

FM ステレオトランスミッタ 取扱説明書

2013/05/21 第2版

目次

1	はじめに	... 3
1.1	各部紹介(操作方法)	... 3
1.2	クイック設定フロー(操作方法)	... 5
1.3	クイック設定項目詳細(操作方法)	... 6
2	メニュー画面を設定法詳細	... 9
2.8	メニュー設定項目一覧表	... 17
3	内部調整法	... 19
4	音声入力レベル管理の難しさについて	... 21
5	仕様,測定値	... 22
6	内部ブロック図	... 34
7	回路図	... 35

改定履歴

改定	日時	ページ	項目
1	2011/05/17	全	暫定版
2	2013/05/21	5	SPDIF 記述削除
		23 ~ 30	歪率、セパレーション再測定
		31、32	音声 F 特 実測値追記
		34	ブロック図記載
		35	回路図記載

1 はじめに

FM ステレオトランスミッタをお買い上げ頂き誠にありがとうございます。
本取り扱い説明書を良くお読みになられた後、お使い頂きます様よろしく願いたします。

1.1 各部紹介

概観図

(正面)



液晶パネル

項目選択ス
イッチ

決定ボタン

キャンセルボタ
ン

音声入力(RCA 端子)
インピーダンス 10k

液晶パネルに現在の周波数と音声入力レベル、その他状態を表示します。
周波数調整、入力ボリューム、パイロット信号などの調整は全て項目選択スイッチと決定ボタン、キャンセルボタンで液晶画面を見ながら設定します。

音声入力端子は最大振幅 1.5Vp-p(- 5.5dBV)の音声を入力します。デジタルボリュームを調整する事で入力レベル過不足を補う事ができますが、調整した分ダイナミックレンジが減少するので初期状態”デジタルボリューム 50”のままで使用される事をお勧めします。また入力インピーダンスは 10 K です。

(背面)



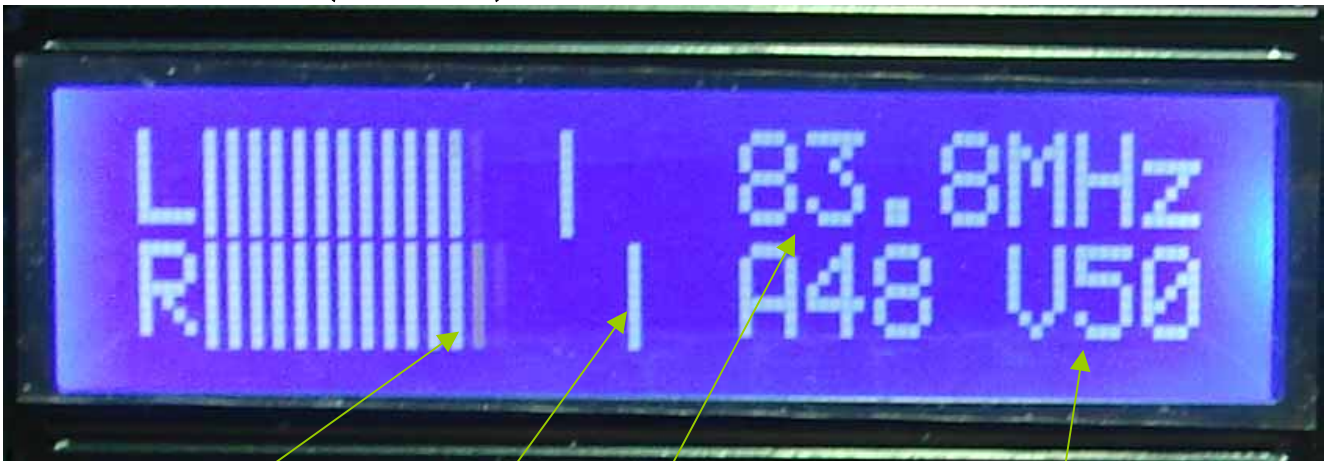
RF 出力
インピーダンス 50

電源入力
9~16V
2.1 ジャック

電源入力にはセンタープラスの AC アダプタをご使用下さい。付属アダプタの使用を 推薦します。9V 以下のアダプタをご使用の場合、RF アンプの供給電圧が不安定になり、ハム音が発生します。また、16V 以上の電圧を入力すると内部ケミコンの耐圧オーバーになります。センターマイナスの AC アダプタを接続しても保護ダイオードがあるので壊れませんが、動作しませんのでご注意下さい。

RF 出力はインピーダンス 16.7 ~ 150 (VSWR 3 以下)でお使い下さい。極端にインピーダンスが 50 からずれると、高調波の増加及び出力の低下が発生します。

液晶表示パネル部詳細(電源投入時)



平均値レベル表示

周波数表示

ボリュームレベル表示

ピークレベル表示(このレベルで 100%変調)

電源を入れると、上記のように入力レベルと送信周波数、それに入力ボリュームの値を表示します。液晶左側は右(R)及び左(L)の音声入力レベルをバーグラフ及びドットで表示します。100%変調で上の図のように $\frac{6}{8}$ フルスケール表示になるよう調整されています。フルスケール時は 133%変調となります。入力レベルの調整にご活用下さい。

また、上記パネル上に表示している項目は良く設定値を変更するのでキャンセルボタンを押すと値を変更するモード(クイックモード)にすぐに切り替わります。以下に操作フローと変更方法詳細を示します。

1.2 クイック設定項目フロー



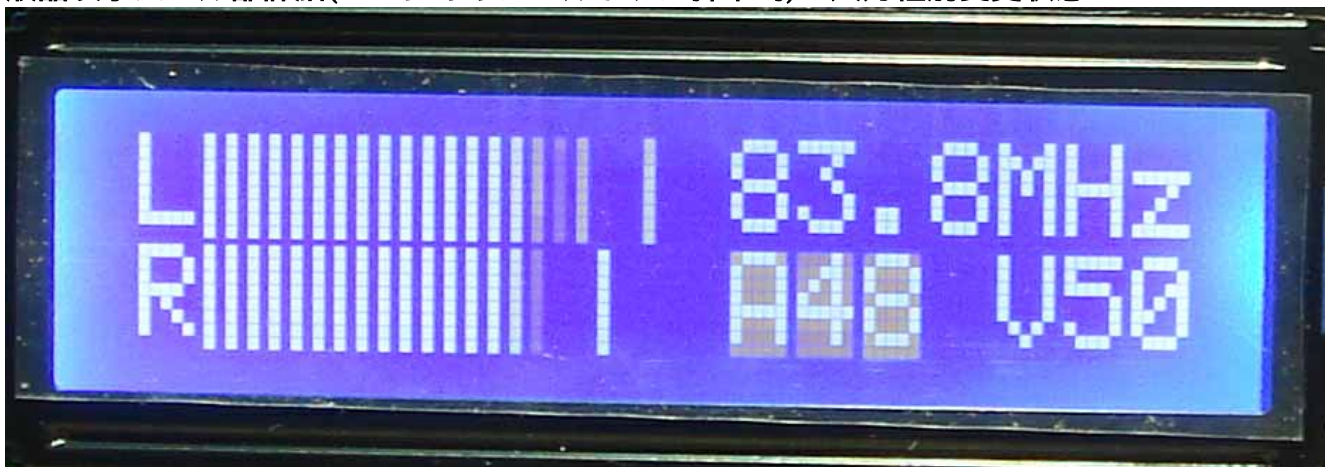
1.3 クイック設定項目詳細

液晶表示パネル部詳細(キャンセルボタン押下時) 周波数変更状態



上記電源投入状態時に “キャンセルボタン” を押すと 3 ケタの周波数表示部分が半透明にフラッシュします。この状態で “項目選択スイッチ” を回すと送信周波数を変更することが出来ます。周波数可変範囲は 76.0～90.0MHz です。

液晶表示パネル部詳細(さらにキャンセルボタン押下時) 入力種別変更状態



上記周波数変更状態時に “キャンセルボタン” を押すと入力種別を選択する画面になりますが、アナログ入力しかないので “項目選択スイッチ” を回しても “A48” から変化する事はありません。今後のバージョンアップのために用意してある項目という事で 。

液晶表示パネル部詳細(さらにキャンセルボタン押下時) (デジタルボリューム調整状態)



上記入力種別変更状態時に “キャンセルボタン” を押すとデジタルボリューム調整状態になります。項目選択スイッチを回すと、ボリューム値が0～99まで変化します。値を1増加させると0.5dB音量が増加します。ボリューム値が“50”の時デジタルボリュームの利得が0dBになり、最大限のダイナミックレンジが得られます。

液晶表示パネル部詳細(さらにキャンセルボタン押下時) バーグラフ種類選択状態



上記デジタルボリューム調整状態時に “キャンセルボタン” を押すと LR の表示がフラッシュし、バーグラフの種類を変更する状態になります。“項目選択スイッチ”を回すことで上記のように2種類から選ぶことができます。上記2種類ともフルスケール時=変調度133%は変わりありません。

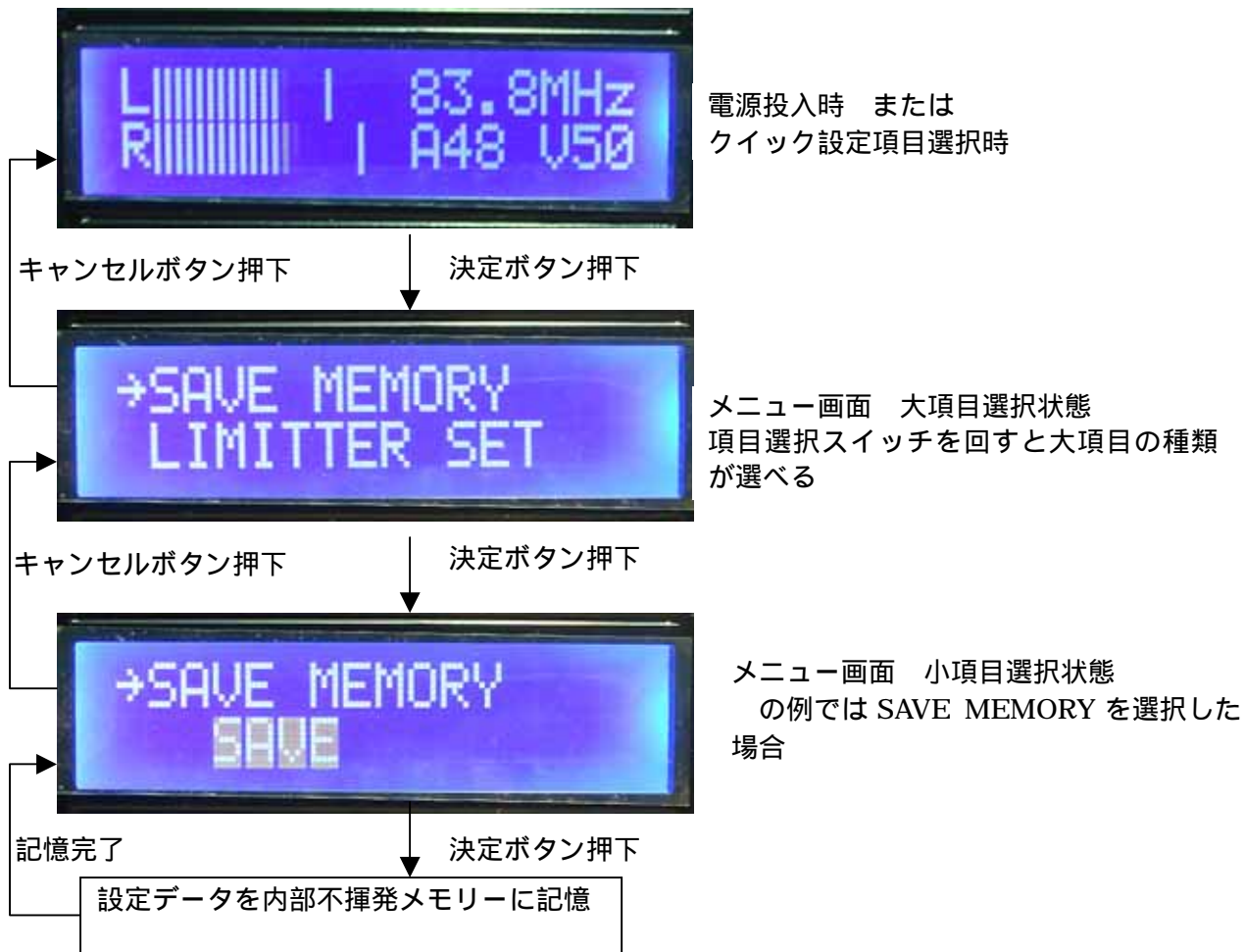
液晶表示パネル部詳細(さらにキャンセルボタン押下時) (電源投入時)



上記入力種別変更状態時に "キャンセルボタン" を押すと電源投入状態に戻ります。

2.メニュー画面と設定法詳細

クイック設定項目を表示している状態で“決定ボタン”を押すとメニュー画面に切り替わります。以下に操作法一例を示します。





電源投入時 または
クイック設定項目選択時

キャンセルボタン押下

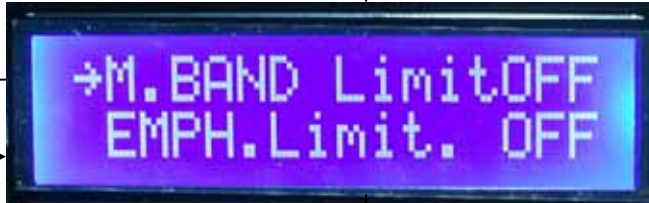
決定ボタン押下



メニュー画面 大項目選択状態
項目選択スイッチを回すと大項目の種類
が選べる

キャンセルボタン押下

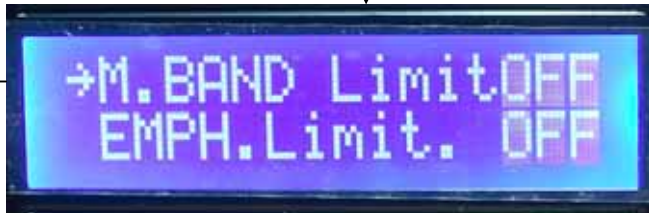
決定ボタン押下



メニュー画面 小項目選択状態
項目選択スイッチを回すと小項目の種類
が選べる
の例では、マルチバンドリミッターの
ON/OFF の設定

キャンセルボタン押下

決定ボタン押下



メニュー画面 小項目変更状態
の状態で項目選択スイッチを回すと
ON/OFF が切り替わる

メニュー画面 大項目には以下の 7 種類があります。

SAVE memory	テストトーン以外の設定データを全て内部不揮発メモリーに記憶させます。
Limiter set	音声リミッターの調整をします。低音、中音、高音別に設定するマルチバンドリミッターと過変調防止用のエンファシスリミッターの 2 種類があります。
Pilot setting	パイロットトーン(19KHz)の位相とレベルを調整します。
Sub level	L-R の差信号の利得を調整します。
MPX Setting	L+R(和信号)、L - R(差信号)、パイロットトーンの ON/OFF を設定します。
Test tone	テストトーンの ON/OFF 周波数とレベルを設定します。
Tx freq adj.	送信周波数の微調整をします。

