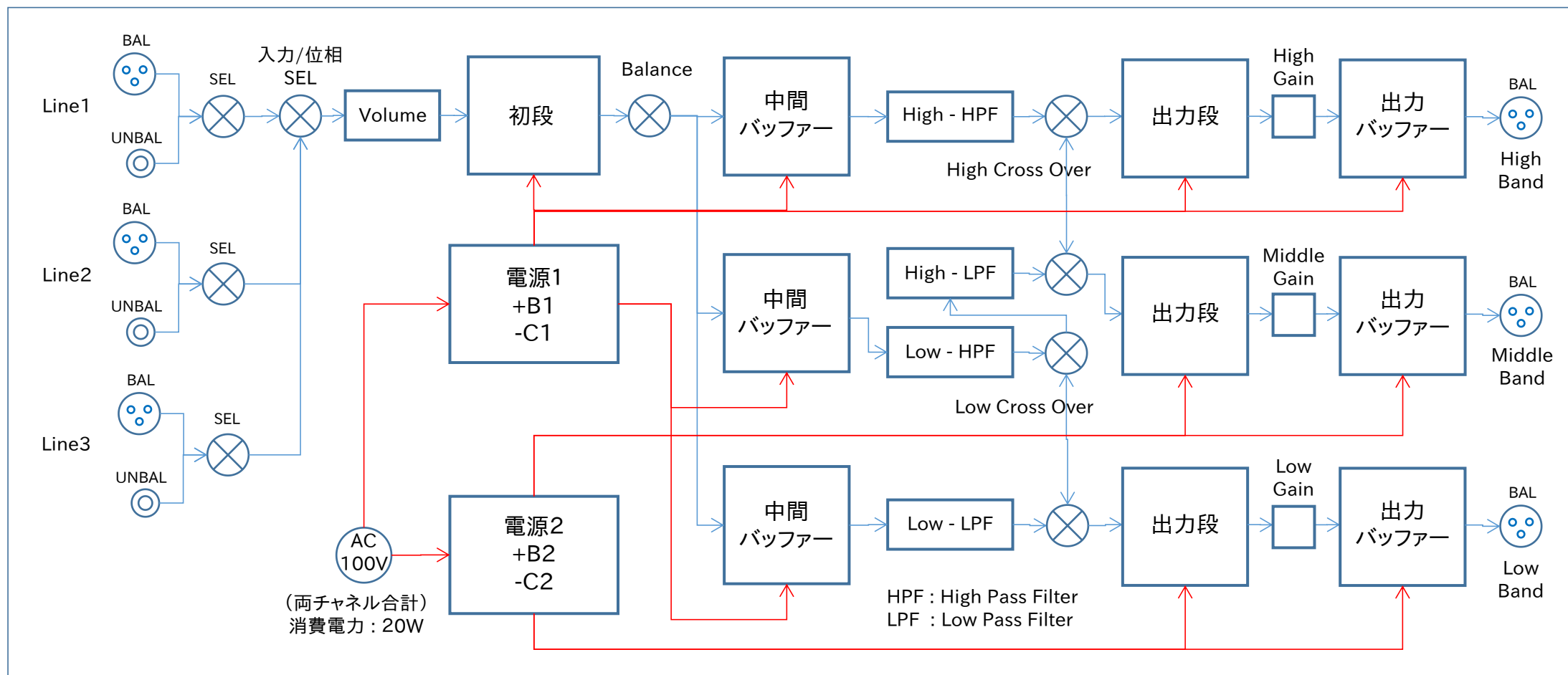
Pure-Balanced Power Amplifier X-M2

- 使用FET : J-FETx24, MOSFETx12
  - 定格入力 : 1.4V / 60k $\Omega$
  - 定格ゲイン : 16dB / 8 $\Omega$
  - 残留ノイズ : < 10 $\mu$ V rms, S/N=110dB/1kHz/2.83V
  - 出力レンジ : 5Hz - 100kHz / -1dB
  - 出力インピーダンス : 0.17 $\Omega$  (DF=47 / 8 $\Omega$ )
  - 最小負荷インピーダンス : 3 $\Omega$
  - 定格出力 / 8 $\Omega$  : 10W, THD < 0.14%, +10.1dB SPL
  - 定格出力 / 6 $\Omega$  : 13W, THD < 0.14%, +10.0dB SPL
  - 定格出力 / 4 $\Omega$  : 19W, THD < 0.13%, +9.9dB SPL
- 音圧レベル (SPL) = 出力電圧 / 2.83V

予価 : ¥880,000 (税込)

