

CLASSE

CP-800

STEREO PREAMPLIFIER/PROCESSOR

Technical Highlights



CP-800 Stereo Preamp / Processor

概要

CP-800は、電源、アナログ/デジタルオーディオ、コントロール・サブシステムに関する高度なエンジニアリングと、CLASSE独自のテクノロジーを活用し、高い性能と信頼性を実現しています。幅広いフォーマットに対応した入力コネクタは、一般的なソースコンポーネントのほとんどがお使いいただけます。また、デジタルプロセッシングにより多彩な出力設定が選択できます。専用のサブウーファー出力はクロスオーバー周波数とスロープの選択が可能です。左右のチャンネル出力に加えて、バイアンプ用としても使用できるサブ出力があります。また、この片側を使って2台目のサブウーファーへ出力することも可能です。

CP-800プリアンプ/プロセッサーは、将来的にはネットワークに接続したり、オプションとしてフォノモジュールを追加できる可能性を有しています。

電源

ハイパフォーマンスなオーディオの回路がその真価を発揮するには、クリーンで安定した電源が必要です。CLASSEの設計チームは、CP-800のパフォーマンスに求められる条件を満たすために、スイッチモード電源 (SMPS) を新たに開発しました。このSMPSテクノロジーにより、オーディオパフォーマンス上のメリットだけでなく、小型化、軽量化、効率化、力率の改善、コストの低減といった様々なオーディオコンポーネントにおけるメリットを実現しています。広いダイナミックレンジをもつ優れたオーディオソースに対して、SMPSテクノロジーのメリットは、その最適な設計に要する苦勞を忘れさせてくれます。

ハイエンドオーディオ・コンポーネントに使用されているリニア電源には、大型トランスとフィルターコンデンサーにサポートされたブリッジ型全波整流回路が使用されているのが一般的です。回路が必要に応じた電力を得るには、比較的遅い交流電源による充電が間に合うだけのエネルギーがコンデンサーに蓄えられていなければなりません。50/60Hzの交流電源の場合、コン

デンサーは全波整流時に毎秒100回または120回充電されます。絶えず変動する電力量を要求するオーディオ回路に、クリーンで安定した電力を供給するためには、コンポーネントは物理的に大型になります。回路の電力需要は、コンデンサーが完全に充電できないうちに次々と発生するかもしれない、それを見越して容量を大きくしておく必要があるのです。これを効果的に行い得ることは、これまで無数の高性能のアンプやプリアンプが優れたサウンドを実現していることで立証されていますが、そのための部品は大きさもコストも膨大です。そこで今回より良い方法が生み出されました。一般消費者向け電子機器の電源としては、効率の良さ、発熱の少なさ、軽量、低コストのスイッチモード電源が最も一般的に使用されています。スイッチモード電源の利点は、使用コンポーネントが高い周波数でスイッチする電力を使用すること、すなわち電源トランス、フィルターコイル、コンデンサーを比較的小さくできることを意味しています。SMPSは、トランジスタを使用し、電力のON/OFFを切り替えて必要なときに必要な電力を正確に供給する半導体技術です。

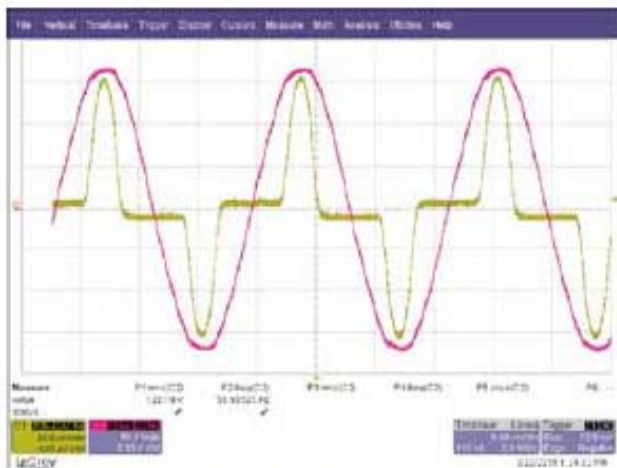


図1：主電源の電圧と電流 (PFCのない場合)



図2：主電源の電圧と電流 (PFCのある場合) (CP-800)