以下に 7 種類の設定項目について詳しく解説します。

2.1 SAVE MEMORY 設定値の保存

SAVE MEMORY はテストトーンを除く全ての設定値を記憶します。詳細はメニュー設定項目一覧表“EEPROM”欄にて確認下さい。

2.2 LIMITTER SET リミッターの設定

本機にはマルチバンドリミッターと過変調防止のリミッターの 2 種類を内蔵しています。Triple-C や finalizer および Orabn などの専用品と比べ**段違いの低性能なので過信しないように**あくまで余った DSP 演算力をリミッタ機能に割り振っただけなので。

2.2.1 マルチバンドリミッターについて

下記にマルチバンドリミッターのブロック図を示します。実際には 3 バンドなので 3 つ同じリミッターが Lch 及び Rch に内臓されています。**赤文字**は各ブロック中の設定できる項目を示します。

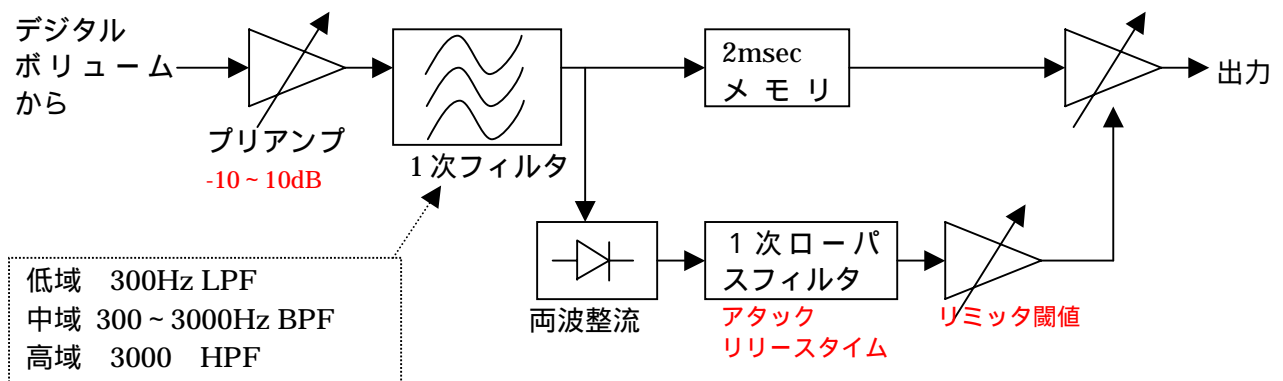


図 2.2.1.1 マルチバンドリミッタブロック図

プリアンプでは各バンドごとの利得を設定できます。メニュー上の設定項目は LF PRIGAIN、MF PRIGAIN、HF PRIGAIN に相当します。

アタックタイム、リリースタイムは両波整流後のローパスフィルタの時定数に相当します。

図 2.2.1.2 に模式図を示します。一例として突発的に大きな音が入力されたとして各部のレベルを時系列に示します。時定数を適当に選ぶ事で違和感の少ない AGC 動作をすることが出来ます。なかなかむずかしいですが。

内部に 2msec のバッファを持っているので、アタックタイムを 2msec 以下にすると大音響が来る前に音量を絞る いわゆるルックアヘッドリミッタの動作をさせることが出来ます。

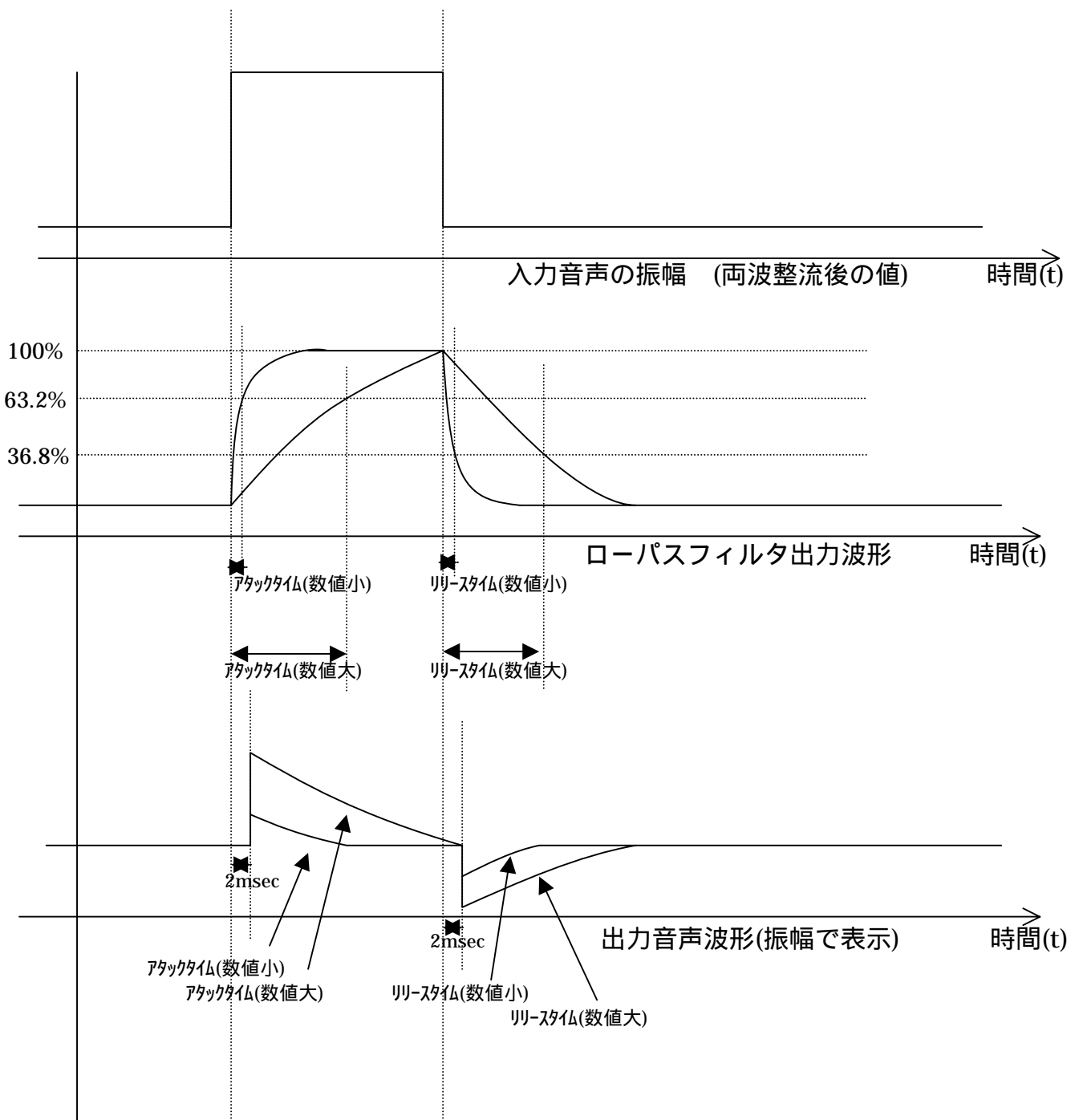


図 2.2.1.2 マルチバンドリミッタ各部動作

図 2.2.1.3 には入力レベルの変化とリミッタ出力動作を示します。リミッタ閾値を変化させると、リミッタ開始レベル(VU)が変化します。全バンド合計した値が 0VU を超えるとリミッタ動作が殆ど得られないので 各バンドの動作閾値は-12~-20VU 程度に設定すると良いです。

プリアンプは図 2.2.1 中では理解しやすいようにマルチバンドリミッタの入力部に書いてありますが、実際には最終段の変利得アンプに内蔵されています。なので、利得を 0dB 以外の値に設定しても、ダイナミックレンジの劣化は最小限に抑えられています。通常は 0dB に設定します。高域の利得を 3dB 程度上げて ORBAN の HF リミッタ風に動作させるのも良いかと思います。

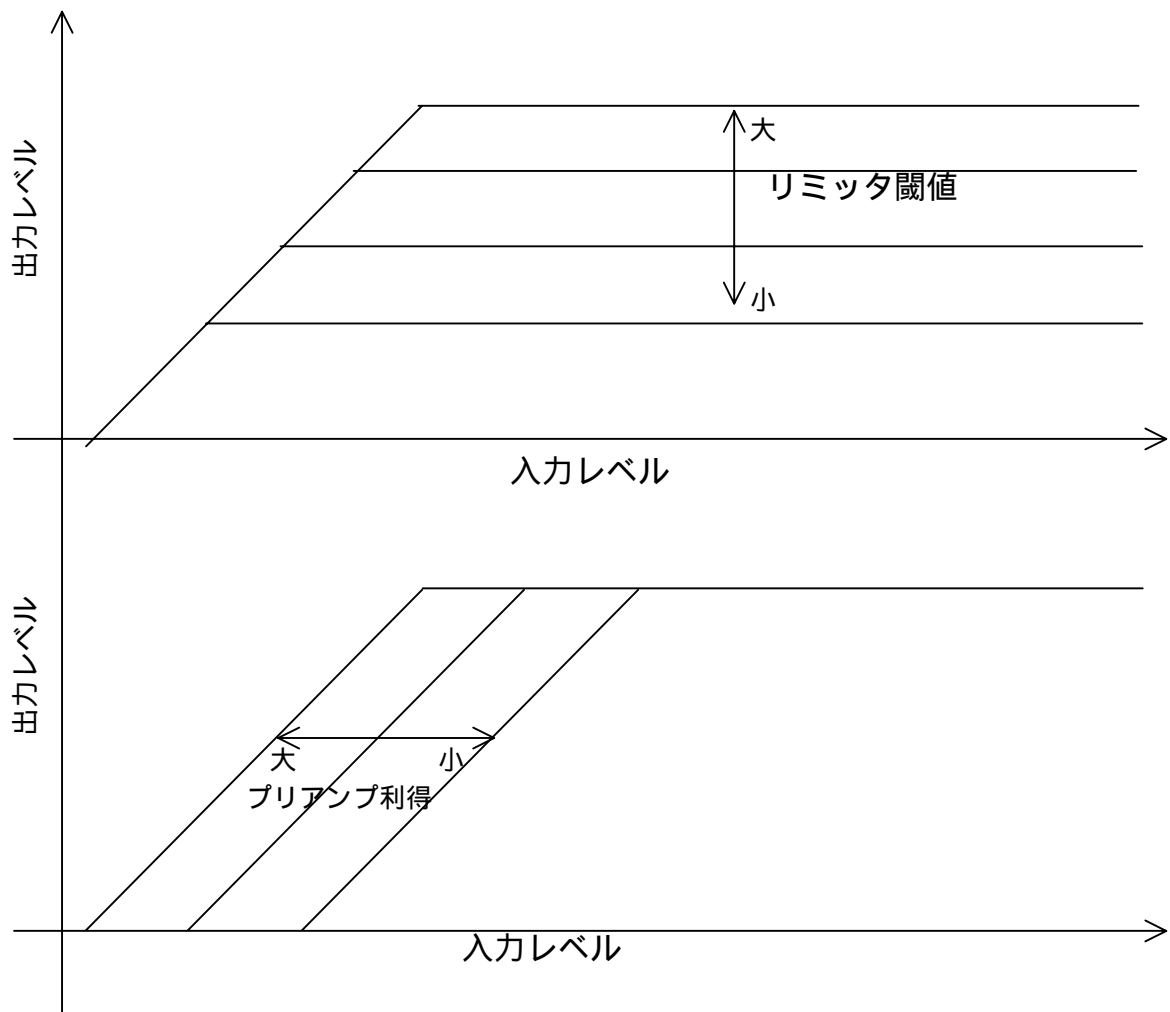


図 2.2.1.3 入力レベルの変化とリミッタ出力

2.2.2 過変調防止リミッターについて

過変調防止リミッタはプリアンプ後にあるリミッタで平均音量追随型リミッタと突発的大音響追随型リミッタの2段階重ねになっています。仕組みはマルチバンドリミッタとほぼ同じです。平均音量追随型リミッタは時定数が秒の単位で設定するので音声の平均レベルに追随します。突発的大音響追随型リミッタは時定数がミリ秒単位で設定します。両リミッタ共にリミッタ閾値は変調度(%)で設定します。初期値は100(%)です。

