

Audio Accessory

特集・7人の達人が組むテーマ別システムプラン20例

●特集2・マルチチャンネル徹底研究●特集3・最新ヘッドホンとヘッドホンアンプをテストする

●重点アクセサリ研究・AES/EBUデジタルケーブルの実力を試す●恒例!プロが選ぶベストアクセサリ

●江川三郎実験室●故長岡鉄男・ミニ方舟プロジェクト「センタースピーカーの製作」

特別付録

高品位CD「サウンドツアー」

高音質ワンポイント録音の世界・全18曲68分



2002 AUTUMN 106

CLUSEP

フライイングモールド超小型デジタルD.C.パワーアンプ徹底検証

ハガキサイズに凝縮された先進技術 超小型・超軽量の注目モデル登場

柴崎 功

最先端のアナログ技術と
デジタル技術を駆使



マルチチャンネルの普及に伴い、省スペースで発熱が少なく、消費電力の低い「デジタルパワーアンプ」が注目されている。デジタルアンプといってもピンからキリまであるが、最先端のバテント技術を満載して、超小型・超軽量でありながら、性能も音質も優れたデジタルD.C.アンプが、新進気鋭のオーディオメーカー「フライイングモールド」から登場した。

「空飛ぶモグラ」を意味する株式会社フライイングモールドは、ヤマハ出身のベテランエンジニア集団により、2000年11月に静岡県浜松市に設立された。この会社は、製造を外部工場に委託して、商品の企画、開発、販売だけを自社で行う、音響機器開発のベンチャー企業である。

得意とするのは、電源／アンプ／アナログ／デジタルで、今回紹介するDAD-M1は、スイッチング電源とアンプを融合

し、最先端のアナログ技術とデジタル技術を駆使して開発された、現時点で最も先進的なデジタルアンプである。

「デジタルオーディオ・ドライバー・モールド」を略したDAD-M1は、官製ハガキ(A6版)の大きさと厚みが41mmという超小型アルミケースに、100W/8Ω、

DAD-M1

¥40,000

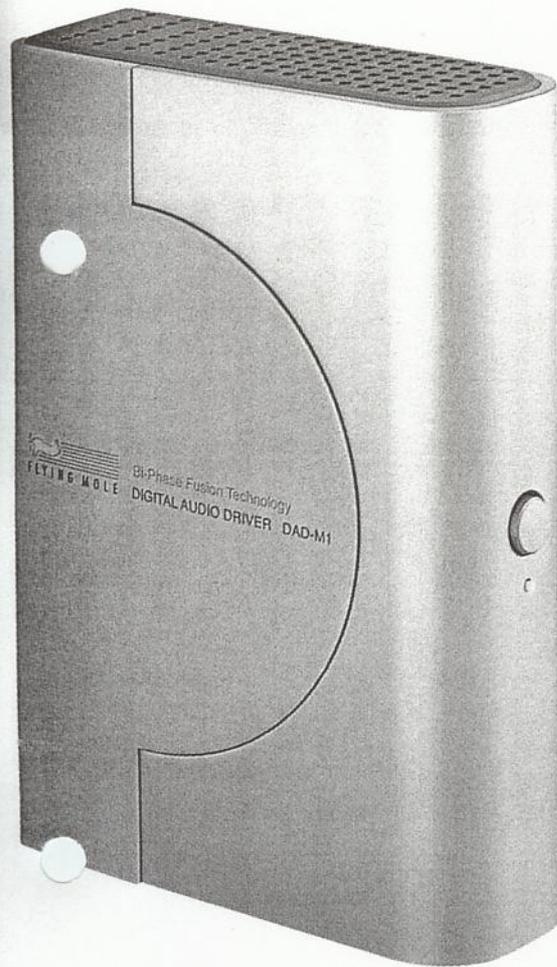
160W/4Ωの大出力デジタルパワーアンプとスイッチング電源を内蔵した、超軽量(約730g)で超高効率のモノラル型デジタルD.C.パワーアンプである。しかも価格は、1台4万円と手頃である。

このアンプは、電源を含めた効率が85%と高く、発熱が非常に少ない。この

ため、4Ω負荷で160Wも出せるハイパワーアンプで、しかも手の平に乗る超小型ケースでありながら、ケースは完全密閉で、放熱孔が1個もあいてない。だから縦置き横置きが自在で、他のオーディオ機器の上に置いて使うこともできる。

フロントパネルには電源スイッチと緑のインジケーターがあり、リアパネルには写真1のようなスピーカー端子、RC A出力端子、入力ボリューム、2PのACインレットが付いている。

