https://audiocafe.tokyo/

Difference from the PMA-2000RE: the PRE OUT of the PMA-2000RE is a terminal whose output follows the volume, and it can also be used for a subwoofer. This point is confirmed by the PHILE WEB article, which mentions a pre-out terminal convenient for connecting a subwoofer. (PHILE WEB (Japanese))

Title

With a fully balanced design, going mono makes it easy to add a subwoofer output.

For a fully balanced integrated amplifier, wouldn't it be easy to design, manufacture and sell a mono subwoofer output on both XLR and RCA, as part of the pre-out? Please also describe the benefits of making the subwoofer output mono. I put this question to a paid AI called Claude.

Yes, it is technically quite easy. The extra parts are only one or two op-amps, some resistors and XLR/RCA jacks, so the cost is small. However, there are a few points to get right if you want a clean result.

Design points

- Mixing position: If you sum L+R after the volume control, the subwoofer level follows the main volume.
- Balanced summing: Sum the Hot signals together and the Cold signals together, each through its own resistors, and receive them with a buffer. This keeps the circuit fully balanced and gives a mono XLR output.
- RCA output: Feed it through a differential-to-single-ended conversion circuit. Simply taking only the Hot signal is easy, but it is worse for noise.
- Channel isolation: Use summing resistors of roughly a few kΩ to 10 kΩ. This prevents the main L/R outputs from interfering with each other and prevents crosstalk from getting worse.
- Buffer insertion: Make sure the subwoofer's input impedance does not load the main pre-outs.
- Gain adjustment: Highly correlated bass rises by about +6 dB when summed, so compensate the gain with the resistor values.
- Options: A Stereo/Mono switch, a simple low-pass filter (about 80–120 Hz) and a phase-invert switch would make the product more attractive.

Benefits of a mono subwoofer output

- Little effect on imaging: Bass below about 100 Hz has almost no sense of direction, so mono causes virtually no disadvantage in listening.
- Simple connection: One cable is enough. It connects directly to subwoofers that have only a mono input, and no Y-splitter cable is needed.
- Good match with the source: In mixing, bass is generally placed in the center, and vinyl records also have their low frequencies made mono because of cutting limitations.
- Better S/N ratio: Summing L+R raises the signal level, which is advantageous against noise on the subwoofer side.
- Easy multi-unit use: When two or more subwoofers are placed at different positions in the room to even out room modes (standing waves), sending the same mono signal to all of them is the basic approach.
- Compatibility with balanced transmission: The cable run to the subwoofer tends to be long, and XLR is resistant to hum and ground loops, so it shows its real value here.

Cautions (drawbacks)

- Out-of-phase bass (some live recordings, synthesizer sources, etc.) cancels when summed and sounds thin.
- For people who want stereo low-frequency imaging (spatial spread) with two subwoofers, it is safest to include a switch.

- On the manufacturing and sales side, the circuit is small and can be handled by adding a board or mounting it on an existing board. For a mid-price or higher fully balanced amplifier, it is a strong enough point of differentiation.

PMA-2000RE との違い: PMA-2000RE の PRE OUT は、音量に連動する出力としてサブウーファーにも使える端子です。この点は、PHILE WEBの記事に「サブウーファーとの接続による便利なプリアウト端子」と記載があり、裏付けが取れています。（参考: PHILE WEB）

タイトル

完全バランス設計なら、モノラル化すれば、サブウーファー端子が簡単に付けられます。

完全バランス設計のプリメインアンプは、プリアウトのXLRとRCAのサブウーファー端子は、モノラルなら、簡単に設計、製造、販売出来るのではありませんか？サブウーファー端子をモノラル化するメリットも記載して。CLAUDEと言う、有料のAIに質問して見ました。

はい、技術的にはかなり簡単です。追加部品はオペアンプ1〜2個と抵抗、XLR/RCA端子程度で、コストも小さく済みます。ただし、きれいに作るにはいくつか押さえるべき点があります。