### 3. 3Way コントロールアンプの回路設計

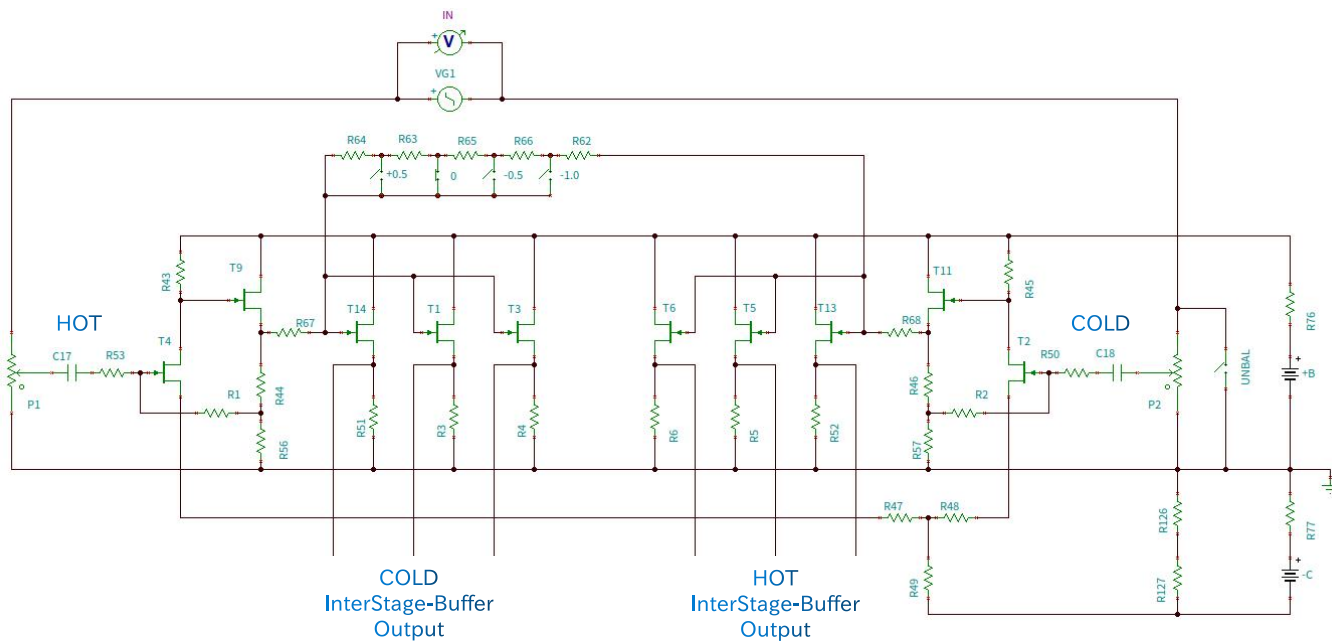
L/R の片側分のブロック・ダイアグラムを下図に示します。



- 入力ライン入力3系統です。バランス入力(XLR)か、アンバランス入力(RCA)が選択可能です。ただし、どちらか一方のみ接続可能です。
- 各操作系のスイッチは、すべて L/R 連動です。クロスオーバー周波数の切り替えは、バンド間で連動しています。また、バンド別にゲイン調整が可能です。
- 出力はバランス出力です。電源投入後、各アンプの動作が安定(20秒)するのを待って、出力ミュートを解除します。
- 電源トランスは L/R 共通ですが、2次巻線は L/R 独立で、電源回路も L/R 独立です。また平滑回路を2系統として、各アンプに適宜分離して給電しています。

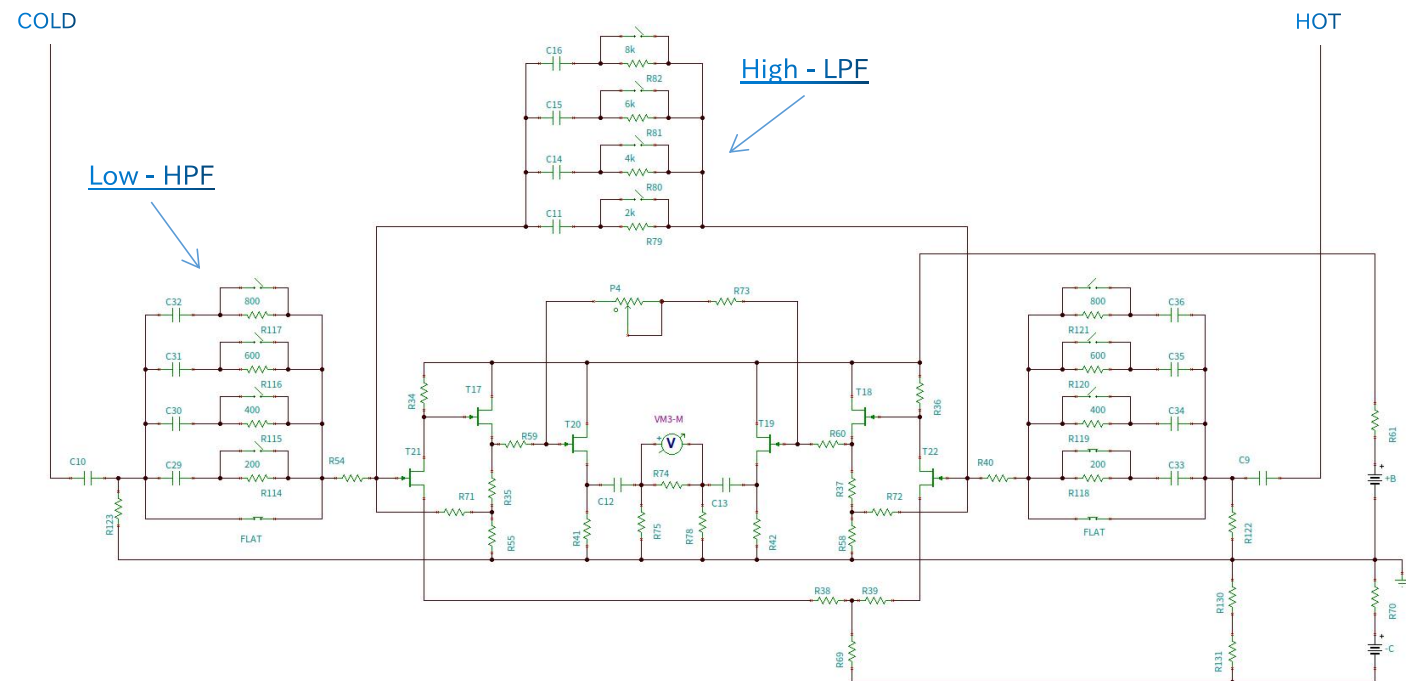
## 3.1 3Way コントロールアンプの回路図(1/2)

アンプ回路はJ-FETによる全段バランス回路です。下記の2回路は同一の平滑回路から給電します。



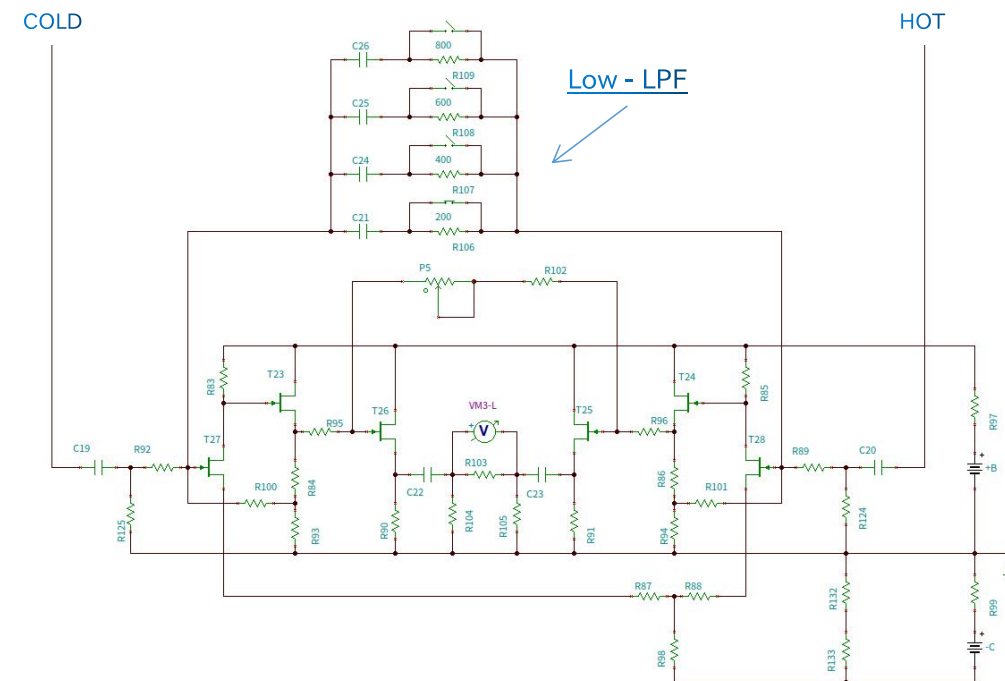
### 3.1 3Way コントロールアンプの回路図(2/2)