写真2は内部の基板で、プッシュスイッチとLEDの付いた小基板がフロントパネルにビス留めされ、メイン基板はケース内の溝に挟み込む形で固定される。取り付け穴が1個もないのはそのためだ。部品が隙間なく付いたハガキ



〈写真1〉DAD-M1リアパネル

サイズの基板は、左側1/3がアンプ部で、残りの2/3がスイッチング電源部である。写真左上の2枚の小さなアルミ板がアンプ出力段の放熱器で、各アルミ板にはFETが2個ずつ付いている。こんなに小さな放熱器で、8Ω負荷に100W、4Ω負荷に160Wも供給できるのだから驚異だ。また、それだけのパワーを供給する電源を、ハガキの2/3のサイズで実現した技術力にも驚かされる。

ちなみに、アンプ部の効率は93%、電源部の効率は92%、両者を掛け合わせたセット全体の総合効率は85%である。

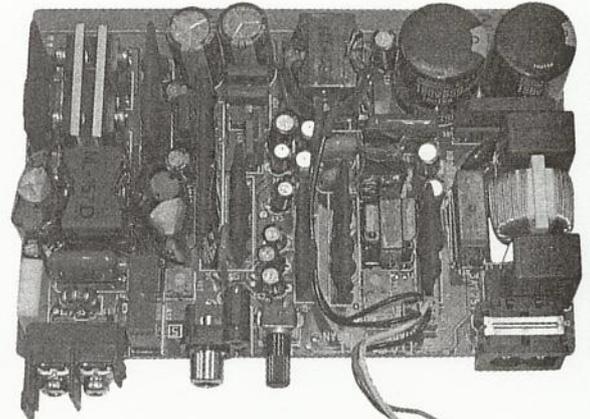
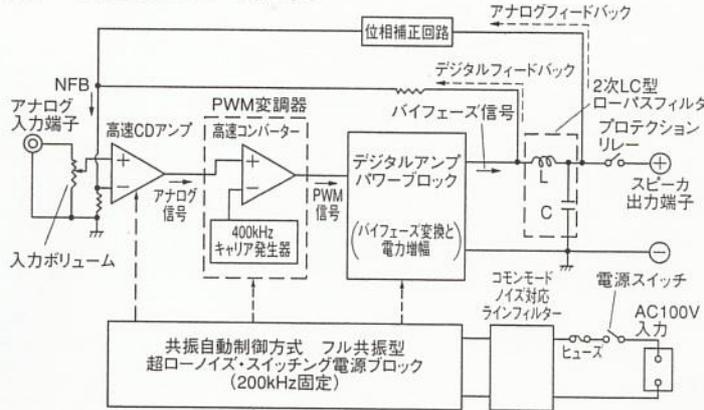
1ビットデジタル信号を2信号に変換する新手法

図1のブロック図に基づいて、回路の構成を簡単に説明しておく。

入力されたアナログ信号は、まず高速DCアンプで必要な信号レベルまで増幅され、PWM変調器で振幅情報が時間に置き換えて、PWM(パルス幅変調)の1ビットデジタル信号に変換される。

他社のデジタルアンプは、PWM信号で大電流素子(FET)をスイッチングしているが、そうすると波形のなまりに起因するPWM特有の歪みが発生する。そこでDAD-M1では、デジタルアンプ・パワーブロックでPWM信号をバイフェーズ変換して、振幅と時間幅が一定(デューティ比50%)で位相だけが異なる2信号に変換

図1 DAD-M1のブロック図



〈写真2〉DAD-M1の内部基板。メイン基板の左側1/3がアンプ部で、残りの2/3は電源部。小さい基板には、電源スイッチと緑のインジケータLEDが付いている

超小型デジタルDCパワーアンプ 徹底検証

FLYING MOLE

図2 無負荷時の高域ピークを仮想ダンパーで解決



テクシヨシリレーがオフになって、出力端子が切り離される。

NFB(負帰還)は、ローパスフィルターの前からデジタルフィードバック、後からアナログフィードバックが初段の高速アンプに掛けられているので、キャリア発生器の歪み、ローパスフィルターの歪み、電源電圧変動に起因する歪みは、すべてNFBでリアルタイム補正される。

電源部には、後で述べるように、電圧共振と電流共振を利用して輻射ノイズを激減させた、フル共振型の超ローノイズ・スイッチング電源が投入されている。

スイッチング電源とAC端子間には、スイッチング電源からACラインに漏れるノイズを阻止し、ACラインから流入するノイズも阻止する共通モード対応ラインフィルターが挿入されて、「電気用品安全法」の諸規格を満たしている。

