

# PCM1717シリーズの THD+N 対周波数特性とスペクトラム

## 概要

このアプリケーションノートはPCM1710の出力スペクトラムについて解説するとともに、実例データを示しています。また、PCM1710用のポスト・ローパスフィルタ設計例と実測データを示していますので御参照下さい。

### 1. 内部ローパスフィルタ

PCM1710はオーバー・サンプルされた高周波領域のスペクトラムを除去するためのローパスフィルタを内蔵しています。この内部ローパスフィルタの等価回路を図1に示します。また、内部ローパスフィルタの周波数特性を図2、図3に示します。図3からわかるように、このローパスフィルタは100kHz付近の周波数より低い部分に対しては抑圧効果はありません。

### 2. デジタル・フィルタ

PCM1710はまた、デジタル・フィルタを内蔵しています。デジタル・フィルタの抑圧レベルは、阻止帯域において-62dBで、周波数特性を図4に示します。

オーバー・サンプリングによる1Fs~8Fsのスペクトラムはこのデジタル・フィルタによって抑圧されますが、出力スペクトラムはオーディオ帯域外に-62dB以下のレベルの残留スペクトラムを含みます。

### 3. 出力スペクトラム実測例

Photo - 1とPhoto - 2にPCM1710直接出力によるFFTスペクトラム実測例を示します。ここでの出力は、信号周波数 $f_{sig}=20kHz$ 、出力レベル=フルスケール(0dB)で、測定帯域幅は