アンプ回路はJ-FETによる全段バランス回路です。下記の2回路は同一の平滑回路から給電します。



## Middle バンド出力回路

- 出力段は差動回路です。また直結したバッファの出力を分圧して、バランス帰還を施しています。
- ゲイン・コントロールの後、出力バッファを設けています。
- High クロスオーバーは、2kHz / 4kHz / 6kHz / 8kHzです。
- High クロスオーバーが Flat ポジションの時は、フィルターはすべて開放となり、フラットとなります。
- Low クロスオーバーは、200Hz / 400Hz / 600Hz / 800Hzです。
- Low クロスオーバーが Flat ポジションの時は、フィルターはショートとなり、フラットとなります。



## Low バンド出力回路

- 出力段は差動回路です。また直結したバッファの出力を分圧して、バランス帰還を施しています。
- ゲイン・コントロールの後、出力バッファを設けています。
- Low クロスオーバーは、200Hz / 400Hz / 600Hz / 800Hzです。
- Low クロスオーバーが Flat ポジションの時は、Low バンドは200Hzが保持されます。

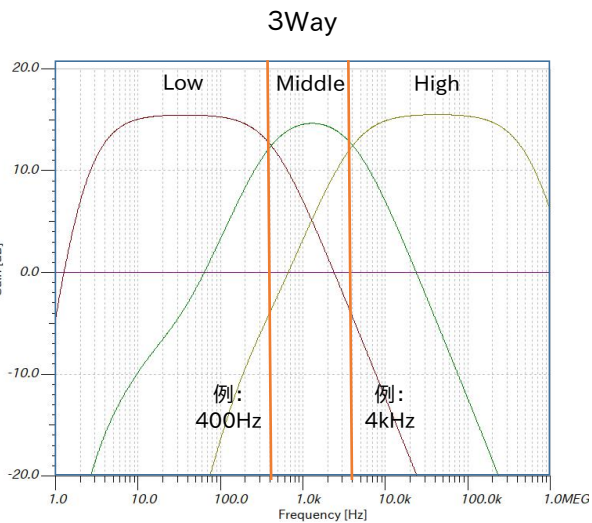


## 3.2 3Way コントロールアンプの特性

### 周波数特性

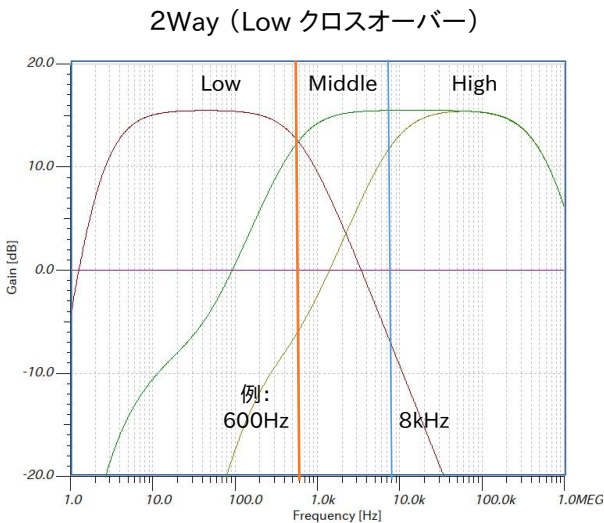
- 下図のフルレンジでの、Middle バンドの特性です。  
Gain = 16dB(1kHz) / 10Hz - 100kHz (-1dB)

クロスオーバー特性 (Low クロスオーバー : Flat / 200Hz / 400Hz / 600Hz / 800Hz) (High クロスオーバー : 2kHz / 4kHz / 6kHz / 8kHz / Flat)



- Low クロスオーバー、High クロスオーバーを任意に設定することにより、Middle バンドの帯域幅を調整します。

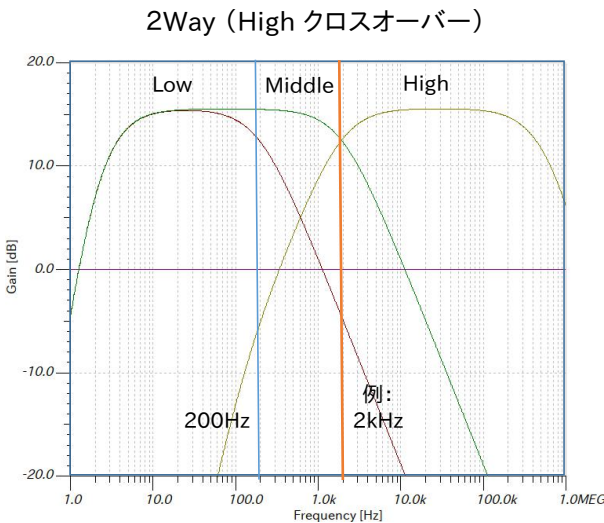
MidleおよびHighバンドの低域側は、切替時ノイズ抑止対策の影響により、Gainより-20dB以下で若干偏差があります。



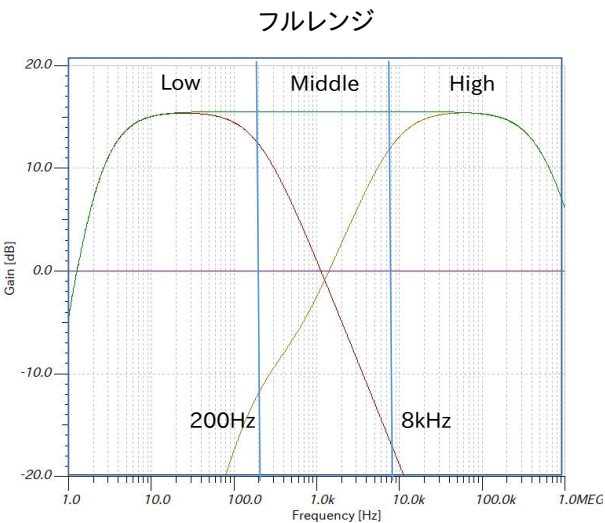
- High クロスオーバーは、Flat ポジションに設定します。
- Low クロスオーバーを任意に設定します。
- Middle バンドが中高音域になります。
- High バンドは 8kHzが保持されます。
- High バンドは、スーパーツイーターに割り当てる等の応用が可能です。

