

三極真空管特性のハイブリッド OTL アンプ

塩沢 潤一

真空管 OTL アンプの課題の一つに、消費電力の多さがある。

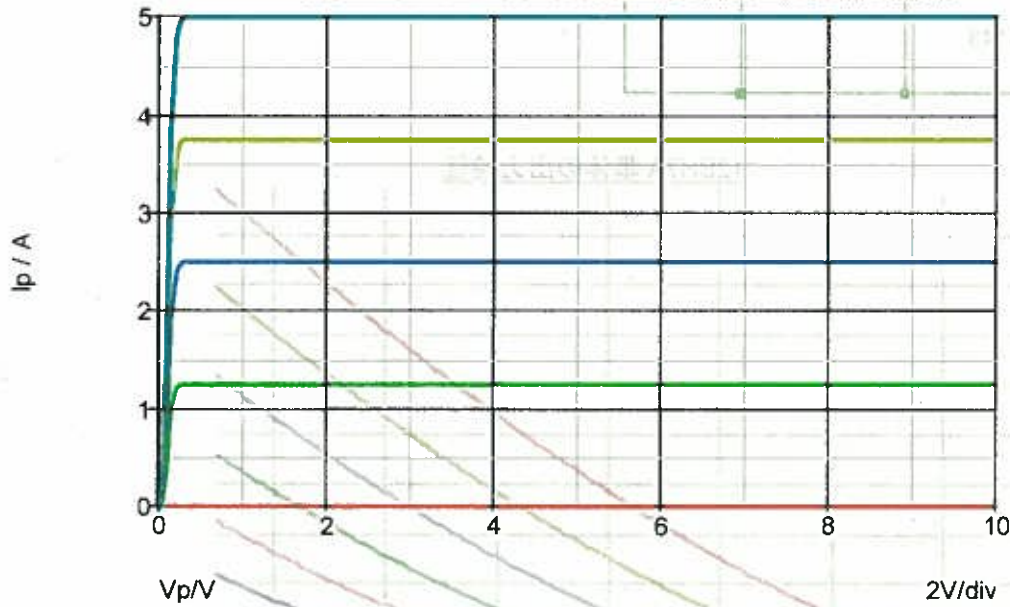
地球温暖化の問題に対応するためにも、アンプの消費電力を下げる必要がある。

三極真空管を使用した OTL アンプの消費電力を下げる一つの方法として、トランジスタまたは FET を出力デバイスに使用したハイブリッド構成のアンプを提案する。

トランジスタや MOS FET の出力特性は、以下の図のように真空管の五極管の特性に良く似たいわゆる飽和特性を示す特性である。