デジタルアンプは、出力回路にLC型のローパスフィルターが挿入されるが、コイルとコンデンサーだけで構成されるフィルターは、規定インピーダンスのスピーカーを接続しないと問題が生じやすい。無負荷にしたり、高インピーダンスのスピーカーを接続すると、制動不足でLC共振現象を引き起こし、数十kHzに大きなピークを発生するのである。

この問題を解決するために、低抵抗とコンデンサーを直列にしたCRダンパーを出力端子に並列接続する対策がとられ

する新手法を採用した。

2つの出力段は、常に振幅と時間幅が一定の方形波を出力し、信号に応じて2出力の位相(すなわち時間)をずらすのである。こうすると、2出力を引き算した差成分がPWM波形に戻り、波形なまりの影響を受けなくなるのだ。NFBを掛ける都合上、出力の片方はアースされている。

コイルとコンデンサーで構成される低損失のローパスフィルターは、パルス成分をカットして、PWM波形を滑らかなアナログ波形にする回路である。

スピーカーやアンプの保護対策は万全で、出力端子をショートしたり、あるレベルを超えるDCが数秒以上続いたり、電源をオン/オフした時には、即座にプロ

るが、これだとCRダンパーで電力が浪費されるので、アンプの効率が低下する。

そこでDAD-M1では、15kΩという高い抵抗で2Ωの低抵抗並みの制動効果を持たせる仮想ダンパーを搭載し、図2のように無負荷時の高域ピークを完璧に抑え込み、しかもパワロスを追放した。これは特許出願中とのことである。

デジタルアンプは、高インピーダンス負荷時に高域にピークが出やすいため、これまで業務用には用いられなかったが、本機は「業務用としても安心して使えるデジタルアンプ」として、プロの間でも注目され始めているのである。

このほかに、ローパスフィルターのコイルが発生する逆起電力の影響を回避するため、出力段の電源をフローティングにし、かつ、一つの電源を時分割でプラス・マイナス2電源として用いるパテント技術や、高速スイッチングを超低損失で行うパテント技術など、このアンプには最先端の未公開技術が満載されている。

**放射ノイズが非常に少ない
スイッチング電源を実現**

スイッチング電源には高周波ノイズを発生するものが多いが、それは図3aのように、スイッチング回路の電圧・電流波形の立ち上がりや立ち下がりが急峻であったり、リングングが乗っついて、高周波ノイズを盛大に放射するためである。

図3 電圧・電流波形の比較

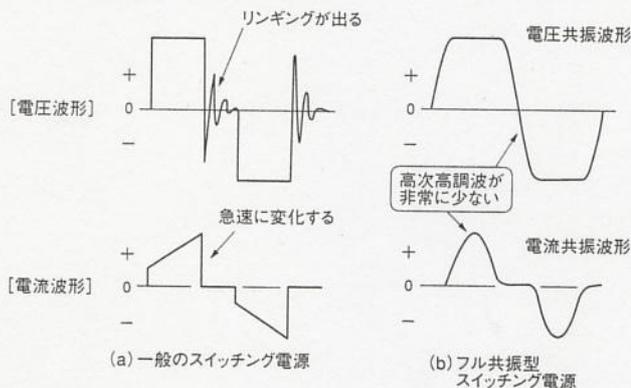
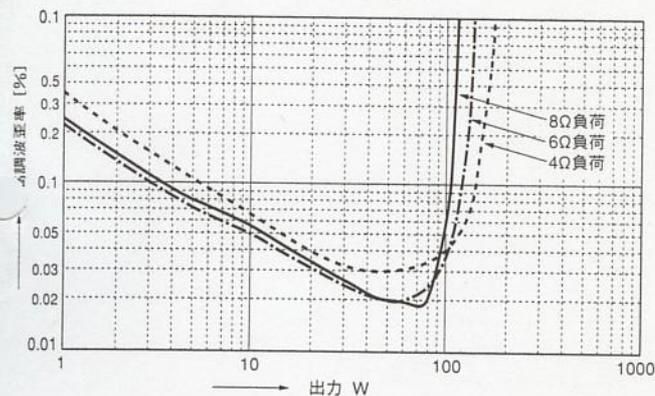