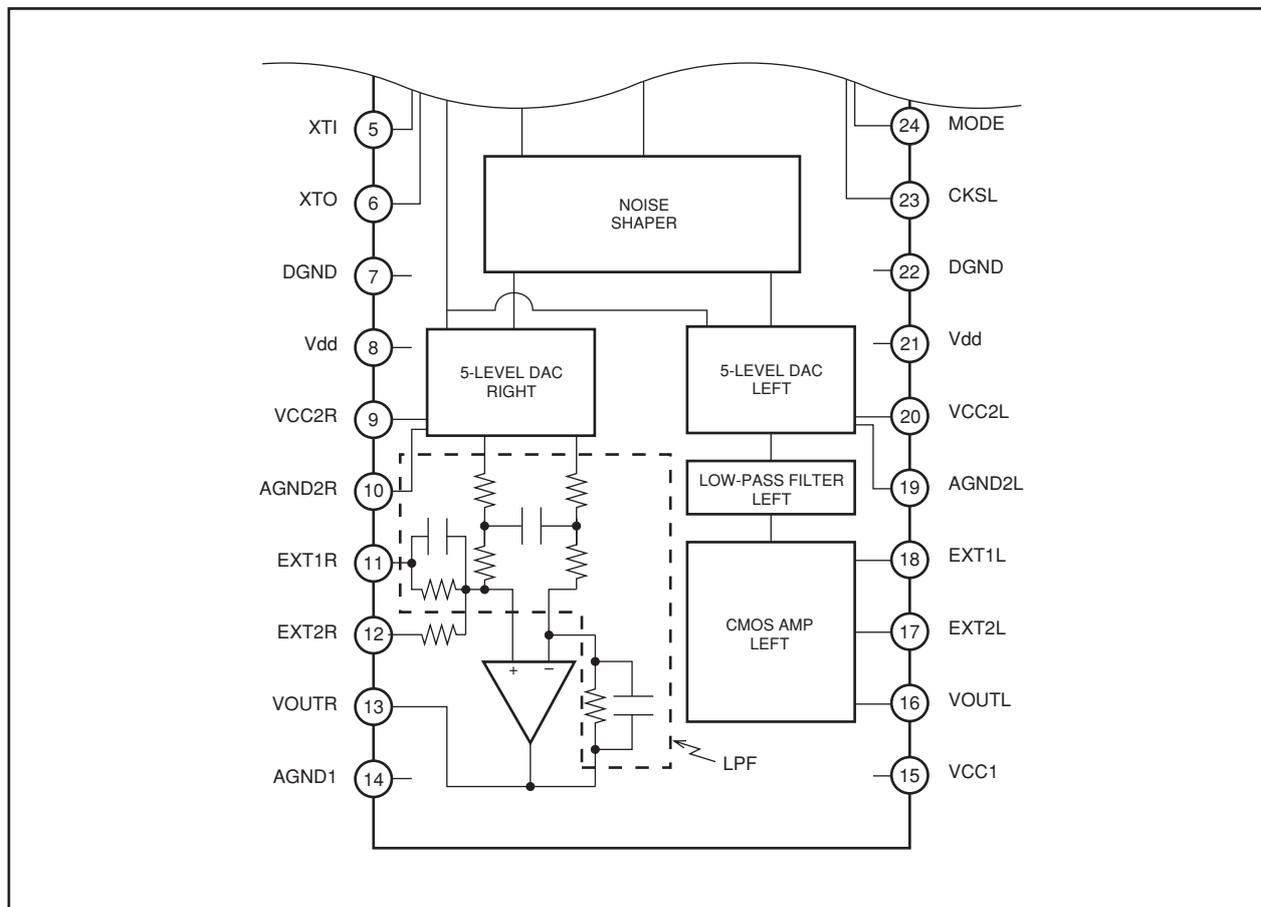


図 1. ローパスフィルタの等価回路

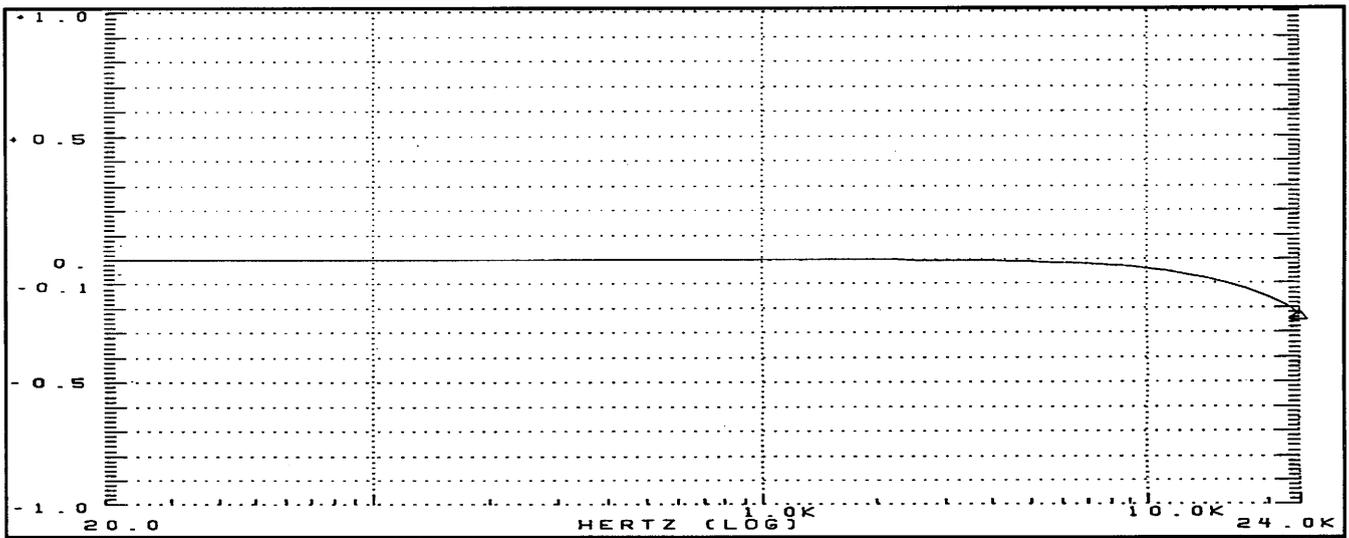


図2. ローパスフィルタの周波数特性 (20Hz~24kHz、拡大図)

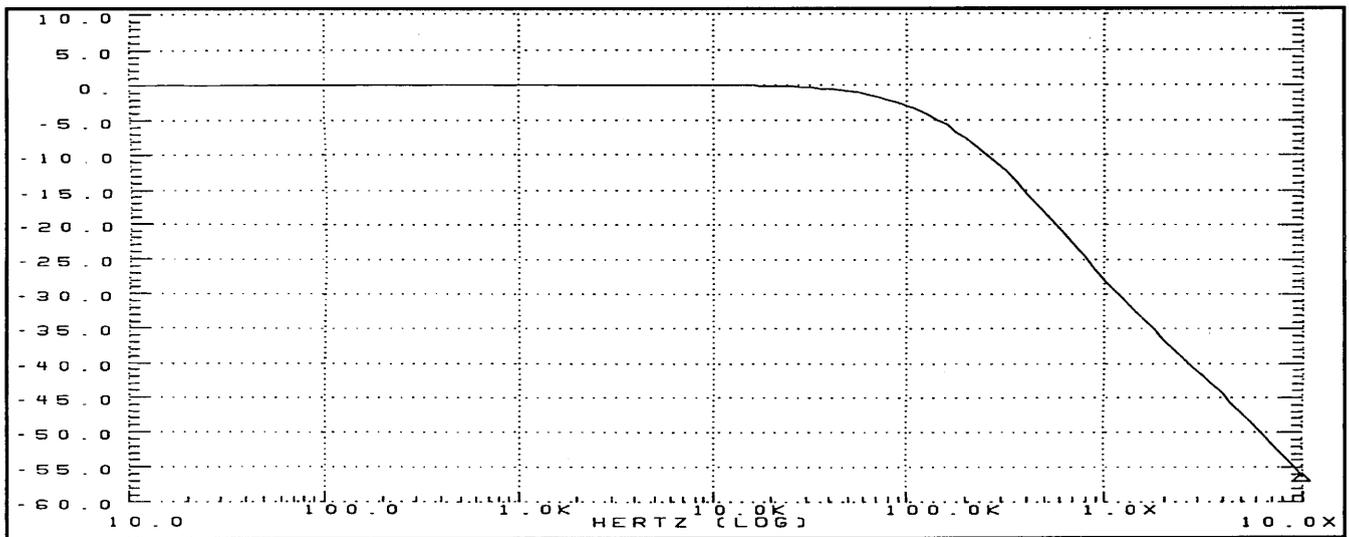


図3. ローパスフィルタの周波数特性 (10Hz~10MHz)