何とか、トランジスタを使って三極真空管と同じような出力特性が出せないか研究してみた。

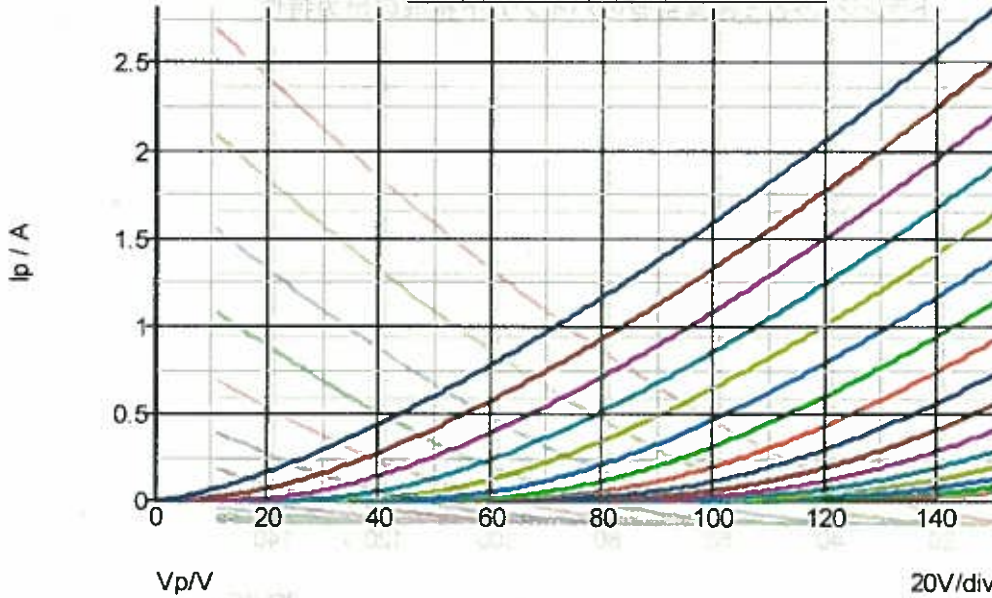
トランジスタ 2SC5199 の出力特性シミュレーション結果

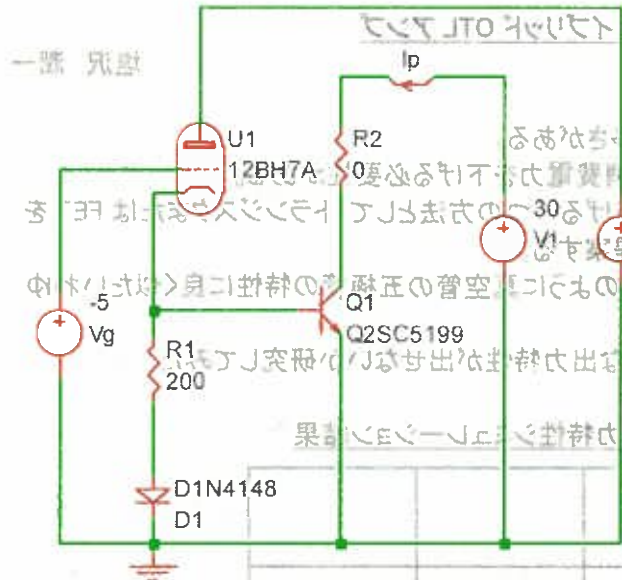


真空管アンプの音は使用する真空管の特性に左右されるのは言うまでもない。

三極真空管の出力特性に含まれる高調波歪成分が2次歪を主成分とした歪で、聞く人の耳に倍音として心地よく感じられるからといわれている。

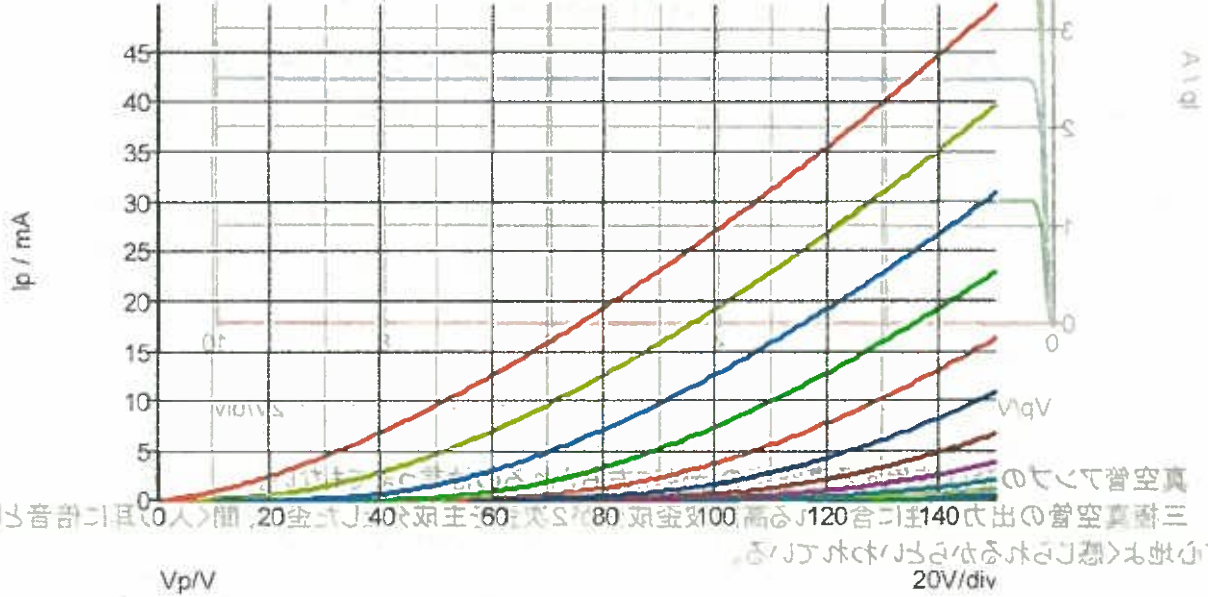
