

ホームオーディオ向け 2Wayマルチアンプの設計 (概要編)



Rev.1 2025/03

馬場 和章
(美音クラフト株式会社)

本紙は、ホームオーディオ用の2Wayマルチアンプ・システムを紹介しています。
各人の好みに合わせた2Wayマルチスピーカーシステムを構築し、それをドライブする
真空管アンプを設計する際のポイントを解説しています。
本システムは自宅用に設計したものです。

Contents

1. スピーカーシステムの構想	Page 2
2. アンプシステムの構想	Page 3
3. プリアンプの概要	Page 4
4. 高音域パワーアンプの概要	Page 5
5. 低音域パワーアンプの概要	Page 6

※ ご注意

本紙は、アンプの自作をなさる方の、ご参考にしていただくことを目的としています。
本紙の無断転載や商用利用などの行為は、なさらないようお願いします。

1. スピーカーシステムの構想

2Wayマルチスピーカー・システムを構想するにあたり、第1のポイントは、クロスオーバー周波数の設定です。

3Way、4Wayなどの上位システムを参考にして、利用可能なユニットを念頭に検討していきます。今回はフォステクス製品カタログを参考にしました。

第2のポイントは、どのくらいの音圧レベルのシステムとするかです。音楽聴取に最適な音圧レベルは、一般的に 70dB～80dBとされています。

スピーカーから3m(-10dB)を聴取位置とすると、スピーカーの能率は90dB(1W/8Ω)、ステレオでは1本あたり87dBあれば、必要十分な音圧となります。

上記の条件をもとに、以下の3パターンの2Wayマルチスピーカー・システムを検討しました。

No	システムの特長	クロスオーバー	適合ユニット(一般的な能率:1W/8Ω)
1	中音域から高音域を広帯域なフルレンジ・ユニットで賄う。 低音域は、口径の大きいユニットを使い、低音域の充実を図る。	800Hz前後	中音域～高音域:8cm～10cmフルレンジ (87dB) 低音域:20cmフルレンジ、またはウーファー (90dB)
2	一般的な2Way方式の例。 ドーム型ツイーターとウーファーを組み合わせる。	3kHz前後	中音域～高音域:ドーム型ツイーター (90dB) 低音域～中音域:16cmウーファー、またはフルレンジ (87dB)
3	低音域から高音域を広帯域なフルレンジで賄い、更に 高音域にホーン型ツイーターを組み合わせる。 フルレンジのエンクロージャーがバックロードホーンの場合など、最適と考える。	6kHz前後	高音域:ホーン型ツイーター (96dB) 低音域～高音域:16cmフルレンジ (87dB)

2. アンプシステムの構想

真空管アンプで構成することを前提とします。第1のポイントは、定格出力の設定です。

スピーカーシステムにて3mの聴取位置で80dB(1W/8Ω)の音圧を確保しますので、瞬間的なピークに対する余裕をどの程度見込むかを検討します。音楽ソースは一般的に低音域の振幅が大きいので、高音域は+5dB(1.75倍、定格出力3W)、低音域は+8dB(2.5倍、定格出力6W)としました。

第2のポイントはゲイン設定です。

定格出力が小出力であることを考慮して適切なゲインを決定します。今回、ライン入力のゲインを26dB(20倍、140mV入力時1W/8Ω出力)としました。過大なゲインは、ノイズフロアが上がる原因となり、またボリュームの操作性を損なう原因となるため、この程度のゲインが適切だと考えます。