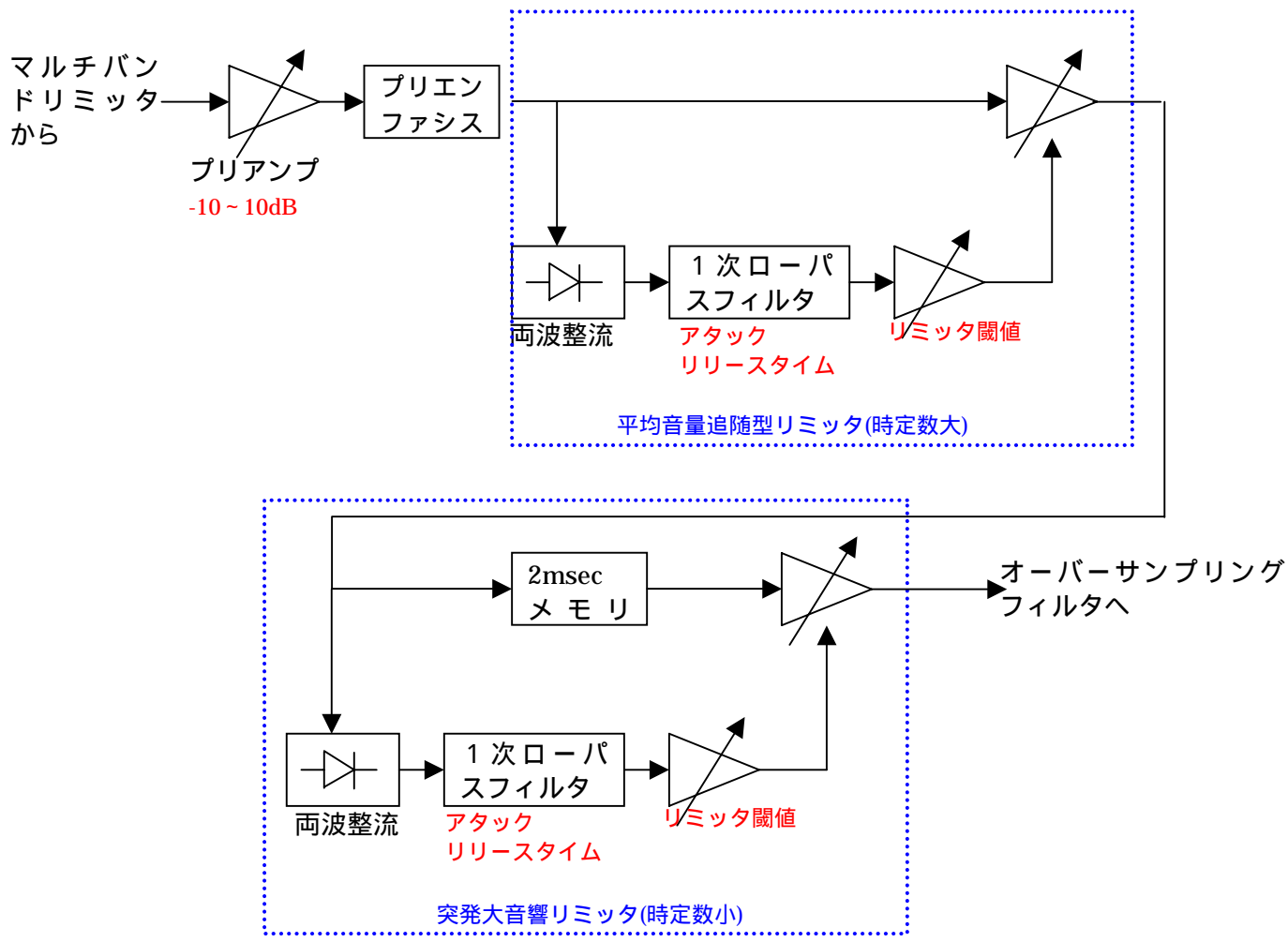


図 2.2.2.1 過変調防止リミッタ ブロック図

2.3 PILOT SETTING パイロット信号の設定

パイロット信号の2つの値 振幅と位相の2つを調整できます。パイロット信号の振幅は規格で100%変調(75KHz 偏移)に対して法律上では8~10%(6~7.5KHz 偏移)と決められています。初期値は10%となっています。

パイロット信号の位相は-100~100 まで変化できます。DSP 内部の SIN テーブル大きさにより現在では $360/3456=0.10416$ 度ステップで変えられます。値を増加すると38KHzのL-R副信号の位相が19KHzのパイロット信号より進みます。逆に値を減らすと38KHzのL-R副信号の位相が19KHzのパイロット信号より遅れます。0に設定するとL-R副信号の位相とパイロット信号が同相になります。

2.4 SUB LEVEL L-R 差音声レベル設定

L-Rの差音声レベルを細かく調整できます。初期値の32768に設定するとL+Rの和音声と同一レベルになります。最小値は0(-dB) 初期値は32768(0dB) 最大値は65535(6.02dB)になります。

2.5 MPX SWITCH マルチプレクサ各出力スイッチ設定

FMコンポジットを構成するL+Rの和信号 L-Rの差信号 それにコンポジット信号の3つのスイッチを設定できます。通常は全てONにします。L-Rの差信号とコンポジットをOFFにするとモノラルになります。

2.6 TESTTONE テストトーン設定

DSP 内部でテストトーンを生成します。生成したトーン信号は通常のA/Dコンバータからの音声の代わりにデジタルボリュームの前段に入力されます。その為テストトーンをONするとRCAジャックから入力された音声はMUTEされます。

周波数は10Hz~20000Hzまで10Hzステップで変更できます。またレベルは0(VU)~-99(VU)まで変化できます。ただし-60(VU)以下はDSP内部の演算誤差が大きくレベルは不正確になります。完全にMUTEしたい場合は-97(VU)以下にすると出力が完全に"0"一定になります。

2.7 TX Freq adj. 送信周波数微調整

送信周波数の微調整が出来ます。初期値2000です。0~4000の範囲で変化できます。1数値が大きくなると $1/1747626=0.57\text{ppm}$ 周波数が大きくなります。これは80MHz時で45.77Hzに相当します。RF出力端子に周波数カウンターを接続し、本機能の用いて微調整すると正確な送信周波数が得られます。

2.8 メニュー設定項目一覧表

大項目	小項目	意味	上限値	下限値	初期値	EEPROM	備考
Limiter set リミッター設定	M ABND. LIMIT.	マルチバンドリミッター スイッチ	ON	OFF	OFF		
	EMPH.LIMIT.	過変調防止ファイナルリミッター スイッチ	ON	OFF	OFF		
	LF PRIGAIN	マルチバンドリミッタ 0~300Hz 利得(dB)	10	-10	0		
	MF PRIGAIN	マルチバンドリミッタ 300~3000Hz 利得(dB)	10	-10	0		
	HF PRIGAIN	マルチバンドリミッタ 3000~16000Hz 利得(dB)	10	-10	0		
	LF Thres.	マルチバンドリミッタ 0~300Hz リミッタ閾値(VU)	0	-30	-16		
	MF Thres.	マルチバンドリミッタ 300~3000Hz リミッタ閾値(VU)	0	-30	-15		
	HF Thres.	マルチバンドリミッタ 3000~16000Hz リミッタ閾値(VU)	0	-30	-20		
	LF Att.T.	マルチバンドリミッタ 0~300Hz AGC アタックタイム (mSec)	100	1	2		
	MF Att.T.	マルチバンドリミッタ 300~3000Hz AGC アタックタイム (mSec)	100	1	2		
	HF Att.T.	マルチバンドリミッタ 3000~16000Hz AGC アタックタイム (mSec)	100	1	2		
	LF Rel.T.	マルチバンドリミッタ 0~300Hz AGC リリースタイム (mSec)	100	1	80		
	MF Rel.T.	マルチバンドリミッタ 300~3000Hz AGC リリースタイム (mSec)	100	1	35		
	HF Rel.T.	マルチバンドリミッタ 3000~16000Hz AGC リリースタイム (mSec)	100	1	32		
	E.Lim.GAIN	過変調防止ファイナルリミッター 利得(dB)	10	-10	0		
	E.Lim.Thr.	過変調防止ファイナルリミッター 動作閾値 変調度(%)	200	1	100		
	AVD.Att.t	過変調防止ファイナルリミッター 平均音量検出部アタックタイム (Sec)	10	2	2		
	AVD.Rel.t	過変調防止ファイナルリミッター 平均音量検出部リリースタイム (Sec)	10	2	7		
	PKD.Att.t	過変調防止ファイナルリミッター ピーク音量検出部アタックタイム (mSec)	100	1	1		
PKD.Rel.t	過変調防止ファイナルリミッター ピーク音量検出部リリースタイム (mSec)	100	1	32			
Pilot setting パイロット調整	Pilot.LV.	パイロット信号レベル 変調度(%)	20.0	0.0	10.0		
	Pilot Pha.	パイロット信号位相 360/3456=0.10416 度ステップで設定	100	-100	0		
Sub Level.		L-R 差信号利得調整 32768 設定時 利得 1(0dB) 65535 設定時 利得 2(6.02dB)	65535	0	32768		
MPX SWITCH	MPX L+R	L+R 和信号出力スイッチ	ON	OFF	ON		
	MPX L-R	L- R 差信号出力スイッチ	ON	OFF	ON		
	MPX Pilot	パイロット信号 出力スイッチ	ON	OFF	ON		

EEPROM は SAVE MEMORY により保存される項目の有無を示します。

大項目	小項目	意味	上限値	下限値	初期値	EEPROM	備考
TEST TONE	TEST TONE	テストトーン出力 ON/OFF	ON	OFF	OFF	×	
テストトーン	L ???? Hz	Lch(左) 周波数 10Hz ステップ	20000	10	1000	×	
	R ???? Hz	Rch(右) 周波数 10Hz ステップ	20000	10	1000	×	
	L -?? VU	Lch(左) 音声レベル プリエンファシス前の入力レベル	0	-99	-6	×	
	R -?? VU	Rch(右) 音声レベル プリエンファシス前の入力レベル	0	-99	-6	×	
TX freq. Adj.		送信周波数微調整 80.0MHz 時 45.77Hz ステップで調整	4000	0	2000		

クイックメニュー設定項目一覧表

項目	意味	上限値	下限値	初期値	EEPROM	備考
送信周波数	送信周波数設定 単位は MHz	90.0	76.0	83.7		
入力種別	SPDIF 入力 アナログ入力選択 現在は設定反映されず	1	0	0		
デジタルボリューム	音声入力部デジタルボリューム 0.5dB ステップ “50” 設定時 0dB(スルー)	99	0	50		
バーグラフ種類	バーグラフの種類選択	1	0	0		

3 内部調整法

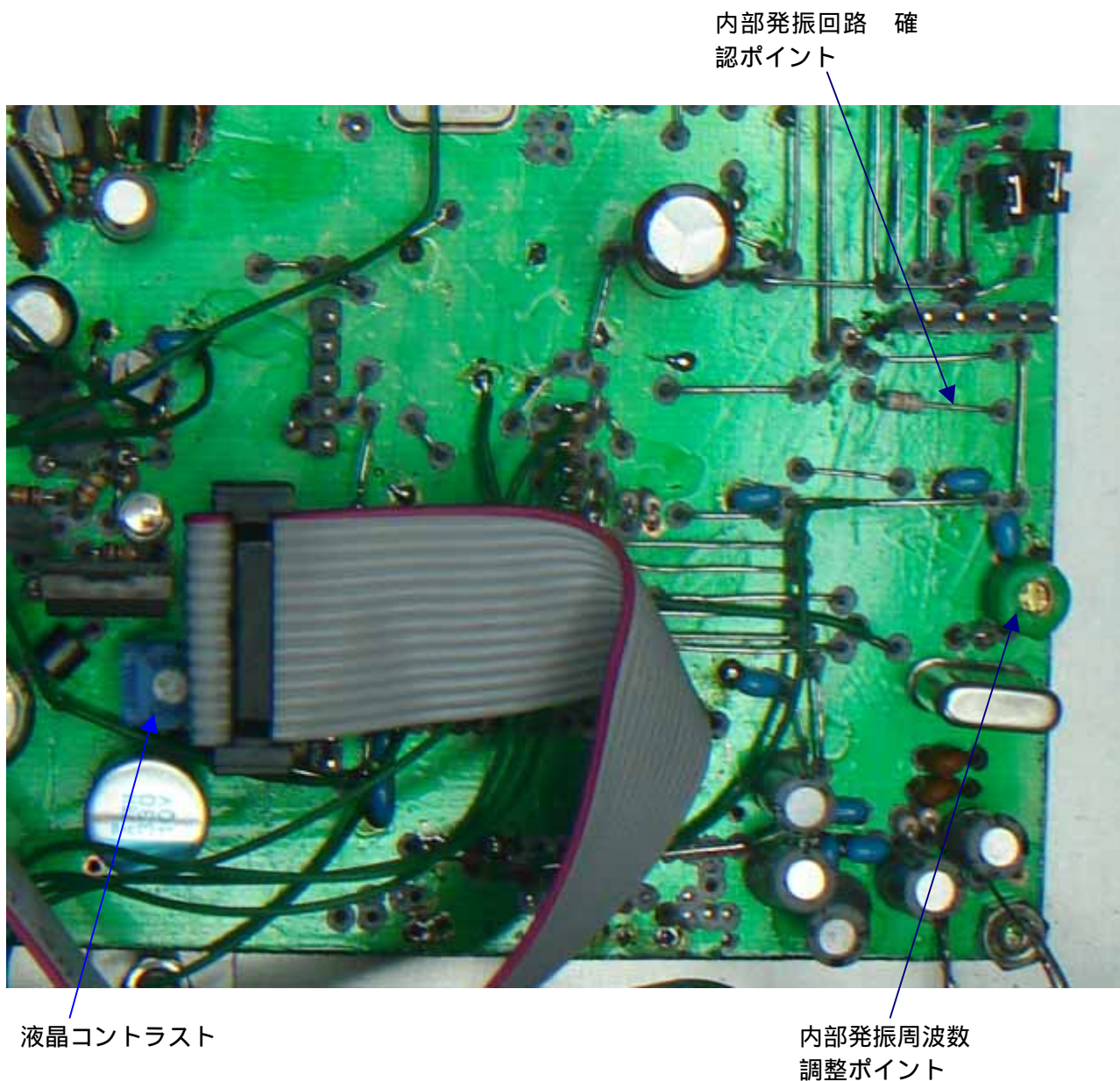
デジタル化がほぼ完了し殆どの調整は液晶パネルを見ながら設定できますが、2箇所アナログ的な調整が必要な場所があります。1つ目はパイロット信号及びADコンバータサンプリング周波数を決める発振器の周波数、2つ目は液晶のコントラスト調整です。調整する必要は殆どありませんが、液晶が見にくい、またはパイロット信号の周波数がずれているなどの症状が出た場合、下記の方法に従って調整してみてください。

アルミケースの上蓋を止めている4つのネジを外すと、下図1のようにケース内部が見られる状態になります。



図 3.1 ケース内部概観

各部調整ポイント詳細



液晶コントラスト調整

この半固定抵抗を回すと液晶のコントラストが変えられます。時計回りで薄く、反時計回りで濃くなります。

内部発振周波数調整

内部で生成している 18.432MHz の発振周波数を調整します。内部発振回路確認ポイントで 576KHz になるよう調整します。この値は 18.432MHz の 32 分周した値=576KHz です。この発振回路からパイロットトーン 19KHz と L-R 副搬送波周波数 38KHz、A/D コンバータサンプリング周波数 48KHz を生成しているので、なるべく $576,000\text{Hz} \pm 30\text{Hz}$ ($19\text{KHz} \pm 1\text{Hz}$ に相当) に調整した方がよいと思われます。法律では $19\text{KHz} \pm 2\text{Hz}$ が許容範囲となっています。