### 歪率特性

- 下図のフルレンジでの、Middle バンドの特性です。  
0.016%(1kHz / 2.1V出力)



- Low クロスオーバーは、Flat ポジションに設定します。
- High クロスオーバーを任意に設定します。
- Middle バンドが中低音域になります。
- Low バンドは 200Hzが保持されます。
- Low バンドは、サブ・ウーファーに割り当てる等の応用が可能です。



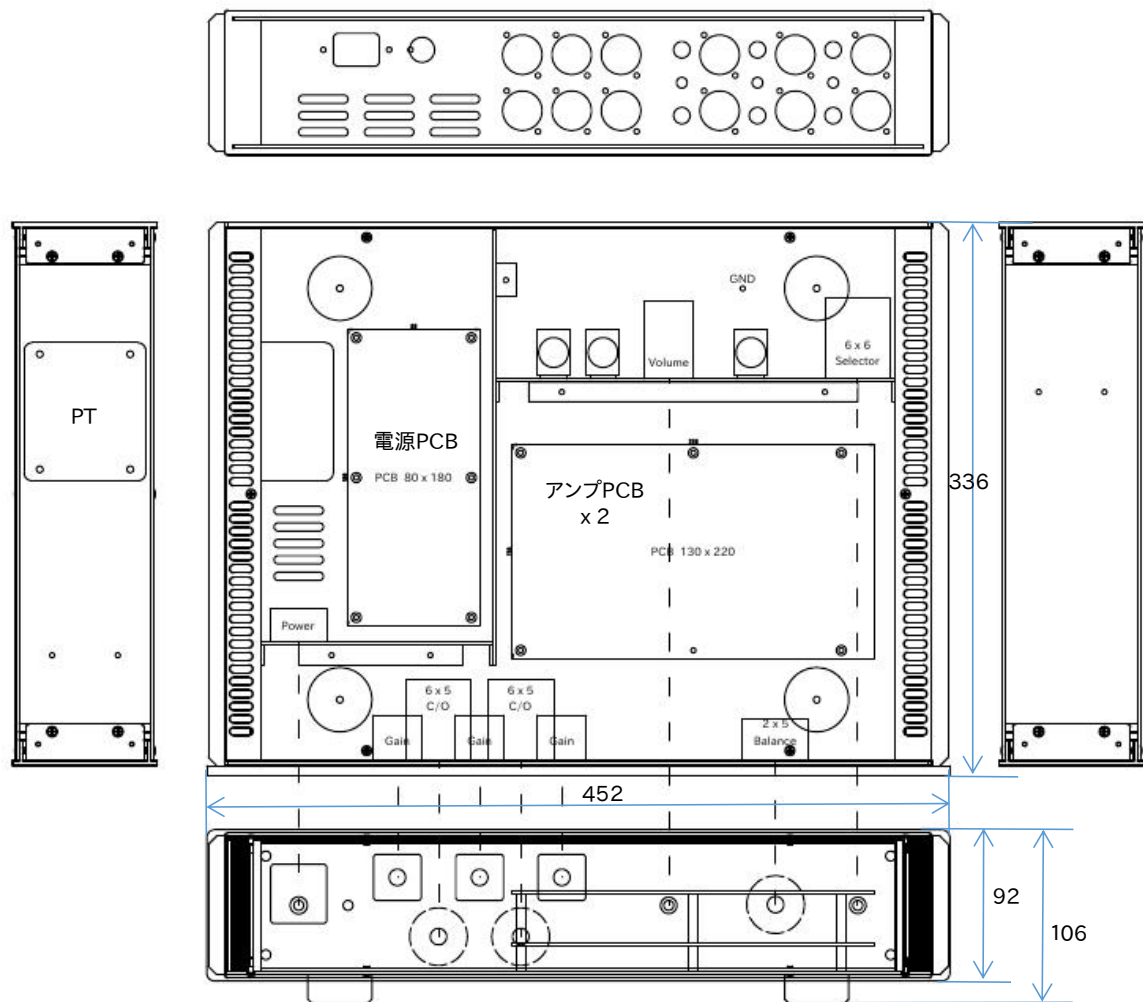
- Low クロスオーバー、High クロスオーバーともにFlat ポジションに設定します。
- Middle バンドがフルレンジです。
- Low バンドは 200Hzが保持されます。
- High バンドは 8kHzが保持されます。
- 応用については左記を参照してください。



## 4. 3Way コントロールアンプの実装設計

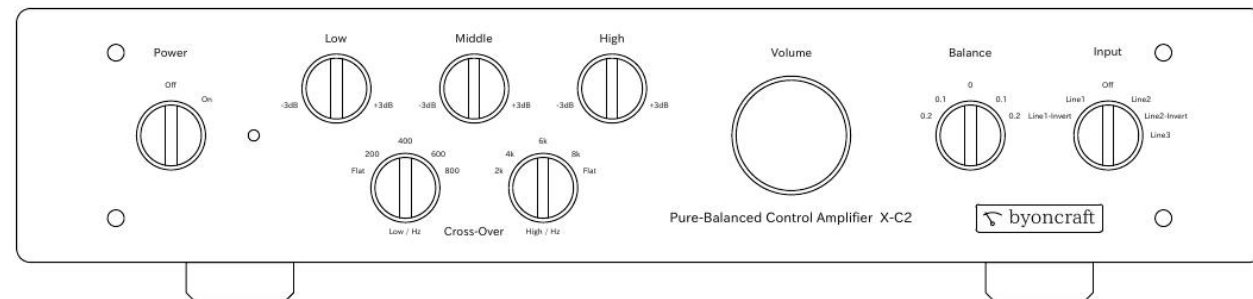
遮蔽板によって区画化しています。電源区画は、底板の通気穴から吸気し背面に排気します。その他はシールドされた防塵区画です。

- アンプ基板は L/R で上下に配置します。また配線は、L/R 2層構造となっているので、上下に距離を保つように行います。
- スイッチ類は防塵対策品を使用します。前後の防塵区画を使って配線距離が短い方に配置します。