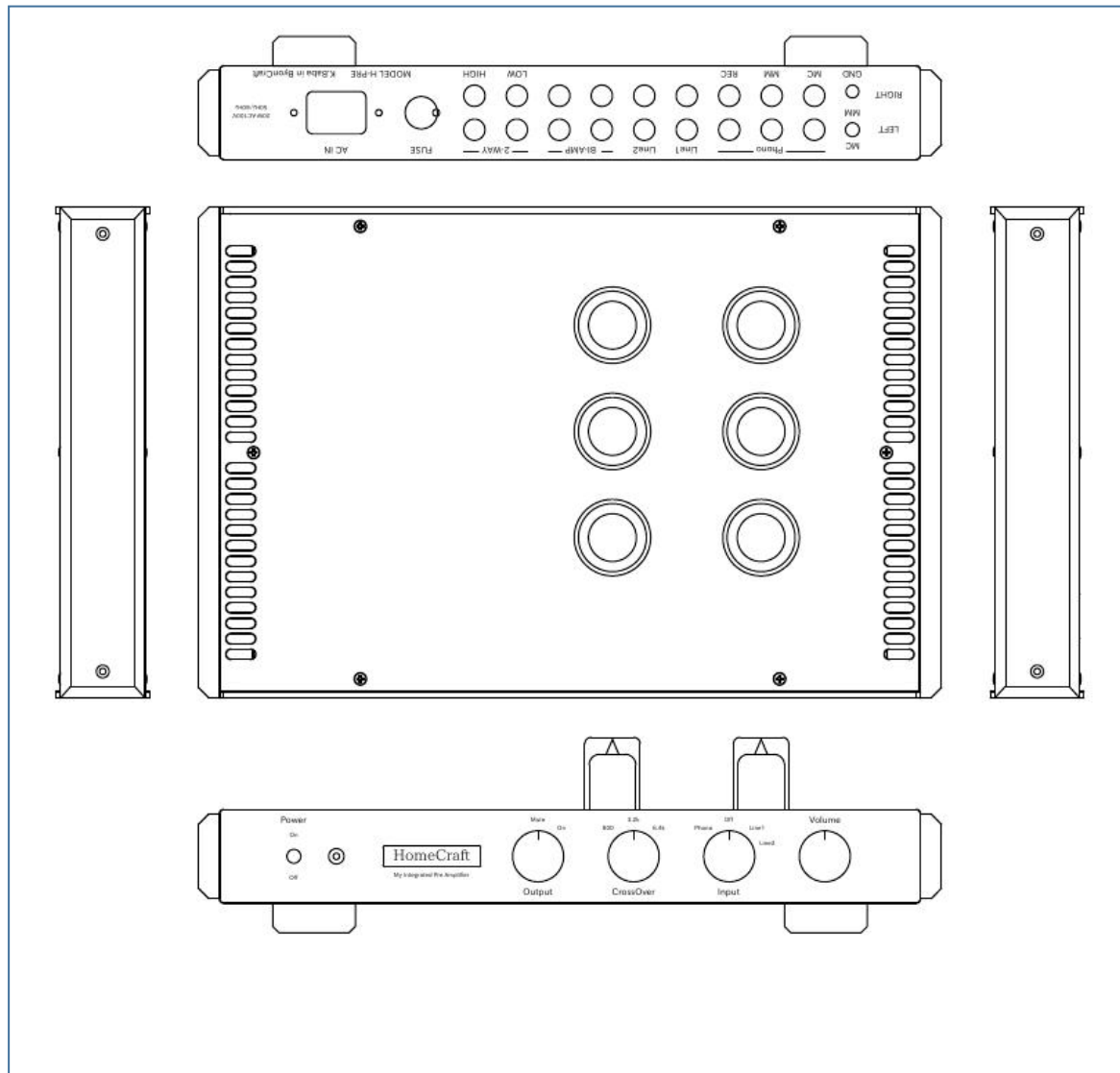
上記の検討を踏まえ、今回、設計するアンプの要件を下記のとおりとしました。

機種	機能要件	定格入出力	回路方式等
プリアンプ	<ul style="list-style-type: none">・MC/MM入力CR型フォノイコライザー・入力選択(Phono / Line1 / Line2)・ボリューム・コントロール・2Wayチャンネルデバイダー・バイアンプ出力、2Way出力	<ul style="list-style-type: none">・MC入力：0.3mV, Max 10mV, Gain=60dB・MM入力：3mV, Max 100mV, Gain=40dB・LINE入力：Gain=0dB・クロスオーバー：800Hz / 3.2kHz / 6.4kHz -6dB/Oct	ECC88(6DJ8) x 6による無帰還アンプ。 J-FET使用MCヘッドアンプ。 フラットアンプはゲイン段を省略。
高音域パワーアンプ	<ul style="list-style-type: none">・ライン入力・ステレオプリメインアンプ・入力選択(Line1 / Line2 / Line3)・ボリューム・コントロール・出力端子は8Ω固定	<ul style="list-style-type: none">・LINE入力：Gain=26dB・定格出力：3W / 8Ω, 250mV入力・パワーバンド：50Hz～50kHz	KT66によるシングル方式。 必要ゲインはパワーアンプで賄う。
低音域パワーアンプ x 2	<ul style="list-style-type: none">・ライン入力・モノラル・パワーアンプ・入力選択(Line1 / Line2)・ゲイン選択(定格 / -3dB)・出力端子(16Ω / 8Ω / 4Ω)	<ul style="list-style-type: none">・LINE入力：Gain=26dB(8Ω端子)・定格出力：6W / 8Ω, 350mV入力・パワーバンド：50Hz～50kHz	KT66によるクロスパラレル方式(シングル方式 x 2)。 必要ゲインはパワーアンプで賄う。

3. プリアンプの概要

本機は多くの機能を盛り込みますが、MCヘッドアンプはJ-FETを使用し、フラットアンプはゲイン段を省略して、少ない真空管で構成します。

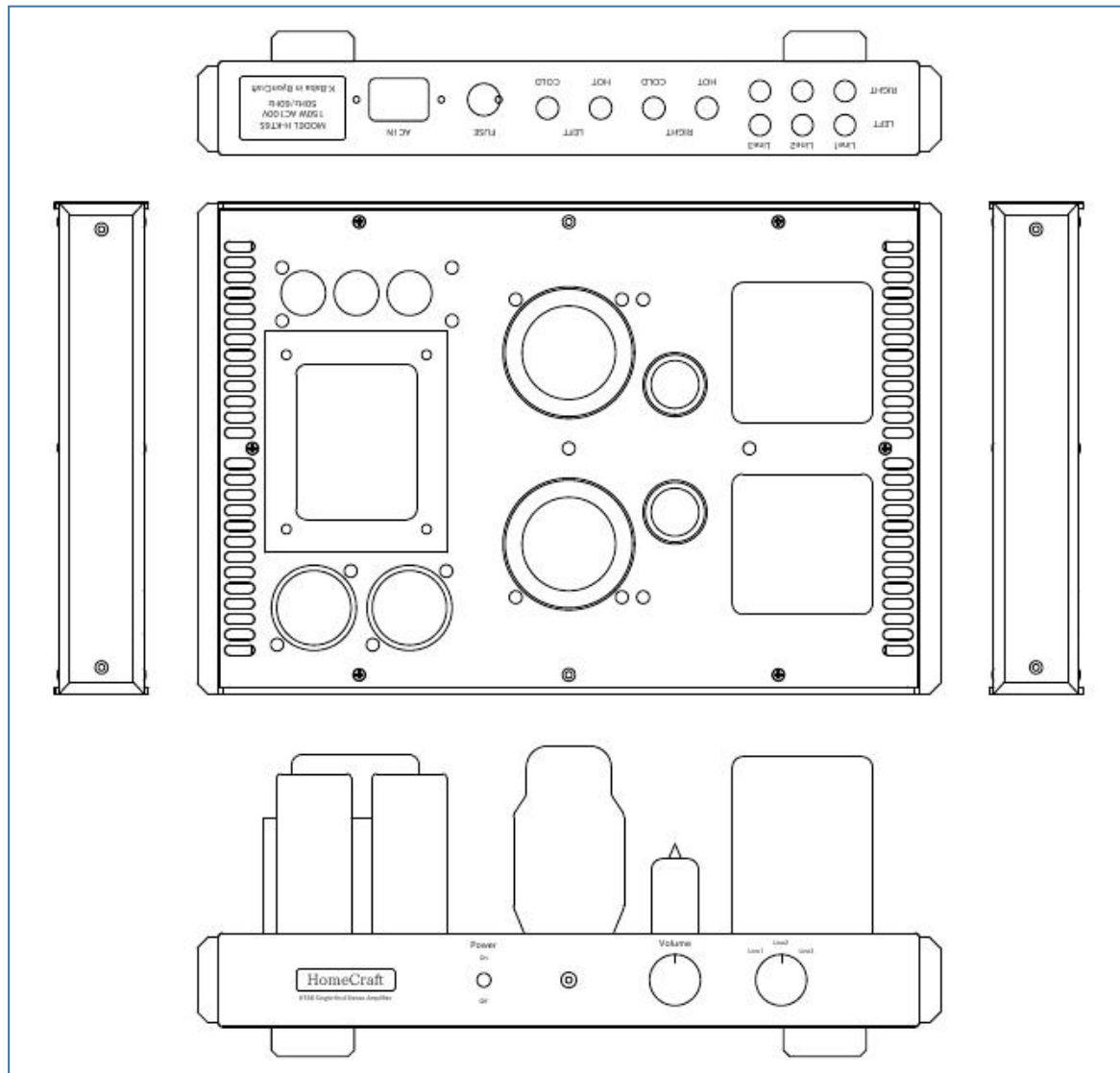
シンプルでS/Nの良いプリアンプを作るには+B電圧の低電圧化が有効です。低電圧動作管ECC88を採用しチャンネルあたり3本(6ユニット)で構成します。