スイッチング回路のトランジスタがオンのときには、電力は電気抵抗による損失がほとんどなく供給されます。トランジスタがオフのときにはオープン回路ですので電力は消費されません。こうした特徴により、スイッチング回路の効率は90%以上になります。スイッチングは非常に高い周波数でおこなわれるため、使用する構成部品の小型化が可能になるだけでなく、負荷や交流電源の変動とは関係なく電源を常に安定させることができます。

では、何か欠点はあるのでしょうか？ハイエンドオーディオのデザイナーはなぜスイッチモード電源を採用したからなのでしょう？

その理由として最もよく聞かれるのは「そもそもSMPSは高周波ノイズとスプリアス信号を発生する」ということです。高周波ノイズやスプリアス信号はその使用目的によってはあまり問題にならないこともありますが、測定上も音質上も大きく損なう場合があります。また、電気工学を専攻している学生であればある程度のリニア電源を設計できますが、SMPSの設計はかなり高度であり、もっと幅広い技術が必要です。このたびCLASSEの設計チームが、これまで欠けていたこのような技術の進化に取り組み、ハイエンドオーディオに適用させました。SMPS固有の長所をすべて活かしつつ、発生する雑音に効果的に対処する設計を生み出すことができるのは、SMPS技術、そしてハイエンドのアナログ/デジタルのオーディオ回路に求められる条件の両方を理解しているチームに限られます。

リニア電源のPSRR（電源電圧変動除去比）は、電源に入力される電圧変動と同じものが出力ではどれだけ抑制されるかで決定されます。つまり、除去比とは、回路で増幅したい信号と電源を通過して回路に戻る信号

の量の比率です。SMPSではオーディオ信号が回路に戻るわけではなく、むしろ電源のスイッチング周波数と呼応して相互変調ノイズが発生します。例えば、スイッチング周波数が140kHzで、テスト信号が1kHzの場合、相互変調成分は139kHzと141kHzの信号として現れます。これらの信号とその高調波成分を放っておくと好ましくない高周波のノイズとなり、そのノイズがオーディオ回路に流れ込んでデバイスと結合し、ノイズが聞こえる場合があります。CLASSEのSMPSはこの問題を回避する設計となっています。

ゼロボルトスイッチング

CLASSEのSMPSは、ゼロボルトスイッチング(ZVS)というかなり新しい考え方をもとに、最高音質のオーディオ再生の必要条件であるローノイズ化、RFフットプリント(基板面積)の削減を目指して開発されました。幅広い研究開発の結果、CLASSEの設計チームが磨き上げたZVSの主な長所は以下のとおりです。

- この設計に採用したメインスイッチは入力電圧が最低になると切り換わるため、EMIの原因となる高レベルの好ましくない「ハードスイッチング」の影響を大幅に抑制。
- 固定スイッチング法に固執しないことでEMI性能がさらに改善された。固定スイッチング法の代わりに「バレースイッチング」法を採用し、スペクトルを拡散することによってさらにEMIスペクトルが減る。ノイズはひとつの周波数に集中するのではなく、もっと広いスペクトルの振幅の低いところに分散される。
- DC-DCコンバーターサブシステムの効率向上を推進し、電源効率を最適化する。

4つの電源を一体化

CP-800のSMPSには4つの入力があります。

この新しい電源の低出力インピーダンスと完全なクロスレギュレーション(プラスとマイナスを合致させること)を利用する技術により、ローカルレギュレーターの入力での交流インピーダンスを超低レベルに抑え、最適なパフォーマンスを実現することができます。すべてのローカルレギュレーターの出力は、高い周波数でインピーダンスが低くなるよう調整され、効率的にノイズが除去されるようになっています。

USB回路は、直流的に絶縁された独自の+5V出力の電力を使い、USB入力に接続されたデバイスに起因する好ましくないノイズがCP-800のオーディオ回路に入り込まないようにになっています。この電源設計には、(最高出力で2.1 Aもの電流を必要とする) iPad®などのUSBデバイスを、CP-800に接続して再生しながら充電できるという利点もあります。

