

# PA4525 D-Class Power Amplifier 基板 製作マニュアル

## <注意>

本キットをつかって生じた感電、火災等の一切のトラブルについては、当方は責任を負いませんのでご了承ください。また、基板、回路図、マニュアル等の著作権は放棄していませんので、その一部あるいは全体を無断で第三者に対して使用することはできません。

## 2. はじめに

本基板はシーラスロジックのCS4525を用いたDクラスパワーアンプです。Dクラスパワーアンプは高効率であることから放熱も少なく、本基板の構成で15W×2の出力を得ることができます。またCS4525は機能が豊富で、単純な2chアンプとしてだけでなく、3Dシステム(2SP+サブウーハ)ならびに2wayマルチアンプとしても使用可能であり、それらに必要なフィルタは素子内に内蔵しています。本基板ではこれらの機能も発揮できるようにマイコンを搭載して、各種の設定に対応しています。手軽にデスクトップオーディオを構築するのに便利でしょう。



図 完成例

## 2. 仕様

表 主な仕様

機能	Dクラスアンプ
出力	・フルブリッジ15W×2 あるいは ・ハーフブリッジ7W×2 +フルブリッジ15W
入力	・アナログ入力×1 ・デジタル入力 (PCM) × 1
特徴	・電子ボリューム機能 ・トーンコントロール機能 ・多彩な出力形態 (標準 2ch 出力、3Dシステム、2WAY出力)
電源電圧	・9V～18V (標準電圧15V)
基板	118mm×80mm、1.6mmt、70um銅箔厚, FR4



## 4. 機能概要および接続方法

PA4525 には多彩な機能がありますので、それらの機能について簡単に概説します。

### 4-1. 出力機能

本基板では (a) 標準 2ch 出力 (b) 3D システム出力 (c) 2WAY 出力 の 3 つの出力パターン(\*) を選択することができます。以下にそれぞれの出力での接続方法を示します。

(\*) 本来は GS4525 には 2 つの出力を平行接続して 30W×1 のアンプとして使用することも可能になりますが、ディスクトップオーディオの目的では不要と考えて、この機能は省略しています。

#### (a) 標準 2ch 出力

もっとも標準的な接続方法です。これはアンプの出力を BTL 接続することでフルブリッジを形成して使用し、15W×2 の出力を得ることができます。通常のステレオの用途ではこの接続が適しています。シンプルファンクションモードではこの出力形式のみサポートしています。

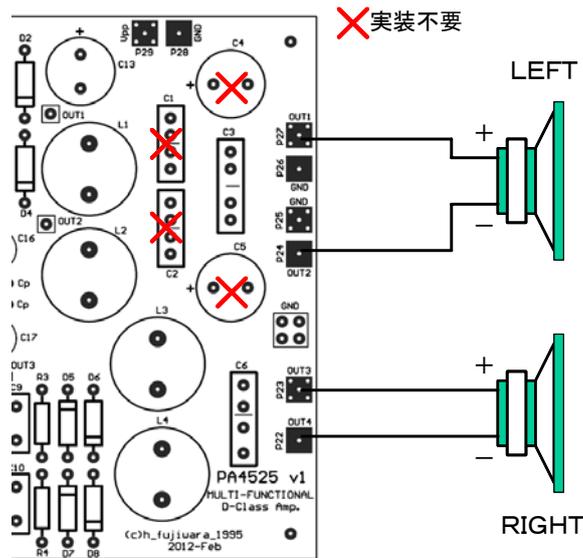


図 標準 2ch 出力の接続方法

#### (2) 3D システム出力

これは 2 つのスピーカとサブウーハを組み合わせて使用する接続方法です。2 つのスピーカはアンプ出力をハーフブリッジで使用するため、DC カット用のカップリングコンデンサが必要になります。そのため、図のような 2 箇所のパターンカットが必要です。またカップリングコンデンサ (C4, C5) が必要になります。なお、この出力モードはシンプルファンクションモードではサポートしていません。