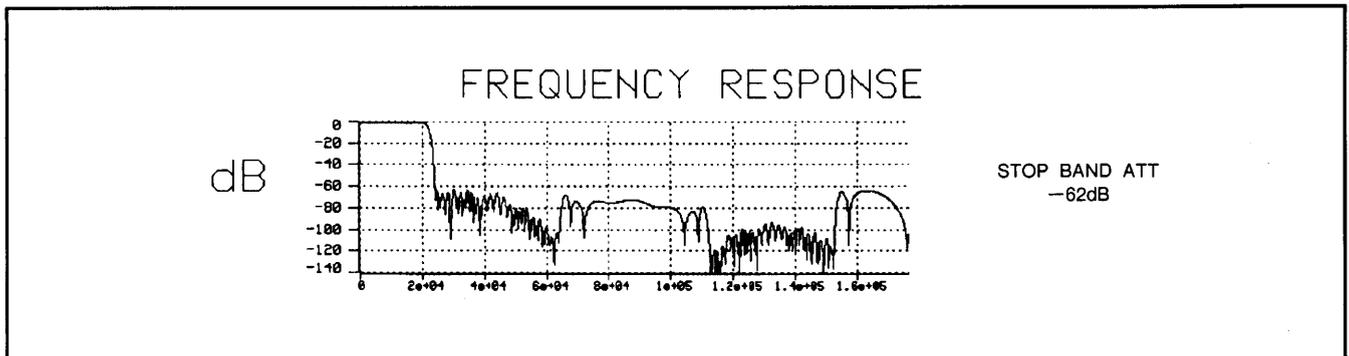


図4. 周波数特性 (ノーマルモード、ディエンファシスOFF)

100kHzです。このデータから、24.1kHzにエリアシング・スペクトラム(44.1k - 20k)とノイズ・シェーピングによるノイズ・ブースト特性を見ることができます。

24.1kHzのスペクトラム・レベルはデジタル・フィルタにより-62dB付近まで抑圧されています。

Photo - 3とPhoto - 4は同様にPCM1710直接出力によるFFTスペクトラム実測例で、ここでは信号周波数 $f_{sig} = 1\text{kHz}$ 、出力レベル-60dB、測定帯域幅は100kHzです。このデータからはPCM1710のもつ低レベルの量子化ノイズ・スペクトラムがオーディオ帯域外に分布していることがわかります。

#### 4. ポスト・ローパスフィルタの考察

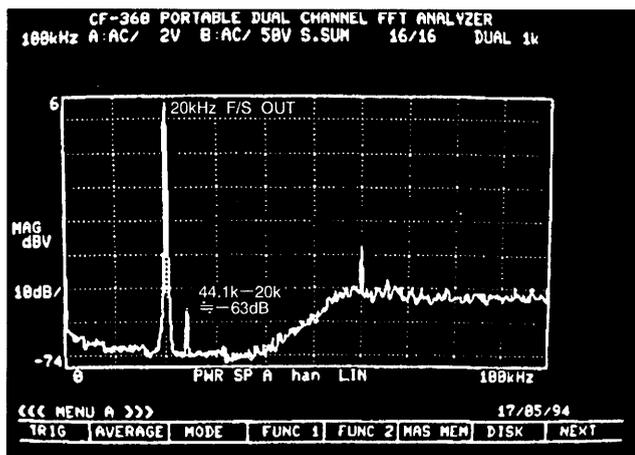
PCM1710の実アプリケーションにおいては、オーディオ帯域外スペクトラムを抑圧するポスト・ローパスフィルタが必要です。ポスト・ローパスフィルタ特性は総合THD+N対信号周波数特性に直

接影響します。理想的には前述の24.1kHzのスペクトラムは96dB以上ローパスフィルタによって抑圧されるべきですが、実際には音質やコストとの関係から、ポスト・ローパスフィルタ特性は最終的には設計者によって決定されます。(ただし、PCM1710のデータシート上のTHD+N保証値は20kHzローパスフィルタを使用しています。)

ここで、図5に3次アクティブ・フィルタによる、また図7にゲイン付き2次アクティブ・フィルタによるポスト・ローパスフィルタの回路例を示します。これらのローパスフィルタでは24.1kHzのスペクトラムを抑圧することは不可能ですが、オーディオ帯域外のノイズ・シェーピングによるスペクトラム成分の抑圧には効果的で、直接出力に比べてより良いTHD+N対信号周波数特性を得ることができます。

3次ローパスフィルタの総合特性を図6に、ゲイン付き2次ローパスフィルタの総合特性を図8に示します。

PHOTO - 1



0dB、 $f = 20\text{kHz}$ 、256fs

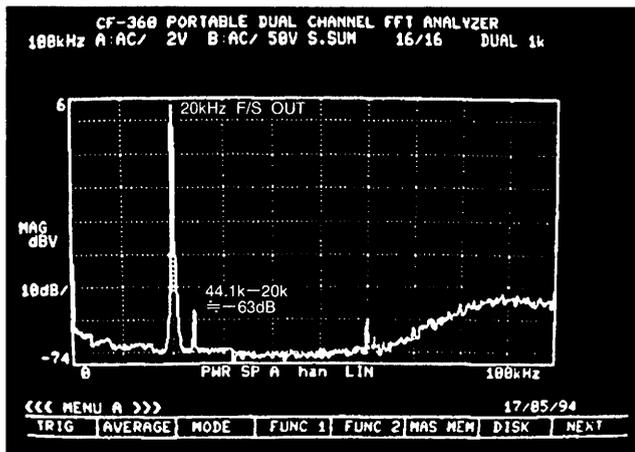
\* ノイズフロアー・レベルはFFTアナライザのダイナミックレンジによって制限されています。