オーディオに適するSMPSの開発に寄与した工学技術の功績は顕著です。CLASSEの研究開発部門では、キーテクノロジーを明らかにし、好ましくない副作用を防ぐ、あるいは抑制しつつ、実現可能な長所をすべて利用する方法を完全に理解することに重点が置かれています。

客観的に見て、正しい計測器があればノイズはだれでも計測できます。「CLASSEがCP-800のために設計したSMPSはこれまでで最も静かな電源」というのは意見が分かれるような問題ではなく、紛れもない事実なのです。簡単に言うと、他のSMPSの設計をよく知っている人はノイズを予想するでしょうが、CP-800のSMPSではノイズが発生しないことに驚くでしょう。

力率改善(PFC：パワーファクターコントロール)回路

電源はオーディオ回路の性能に多大な影響

を与えます。しかし、供給された電力のクリーンさと安定性は、全体から見ればごく一部の問題にすぎないことは一般的にそれほど理解されていません。電源回路自体が交流電源を歪め、オーディオシステムの他のコンポーネントの性能に影響する場合があります。

電力は壁コンセントからスムーズに効率的に引いてくるのが理想です。効率を最大限上げるには、必要な電流が電圧サイクルと正確に同調して流れる必要があります。電力は電圧と電流の積ですから、利用できる電圧サイクルと電流の需要を調整して壁から引いた方がより効率的です。

電流の需要が電圧と同調していないと効率は落ちます。オーディオの観点から見ると、他のコンポーネントと共有している場合が多い交流電源をクリップさせる、あるいは歪める場合があります。図1は、交流電源の電圧およびリニア電源とスイッチモード電源の両方を用いてサウンドプロセッサが使用した電流を示したものです。電源に力率改善回路がないコンポーネントの例に漏れず、電圧サイクル毎に短時間で電流が一気に流れます。(いわゆる導通角が狭いということです)。すなわち、電流需要のピークは、サイクル全体で流れた場合を上回ります。また、波形自体に含まれる周波数とその高調波成分も増えます。電流のピークとその高調波成分が増えるとシステムの他のコンポーネントに供給される電力の質が落ちます。

これは、リニア電源、スイッチモード電源のいずれにとっても問題です(図1では例で両方式とも使用される)。これらの電源は、電流を電圧のサイクルに合わせて滑らかに引き出すのではなく、電圧のピークから一気に大量に引き出します。この問題を解決するためにSMPSとともにCP-800で採用されているのが力率改善(PFC)と呼ばれるものです。

力率(PF)とは、有効電力(製品で実際に使用される電力)と非相電力(交流電源から得られる電力)の比率で、0~1の間の数値で表されます。PFC回路が搭載されていない電源の力率(PF)は0.6前後ですが、この0.6