設計のポイント

- ミックス位置：ボリューム回路の後で L+R を加算すると、サブウーファーの音量がメイン音量に連動します。
- バランス加算：Hot同士、Cold同士を別々に抵抗で加算し、バッファで受けます。これで完全バランス構成のまま、モノラルのXLR出力が得られます。
- RCA出力：差動からシングルエンドへの変換回路を通して出します。Hotだけを取り出す方式は簡単ですが、ノイズ面では不利です。
- チャンネル間の分離：加算抵抗は数kΩ〜10kΩ程度にします。メインのL/R出力同士が干渉したり、クロストークが悪化したりするのを防ぐためです。
- バッファの挿入：サブウーファー側の入力インピーダンスが、メインのプリアウトに負荷をかけないようにします。
- ゲイン調整：相関の強い低音は加算すると約+6dBになるため、抵抗値でゲインを補正します。
- オプション：Stereo/Monoの切替スイッチ、簡易ローパスフィルター（約80〜120Hz）、位相反転スイッチがあると商品力が上がります。

サブウーファー出力をモノラル化するメリット

- 定位への影響が小さい：約100Hz以下の低音は方向感がほとんどないため、モノラルでも聴感上の不利はほぼありません。
- 接続が簡単：ケーブル1本で済みます。モノラル入力しかないサブウーファーにもそのまま繋がり、Y分岐ケーブルも不要です。
- ソースとの相性が良い：ミックスでは低音を中央に定位させるのが一般的で、アナログ盤もカッティングの都合で低域をモノラル化しています。
- S/N比の向上：L+Rを加算すると信号レベルが上がるため、サブウーファー側のノイズに対して有利になります。
- 複数台の運用がしやすい：2台以上を部屋の別々の位置に置いてルームモード（定在波）を均す使い方では、全台に同じモノラル信号を送るのが基本です。
- バランス伝送との相性：サブウーファーまでの配線は長くなりがちですが、XLRならハムやグランドループに強く、ここで真価を発揮します。

注意点（デメリット）

- 逆相成分の低音（一部のライブ録音やシンセ音源など）は、加算すると打ち消し合って痩せます。
- 2台のサブウーファーで低域のステレオ感（空間の広がり）まで狙う層向けに、切替スイッチを付けておくのが無難です。