PHOTO - 3



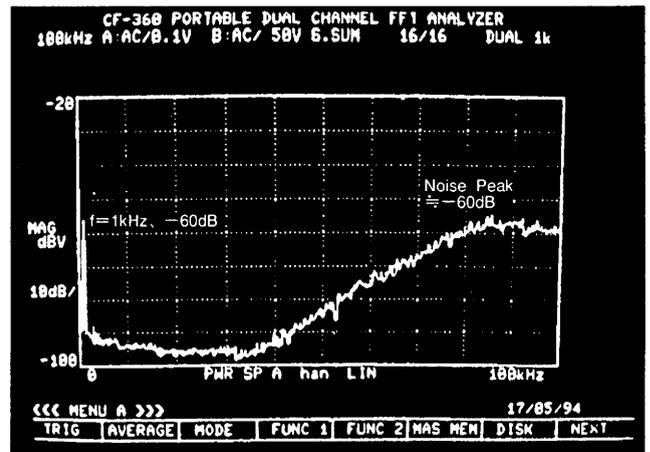
-60dB、 $f = 1\text{kHz}$ 、256fs

PHOTO - 2



0dB、 $f = 20\text{kHz}$ 、384fs

PHOTO - 4



-60dB、 $f = 1\text{kHz}$ 、384fs

## 5. 出力スペクトラム実測例

### (1)3次アクティブ・ローパスフィルタ

Photo - 5からPhoto - 8に、3次ローパスフィルタ使用による出力スペクトラム実測例を示します。各測定条件はPhoto - 1から

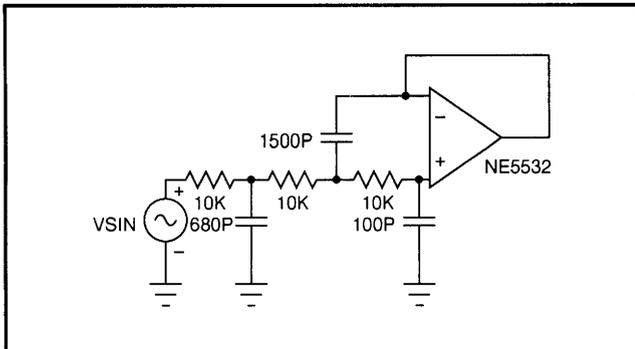


図5. 3次ローパスフィルタ

Photo - 4と同等です。オーディオ帯域外スペクトラムの抑圧効果をこれから見る事ができます。

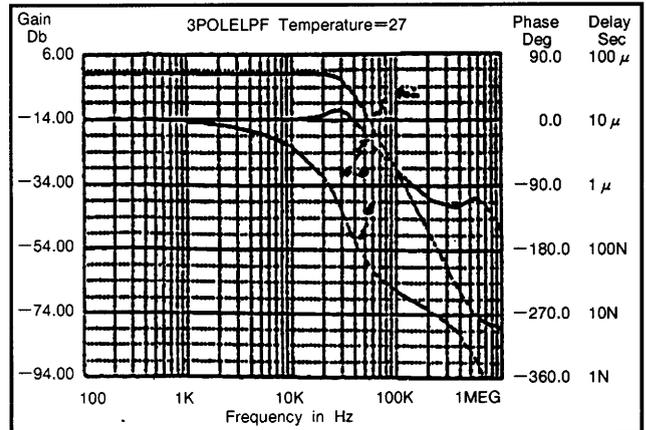
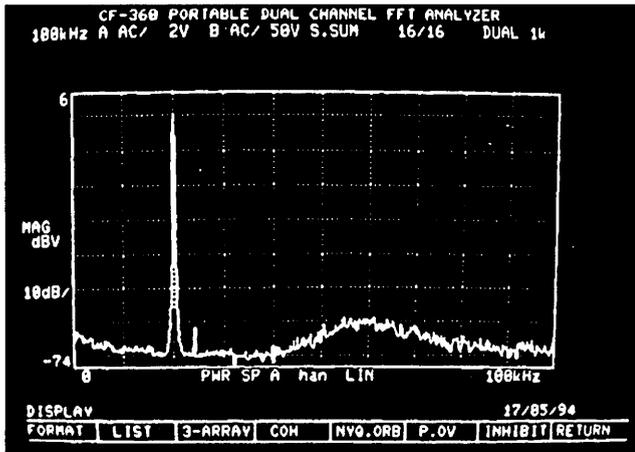