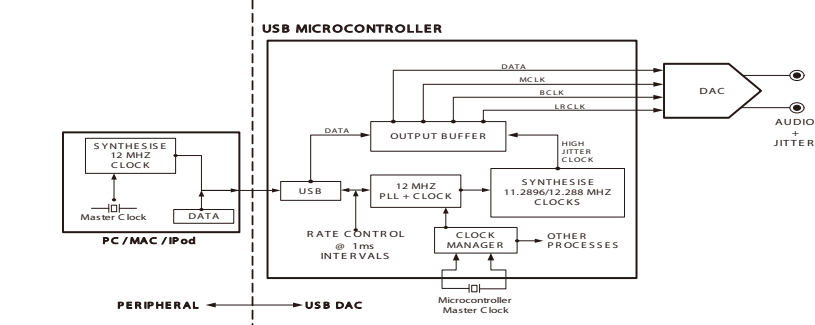


図3：シンクロナス(アダプティブ)USB

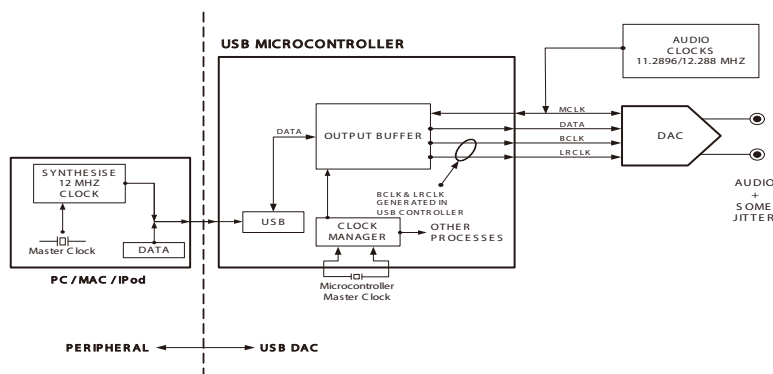


図4：最適ではないアシンクロナスUSB

という数値は有効エネルギーの利用率が大幅に低下していることを示しています。力率が低いと、オーディオシステム全体を動かす交流電源が歪み、オーディオパフォーマンスが標準以下になる可能性があるという好ましくない副作用もあります(図1)。

CLASSEのSMPSの新しい研究開発プロジェクトでは、使用負荷がかかった状態で力率を1に近づける(すなわち0.95を上回る)ことができるPFC回路の開発に焦点を合わせました。こうして開発された回路方式では、システムの負荷で消費される電力量を調節するアクティブ設定が採用され、電流波形が常に電源電圧と同調して正弦波を描きます。そしてその結果、システムは交流電源に対して抵抗性負荷のようになり、有効電力と非相電力の比率が1に近づきます(図2)。

CP-800の電源は、壁コンセントから滑らかな正弦波を描いて電力を引き込むため、電源にPFC回路のないプリアンプよりも効率が良く音も静かです。

CLASSEは、CP-800の素晴らしいパフォー

マンスと価値を高める独自のオーディオ向け電源技術を開発してきました。この技術は測定できるものであり、今後さらに素晴らしいオーディオ製品の誕生に役立つことでしょう。

デジタルオーディオ

CP-800は、光、同軸、AES/EBU、USBといった様々なデジタルコネクションに対応します。上側のプリント基板はデジタル音源の選択を処理するもので、関連回路を備えたUSB 2.0マイクロコントローラチップが入っています。

USBサブシステムではガルバニックアイソレーターが採用され、接続したUSBデバイスに起因するノイズがオーディオ回路に流れ込まないようにになっています。すなわち、USBの入力とCP-800内に存在するその他のものとの間に直接的な電気接続は存在しません。

オーディオファイル向けのUSB/DACでは、既製のUSBマイクロコントローラチップが、アプリケーションノートに従って設計でシステムに組み込まれている場合がほと

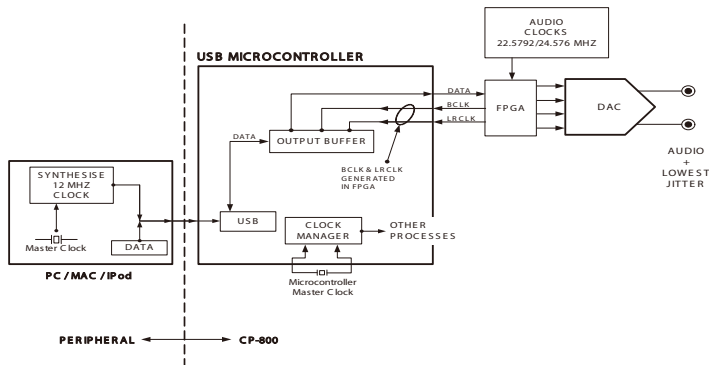


図5：SCS付きの最適なアシンクロナスUSB

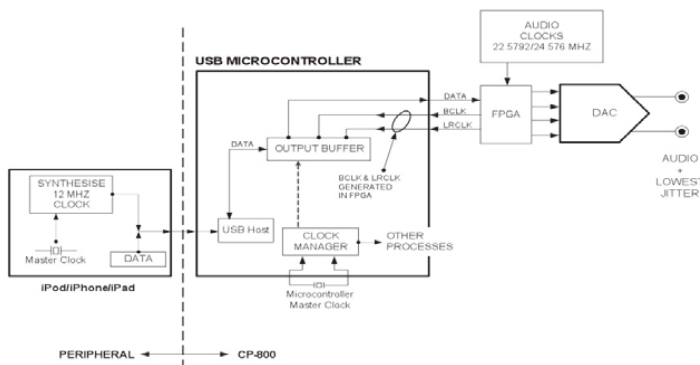


図6：ホスト用のSCS付きの最適なアシンクロナスUSB

んどです。価値を高めるため、設計者は高品質のDACを使用し、電源とアナログ出力をできるだけ良いものにしようとしています。この手法は、オーディオファイル向けハイエンドオーディオメーカーが、フリリップスやソニーといった上位家電メーカーの製造したCDプレーヤーの、マイナーチェンジを始めた80年代までさかのぼります。それまではデジタルオーディオがなく、アナログハイエンドオーディオの設計者が、デジタルオーディオについて完全に理解していたわけではない当時ではやむをえない手法でした。