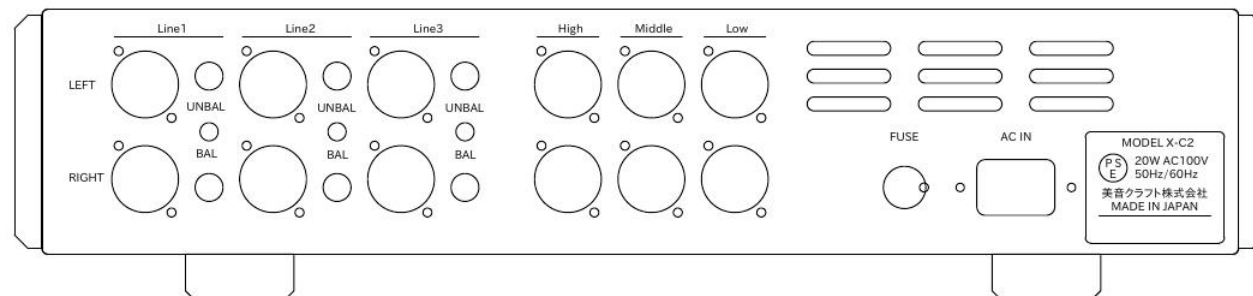


フロントパネル

- Input スイッチは、入力選択と位相切り替え (Line1、Line2) を統合しています。
- Off ポジション時は、背面の入力接続変更が可能です。
- チャンネル・デバイダーの操作ノブは、使いやすいように配置しています。
- 各バンドのゲイン調整は、連続可変方式です。