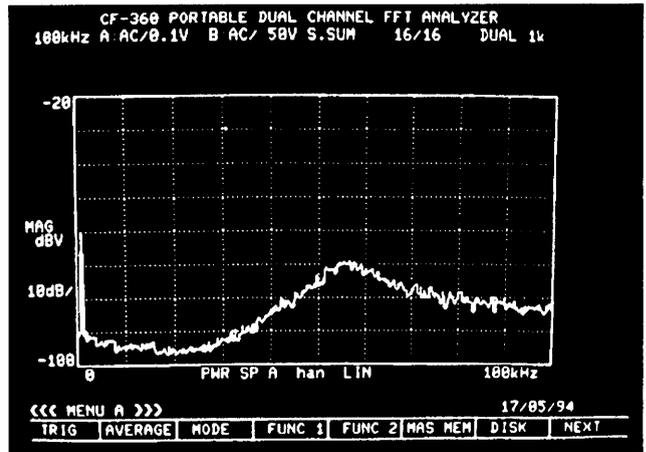
図6. 3次ローパスフィルタの総合特性

PHOTO - 5



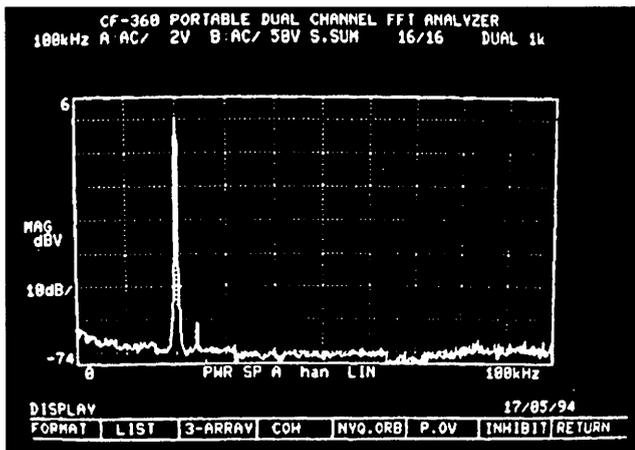
0dB, f=20kHz, 256fs 3rd-order LPF ON

PHOTO - 7



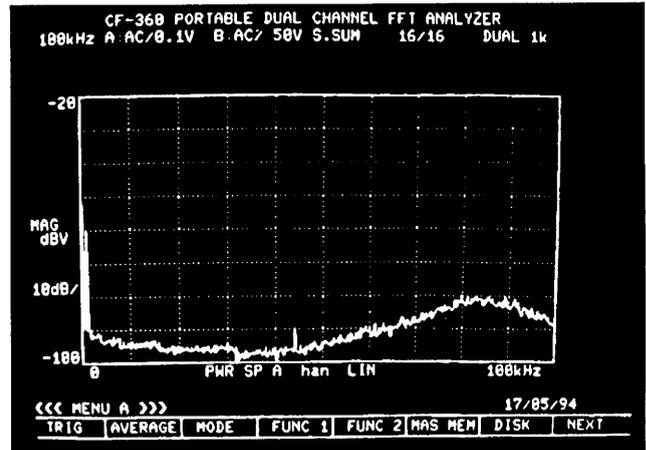
-60dB, f=1kHz, 256fs 3rd-order LPF ON

PHOTO - 6



0dB, f=20kHz, 384fs 3rd-order LPF ON

PHOTO - 8



-60dB, f=1kHz, 384fs 3rd-order LPF ON

(2) ゲイン付き2次アクティブ・ローパスフィルタ

このローパスフィルタは10K/5.6≒1.78倍のゲインを有している  
 のでPCM1710の1.13Vrms(3.2VPP)出力を1.78倍し、約2Vrmsの標  
 準出力を得ることができます。(位相は反転)

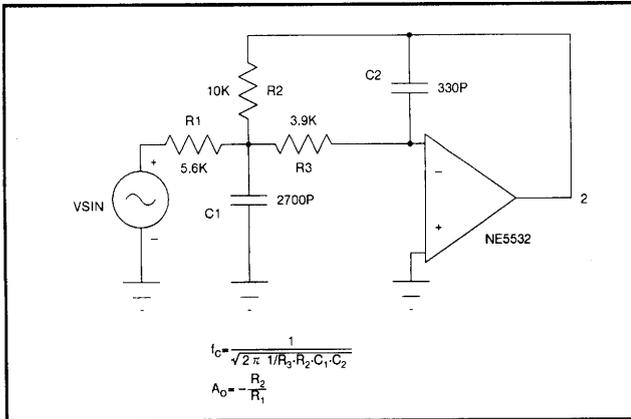


図7. ゲイン付き2次ローパスフィルタ

Photo - 9からPhoto - 12に、このゲイン付き2次アクティブ・ロー  
 パスフィルタ使用による出力スペクトラムを示します。各測定条件  
 は前述と同等です。