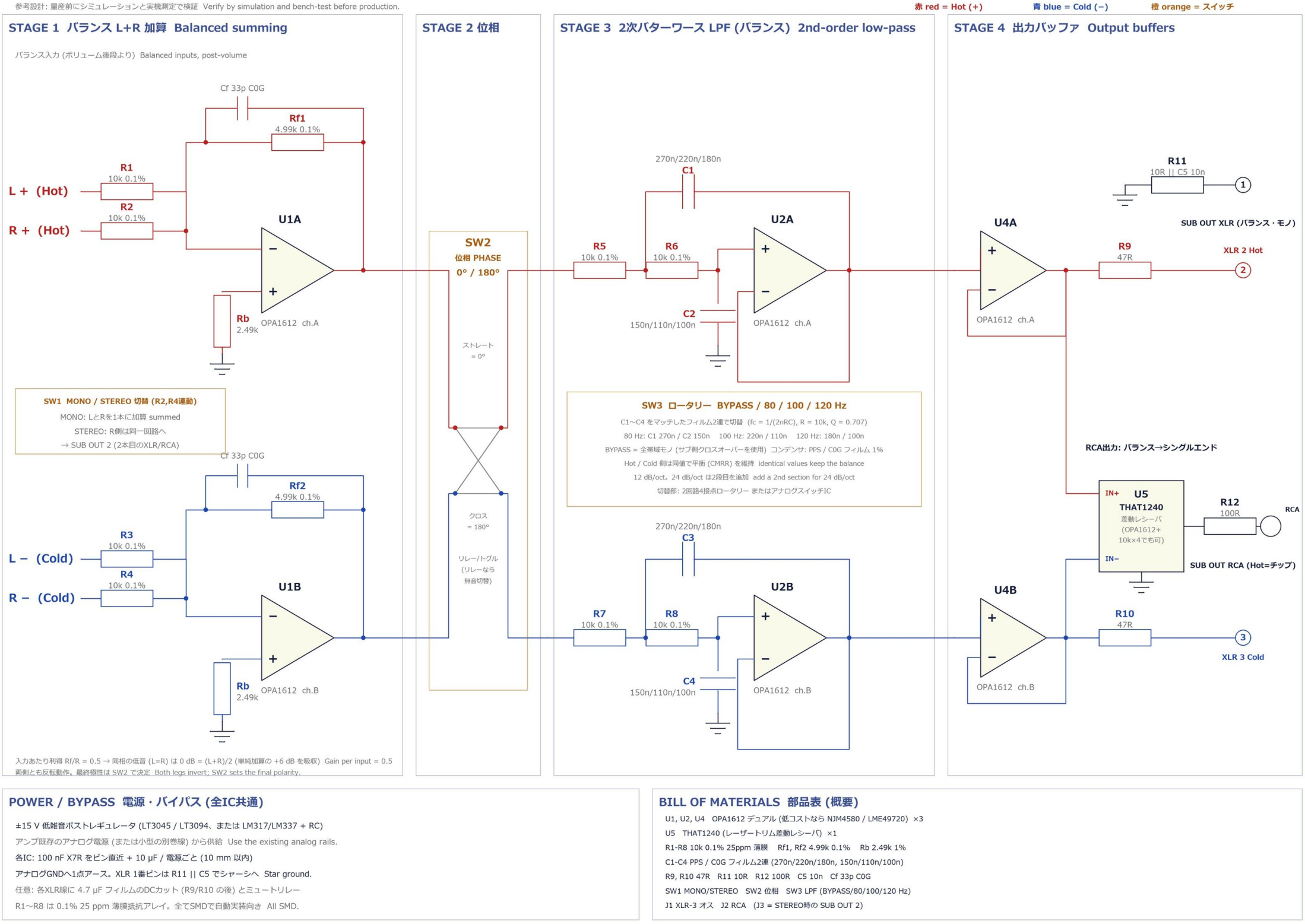
- 製造・販売面では、回路は小規模で、基板の追加か既存基板への実装で対応できます。中価格帯以上の完全バランスアンプなら差別化要素として十分に成立します。

完全バランスアンプのモノラル・サブウーファー出力　Mono Subwoofer Output (XLR + RCA)

参考回路図 Reference schematic ｜ ボリューム後段から分岐 tapped after volume (サブ音量が連動) ｜ L+R加算 → 位相 → LPF 80/100/120Hz → バッファ → XLR / 差動RCA

参考設計: 量産前にシミュレーションと実機測定で検証 Verify by simulation and bench-test before production.

赤 red = Hot (+)　　青 blue = Cold (−)　　橙 orange = スイッチ



POWER / BYPASS 電源・バイパス (全IC共通)

- ±15 V 低雑音ポストレギュレータ (LT3045 / LT3094、または LM317/LM337 + RC)
- アンプ既存のアナログ電源 (または小型の別巻線) から供給 Use the existing analog rails.
- 各IC: 100 nF X7R をピン直近 + 10 µF / 電源ごと (10 mm 以内)
- アナログGNDへ1点アース。XLR 1番ピンは R11 || C5 でシャーシへ Star ground.
- 任意: 各XLR線に 4.7 µF フィルムのDCカット (R9/R10 の後) とミュートリレー
- R1〜R8 は 0.1% 25 ppm 薄膜抵抗アレイ。全てSMDで自動実装向き All SMD.