4 音声入力レベル管理の難しさについて

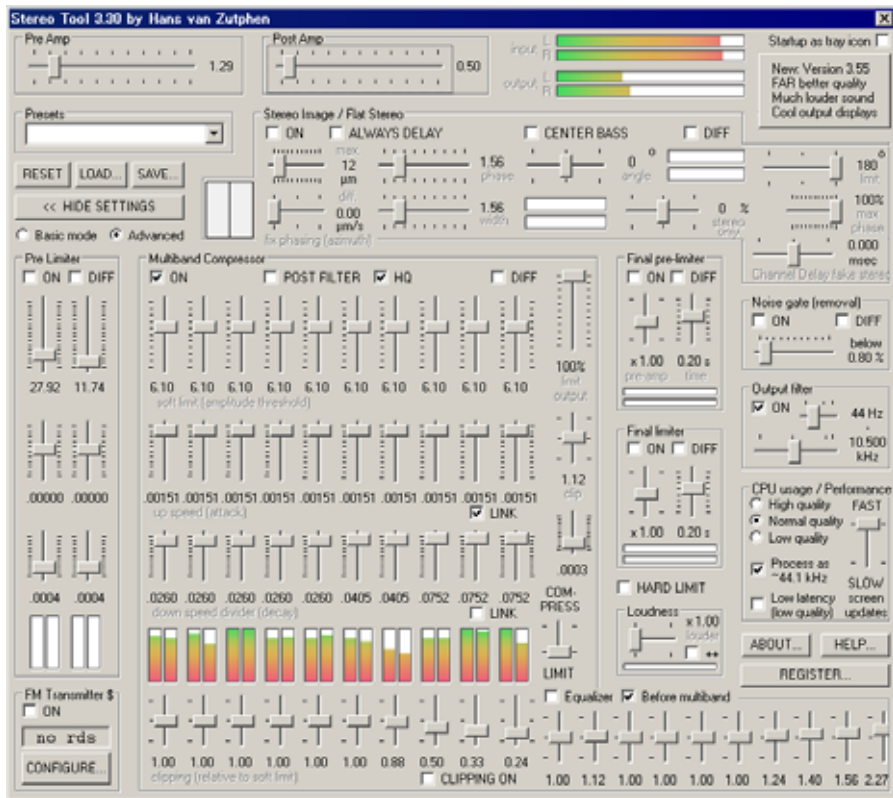
本 FM ステレオトランスミッタを使用すると、既存の FM 放送局と比べ受信音量が小さく感じると思います。これは本トランスミッタが故障している訳ではなく、既存の FM 放送が optimod-FM などの専用機器を用いて、常時大きな音が出るように、また明瞭感のある音声になるように音声レベル調整している為です。なので既存 FM 局に負けじとボリュームを上げて音量を稼ごうとすると往々にして 100%以上の過変調になります。

ボリュームを上げ、変調度を 150%程度にしても FM ラジオの IF フィルタや復調器の性能に余裕があるため、問題が起きる事は少ないです。しかし、隣接する FM 放送局に妨害を与えたり、IF フィルタの帯域限界に近い動作になる為、歪が増えるなど弊害も多いです。

本機も 3 バンドリミッターと過変調リミッターを内蔵しそれなりの効果がありますが、放送用機器や音響用機器のなどの専用機器には全く敵いません。optimod-FM や omnia FM を買えば上記問題は解決できますが、新車を買える程の価格(100 万 ~)のため、相当な覚悟が必要になります。optimod 程ではありませんが、Triple-C というマルチバンドリミッターでも同じような効果が得られ、2 万円程度(ヤフオク価格)とリーズナブルな価格なのでこれを使う手もあります。

パソコンが音源の場合、有志の手で optimod に似たような機能を有するソフトが作られています。良く使われるのは Multimax、stereo-tool などで

以下一例ですが stereo-tool 動作時の画面を挙げます。

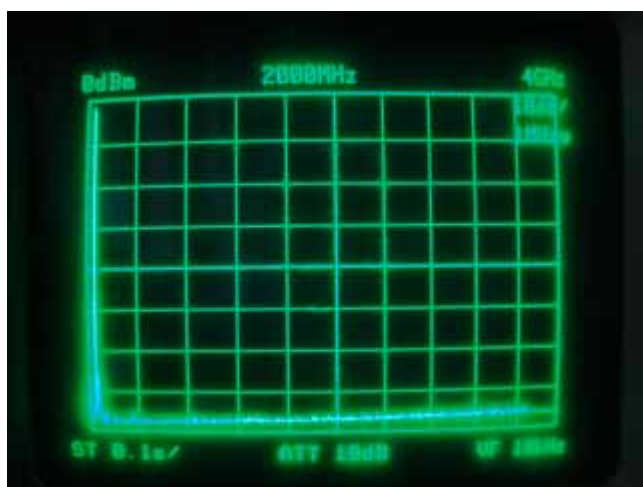


5 仕様

項目	項目 / 条件		値	
外形寸法	ケースはタカチ YM-180 使用		高さ	47mm(ゴム足も含む)
			幅	180mm
			奥行	130mm
質量	本体のみ		400g	
消費電流	付属 AC アダプタ(9V)を接続して測定		0.25A(typ) 0.3A(max)	
高周波出力	出力端子		BNC(50)	
	高調波 及び不要輻射 50 終端時	76.0MHz	- 55dBc 以下	
		90.0MHz	- 55dBc 以下	
	出力		要相談 現状 - 46.0dBm	
周波数設定範囲		76.0MHz ~ 90.0KHz 0.1MHz step		
音声入力	入力端子		RCA ジャック 白...左入力 赤...右入力	
	インピーダンス		10k	
	周波数特性(1KHz 比)	2Hz	- 3dB(HPF カットオフ周波数)	
		16.1KHz	- 3dB(LPF カットオフ周波数)	
		19KHz	- 78dB(デジタルフィルタ設計値)	
感度(100%変調)1KHz	Vol 設定値 50 の時	-5.5dBV(1.4Vp-p)		

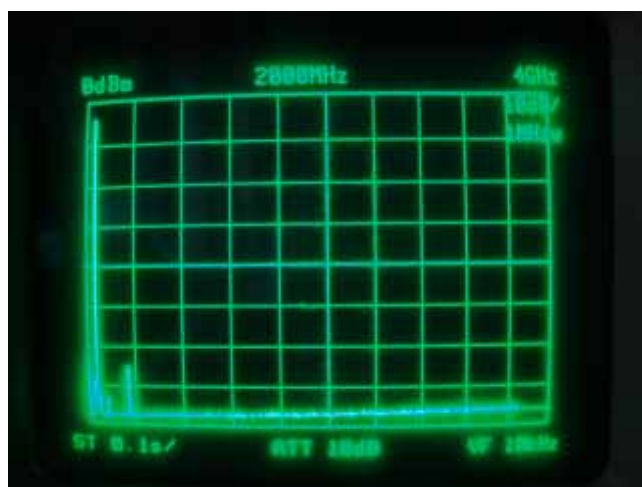
6 測定値

RF 高調波測定



76.0MHz 設定時

縦軸 10dB/div 横軸 400MHz/div
左端 0MHz



90.0MHz 設定時

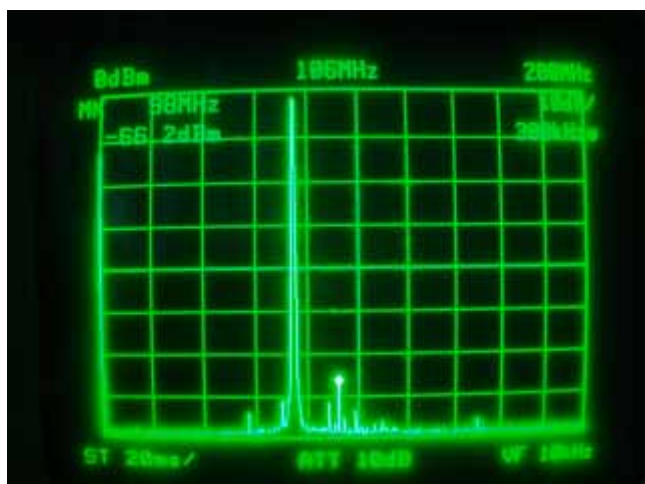
縦軸 10dB/div 横軸 400MHz/div
左端 0MHz



90.0MHz 設定時

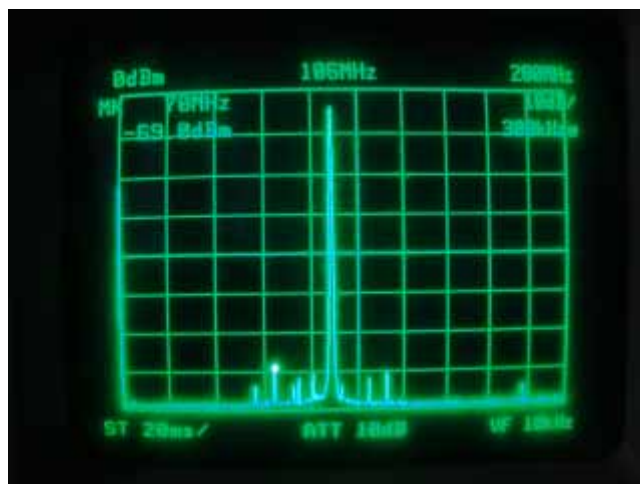
縦軸 10dB/div 横軸 100MHz/div
左端 0MHz 362MHz に-62dBc の高調波