シンクロナス(アダプティブ) USB (CP-800では未使用)

標準的なUSB/DACの手法(図3)には、USB音源(コンピュータや携帯端末)が最終的にシステムのジッターの原因になるという問題があります。さらにUSB音源が電源、コントロール、信号、電磁経路でノイズとカップリングすることで、DAC、電源、アナログ回路の性能を低下させることがあります。

シンクロナス/アダプティブUSB DACでは、

使用されているクロックに次のような特徴があることから高いジッターが生じます。

- 1) USBマイクロコントローラー内で生成される。
- 2) USB音源がデータを提供するレートに從属している。

この方式はオーディオの観点から言うと時代遅れです。なぜならば、高いジッターおよび障害が起きたクロックシステムに対しても、強制的にUSB DACをロックさせるからです。S/PDIFの場合と同様に、USB DAC内でどれほど後処理をしてもデータ伝送間に発生したダメージを修復することはできません。

USB音源がマイクロコントローラーのバッファに効率的にデータを送っている場合、データはクロックに從ってバッファから、USB音源と同期しているDACに入れなければなりません。言い換えると、USB音源を使用しているとき、USBマイクロコントローラーは、同期を維持するために、定期的にクロックの調整を行わなければならないということです。この調整は1000分の1秒に1回行われ、その結果、重要なコンポー

ネントに1 kHzとその高調波でジッターが生じます。

この同期技術は、出力レートが受信データの平均レートに適応するようになっていることからアダプティブUSBと言われています。この基本的手法がなぜノイズやクロックの障害を発生しやすいのかを考えると、音に違いが出る様々な工夫をUSB入力の上流で行うことができたとしても、それで基本的な問題が解決されるわけではないことが解ります。

アシンクロナスUSB

USBサブシステムのパフォーマンスの向上は、特定のUSBマイクロコントローラーチップにある外部コントロールのオプションにより可能です。向上できる最も基本的なものがクロックであり、44.1kHzの倍数専用のマスタークロックをその周波数またはその倍数で受信するソースに使用し、48kHzとその倍数のソースに別のクロックを使用します。クロックは、USB/DACの中でローカルにコントロールすれば、コンピュータやポータブルUSBデバイスのクロックと非同期(アシンクロナス)になります。44.1kHzのソース用のマスタークロックが使用されているときには48kHzのソース用のクロックの電源は切れます。USBマイクロコントローラーは、マスタークロックを使用してビットクロックとワードクロックを作り、そのクロックに從ってデータをバッファからDACに送ります。そこからはUSBマイクロコントローラーが、他の方法ではなくソースからのデータの流れを調整します(図4)。

この技術を用いると、ソースから伝わるノイズからUSB/DACを隔離することができます。CP-800はガルバニックアイソレーターを使用して、ソースからの電気経路をすべて電氣的に分離し、好ましくないノイズがオーディオシステムに入らないようにしています。また、アシンクロナス技術は、特定のデジタルオーディオ専用のローカルクロックを使用してクロックのクォリティーをコントロールする手段にもなります。大抵のメーカーはここまでで終わりです。しかし、CLASSEの設計チームはさらに先まで踏み込みました。

シングル・クロック・サブストレイト

マスタークロックのパフォーマンスが低下する原因はいくつかあります。それらを分離して可能な限り最高のパフォーマンスを確保するため、CP-800ではシングル・クロック・サブストレイトという方法が使われています。

クロックに従ってデータをUSBマイクロコントローラーのバッファから出力する際、マスタークロックを用いてビットクロック、ワードクロックという別のクロックを作ります。サンプリング周波数で動いているワードクロックはデータを左右のチャンネルに分け、ビットクロックは各データビットの同期処理を行います。