BILL OF MATERIALS 部品表 (概要)

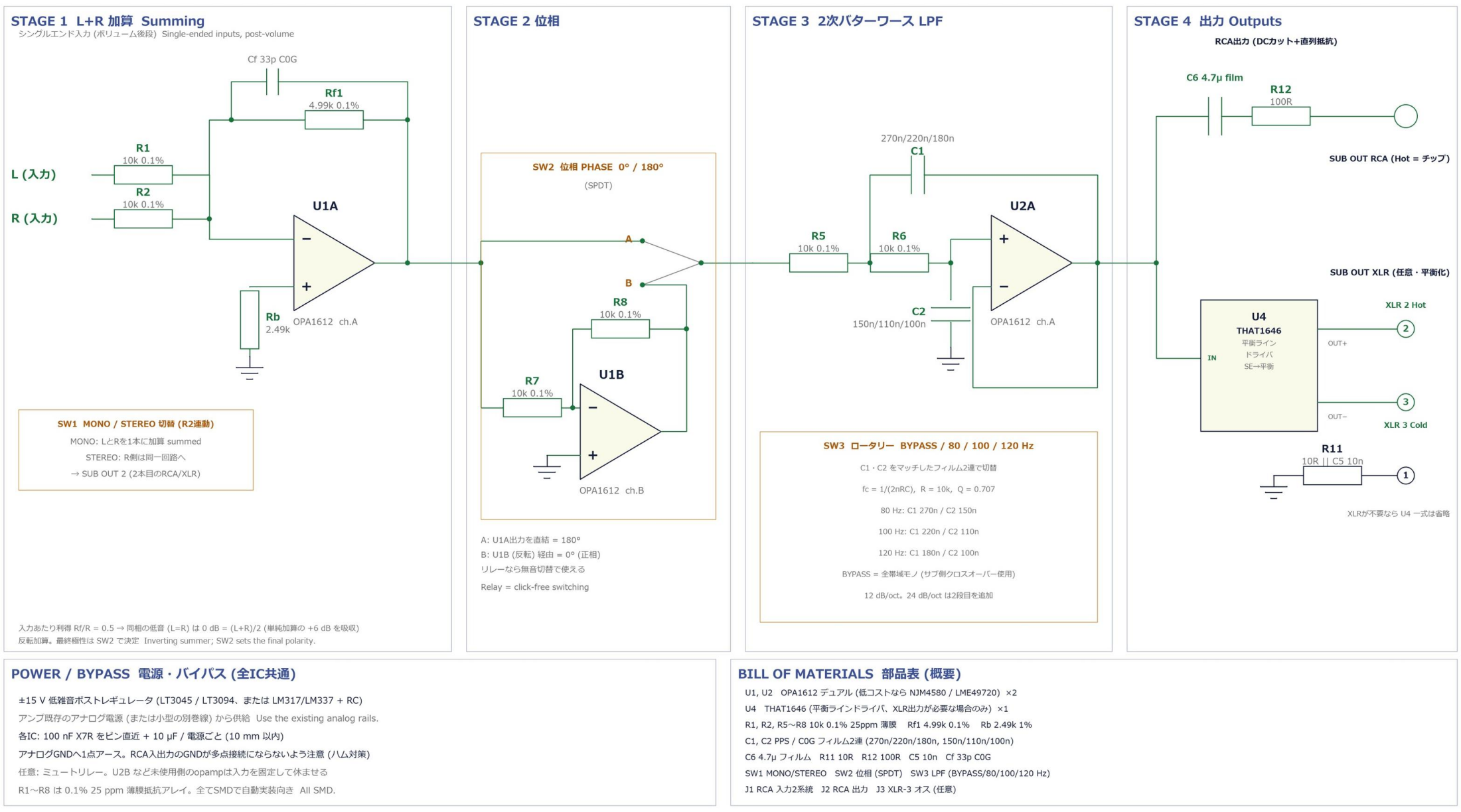
- U1, U2, U4　OPA1612 デュアル (低コストなら NJM4580 / LME49720) ×3
- U5　THAT1240 (レーザートリム差動レシーバ) ×1
- R1-R8 10k 0.1% 25ppm 薄膜　Rf1, Rf2 4.99k 0.1%　Rb 2.49k 1%
- C1-C4 PPS / C0G フィルム2連 (270n/220n/180n, 150n/110n/100n)
- R9, R10 47R　R11 10R　R12 100R　C5 10n　Cf 33p C0G
- SW1 MONO/STEREO　SW2 位相　SW3 LPF (BYPASS/80/100/120 Hz)
- J1 XLR-3 オス　J2 RCA　(J3 = STEREO時の SUB OUT 2)