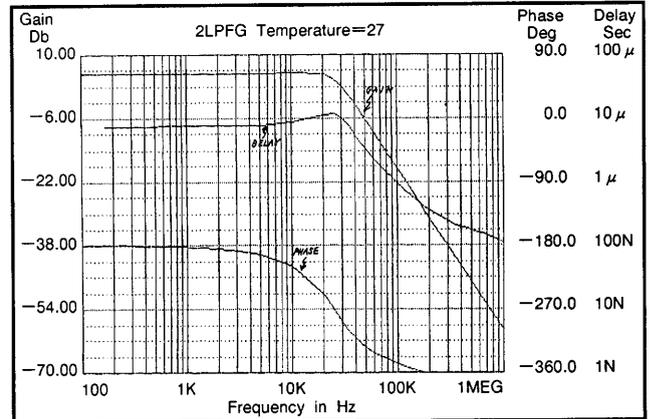
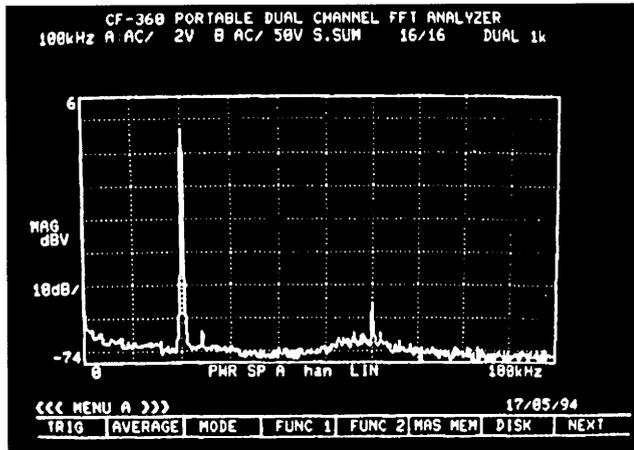


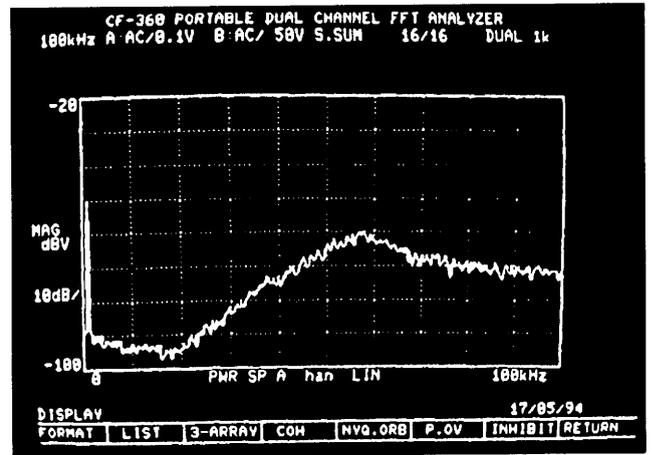
図8. ゲイン付き2次ローパスフィルタの総合特性

PHOTO - 9



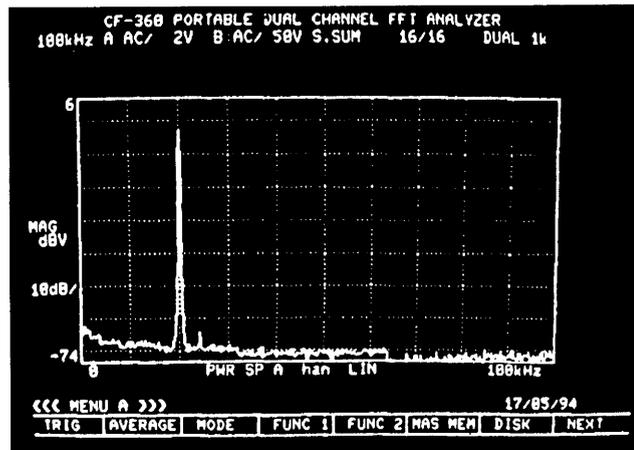
0dB, f=20kHz, 256fs 2nd-order LPF ON

PHOTO - 11



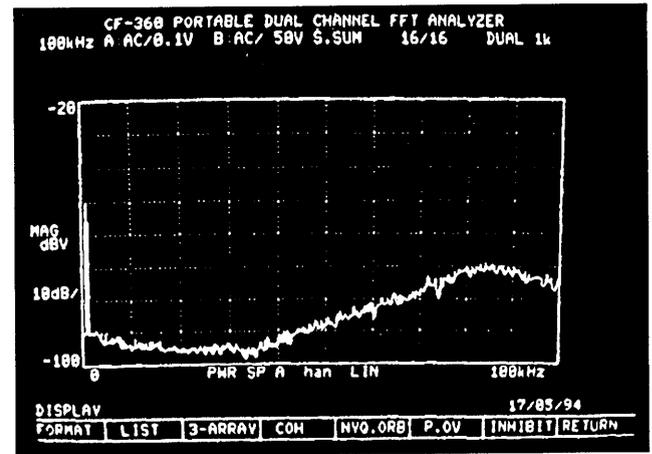
-60dB, f=1kHz, 256fs 2nd-order LPF ON

PHOTO - 10



0dB, f=20kHz, 384fs 2nd-order LPF ON

PHOTO - 12



-60dB, f=1kHz, 384fs 2nd-order LPF ON

## 6. THD+N対信号周波数実測例

図9に、次に示す条件によるTHD+N対信号周波数特性の実測例を示します。

- (a)直接出力、THDメータ、30kHz LPF ON
- (b)3次ローパスフィルタ出力/THDメータ、30kHz LPF ON
- (c)ゲイン付き2次ローパスフィルタ出力/THDメータ、30kHz LPF ON

(d)11次、20kHzローパスフィルタ出力(EIAJ法)

図9において、各条件によって測定値が異なるのは、THD+N測定における+N(帯域外ノイズ)成分の大きさによるものです。なお、Photo - 13、Photo - 14に上記(d)条件のスペクトラムを示します。