D/Aコンバーターのタイミングを調整しているマスタークロックは、一種のCMOSデバイスであるマイクロコントローラーの中に接続されています。CMOSは、安価でありながらほとんどのアプリケーションで優れた性能を発揮することから、マイクロコントローラーで最も一般的に使用されている半導体技術です。私たちがCMOSを使用する場合、マスタークロックを必要な他のクロックからの隔離ができないという制約があります。シリコン上の機能を分割することはできませんが隔離をすることはできません。

CP-800では、DACとマスタークロックジェネレーターの近くにフィールド・プログラマブル・ゲート・アレイ (FPGA) を置くという解決策が導き出されました。USBマイクロコントローラーは汎用デバイスであり、専用のFPGAほど正確に信号やクロックに対処できません。CP-800は、25MHz未満で動いているオーディオクロックを300MHzのビデオグレードのFPGAを用いて管理します。

FPGAには2つのクロックが連結されていますが、一度に有効なのは1つのみで、どちらが有効かは受信される音楽データのサンプリング周波数によって決まります。これがシングル・クロック・サブストレイトと言われる所以です。

デジタル入力ボード上のUSBマイクロコントローラーからのデータは、下のマザーボード上のDACの近くにあるFPGAが受け取ってバッファ処理を行い、CP-800のマスターオーディオクロックと同期しているDACに伝送されます。この方式によって、クロックとデータが上流のあらゆるノイズから最大限隔離されます。私たちの分析では、オーディオクロックがUSBマイクロコントローラーに起因する方式と比較して、クロックの純度が高く、クリチカルで手軽なデジタルオーディオのS/N比が、より改善されてアナログ変換されるという結果が出ています。

iPod®、iPhone®、iPad®との接続性

USB DACは、アシンクロナス技術を採用しているものであっても、Appleの人気携帯端末機器などのUSBデバイスの高音質オーディオをサポートしていないのが通例です。これらのデバイスは、MacやPCに保存されているのと同じロスレスファイルと同レベルの音質で再生することができるので、サポートしていないというのは残念なことです。しかし、以下のようにさらに複雑さが増すことを考えれば、高性能のUSB DACによるこういった携帯端末のサポートが少ないのも無理はありません。

- 製品がデバイスの「ホスト」をしなければならない。これは、単にMacやPCがホストのUSB「デバイス」として機能するよりもはるかに複雑です。
- 最高のパフォーマンスにするには、デバイスからデータを抽出するアシンクロナス技術を開発しなければならない。
- Appleの認定手続きが厳しい。製品はAppleの認定プログラムに合格して初めて「Made for iPod®, iPhone®, iPad®」と認定されます。

CLASSEの設計チームは、B&W Zeppelinの設計プロジェクトから得られた知識と体験をもとに以上の問題をすべて解消し、Apple携帯端末による驚くべきレベルのオーディオパフォーマンスを再生可能にしています(図6)。

D/A変換

2つのステレオD/Aコンバーター (Wolfson WM8741) が左右両チャンネルに差動出力を作り出します。電源は、電源ラインの出力インピーダンスをほとんどゼロにする技術を用いて専用に安定化され、特に変調される周波数でDACから発生するノイズを除去するように調整されています。

DACは、入力が44.1kHzの倍数か48kHzの倍数かによって176.4kHzか192kHzで作動します。これらがCP-800で使われているデルタ・シグマDACに好ましい速度であることは、測定による評価と音質の評価の両方で確認されています。

WM8741は電圧出力DACであるためコンバーターのI/V変換は不要です。音声をデジタルからアナログに変換する作業は、通過帯域100kHzの四次構成フィルターのステージで終了します。

デジタルプロセッシング

すべての入力については、パフォーマンスを向上させる強力なデジタル信号処理(DSP)が可能です。アナログデバイス社の2つのシグマDSPは以下のように使用しています。

- DSP 1: 左右のメインチャンネルとAuxチャンネルのパラメトリックEQと、トーンコントロールの設定に使用。
- DSP 2: SUB出力とAux1 (サブウーファー出力に設定する場合)のサブウーファー出力のクロスオーバー周波数の設定に使用。