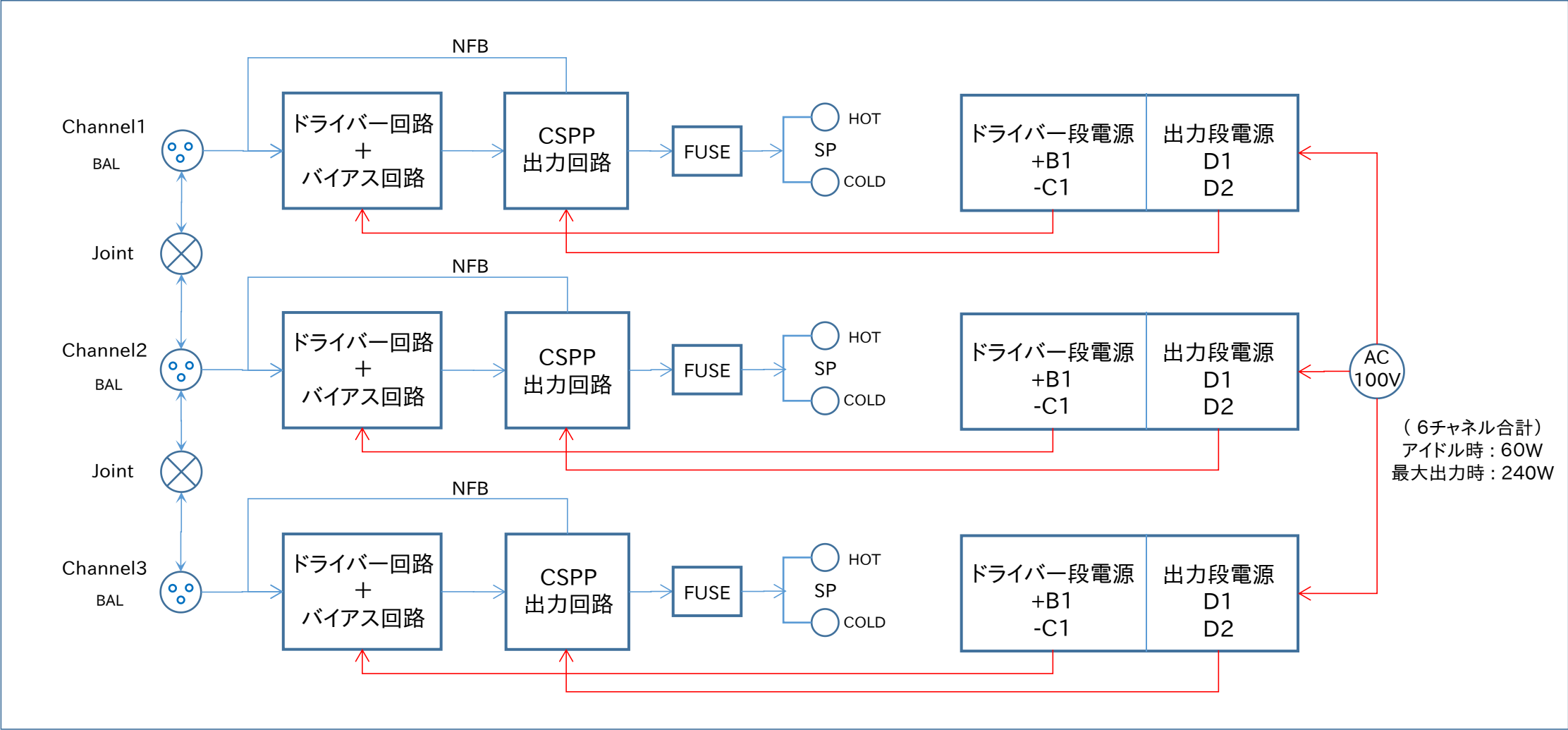


リアパネル



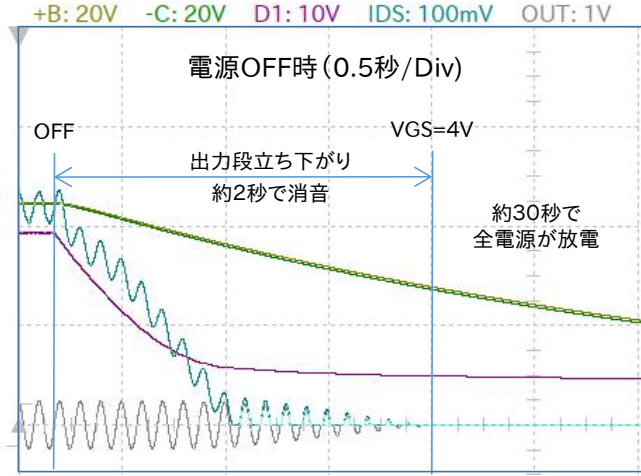
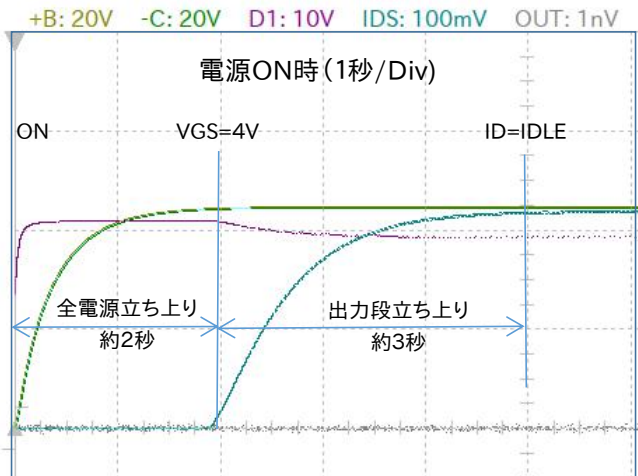
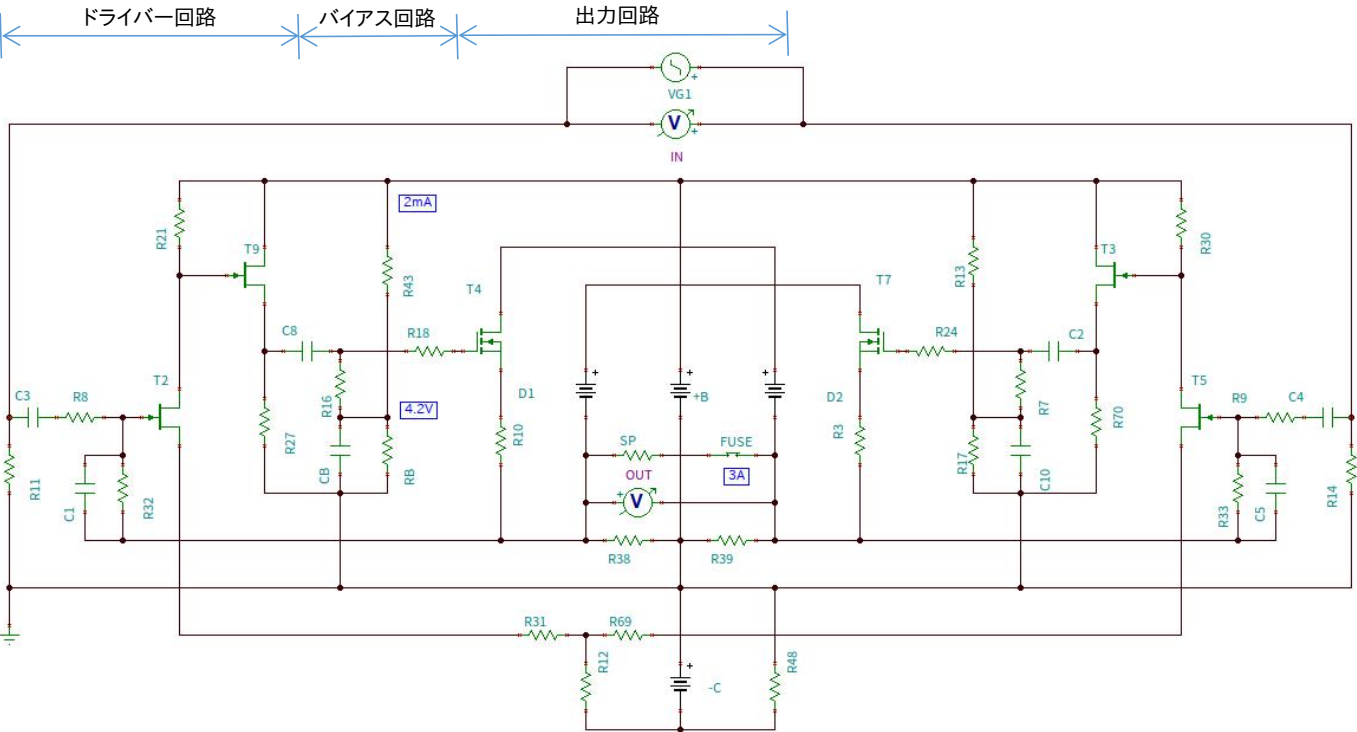
# 5. 6チャンネル・パワーアンプの回路設計

L/R の片側分のブロック・ダイアグラムを下図に示します。各アンプ・チャンネルは、電源トランスを含めて完全モノラル構成です。



- 入力はバランス入力です。Jointスイッチより、2チャンネル、3チャンネルを並列接続することができます。
- 出力はバランス出力です。2チャンネル、3チャンネルを並列接続する場合は、端子間を外部で接続する必要があります。直列（ブリッジ）接続はできません。

5.1 6チャンネル・パワーアンプの回路図



各チャンネルのアンプ部は、極めてシンプルなバランス回路です。

ドライバー回路

- J-FETによる1段差動回路のみでゲインを確保します。
- 直結したバッファーにて、出力段を低インピーダンスでドライブします。
- 出力回路より、初段ゲートへ約19dBのバランス帰還を施します。

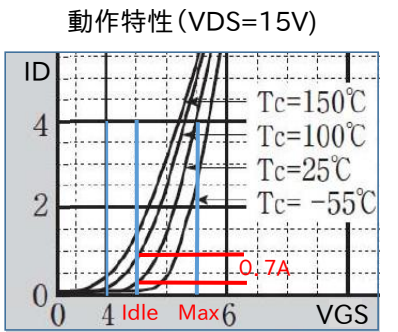
バイアス回路

- ドライバー回路の電源より分圧して、出力段のバイアスを得ます。
- 回路図中のRBでバイアス電圧を作ります。実装ではトリマーで調整できるようにします。RBに並列されたCB (330uF)は、起動時にソフトスタートさせる役割を担います。

出力回路

- 2個のフローティング電源によるソースフォロワーCSPP回路となっています。
- MOSFETはスイッチング用ですが、ピークID ≤ 4A の範囲でオーディオ用として使用可能な特性のものです。
- VGS < 4V はオフ状態ですので、電源ON/OFF時の保護回路の代替として応用します。(左図参照)

- 4V ≤ VGS ≤ 5.5V が動作範囲となります。(右図参照)
- 温度上昇に対するID上昇が大きいため、ソース抵抗を1Ωと大きくすることにより温度補償を行います。
- 過電流に対しては、2A～3Aの即断型 FUSEで対応します。



## 5.2 6チャンネル・パワーアンプの特性

入出力特性(1チャンネル)