6C33C の出力特性シミュレーション



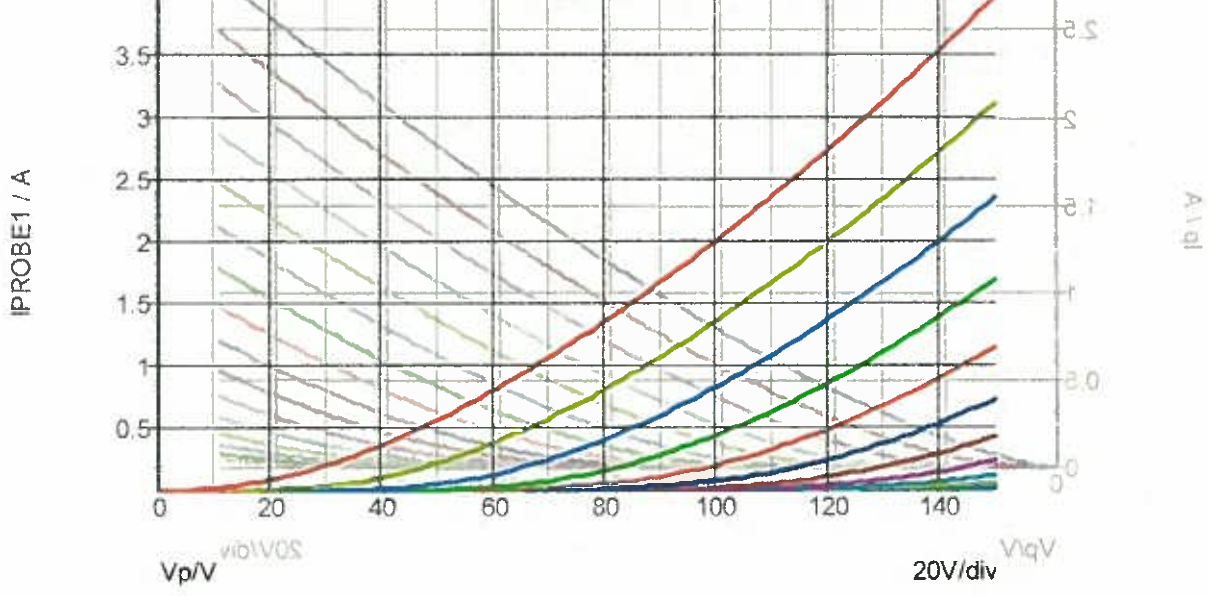


特殊な V-FET 構造の静電界制御型の FET は、上図の三極真空管特性と同じような出力特性を示すが、現在はごく一部でしか製造されておらず入手困難な状況である。
 三極真空管とトランジスタを左図のように組み合わせて、出力特性をシミュレーションすると、等価的に小電力の真空管で、大きな出力電流が流せるようになる。
 小電力真空管の 12BH7A 単体のシミュレーション結果とこのトランジスタによる等価三極真空管出力特性のシミュレーション結果を以下に示す。