RF インバンドスプリアス測定



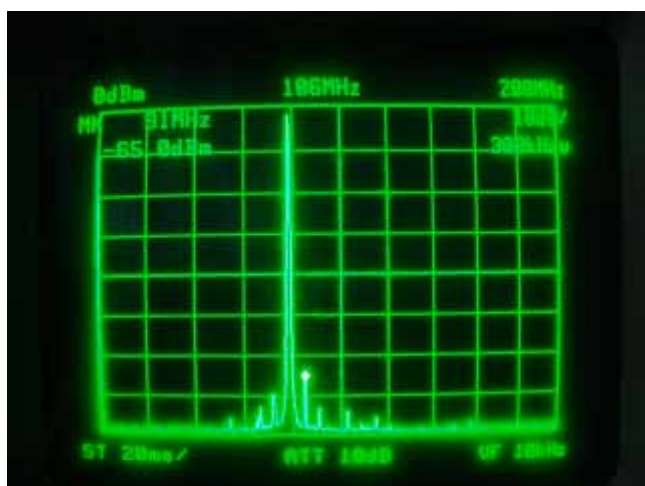
76.0MHz 設定時

縦軸 10dB/div 横軸 20MHz/div
左端 0MHz 98MHz に-61dBc のスプリアス



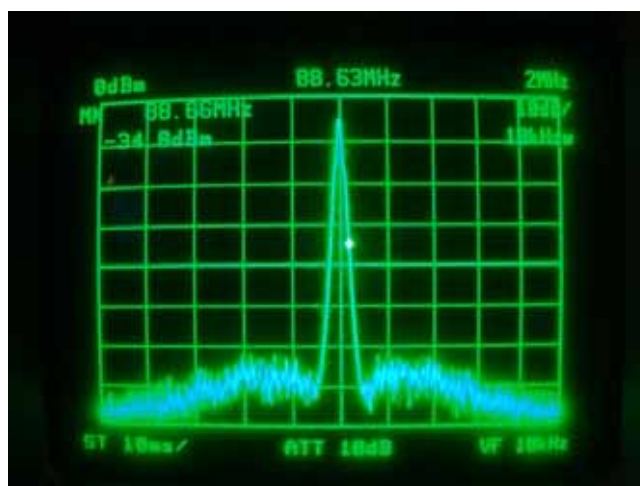
90.0MHz 設定時

縦軸 10dB/div 横軸 20MHz/div
左端 0MHz 70MHz に-67dBc のスプリアス



79.7MHz 設定時

インバンドスプリアス最大となる周波数
縦軸 10dB/div 横軸 20MHz/div
左端 0MHz 91MHz に-63dBc のスプリアス



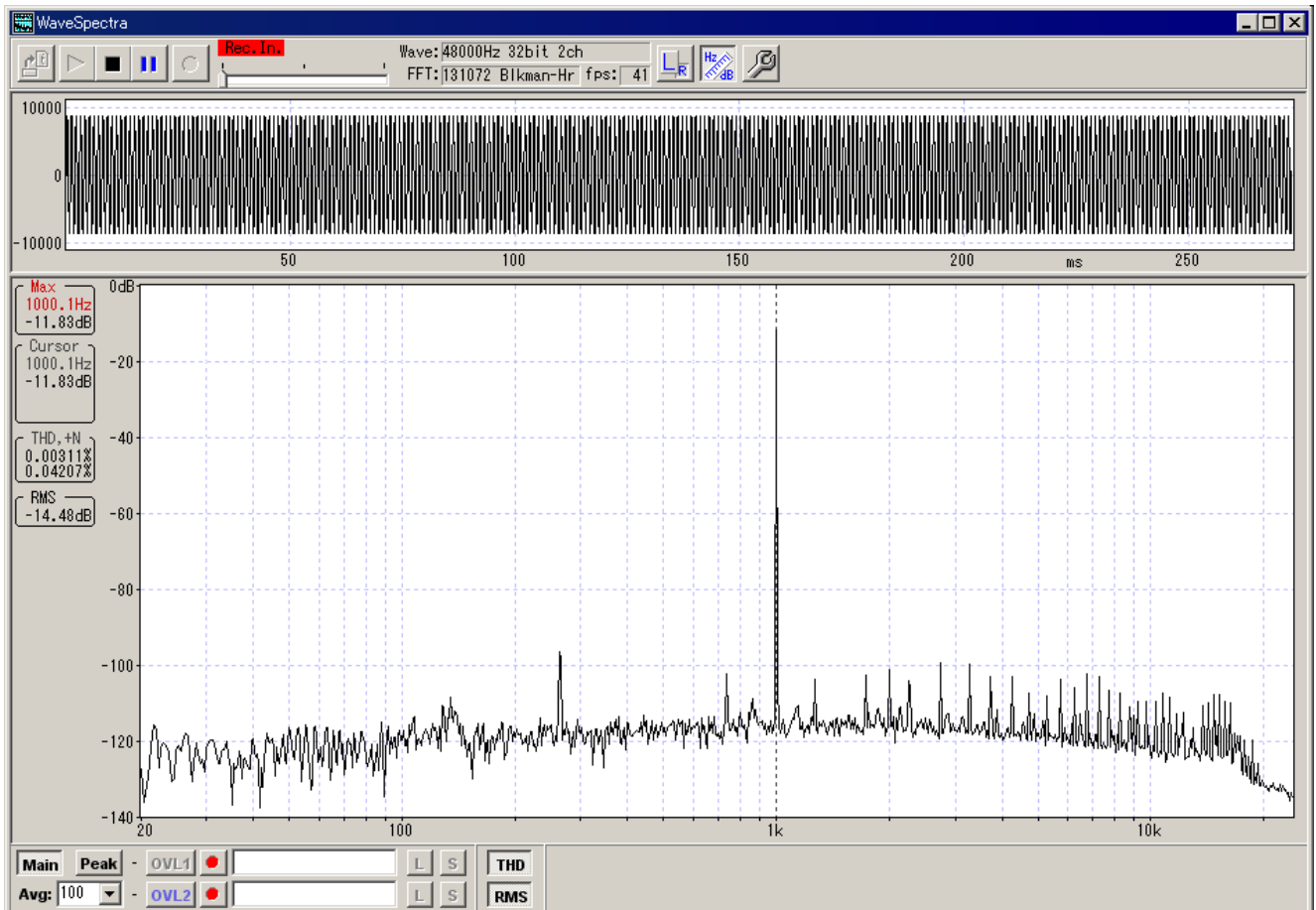
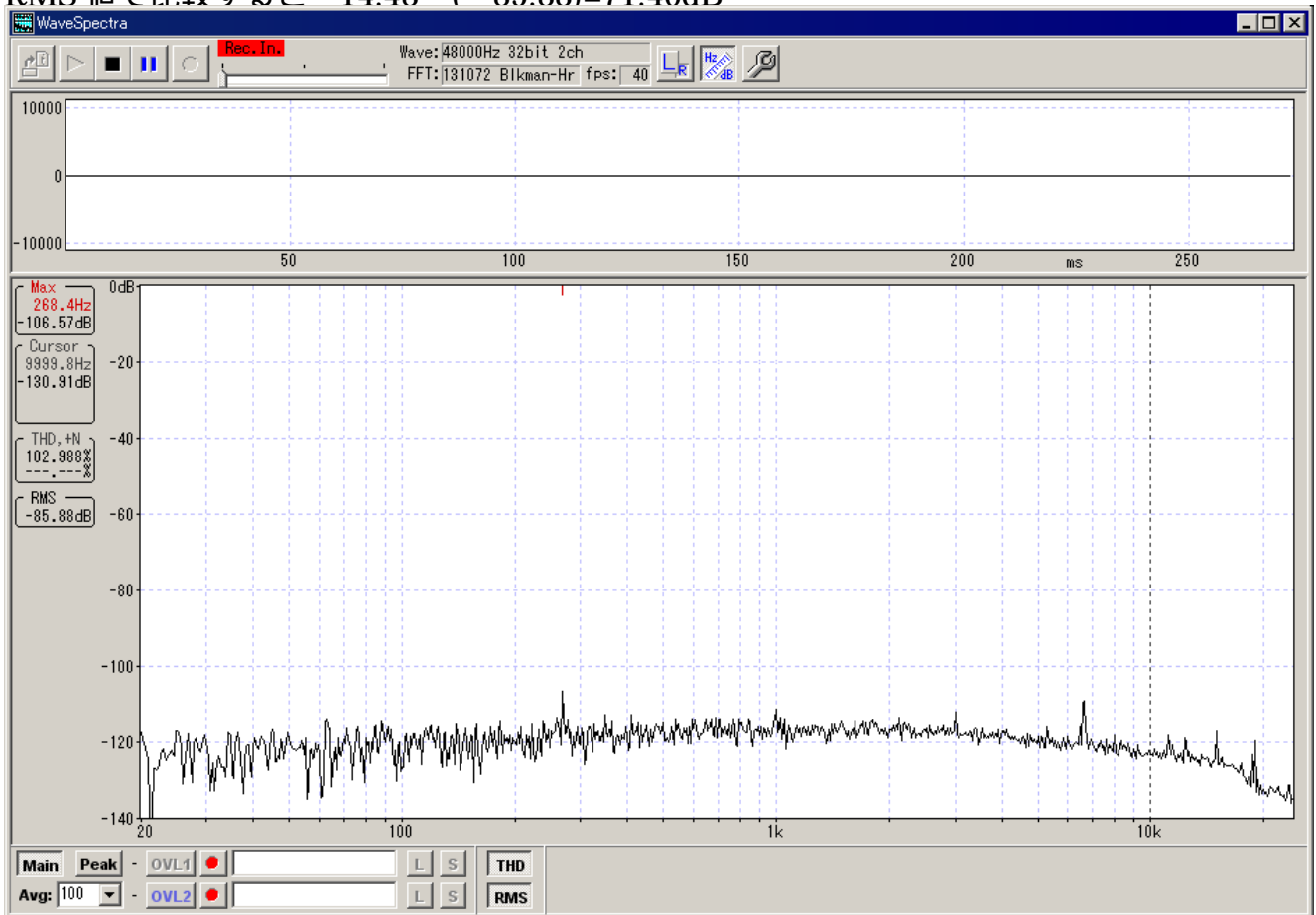
83.7MHz 設定時

送信周波数近傍のノイズ
縦軸 10dB/div 横軸 0.2MHz/div
グラフ中心 83.7MHz

S/N 比 (測定系 1 にて測定)

上段 入力なし 下段 1KHz L+R 100%mod pilot ON

RMS 値で比較すると $-14.48 - (-85.88) = 71.40\text{dB}$



高調波歪率

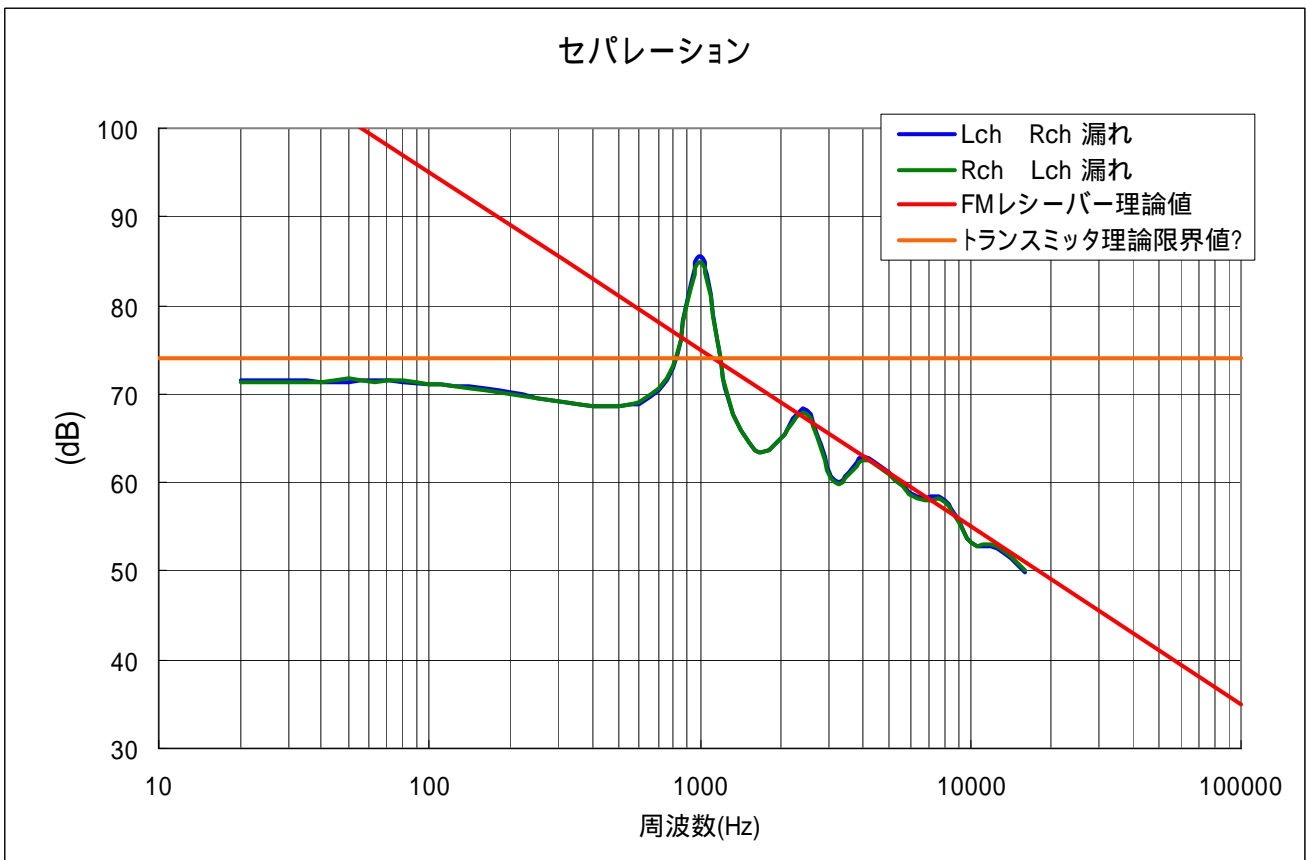
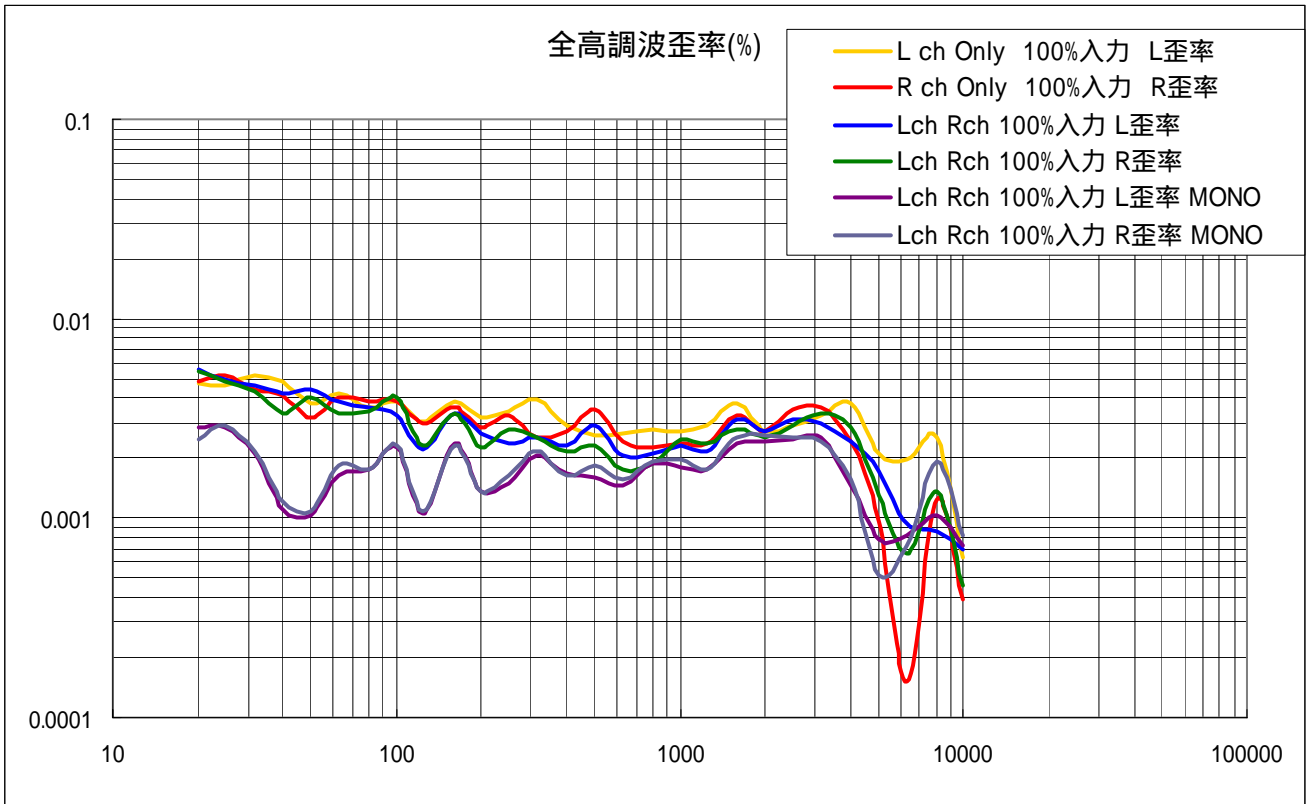
全高調波歪率、セパレーション (測定系 1 にて測定)