- 1) 本機にはフォノイコライザーとチャンネルデバイダーの2種類のフィルター回路があります。ともにCR型を採用します。このため回路はすべて無帰還回路で構成します。
- 2) CR型フォノイコライザーは、入力部でロールオフを行い、段間でターンオーバーを行います。初心者でも作りやすく調整も簡便です。
- 3) チャンネルデバイダーは、初心者でも作りやすい-6dB/Octです。フィルターはCを固定しRを可変する方式として、調整しやすくします。
- 4) 電源部は、ECC88を採用することで、+B電圧を130V程度とします。多段CRフィルターのみで電源回路の高性能化と小型化が可能です。
- 5) デザインは薄型の筐体として、フロントとリアの部品が、過密にならずに収まるサイズとしました。回路は基板実装を前提としています。
- 6) 真空管の頭が突出する外観となるためシールドケースを被せます。真空管を筐体内に収めても放熱穴を開けると外来ノイズは大きく変わらず、アンプの設置方法の工夫の方がより重要です。

4. 高音域パワーアンプの概要

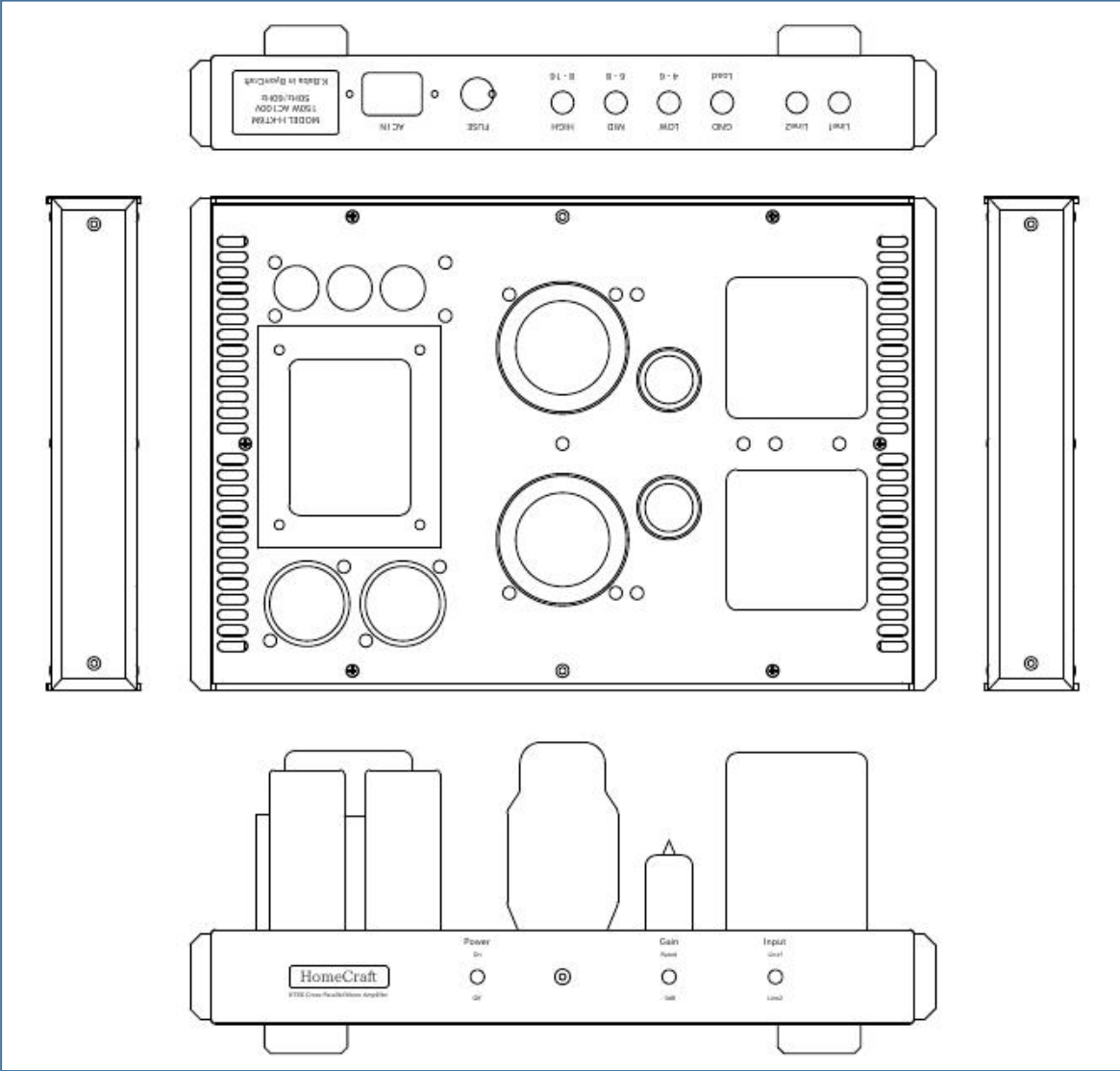
高音域パワーアンプはライン入力のステレオ・プリメインアンプとしました。ボリューム・コントロールは、2Wayにおいて細かいゲイン合わせに使用します。本機単体では、デジタル音源などを手軽に楽しむホーム・オーディオ用として使用できます。現代小型スピーカーにも十分対応します。



- 1) 出力管は、余裕のある規格を持ち、貫禄のある容姿の、KT66を採用しました。UL接続のシングル動作で使用します。
- 2) 高音域アンプとしての定格出力は3W/8Ωで、軽い動作です。