回路図1: アンプ自体が完全バランス設計の場合

- 入力: ボリューム後段のバランス信号 (L±, R±) をそのまま使います。サブウーファーの音量はメイン音量に連動します。
- 加算: Hot同士 (L+, R+) と Cold同士 (L−, R−) を、それぞれ 10 kΩ (0.1%) で反転加算します (U1A / U1B)。利得は 0.5 倍で、L=R の低音が 0 dB になるよう揃えます。
- 位相: SW2 (DPDT) で Hot と Cold を入れ替えると 180° 反転します。
- LPF: 2次バターワース (Sallen-Key) を Hot / Cold に同じ値で用意し、80 / 100 / 120 Hz / BYPASS を SW3 で切り替えます。
- 出力: バッファ (U4A / U4B) と 47 Ω を通して XLR (2=Hot, 3=Cold, 1=シールド) に出します。RCA は差動レシーバ (U5, THAT1240) でシングルエンドに変換します。
- 特徴: 最後まで平衡のまま処理するので、ハム・ノイズ・グランドループに強い構成です。

Circuit 1: for an amplifier that is fully balanced by design

- Input: The balanced signal after the volume control (L±, R±) is used as it is, so the subwoofer level follows the main volume.
- Summing: The Hot signals (L+, R+) and the Cold signals (L−, R−) are each summed by an inverting summer with 10 kΩ (0.1%) resistors (U1A / U1B). The gain is 0.5, so bass with L=R comes out at 0 dB.
- Phase: Swapping Hot and Cold with the DPDT switch SW2 inverts the phase by 180°.
- Low-pass filter: A 2nd-order Butterworth (Sallen-Key) filter with identical values is used on both Hot and Cold; SW3 selects 80 / 100 / 120 Hz or BYPASS.
- Output: Buffers (U4A / U4B) and 47 Ω resistors feed the XLR (2 = Hot, 3 = Cold, 1 = shield). The RCA output comes from a differential receiver (U5, THAT1240) that converts to single-ended.
- Feature: The signal stays balanced all the way, so this design is strong against hum, noise and ground loops.



回路図2: アンプが元々アンバランス (シングルエンド) 設計の場合

- 入力: ボリューム後段の L / R のシングルエンド信号 (RCA) を使います。
- 加算: 反転加算回路 1 つ (U1A) で L+R を加算します (利得 0.5)。バランス版の半分の部品で済みます。
- 位相: SW2 (SPDT) で、U1A の出力を直結 (180°) するか、U1B の反転段を通す (0°) かを選びます。
- LPF: 2次バターワース 1 系統で、80 / 100 / 120 Hz / BYPASS を SW3 で切り替えます。
- 出力: RCA は DC カットコンデンサ (4.7 µF) と 100 Ω の直列抵抗を通して出します。XLR が必要なときだけ THAT1646 で平衡化します (任意)。
- 特徴: 部品が少なく安価ですが、バランス版よりハム・グランドループに弱いので、アースの取り方 (1点アース) に注意が必要です。

Circuit 2: for an amplifier that is unbalanced (single-ended) by design

- Input: The single-ended L / R signals (RCA) after the volume control are used.
- Summing: One inverting summer (U1A) adds L+R (gain 0.5). It needs about half the parts of the balanced version.
- Phase: SW2 (SPDT) selects either the direct output of U1A (180°) or the signal passed through the inverting stage U1B (0°).
- Low-pass filter: A single 2nd-order Butterworth filter; SW3 selects 80 / 100 / 120 Hz or BYPASS.
- Output: The RCA output goes through a DC-blocking capacitor (4.7 µF) and a 100 Ω series resistor. The XLR output, balanced with a THAT1646, is needed only when you want it (optional).
- Feature: Few parts and low cost, but it is more prone to hum and ground loops than the balanced version, so take care with grounding (single-point ground).