アナログ音声入力にデジタル信号処理(DSP)モードを選択すると、アナログ音声はシーラス・ロジック社のCS5381 A/Dコンバーターに送られて、デジタル変換されてから処理が行われます。DSPの必要がない場合には、アナログ信号はアナログのまま残ります。

注: アナログバイパスを選択すると、スピーカーの設定、イコライゼーションやトーンコントロールの設定は無視され、アナログ音声はアナログのままです。ただし、サブウーファー出力を生成しつつ、バイパスモードでアナログ信号をフルレンジで再生することは可能です。

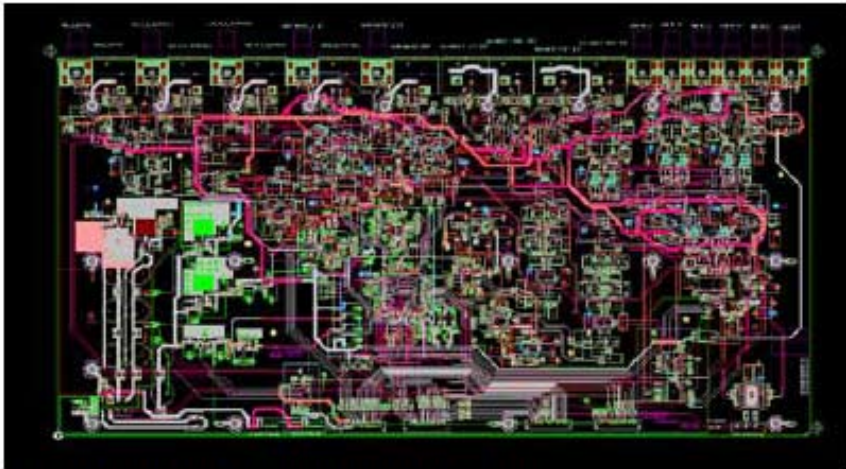


図7：信号ルート(6層のうち3層のみを表示) CP-800のマザーボード

処理は56ビットの倍精度モードで実行され、小音量時のレゾリューションと優れたオーディオパフォーマンスを提供します。

アナログオーディオ

バランス信号は、入力から出力まで常にバランスで処理されます。シングルエンドのソースは、セットに入ると同時にバランス信号に変換されます。信号経路と給電経路は分離され、全体のパフォーマンスを良くするために最適化されます。

左右のチャンネルが同じシリコン(アクティブパッケージ)を共有することはなく、ボリュームコントロールは、それぞれ独立して行われます。本機のボリュームコントロールとしては、ステレオボリュームデバイスの(BB PGA3310)をデファレンシャルモードとして、各チャンネルに一つずつ使用されています。

フロントパネルにあるヘッドホン出力の性能も妥協のないものとなっており、ヘッドホン出力のクォリティーは、メインの出力チャンネルと同じです。

アナログ入力は、A/Dコンバーターを通して、イコライゼーション(EQ)、トーンコントロール、低音管理(サブウーファースの設定)の処理を行うことができます。また、ソースをアナログバイパスとして処理することもでき、その場合には終始アナログのままです。ソースをアナログバイパス(サ

ブウファーマなし)に選択をすると、デジタルオーディオ用のクロックの電源が切れます。1組のアナログ入力端子を複数のソースボタンに対応させることができます。そうするとアナログバイパスおよびA/Dコンバーターパスの自動選択、その他便利な機能やカスタマイズ機能の選択が容易になります。

設計過程について一言…

プリント基板(PCB)は、見落とされがちですが電子回路にとって非常に大切なものです。オーディオ設計で重要部分に配慮するのは当然のことであり、質の高いパーツやデバイスを使用するのは非常に大切なことですが、選んだパーツやデバイスを技術者がどう使うかも同じように大切です。パーツやデバイスを選ぶだけでは最高のパフォーマンスは保証されません。

CLASSEが設計するPCBは、常に手作業でレイアウトが行われます。コンピュータでプログラムされる自動ルーティング方式では、最高水準のパフォーマンスを目指して各部品、パッド、面、トレースを、熟練した技術者が綿密に検討するときほどの結果を出すことはできません。この多大な時間を必要とする作業にはコストがかかりますが、このような手作業に勝るものはありません。文字通り何千回も、音に違いが出たり出なかったりする試行錯誤のプロセスを繰り返し、その結果、全体として大きな違いが生まれています。