- 3) 5W位までの余力がありますので、パワーバンドの拡大と、スピーカインピーダンス低下時の対応能力に振り向けています。これにより、単体使用においても十分な性能を確保しています。
- 4) 高音域パワーバンドは、50kHzまでは欲しいところです。7V peakの立ち上がり時間が5μ秒以内であれば、正弦波50kHzまで定格の音圧をカバーします。回路設計と実装で工夫を要するポイントです。
- 5) デザインは、筐体をプリアンプと同じ薄型ケースとする検討を行い、シャーシ上の真空管やトランスのボリューム感が出るようなデザインとしました。
- 6) また、電源トランス、真空管、出力トランスは高さを合わせています。KT66が大柄なので、インパクトのある外観になったと考えています。

5. 低音域パワーアンプの概要

低音域パワーアンプはモノラルアンプ2台構成として、全体的に、使用部品やデザインを高音域アンプと統一する方針としました、本機は、2組のシングルアンプを相互に反対位相で駆動し、2個の出力トランスの2次側で並列に電流合成する、クロス・パラレル方式を採用します。



- 1) 出力管は高音域アンプと同じKT66を採用して、同じUL接続を採用します。また、使用するシングル用の出力トランスについても、高音域アンプと同じ出力トランスを2個使用します。
- 2) 定格出力6W/8Ωは、100HzまではA級動作ですが、それ以下は出力トランスのインダクタンスが制約となりAB級動作となります。
- 3) AB級では11W位までの余力がありますので、パワーバンドの拡大と、スピーカーインピーダンス低下時の対応能力に振り向けています。
- 4) クロス・パラレル方式の採用目的は、出力トランスでの磁気合成を避けて単純なインピーダンス変換器とする方式原理により、高音域のシングル方式との親和性を高めることにあります。