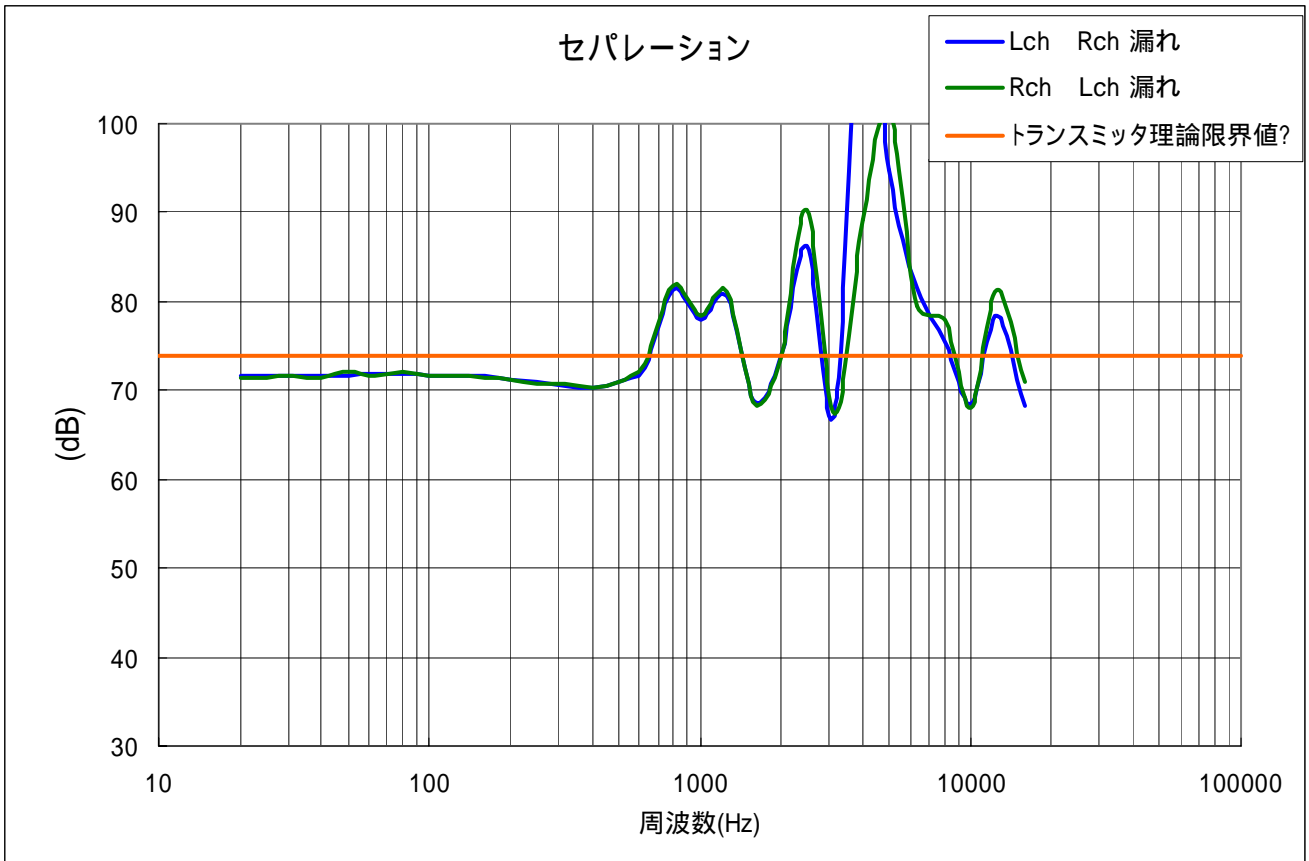
周波数 84.7MHz 100%変調となるように入力レベルを適宜調整

下記測定値レベルに 10 足すと dBV 歪率は単位%

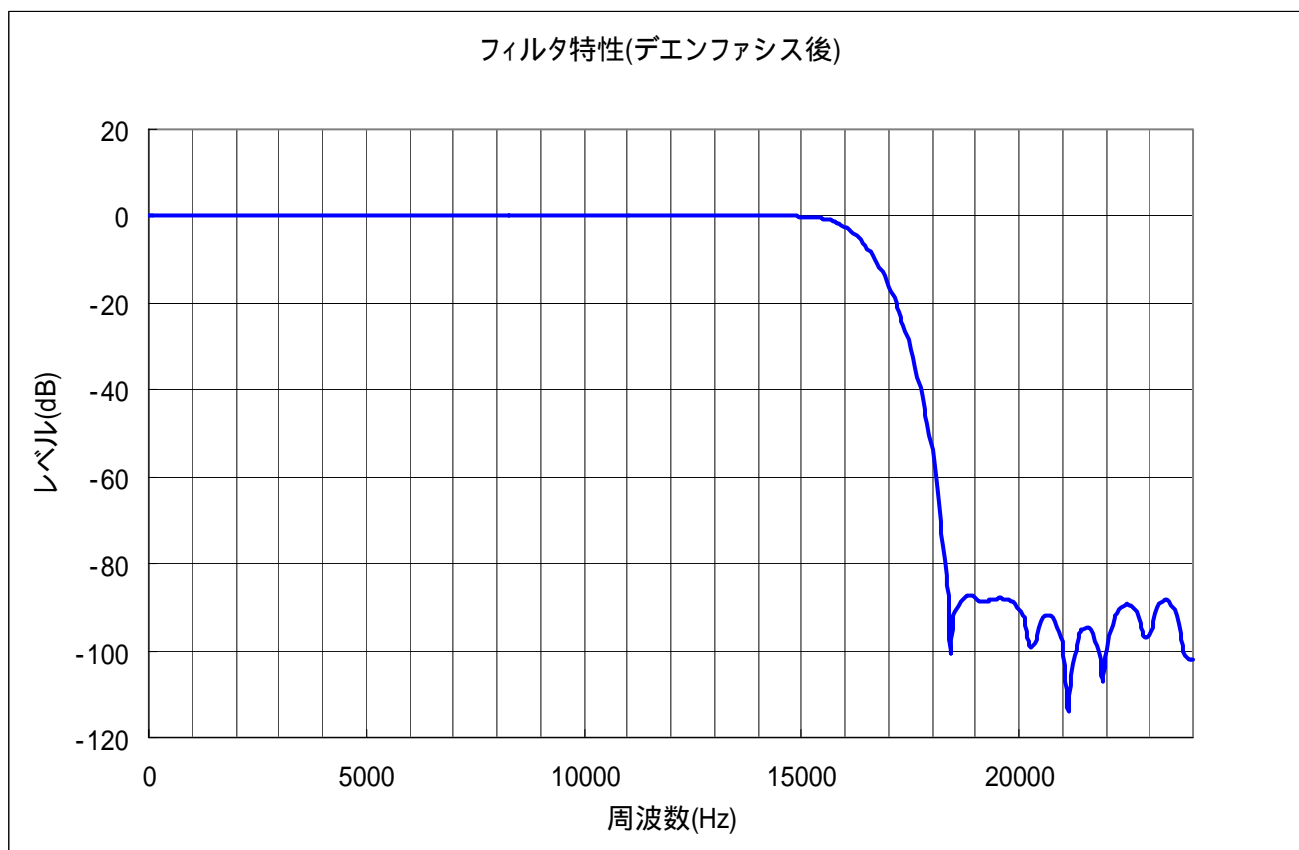
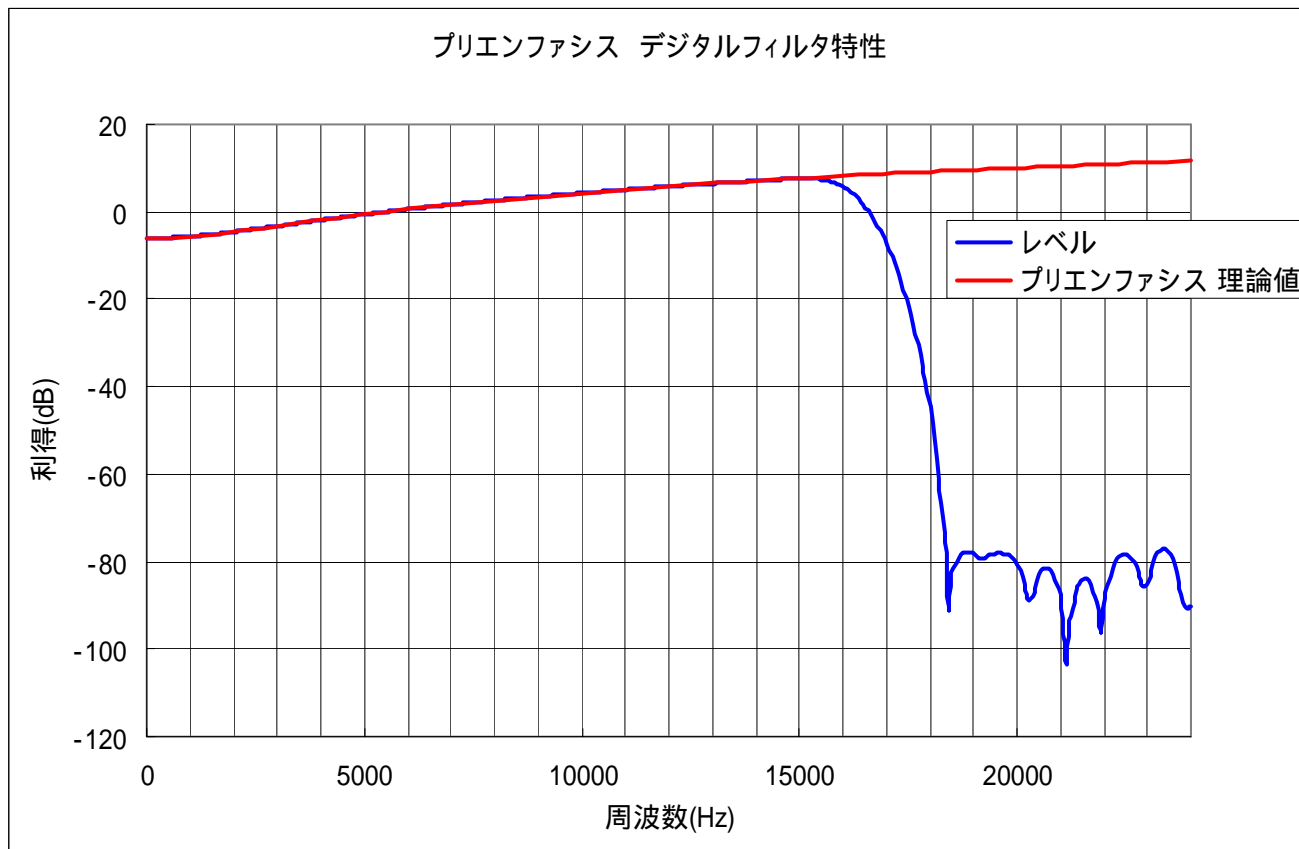
周波数 (Hz)	L ch Only 100%入力				R ch Only 100%入力				Lch Rch 100%入力	
	L 出力	R 出力	L 歪率	セパレーション	L 出力	R 出力	R 歪率	セパレーション	L 歪率	R 歪率
20	-12.63	-84.12	0.00476	71.49	-83.94	-12.59	0.00481	71.35	0.00555	0.00541
25	-12.15	-83.62	0.00468	71.47	-83.45	-12.11	0.00517	71.34	0.00495	0.00486
31.5	-11.76	-83.24	0.00514	71.48	-83.12	-11.72	0.00445	71.4	0.00458	0.00430
40	-11.83	-83.18	0.00484	71.35	-83.07	-11.79	0.00416	71.28	0.00424	0.00334
50	-12.31	-83.62	0.00372	71.31	-84.07	-12.27	0.00321	71.8	0.00443	0.00402
63	-11.55	-83.1	0.00419	71.55	-82.84	-11.52	0.00403	71.32	0.00383	0.00336
80	-12.2	-83.52	0.00356	71.32	-83.68	-12.16	0.00384	71.52	0.00363	0.00343
100	-11.52	-82.63	0.00381	71.11	-82.51	-11.48	0.00382	71.03	0.00324	0.00405
125	-11.86	-82.69	0.00307	70.83	-82.67	-11.82	0.00297	70.85	0.00222	0.00232
160	-11.51	-82.21	0.00388	70.7	-81.95	-11.47	0.00355	70.48	0.00332	0.00332
200	-11.54	-81.73	0.00319	70.19	-81.56	-11.5	0.00282	70.06	0.00265	0.00228
250	-11.84	-81.46	0.00339	69.62	-81.36	-11.8	0.00324	69.56	0.00235	0.00279
315	-11.56	-80.67	0.00391	69.11	-80.65	-11.52	0.00255	69.13	0.00251	0.00252
400	-11.71	-80.26	0.00295	68.55	-80.23	-11.67	0.00273	68.56	0.00234	0.00218
500	-11.84	-80.38	0.00261	68.54	-80.44	-11.8	0.00347	68.64	0.00293	0.00230
630	-11.81	-81.01	0.00267	69.2	-81.29	-11.77	0.0024	69.52	0.00204	0.00176
800	-12.19	-85.03	0.00278	72.84	-85.19	-12.15	0.00227	73.04	0.00210	0.00187
1000	-12.83	-98.39	0.00271	85.56	-97.75	-12.79	0.00236	84.96	0.00231	0.00246
1250	-12.83	-82.85	0.00291	70.02	-82.94	-12.79	0.00237	70.15	0.00216	0.00238
1600	-12.49	-76.24	0.00373	63.75	-76.11	-12.45	0.00325	63.66	0.00315	0.00279
2000	-13.88	-78.92	0.00272	65.04	-78.81	-13.84	0.00275	64.97	0.00273	0.00254
2500	-13.91	-81.97	0.00294	68.06	-81.53	-13.87	0.00354	67.66	0.00315	0.00291
3150	-15.12	-75.32	0.00328	60.2	-75.17	-15.08	0.00358	60.09	0.00296	0.00332
4000	-16.01	-78.98	0.00375	62.97	-78.51	-15.97	0.0024	62.54	0.00241	0.00282
5000	-18.01	-79.21	0.00209	61.2	-78.91	-17.97	0.00097	60.94	0.00172	0.00131
6300	-18.83	-77.21	0.00195	58.38	-77.02	-18.79	0.00015	58.23	0.00093	0.00067
8000	-21.24	-79.26	0.00253	58.02	-78.94	-21.2	0.00124	57.74	0.00086	0.00137
10000	-24.4	-77.74	0.00064	53.34	-77.63	-24.36	0.00039	53.27	0.00069	0.00046
12500	-25.57	-78.17?		52.6	-78.26	-25.53?		52.73?		?
16000	-30.45	-80.25?		49.8	-80.52	-30.42?		50.1?		?