SP	1W 8 ohm	8 ohm	6 ohm	4 ohm	3 ohm	Max 8 ohm	Max 16 ohm
DF	46.67	47	35	23	18	47	93
Zo	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
In peak	0.620	2.000	2.000	2.000	1.800	2.400	2.700
In rms	0.438	1.414	1.414	1.414	1.273	1.697	1.909
PWR	1.0	10.3	13.4	19.4	20.1	14.8	9.6
THD	0.10%	0.14%	0.14%	0.13%	0.12%	0.14%	0.22%
Gain dB	16.2	16.1	16.0	15.9	15.7	16.1	16.3
SPL +dB	0.0	10.1	10.0	9.9	8.8	11.7	12.8

入出力特性(2チャンネル並列)

SP	2W 4 ohm	8 ohm	6 ohm	4 ohm	3 ohm	Max 8 ohm	Max 16 ohm
DF	46.67	93	70	47	35	93	187
Zo	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
In peak	0.630	2.400	2.400	2.400	2.300	2.700	2.800
In rms	0.445	1.697	1.697	1.697	1.626	1.909	1.980
PWR	2.0	15.2	20.1	29.5	35.4	19.2	10.5
THD	0.10%	0.12%	0.13%	0.14%	0.22%	0.22%	0.22%
Gain dB	16.1	16.3	16.2	16.1	16.0	16.3	16.3
SPL +dB	0.0	11.8	11.8	11.7	11.2	12.8	13.2

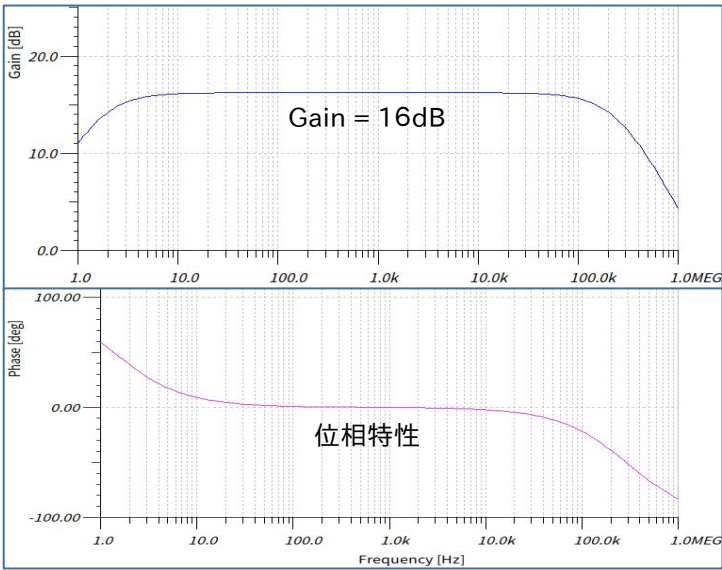
入出力特性(3チャンネル並列)

SP	2.7W 3 ohm	8 ohm	6 ohm	4 ohm	3 ohm	2 ohm	Max 8 ohm
DF	46.83	125	94	62	47	31	125
Zo	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
In peak	0.630	2.500	2.500	2.500	2.500	2.300	2.800
In rms	0.445	1.768	1.768	1.768	1.768	1.626	1.980
PWR	2.7	16.7	22.1	32.7	42.9	53.0	20.9
THD	0.05%	0.10%	0.12%	0.13%	0.25%	0.22%	0.21%
Gain dB	16.1	16.3	16.3	16.2	16.1	16.0	16.3
SPL +dB	0.0	12.2	12.2	12.1	12.1	11.2	13.2

入出力特性(1kHz)は、左表のとおりです。

- 3Way運用時は、チャンネルあたり定格10W/8Ω、最大15W/8Ωの出力です。3Ωまで負荷耐性があります。
- スピーカー・ネットワークの損失(過負荷)がないため、十分な駆動力が得られます。
- 2Way運用時は、ウーファーに2チャンネルを並列で割り当てると良いと考えます。
- フルレンジ入力で、ネットワーク型スピーカーをバイアンプ駆動する場合も同様です。
- フルレンジ入力で、ネットワーク型スピーカーをシングルワイヤリングで駆動する場合は、3チャンネル並列接続を推奨します。2Ωまで負荷耐性があり、DFも向上します。

周波数特性、位相特性(1W 8Ω)は、下図のとおりです。



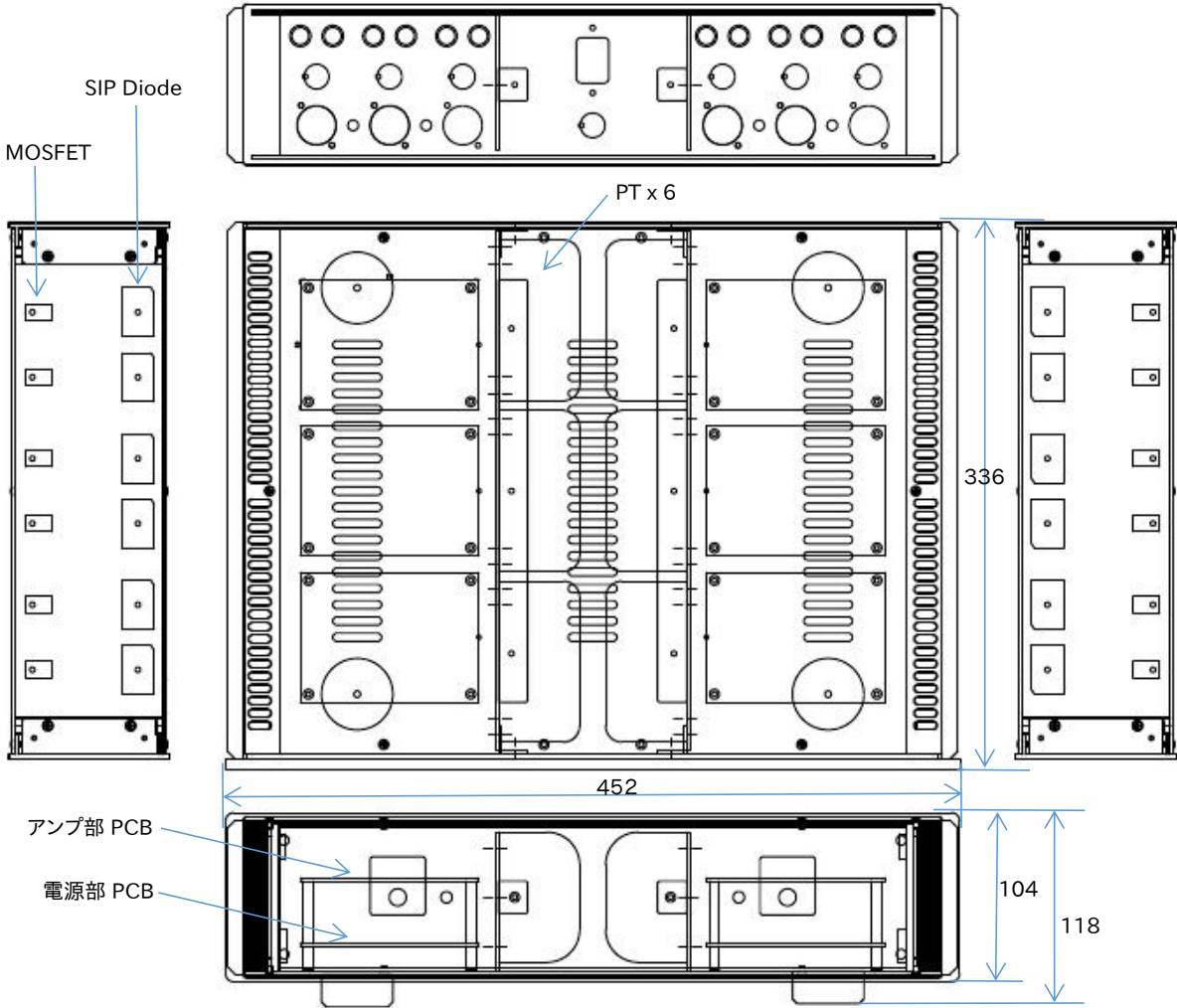
- シンプルな回路構成が功を奏して、十分に広帯域な特性となっています。
- 音楽信号でのパワーバンドは、10Hz ~ 50kHzです。
- 並列接続においても、特性は同等です。