12BH7A 単体の出力特性

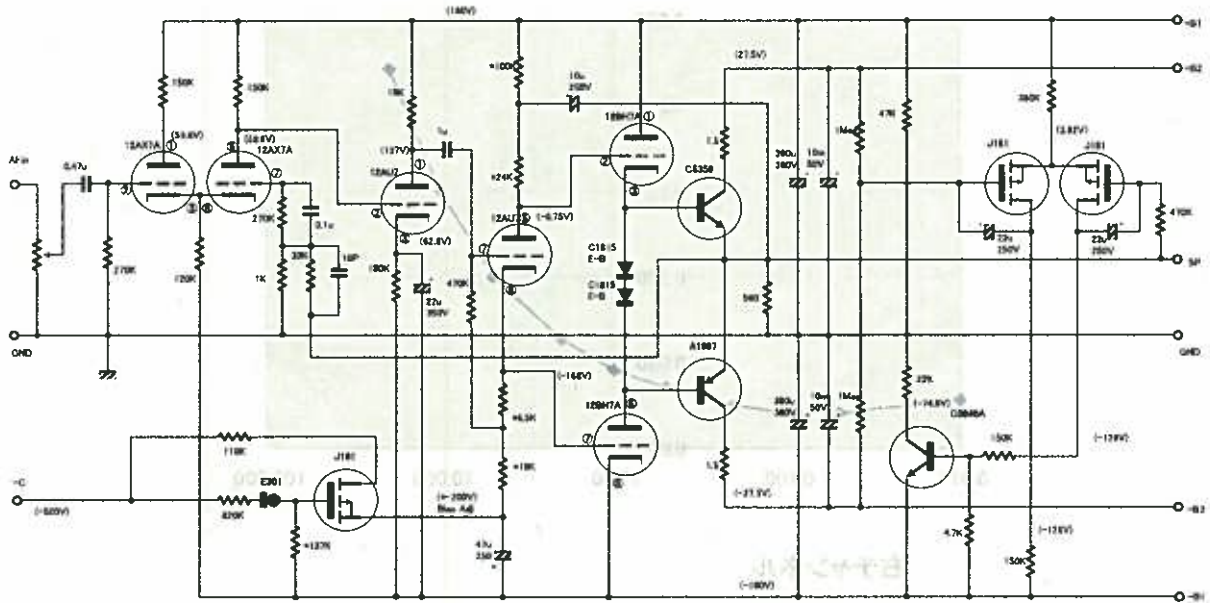


トランジスタと三極真空管のハイブリッド構成の出力特性



シミュレーションベースで可能性を検討した結果を確認するために三極真空管とトランジスタを用いた OTL アンプを試作してみた。

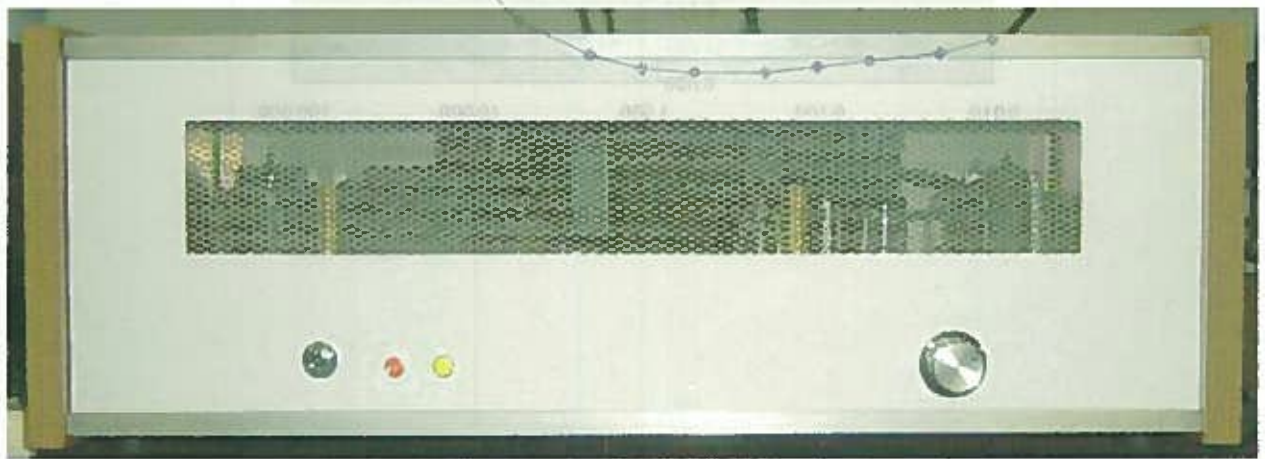
試作回路(アンプ部)



基本的な構成は、出力段は 12BH7A の SEPP 出力を、2SC5359 と 2SA1987 のコンプリメンタルエミッターフォロアで受ける構成にした。この出力段の構成により、電圧増幅は三極真空管の 12BH7A で行い、トランジスタは電流増幅機能を分担して低インピーダンスのスピーカーを駆動する。ドライブ回路は、12AU7 の半分のユニットを使用した P-K 分割の出力段直結の位相反転回路構成である。

入力増幅部は、12AX7A の差動入力と 12AU7 の半分のユニットを使用して必要な利得を得ている。2SJ181 によるバイアス安定回路と自動バランス調整回路を安定度向上の為に設けている。

試作機の外観



試作機の実験データ

アンプゲイン:

式用さるスレイド

L CH	29.3	db
R CH	29.3	db

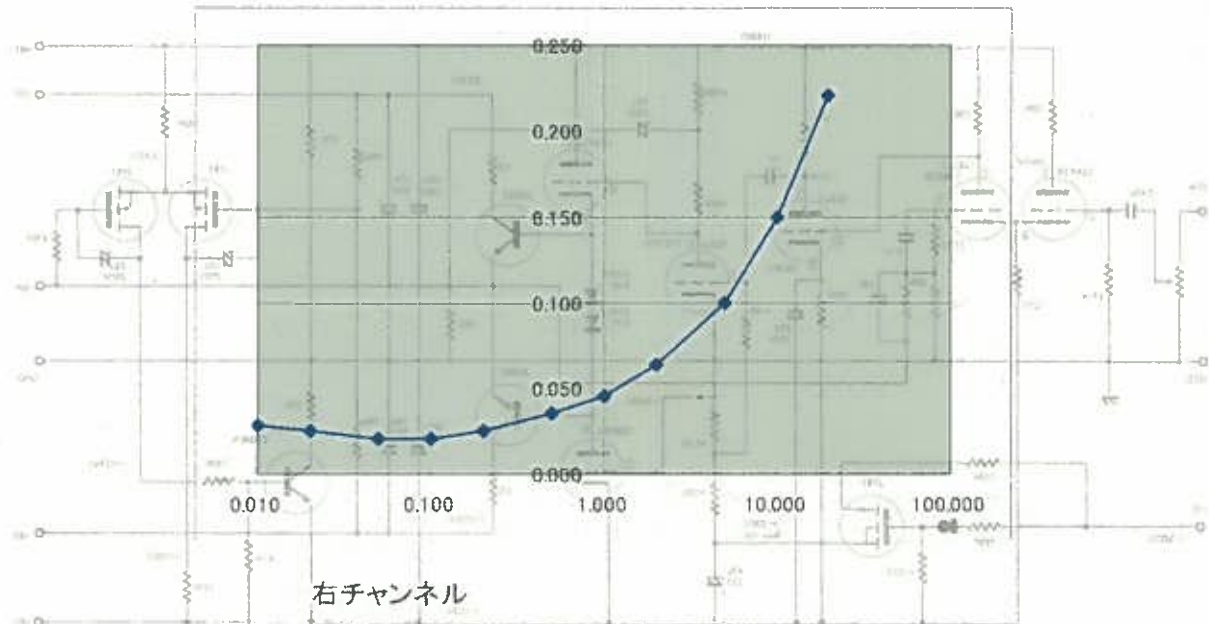
式J補録を封請回す一へにビーJエミ

式もアJ補録をててJTO

歪率特性:

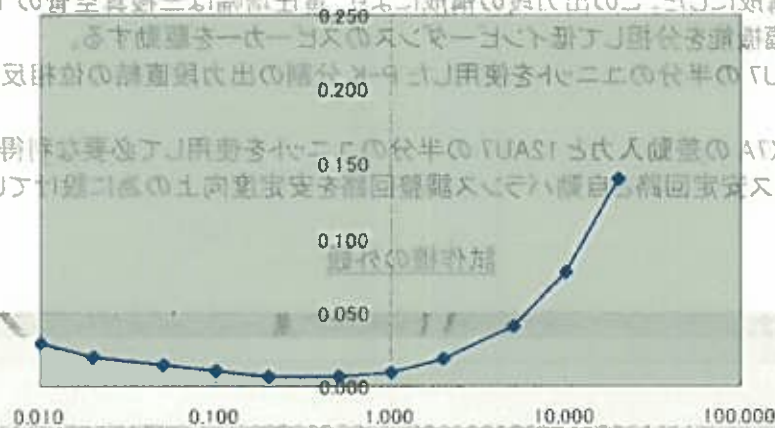
(暗くて) 録回封録

左チャンネル



右チャンネル

歪率
 るノJア器を封録を専心アJ用費をハニの分半の「UASI」を代人硬意の「ATXASI」お暗録器代人
 るノJア器を封録を専心アJ用費をハニの分半の「UASI」を代人硬意の「ATXASI」お暗録器代人
 るノJア器を封録を専心アJ用費をハニの分半の「UASI」を代人硬意の「ATXASI」お暗録器代人