共通の注意

- 2つの図はどちらも参考設計です。部品値は机上で求めたもので、シミュレーションも実機測定もしていません。製品化の前に必ず検証してください。
- 図の文字は英語と日本語の併記です。

Common notes

- Both diagrams are reference designs. The component values were only worked out on paper; no simulation or bench measurement has been done. Be sure to verify them before turning them into a product.
- The text in the diagrams is in both English and Japanese.

まとめ(日本語)

完全バランス用とアンバランス用の回路図を2つとも作り、日本語と英語の説明をそれぞれ付けて、5ページのPDFにまとめました。ホームページ(audiocafe.tokyo のトップページ)にも掲載しました。

PDFの構成

- 1〜3ページ目は本文です。URL、英語のPMA-2000RE説明と英語本文、日本語のPMA-2000RE説明と日本語本文の順です。
- 4ページ目は完全バランス設計のアンプ用の回路図で、下に日本語、英語の順で説明を付けています。
- 5ページ目はもともとアンバランス設計のアンプ用の回路図で、下に日本語、英語の説明と共通の注意を付けています。
- 回路図の文字は、どちらも日本語と英語の併記です。

2つの回路図の違い

- 加算: 完全バランス用は Hot側とCold側を別々に2系統で加算 / アンバランス用は反転加算1系統
- 位相: 完全バランス用は DPDTで HotとColdを入れ替え / アンバランス用は SPDTで直結(180°)か反転段経由(0°)かを選択
- LPF: 完全バランス用は HotとColdに同じ値で2系統 / アンバランス用は 1系統
- 出力: 完全バランス用は XLRはバッファ経由、RCAは差動レシーバ(THAT1240)で変換 / アンバランス用は RCAはDCカット(4.7µF)と100Ω経由、XLRは任意でTHAT1646で平衡化

どちらも参考設計です。部品値は机上で求めたもので、シミュレーションも実機測定もしていないため、製品化の前に必ず検証してください。

Summary (English)

I made both circuit diagrams, one for an amplifier that is fully balanced by design and one for an amplifier that was originally unbalanced, added a Japanese and an English explanation to each, and put them together in a 5-page PDF. They are also posted on the top page of audiocafe.tokyo.

Structure of the PDF

- Pages 1-3 are the text, in this order: the URL, the English PMA-2000RE explanation and English body, then the Japanese PMA-2000RE explanation and Japanese body.
- Page 4 is the circuit diagram for a fully balanced amplifier, with the Japanese explanation followed by the English one below it.
- Page 5 is the circuit diagram for an originally unbalanced amplifier, with the Japanese and English explanations and the common notes below it.
- The text in both diagrams is in English and Japanese together.

Differences between the two diagrams

- Summing: the fully balanced version sums the Hot side and the Cold side separately in two paths / the unbalanced version uses one inverting summer.
- Phase: the fully balanced version swaps Hot and Cold with a DPDT switch / the unbalanced version selects the direct output (180°) or the inverting stage (0°) with an SPDT switch.
- Low-pass filter: the fully balanced version uses two paths with identical values for Hot and Cold / the unbalanced version uses one path.
- Output: in the fully balanced version the XLR goes through buffers and the RCA is converted by a differential receiver (THAT1240) / in the unbalanced version the RCA goes through a DC-blocking capacitor (4.7 µF) and 100 Ω, and the XLR is optionally balanced with a THAT1646.

Both are reference designs. The component values were only worked out on paper and no simulation or bench measurement has been done, so be sure to verify them before turning them into a product.