図4 DAD-M1出力対1kHzの歪率特性



**超小型デジタルDCパワーアンプ
徹底検証**

〈写真3〉1Hz方形波の再生波形。右がA/Cアンプの例、左がDAD-M1

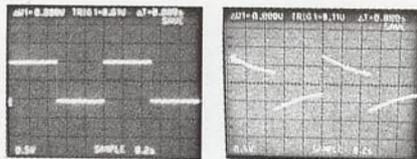


図6 電源を含めたアンプ総合効率特性

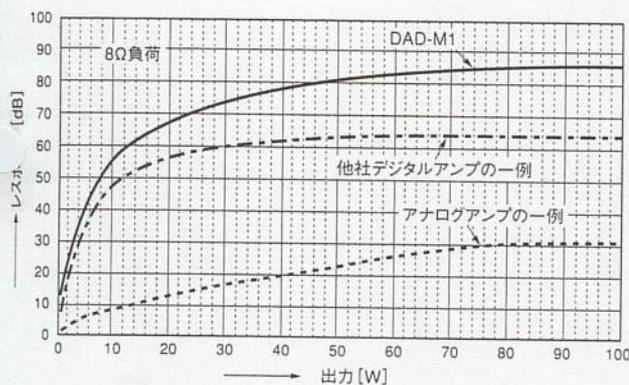
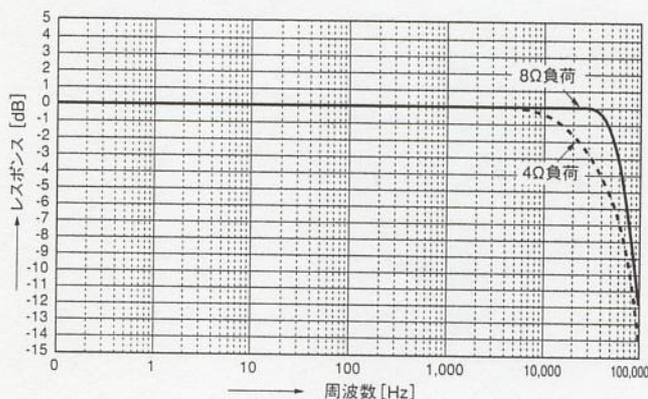


図5 DAD-M1の周波数特性



そこでDAD-M1では、新開発のオートチューニング式共振制御回路を用いて、電圧波形や電流波形をスイッチング周波数で共振させ、図3bのように、立ち上がりや立ち下がりを正弦波っぽい形にして、高周波成分そのものの発生を抑え、放射ノイズが非常に少ないスイッチング電源を実現した。これがフル共振型電源である。だからハガキサイズの基板に、ハイパワーアンプとスイッチング電源を同居させることができたのだ。

図4は1kHzの歪み特性であるが、歪みは50W付近が一番低く、8Ωと6Ω負荷では0.02%まで下がっている。

周波数特性は、図5のように、マイナス3dBの帯域が8Ω負荷でDCから60kHz、4ΩではDCから30kHzであるが、仕様では8Ωが50kHz、4Ωが25kHzという控えめな表記になっている。

低域はDCまで延びているため、ACアンプでは写真3右側のように方形波が崩れて三角波っぽくなるのに対し、DCまで再生できる本機は、写真左のように1Hzの方形波が忠実に再生できる。だからサブウーファー用アンプとしても最適だ。

図6は、電源部を含めたアンプ全体の総合効率である。アナログアンプより大幅に高効率なのは当然であるが、他社のデジタルアンプと比べても本機は総合効率が高く、小出力時でも高効率である。

表1はDAD-M1の仕様であるが、デ

デジタルアンプでありながらダンピングファクターが200、S/N比が120dBも取れているのが注目される。無信号時の待機電力は6Wしかないのに、電源を入れた放しにしても電気代は僅かだ。

音質は、制動の効いた歯切れ良いサウンドで、情報量が多く、あまいな部分を感じられない。デジタルアンプには、潤いのないドライな音の製品が多いが、本機はアナログアンプ並みの艶やかさを持ちながら、デジタルアンプならではの押し出しの強さを備えている。ミドルクラス・コンポントアンプ並みのクオリティが、こんなに小型・軽量・低損失・低価格で実現されたのは驚きである。

**独自の技術が活かされた
多くの製品パリエーション**

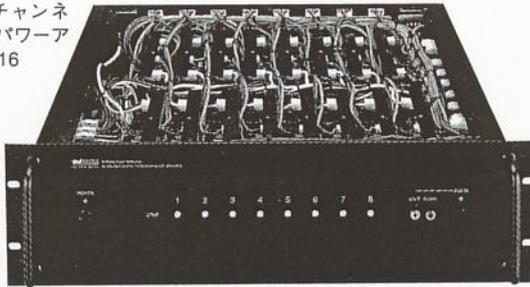
フライングモールには、ほかにもデジタルアンプのパリエーションがあるので、簡単に紹介しておこう。