一ターテ封録の録封録

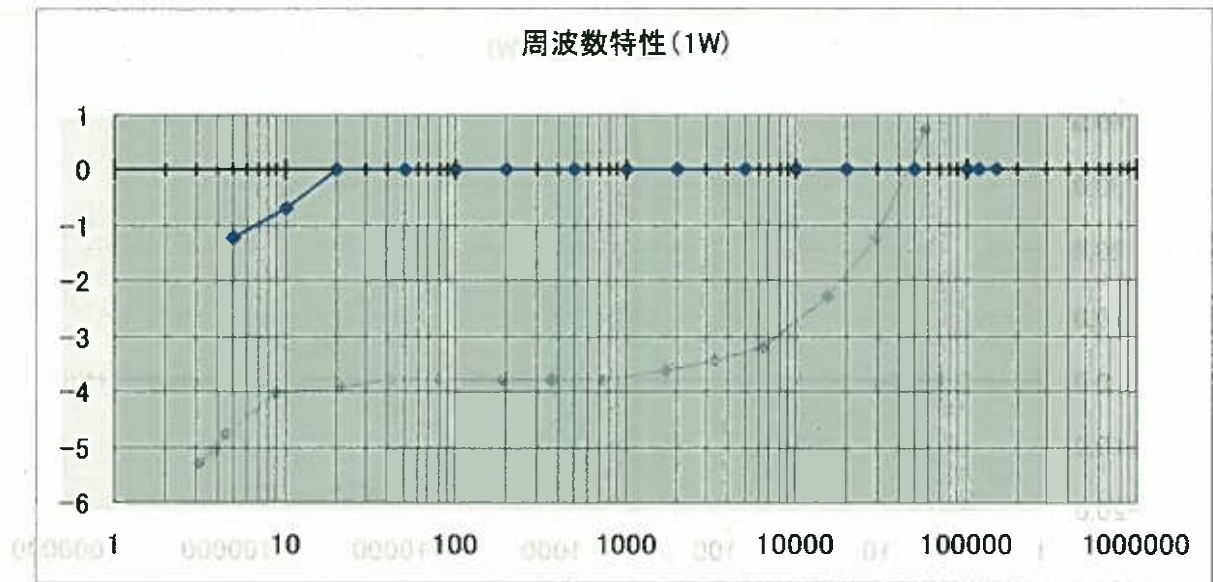
にハテててて

周波数特性：

計測器

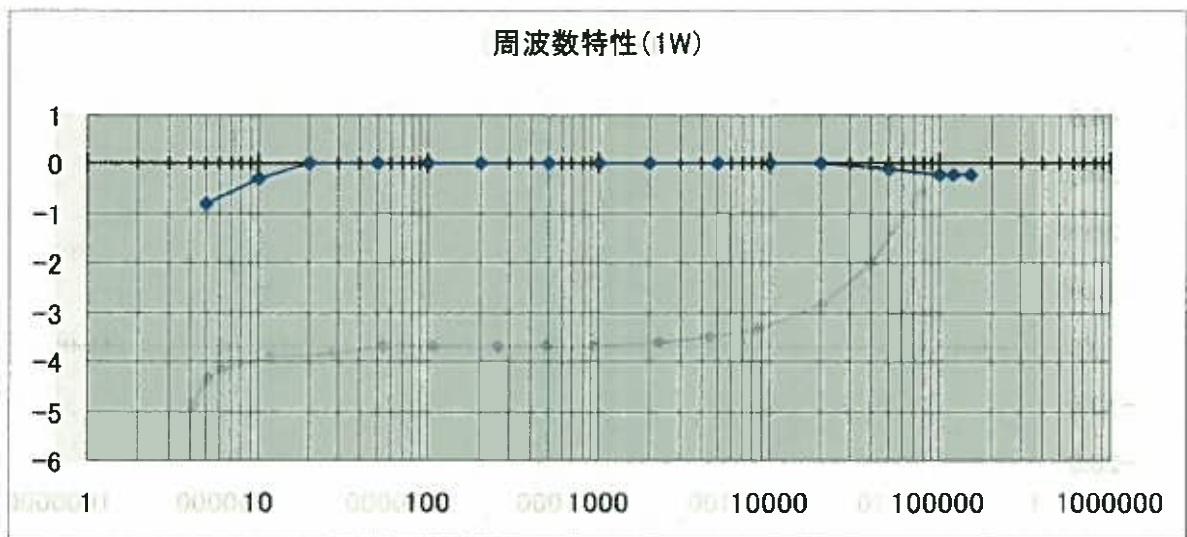
左チャンネル

標準モード



右チャンネル

標準モード