? は高調波が FM の音声帯域(19KHz)から大きくはみ出してしまふ為測定できず



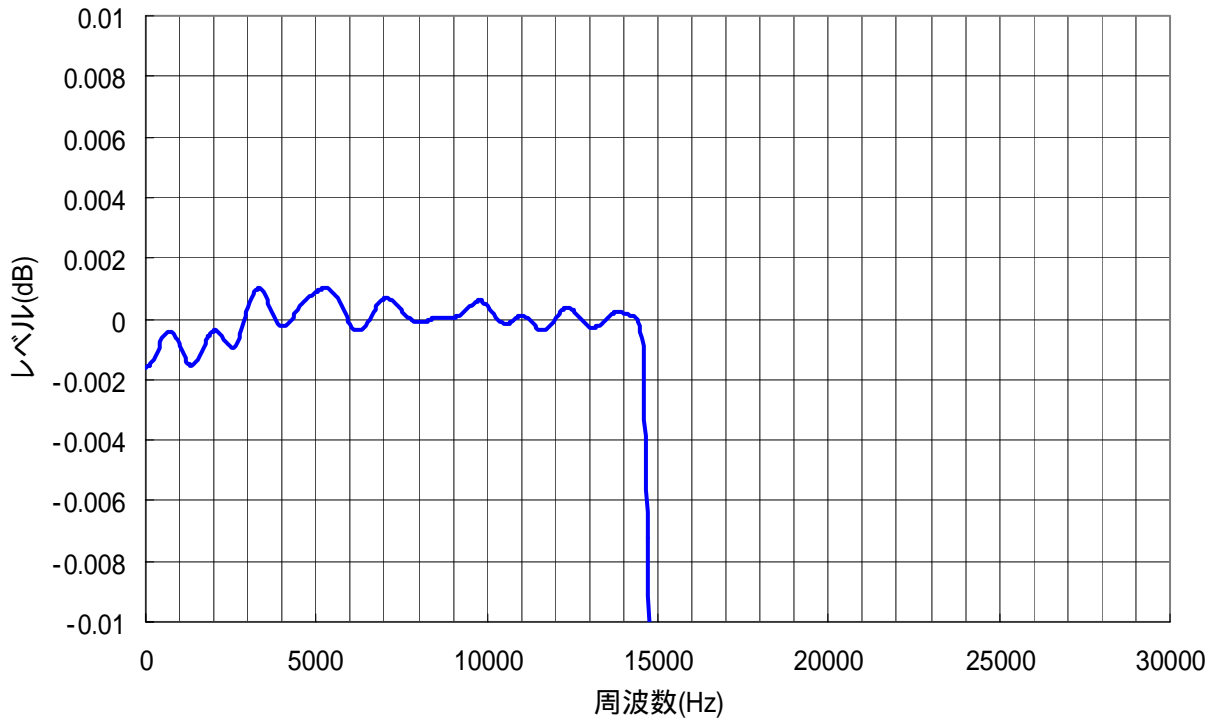


FPGA-FM レシーバーの影響を取り除いた値。 最悪値->315Hz時 67.3dB



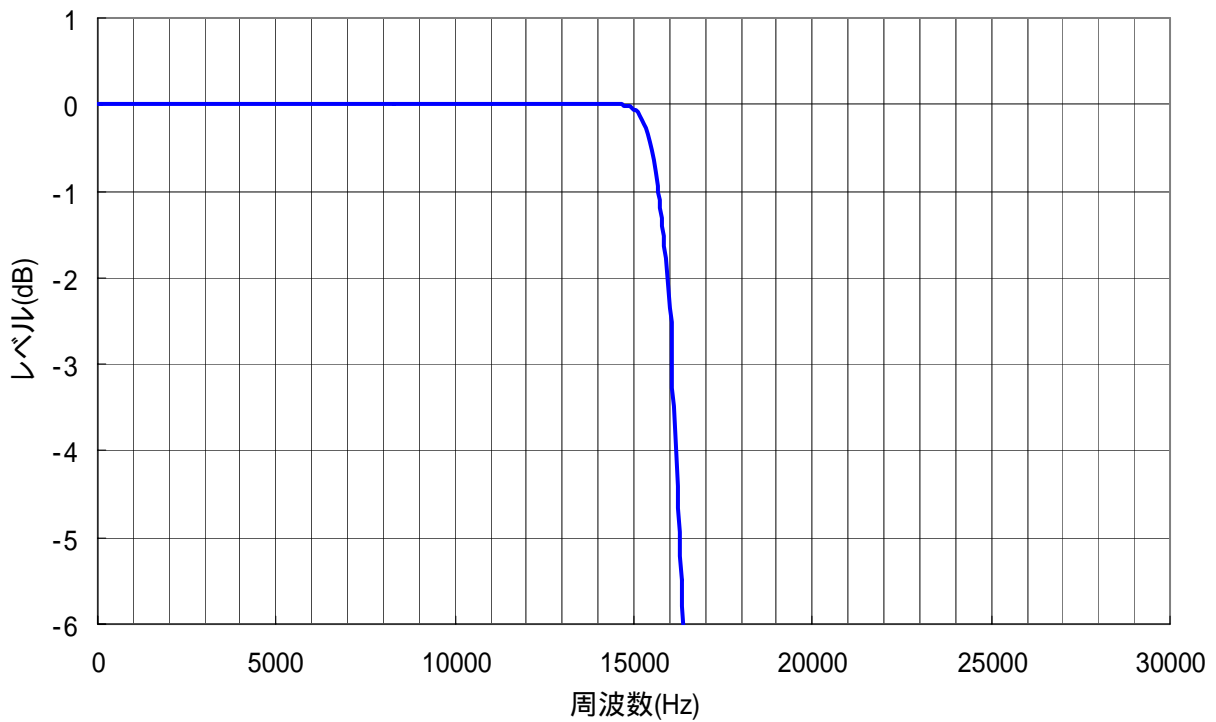
上記フィルターをデエンファシスした後の周波数特性

フィルタ特性(デエンファシス後)

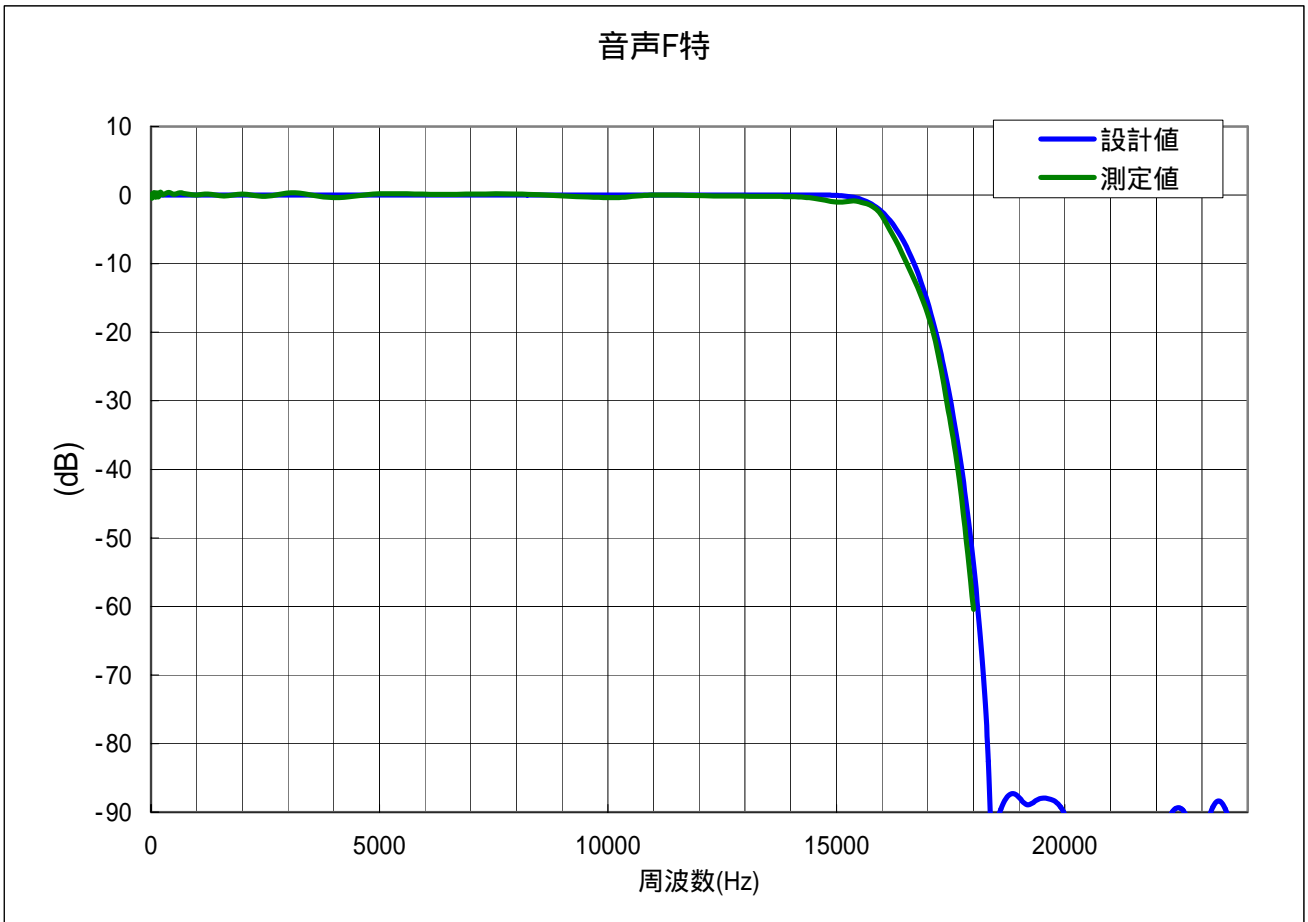


デエンファシスした後の周波数特性 通過域拡大

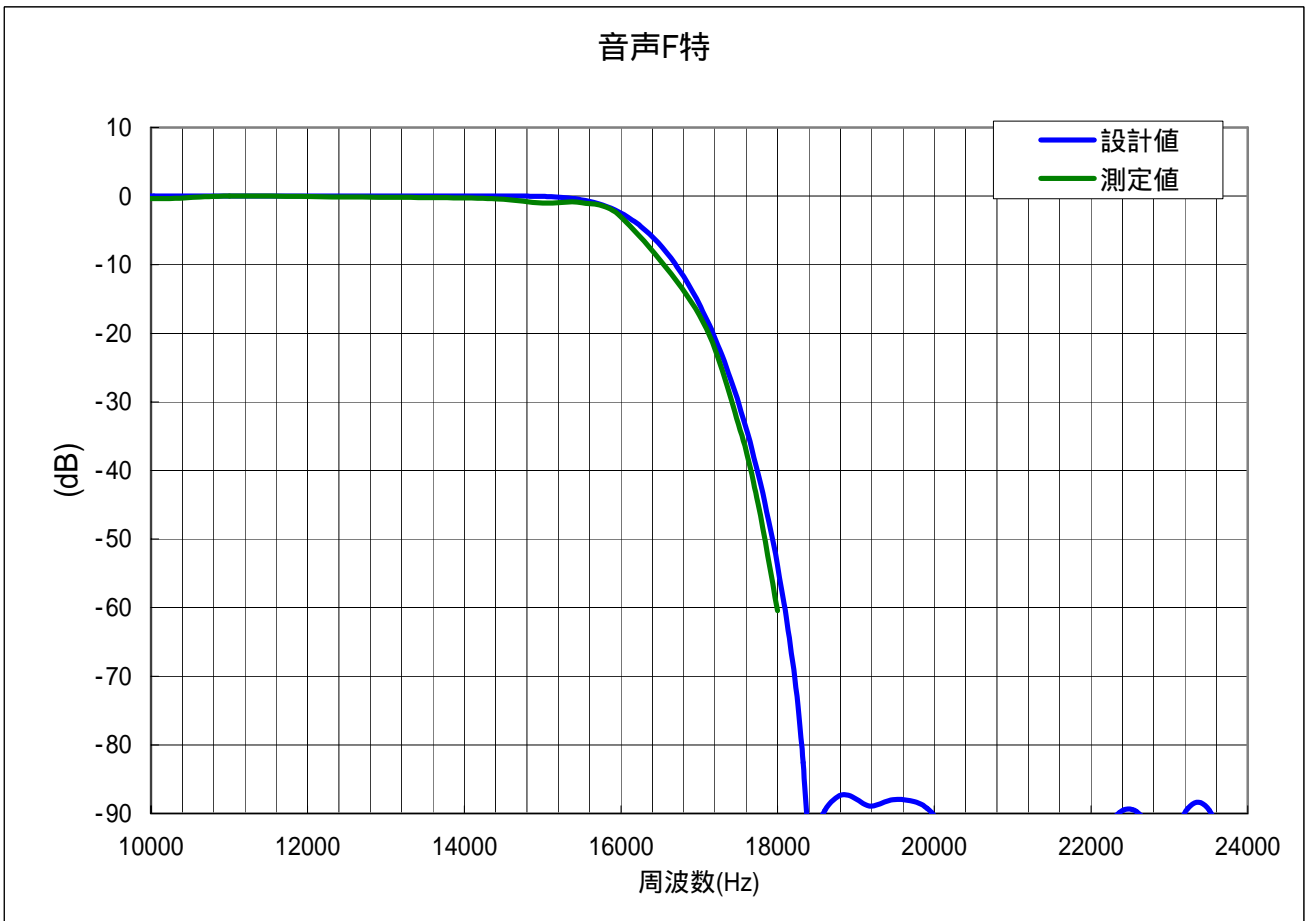
フィルタ特性(デエンファシス後)