写真4は、100W/8Ω、160W/4Ωの電源一体型デジタルパワーアンプ基板モジュールAPSM160IIである。これは企業向けに販売されている製品で、海外の安全規格に準拠して部品間隔を空けているため、DAD-M1の基板より一回り大きく、重さは約300gである。この基板は、N個スタック接続すれば出力がN倍に増強できる設計になっているので、10個スタック接続すれば1kWの

表1 DAD-M1の仕様

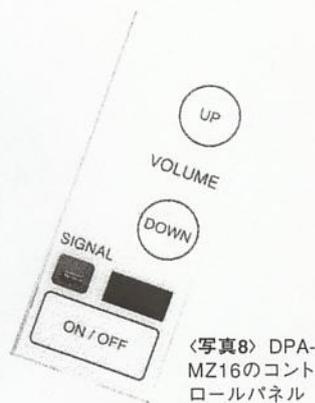
項目	仕様
定格出力	100W/8Ω、160W/4Ω
周波数特性	DC~50kHz(+0、-3dB)/8Ω DC~25kHz(+0、-3dB)/4Ω
全高調波歪率	0.02%(1kHz、50W出力時)
S/N比	120dB(400Hz~30kHzのBPF使用)
入力感度/入力インピーダンス	1V/10kΩ
残留ノイズ	25μV(400Hz~30kHzのBPF使用)
ダンピングファクター	200(8Ω 1kHz)
消費電力	20W(1/8パワー出力、100W/8Ω) 30W(1/8パワー出力、160W/4Ω)
待機電力	6W(無信号時)
電源電圧	AC100V 50Hz/60Hz
入出力端子	入力:RCAピンジャック×1個 インレット電源コネクタ 出力:SPターミナル2P、入力VOL (variable)
安全規格	電気用品安全法 (UL規格準拠)
電波障害規格	ラインノイズ、不要放射 (電気用品安全法)
使用温度範囲	0~+40℃
最大外形寸法	150W×41H×106Dmm
重量	約730g

〈写真5〉 16チャンネルのデジタルパワーアンプDPA-MZ16



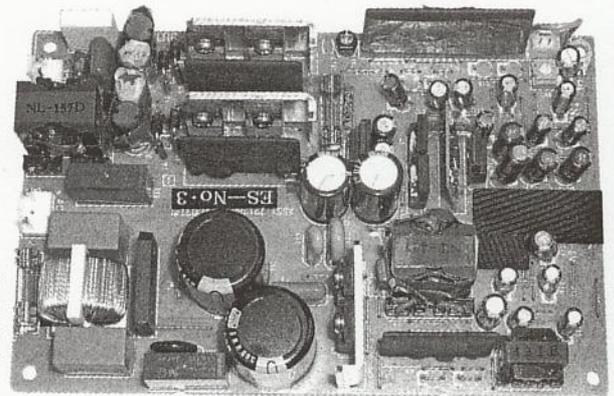
〈写真6〉 DPA-MZ16のリアパネル

〈写真7〉 DPA-MZ16の赤外線リモコン装置



〈写真8〉 DPA-MZ16のコントロールパネル

〈写真4〉 電源内蔵デジタルアンプ基板モジュールAPSM160II



アンプが構築できる。
写真5と6は、100W/8Ω、160W/4Ωの電源内蔵デジタルアンプ基板を、3U(高さ132mm)の19インチラックケースに16チャンネルも収納した、16チャンネルデジタルパワーアンプDPA-MZ16である。16のアンプ基板は2チャンネルずつペアになって、8系統のステレオアンプ構成になっている。

リアパネルには、8系統を独立に制御するリモコン端子が装備されているので、写真7の赤外線リモコンと写真8の赤外線受光部付きコントロールパネルを購入し、8つの部屋にステレオスピーカーとコントロールパネルを設置すれば、このアンプ1台で8部屋にステレオ信号が供給できる。そして各部屋ごとに、音量や電源のオンオフ制御が、リモコンとパネルスイッチで操作できるのだ。このアンプは、すでに別荘などで使われている。

なおカスタム品として、1U(高さ44mm)のケースに100W/8Ωのアンプを8チャンネル搭載した製品もある。

このほかに、ベタッと貼るだけで熱を遮断するシート状断熱材マイティガードKY-1も商品化されており、デジタルアンプのパリエーション以外に、ハイテク技術を駆使した新発想のスピーカーシステムも開発中とのことである。先進的かつ高度な技術を持つフライングモールゆえに、これからの躍進が楽しみだ。