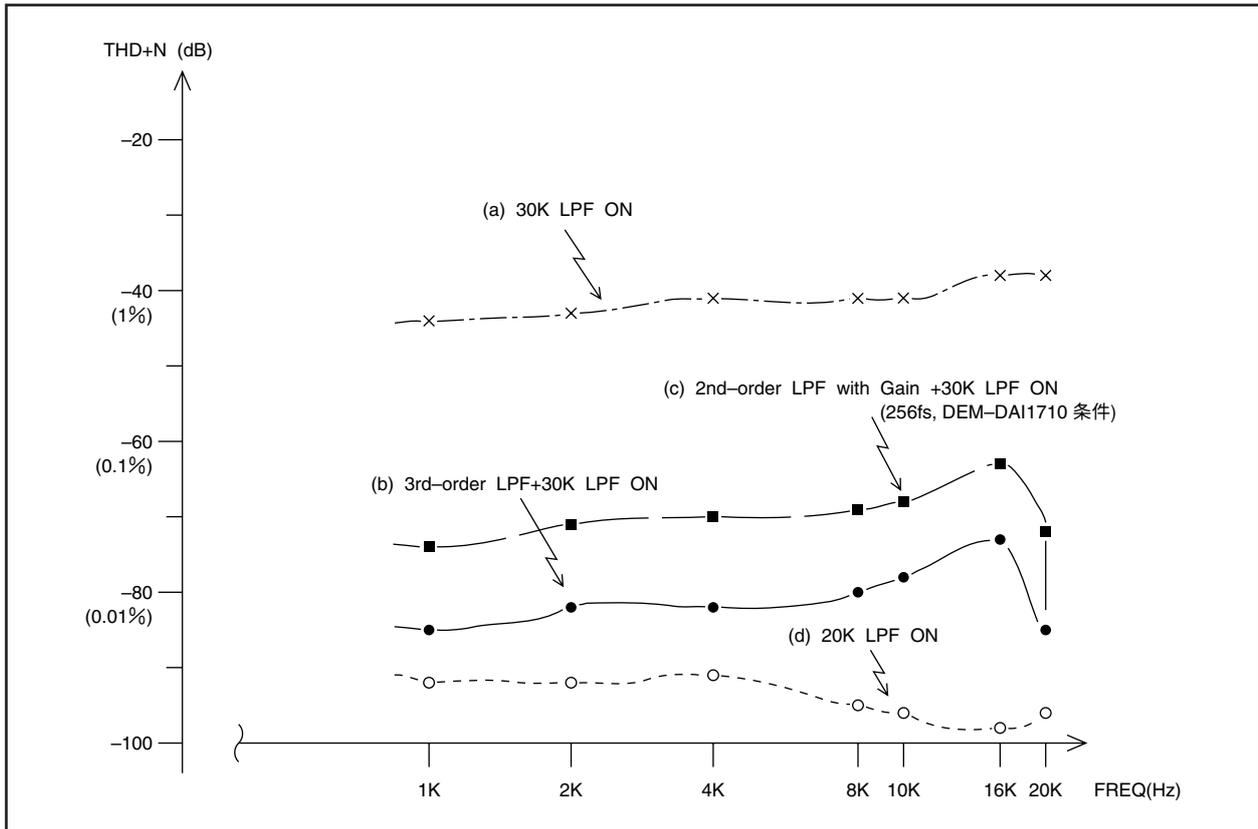
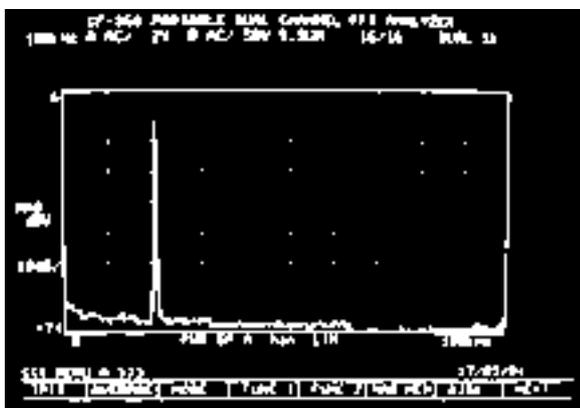
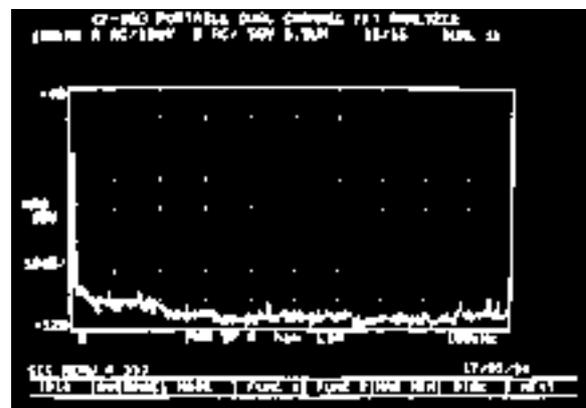