デエンファシスした後の周波数特性 通過域拡大 -3dB となる周波数は約 16.1KHz

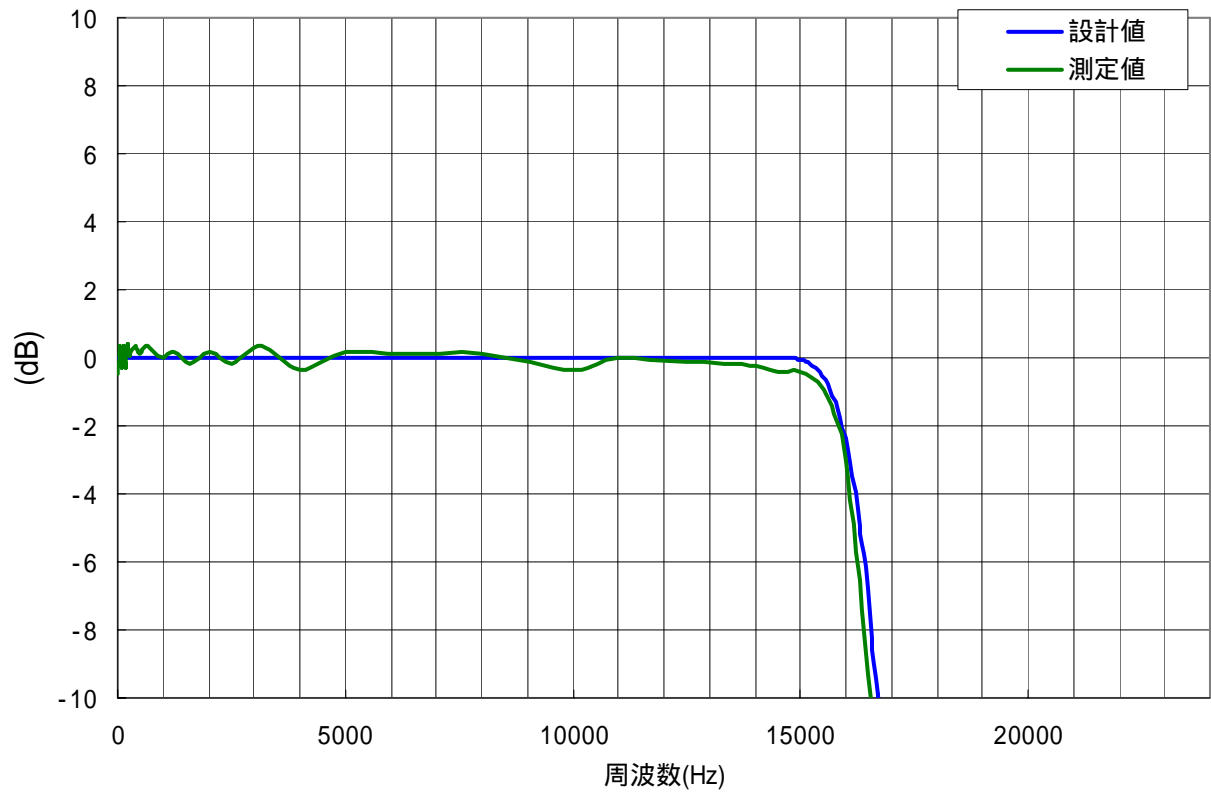


音声 F 特 測定値 1KHz 時-20UV となるように音声を入力 周波数を変化させながらレシーバー出力レベルをモニター



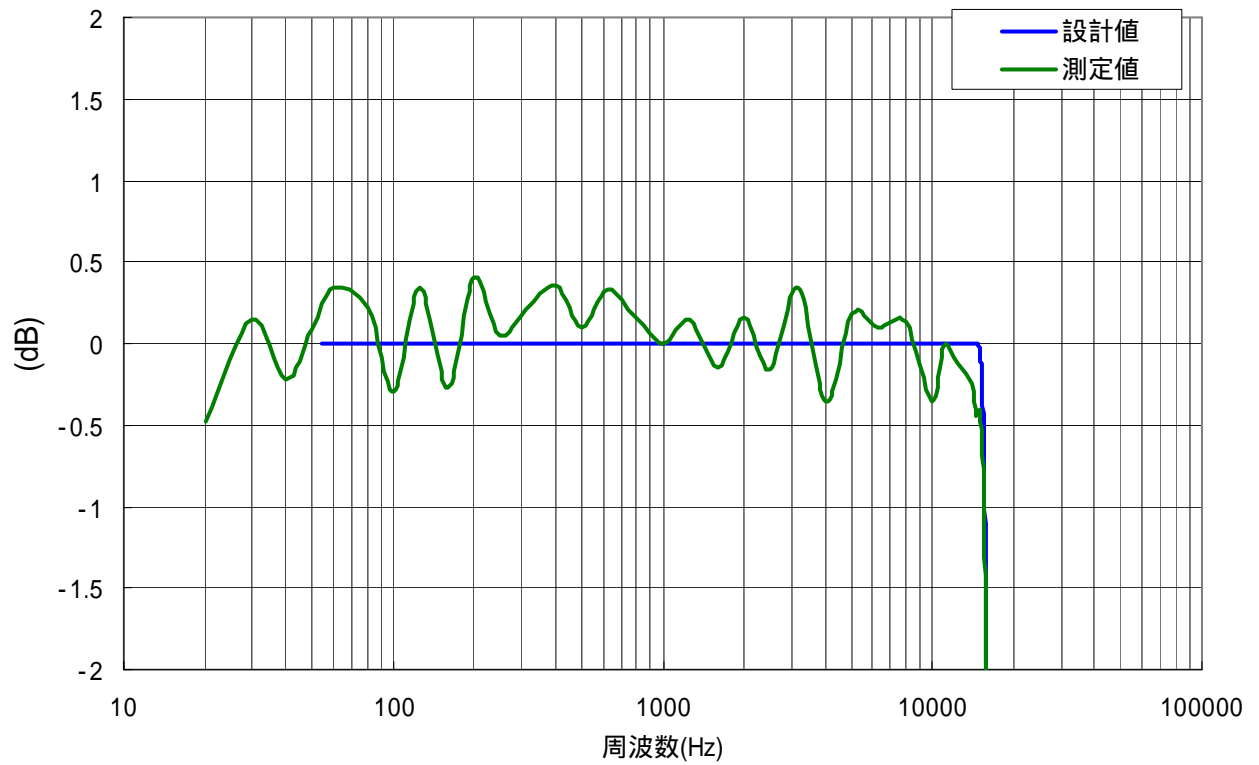
高音部分拡大

音声F特



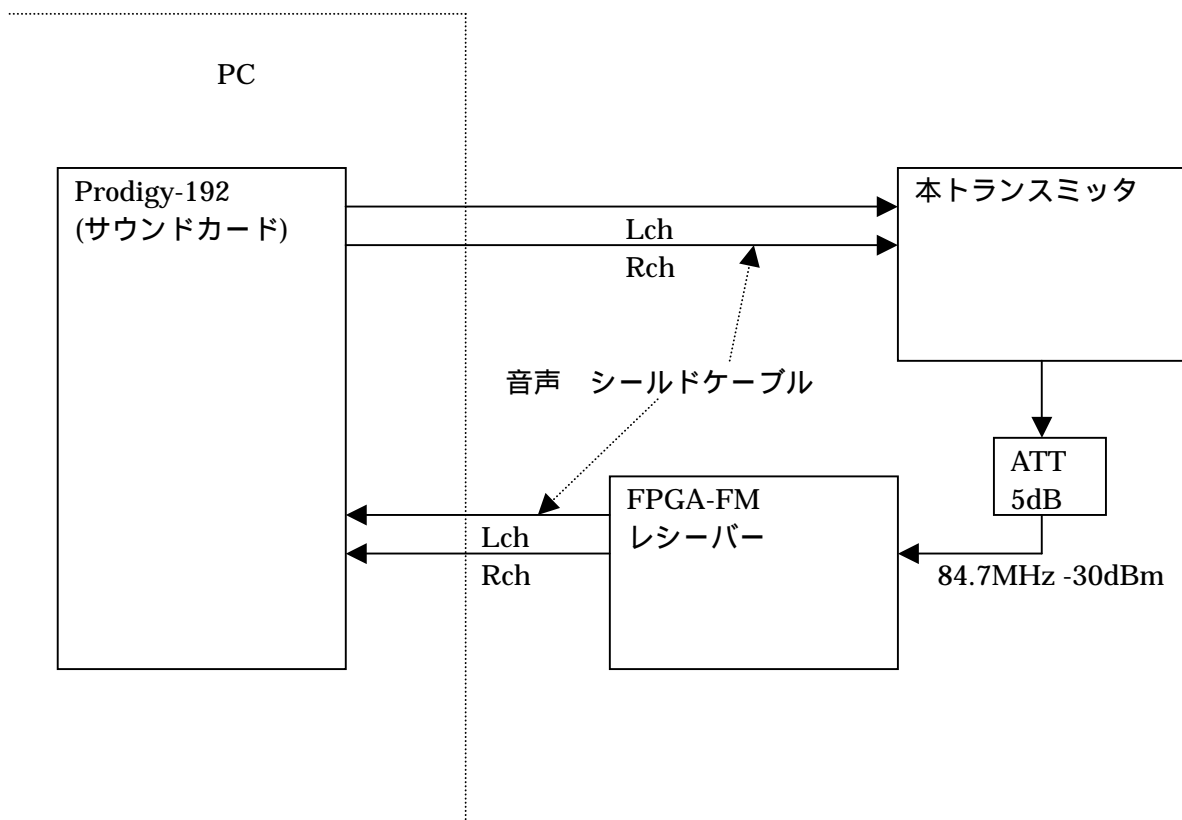
周波数偏差拡大

音声F特



周波数偏差 さらに拡大

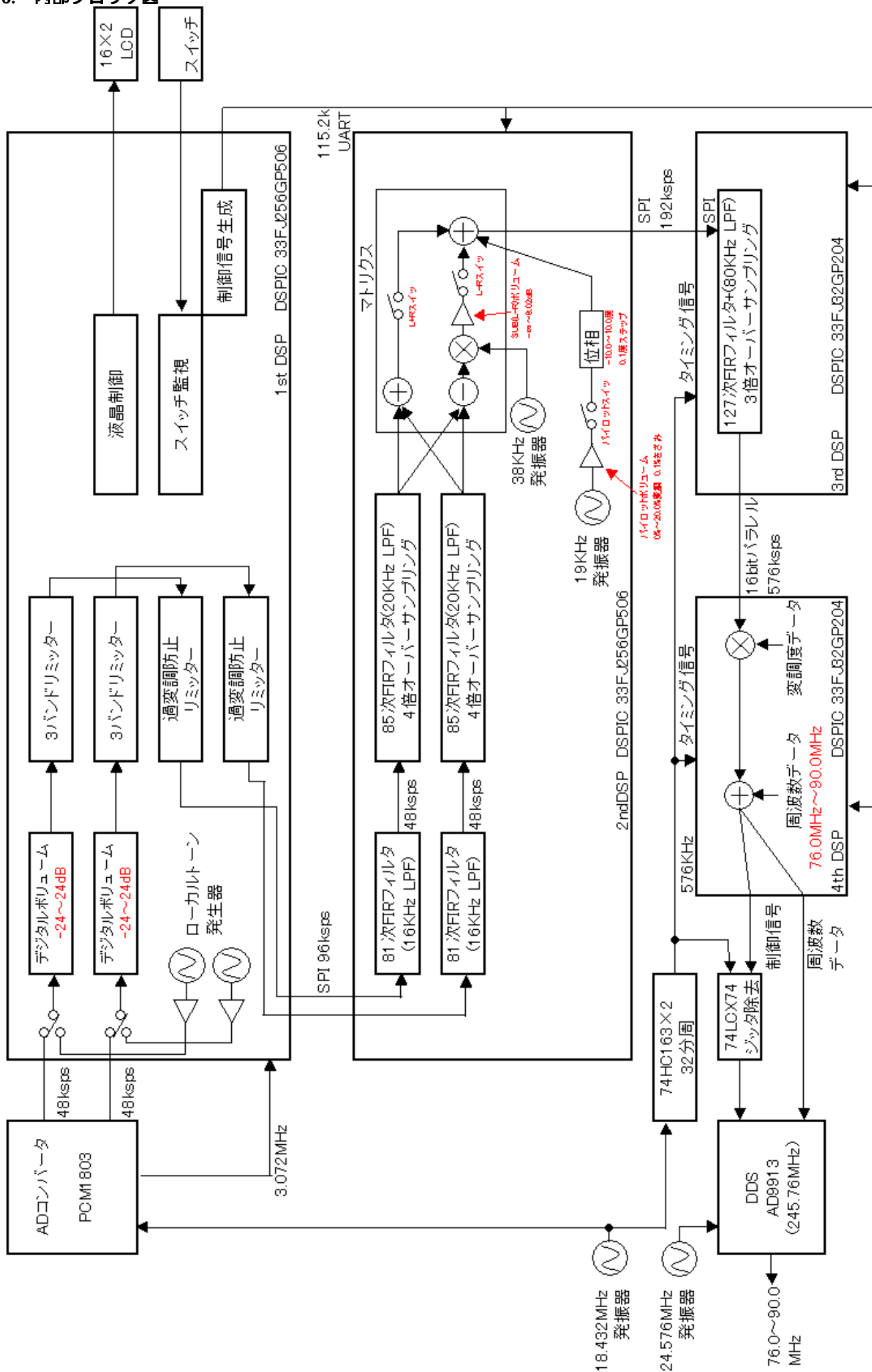
測定系 1 接続図



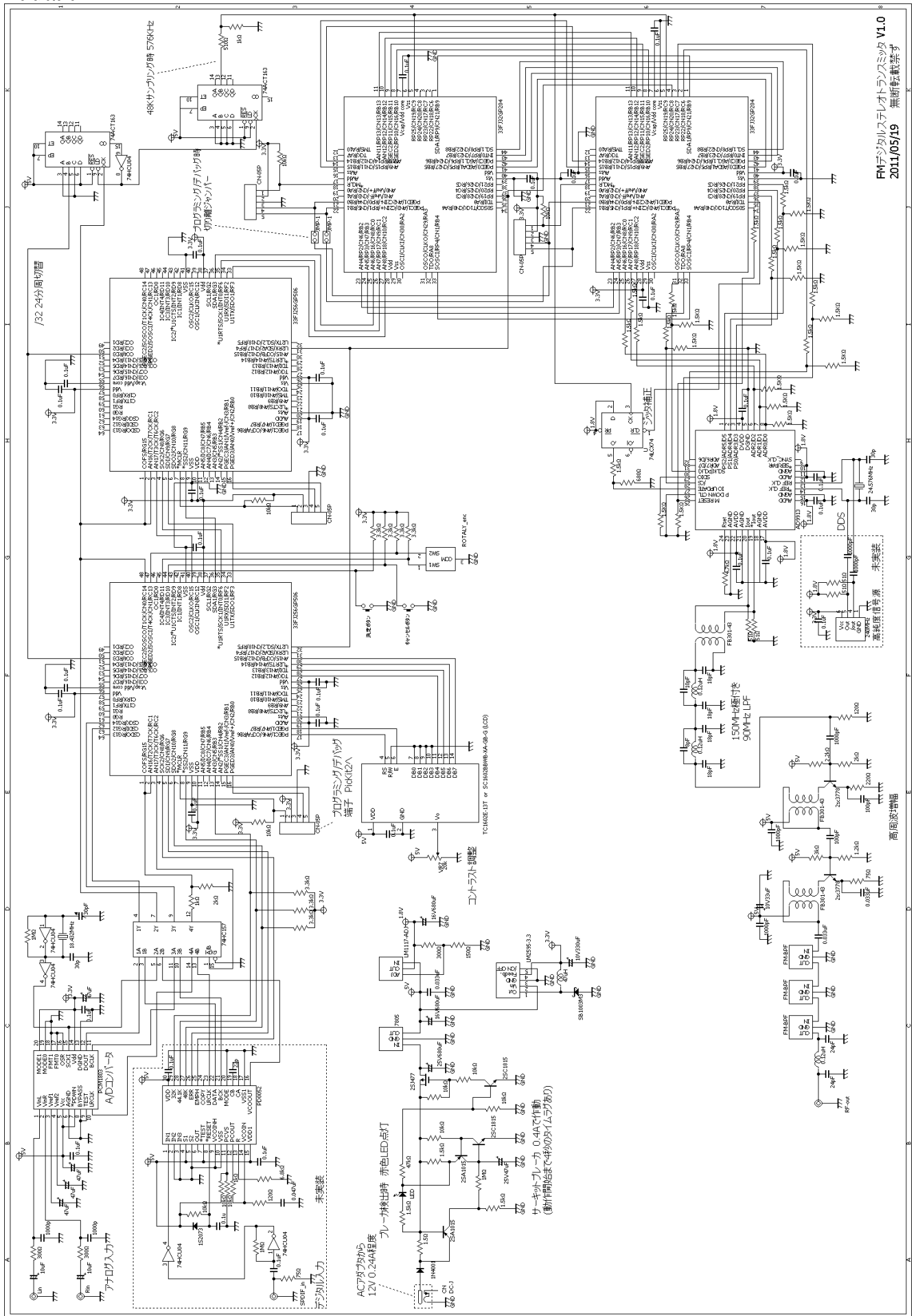
レシーバー設定値
 IF 帯域 デフォルト
 AFC OFF
 モノラル測定時でも強制モノラル
 に設定せず

トランスミッタ設定値
 84.7MHz
 その他 初期設定値のまま

6. 内部ブロック図



7.回路図



FMデジタルステレオラジオ V1.0
2011/05/19 無断転載禁止

未実装
高周波増幅器