# 6. 6チャンネル・パワーアンプの実装設計

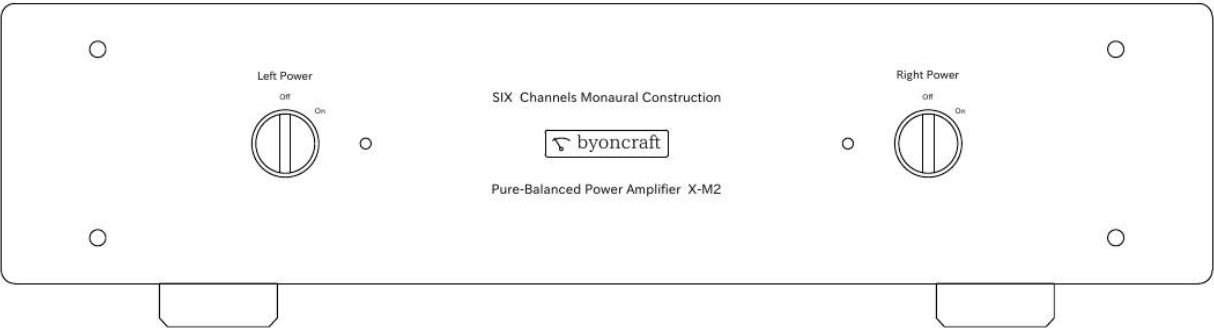
6チャンネル分のモノラル・アンプを、L/R 別に、整然と合理的な配置で実装しています。電源トランスは、鉄製サブシャーシにて中央部に配置します。

- アンプ基板と電源基板は、上下に配置してユニット化しています。これにより、短縮すべき配線は最短で配線します。
- MOSFETとDiode は、側板の放熱器に整列して実装します。

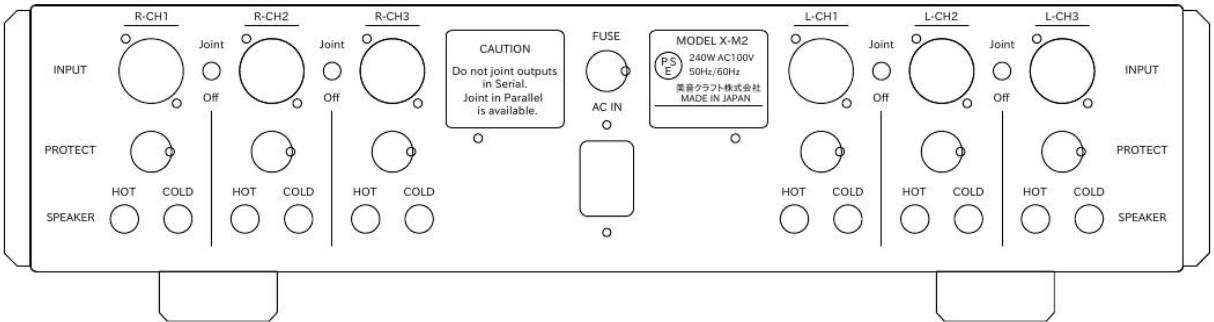


フロントパネル

- 電源スイッチは、L/R 個別となっています。6個の電源トランスへの同時電源投入はラッシュカレントが大きくなるため、操作にて、3個ずつ分割して電源投入できるようにしています。



リアパネル



New-vintage

In traditional style, We offer new quality.

伝統的なスタイルのもと、新たなクオリティをお届けします。

 byoncraft

当社ロゴのVUメーターは、演奏が始まる直前の静寂を表しています。当社は、シンプルなバランス方式の回路技術、独自の「省帰還」技術を用いて、静粛で高精細な、「音楽の自然な再生」を追求しています。

- バランス方式の回路技術により、ノイズを最小限に抑え、ノイズによる複雑な歪みを抑えました。ノイズ・フロアを下げることでダイナミックレンジを拡大し、クリアな音質を実現しています。
- 信号経路を簡素化した回路を、真空管およびディスクリートの半導体を使って、合理的な配置で実装しています。信号経路と電源経路をしっかりと分離することで、鮮度の高い音質を実現しています。
- 往年の名機が備えている機能を踏襲しながら、現代に合わせて機能の最適化を行っています。そして、伝統的なメカニカル機構を採用して、良質な操作性を追求しています。

New-vintage - for your long favorite

末永いご愛用のために

ご精読いただき、ありがとうございます。

当社は、同じ設計思想にもとづき、下記のラインナップを用意しています。ぜひ、資料をご一読ください。

## Lineup

- A. プリメイン・アンプ 2題
- B. ミドルクラス・真空管アンプ
- C. FETマルチウェイ・アンプ
- D. ハイエンド・真空管プリアンプ
- E. ハイエンド・真空管パワーアンプ

### ※ ご注意

本紙は、お客さまに当社製品へのご理解を深めていただくため、開示しております。本紙の無断転載など、当社の利益を毀損する行為はなさらないようお願いします。