図 9. THD+N対信号周波数特性



0dB、f=20kHz、256/384fs 20kHz LPF ON



-60dB、f=1kHz、256/384fs 20kHz LPF ON

# ご注意

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社(以下TIJといいます)及びTexas Instruments Incorporated(TIJの親会社、以下TIJおよびTexas Instruments Incorporatedを総称してTIといいます)は、その製品及びサービスを任意に修正し、改善、改良、その他の変更をし、もしくは製品の製造中止またはサービスの提供を中止する権利を留保します。従いまして、お客様は、発注される前に、関連する最新の情報を取得して頂き、その情報が現在有効かつ完全なものであるかどうかご確認下さい。全ての製品は、お客様とTIとの間に取引契約が締結されている場合は、当該契約条件に基づき、また当該取引契約が締結されていない場合は、ご注文の受諾の際に提示されるTIの標準契約約款に従って販売されます。

TIは、そのハードウェア製品が、TIの標準保証条件に従い販売時の仕様に対応した性能を有していること、またはお客様とTIとの間で合意された保証条件に従い合意された仕様に対応した性能を有していることを保証します。検査およびその他の品質管理技法は、TIが当該保証を支援するのに必要とみなす範囲で行なわれております。各デバイスの全てのパラメーターに関する固有の検査は、政府がそれ等の実行を義務づけている場合を除き、必ずしも行なわれておりません。

TIは、製品のアプリケーションに関する支援もしくはお客様の製品の設計について責任を負うことはありません。TI製部品を使用しているお客様の製品及びそのアプリケーションについての責任はお客様にあります。TI製部品を使用したお客様の製品及びアプリケーションについて想定される危険を最小のものとするため、適切な設計上および操作上の安全対策は、必ずお客様にてお取り下さい。

TIは、TIの製品もしくはサービスが使用されている組み合わせ、機械装置、もしくは方法に関連しているTIの特許権、著作権、回路

配置利用権、その他のTIの知的財産権に基づいて何らかのライセンスを許諾することは明示的にも黙示的にも保証も表明もしておりません。TIが第三者の製品もしくはサービスについて情報を提供することは、TIが当該製品もしくはサービスを使用することについてライセンスを与えるとか、保証もしくは是認するということを含みません。そのような情報を使用するには第三者の特許その他の知的財産権に基づき当該第三者からライセンスを得なければならない場合もあり、またTIの特許その他の知的財産権に基づきTIからライセンスを得て頂かなければならない場合もあります。

TIのデータ・ブックもしくはデータ・シートの中にある情報を複製することは、その情報に一切の変更を加えること無く、且つその情報と結び付けられた全ての保証、条件、制限及び通知と共に複製がなされる限りにおいて許されるものとします。当該情報に変更を加えて複製することは不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような変更された情報や複製については何の義務も責任も負いません。

TIの製品もしくはサービスについてTIにより示された数値、特性、条件その他のパラメーターと異なる、あるいは、それを超えてなされた説明で当該TI製品もしくはサービスを再販売することは、当該TI製品もしくはサービスに対する全ての明示的保証、及び何らかの黙示的保証を無効にし、且つ不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような説明については何の義務も責任もありません。

なお、日本テキサス・インスツルメンツ株式会社半導体集積回路製品販売用標準契約約款もご覧下さい。

<http://www.tij.co.jp/jsc/docs/stdterms.htm>

Copyright © 2006, Texas Instruments Incorporated  
日本語版 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社

## 弊社半導体製品の取り扱い・保管について

半導体製品は、取り扱い、保管・輸送環境、基板実装条件によっては、お客様での実装前後に破壊/劣化、または故障を起こすことがあります。

弊社半導体製品のお取り扱い、ご使用にあたっては下記の点を遵守して下さい。

### 1. 静電気

- 素手で半導体製品単体を触らないこと。どうしても触る必要がある場合は、リストストラップ等で人体からアースをとり、導電性手袋等をして取り扱うこと。
- 弊社出荷梱包単位(外装から取り出された内装及び個装)又は製品単品で取り扱いを行う場合は、接地された導電性のテーブル上で(導電性マットにアースをとったもの等)、アースをした作業者が行うこと。また、コンテナ等も、導電性のものを使うこと。
- マウンタやはんだ付け設備等、半導体の実装に関わる全ての装置類は、静電気帯電を防止する措置を施すこと。
- 前記のリストストラップ・導電性手袋・テーブル表面及び実装装置類の接地等の静電気帯電防止措置は、常に管理されその機能が確認されていること。

### 2. 温・湿度環境

- 温度：0～40℃、相対湿度：40～85%で保管・輸送及び取り扱いを行うこと。(但し、結露しないこと。)

- 直射日光があたる状態で保管・輸送しないこと。
3. 防湿梱包
    - 防湿梱包品は、開封後は個別推奨保管環境及び期間に従い基板実装すること。
  4. 機械的衝撃
    - 梱包品(外装、内装、個装)及び製品単品を落下させたり、衝撃を与えないこと。
  5. 熱衝撃
    - はんだ付け時は、最低限260℃以上の高温状態に、10秒以上さらさないこと。(個別推奨条件がある時はそれに従うこと。)
  6. 汚染
    - はんだ付け性を損なう、又はアルミ配線腐食の原因となるような汚染物質(硫黄、塩素等ハロゲン)のある環境で保管・輸送しないこと。
    - はんだ付け後は十分にフラックスの洗浄を行うこと。(不純物含有率が一定以下に保証された無洗浄タイプのフラックスは除く。)

以上