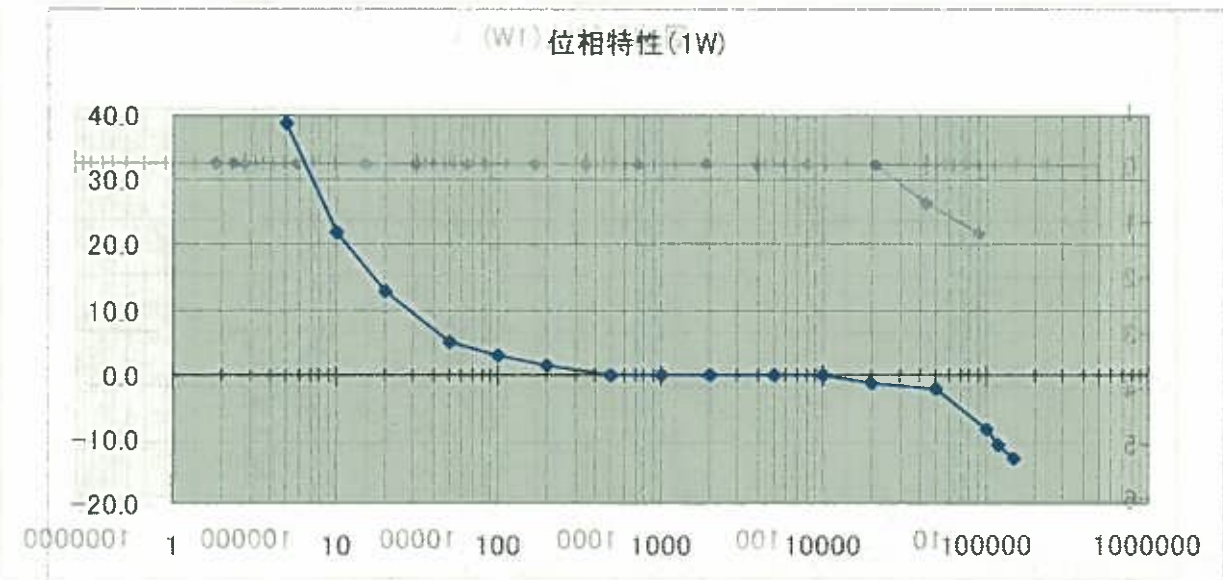


位相特性:

封筒幾何図

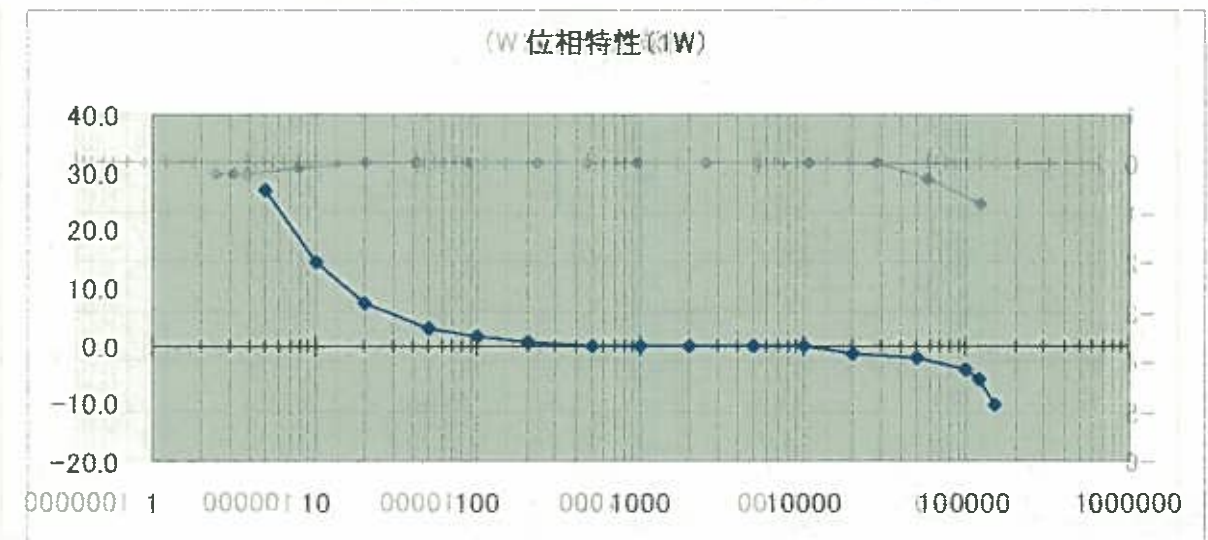
左チャンネル

ハネビヤマ式



右チャンネル

ハネビヤマ式



残留ノイズ:

LCH	0.013	mV
RCH	0.01	mV

Music Power:

L出力	20	V _p	25.1	W
R出力	20	V _p	25.1	W

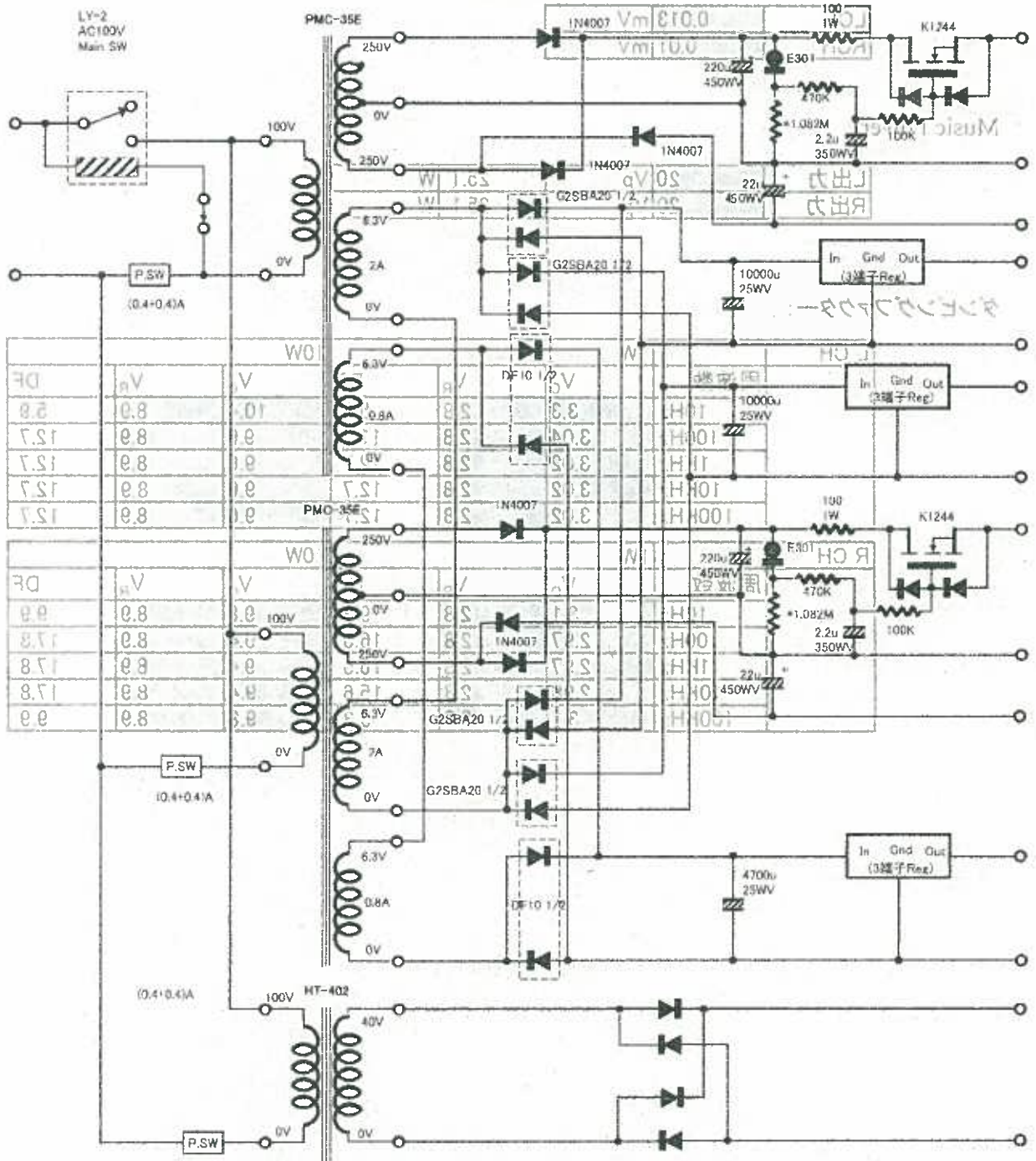
ダンピングファクター:

L CH	周波数	1W			10W		
		V _O	V _R	DF	V _O	V _R	DF
	10Hz	3.3	2.8	5.6	10.4	8.9	5.9
	100Hz	3.04	2.8	11.7	9.6	8.9	12.7
	1KHz	3.02	2.8	12.7	9.6	8.9	12.7
	10KHz	3.02	2.8	12.7	9.6	8.9	12.7
	100KHz	3.02	2.8	12.7	9.6	8.9	12.7

R CH	周波数	1W			10W		
		V _O	V _R	DF	V _O	V _R	DF
	10Hz	3.1	2.8	9.3	9.8	8.9	9.9
	100Hz	2.97	2.8	16.5	9.4	8.9	17.8
	1KHz	2.97	2.8	16.5	9.4	8.9	17.8
	10KHz	2.98	2.8	15.6	9.4	8.9	17.8
	100KHz	3.1	2.8	9.3	9.8	8.9	9.9

電源回路

ストレージ



DF	V _R	V
2.8	0.8	1.0
1.57	0.8	0.8
1.57	0.8	0.8
1.57	0.8	0.8
1.57	0.8	0.8

DF	V _H	V
0.8	0.8	100V
1.71	0.8	0.8
1.71	0.8	0.8
1.71	0.8	0.8
0.8	0.8	0.8

(0.4+0.4)A

(0.4+0.4)A

タイマー及び保護回路