CP-800で使用されている基板はすべて6層の回路基板です(図7)。

ユーザインターフェースとコントロール

2004年、CLASSEはハイエンドオーディオセットにタッチパネル・コントロールを採用しました。CP-800ではそのインターフェースに初めて大規模なアップグレードが行われています。縦横比はコントロールボタンを増やせるゆとりのある16×9で、メニューページ数が減り、より快適にご使用いただけるようになっています。CP-800ではグラフィックも一新され、洗練された新しい外観になっています。

CP-800には、日常操作で使用する大半のコントロール機能が揃っている、ベーシックなバックライト付きの手のひらサイズのリモコンが付属しています。ディスクリット入力や設定コマンドといったその他のコマンドを、本体正面の赤外線受信装置と同じウインドウにある赤外線送信装置を用いて学習リモコンに学習させることができます。

また、CP-800は、双方向のRS-232制御機能で(ホーム)オートメーションシステムのサポートも行います。

簡単なオートメーション方式を有効にするDCトリガーが搭載され、設定メニューで選択したイベントが発生すると始動します。トリガーは12Vで、必要に応じて逆ロジックについて設定することもできます。

まとめ

CP-800にはハイエンド・プリアンプのための新しいアーキテクチャが採用されています。あらゆるソースのパフォーマンスの最適化を目指しUSB DAC、デジタルプロセッサ、アナログ・ステレオ・プリアンプの機能を一体化したCP-800は、要求水準のきわめて高いオーディオファイルの皆様にも納得していただける独自のソリューションです。コンピュータ・オーディオの優れた性能を活かすとともに、強力な処理ツールが採用されているCP-800には、魅力的なパフォーマンス、機能、価値が揃っています。



CP-800 STEREO PREAMPLIFIER/PROCESSOR

周波数特性	8Hz-200kHz<1dB stereo analog bypass 8Hz-20kHz<0.5dB, all other sources	最大外形寸法	W : 445mm D : 445mm (プラグ除き) H : 121mm
チャンネル・マッチング (left to right)	0.05dB以上	質量	10.43kg
全高調波歪率	0.005%, digital source/bypassed analog source 0.04%, processed analog source	付属品	リモコン、電源ケーブル
最大入力 (single-ended)	2Vms (DSP), 4.5Vms (bypass)	発売時期	2011年12月
最大入力 (balanced)	4Vms (DSP), 9Vms (bypass)	希望小売価格	¥ 840,000 (税込)
最大出力 (single-ended)	9Vms	Made for	iPod touch (1st~4th generation) iPod nano (2nd~6th generation) iPod classic iPhone4 iPad
最大出力 (balanced)	18Vms	「iPod®対応」、「iPhone®対応」、「iPad®対応」は、電子付属品がそれぞれiPod®、iPhone®、iPad®専用 に接続するように設計され、Appleの性能基準に適合することが開発者に認証されたことを意味します。本機の操作ならびに安全基準や規制基準の遵守についての責任はAppleにはありません。iPod®やiPhone®、iPad®と本機を使用すると、ワイヤレスの性能に影響が出る場合がありますのでご注意ください。	
ゲイン	-100dB to +14dB	お問い合わせ先	(株)ディーアンドエムホールディングス ディストリビューター営業部 〒210-8569 神奈川県川崎市川崎区日進町2-1 TEL : 03-3719-3841
入力インピーダンス	50kΩ (balanced) 100kΩ (single-ended)	http://www.classeaudio.jp/	
出力インピーダンス (main output)	300Ω (balanced) 100Ω (single-ended)		
S/N比 (ref balanced, 4Vms input, unweighted)	104dB, bypassed analog source 101dB, processed analog source 105dB, digital source (ref. full-scale input, unweighted)		
チャンネルセパレーション	100dB以上		
クロストーク (any input to any output)	-130dB以上@1kHz		
待機電力	<1W		
消費電力	31W		
電源電圧	AC100V, 50/60Hz		