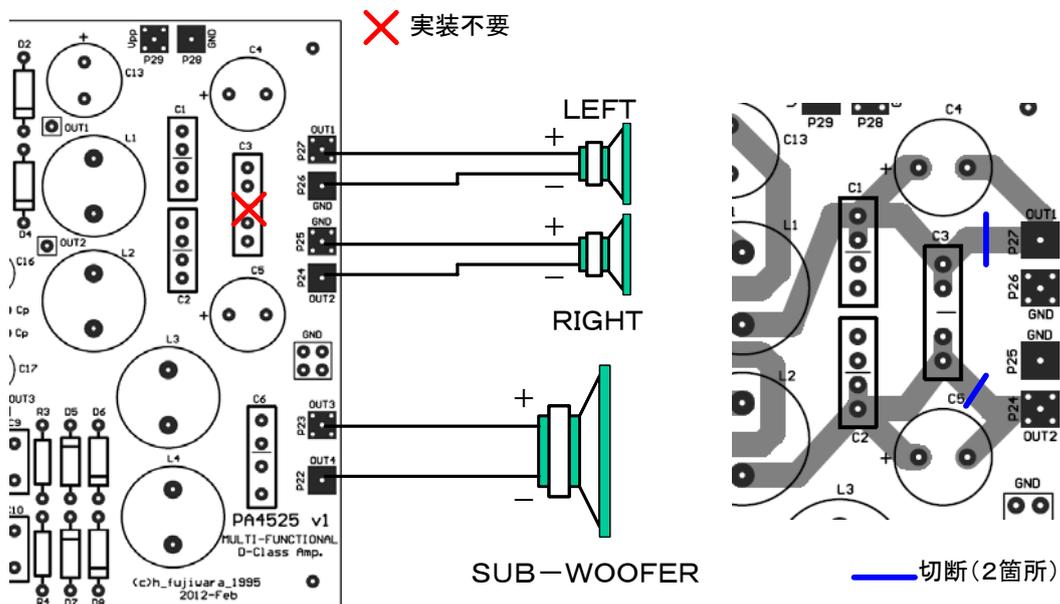


図 3D システム出力での接続方法

(c) 2WAY出力

基本は(a)標準 2ch 出力と接続方法は同じですが、OUT1-2 にはツイータ、OUT3-4 にはウーハを接続します。なお、この出力モードはシンプルファンクションモードではサポートしていません。分割周波数等についてはマルチファンクションモードの機能設定の中で指定します（後述）。

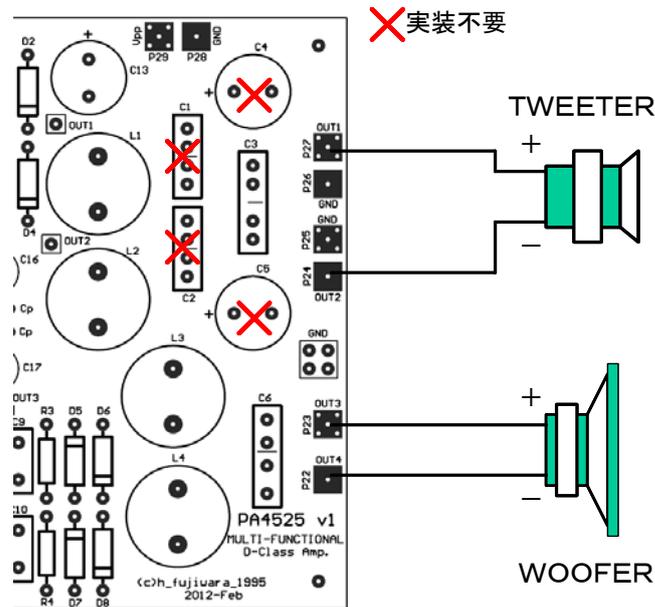


図 2WAY 出力での接続方法

4-2. 入力機能

本基板での信号入力方法は2通りあります。1つはアナログ入力で、もう1つはデジタル入力です。アナログ入力は基板端子 P18~P21 を用いて接続します。最大入力は 2Vrms になります。デジタル入力は CN1 を使用して PCM 信号 (DATA、LRCK、BCK) を受信します。入力可能なフォーマットはシンプルファンクションモードでは 12S、右詰 24Bit のみサポートしています。マルチファンクションモードでは左詰や右詰 (16, 18, 20Bit) もサポートしています。

入力の切り替えは基板端子 P8 の状態 (GND : デジタル、開放 : アナログ) で設定します。

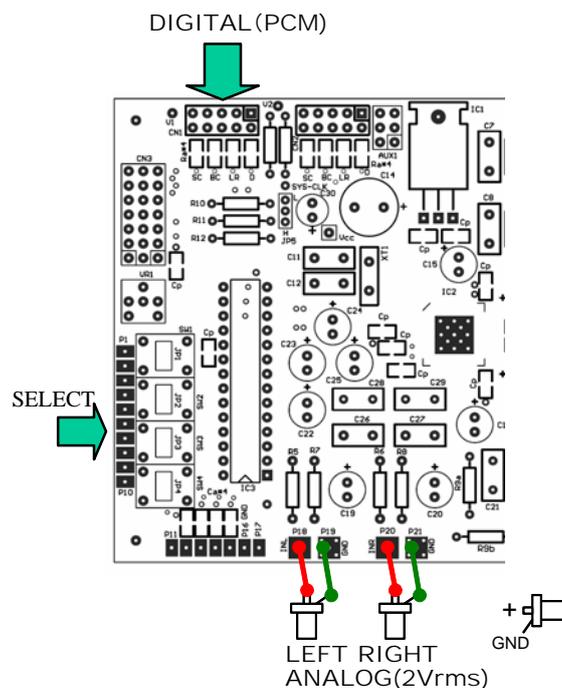


図 入力の接続 (デジタルおよびアナログ入力が可能)

### 4-3. 動作モード

本基板は多彩な動作が可能であることから動作モードを

(a) シンプルファンクションモード (b) マルチファンクションモード の2つに分類しています。それぞれのモードの切り替えは電源投入時の基板端子 P9 の電圧レベルを検知して切り替えます。電源投入時に P9 が GND 接続されている場合はシンプルファンクションモード、P9 が開放されていればマルチファンクションモードになります。

#### (a) シンプルファンクションモード

標準 2ch 出力の出力形態のみで動作することが可能です。外付けスイッチにより入力切り替え、トーンコントロールの ON/OFF、デジタル入力時のフォーマットを変更します。また外付けの可変抵抗により電子ボリューム、トーンコントロールの設定が可能です。

外付けスイッチは下記のように接続します。なお、TONE コントロールを ON して使用する場合は、その調整量を外付けの VR の値から読み取りますので、かならず VR を接続してください。VR を接続しない場合はトーンコントロールを OFF で使用してください。

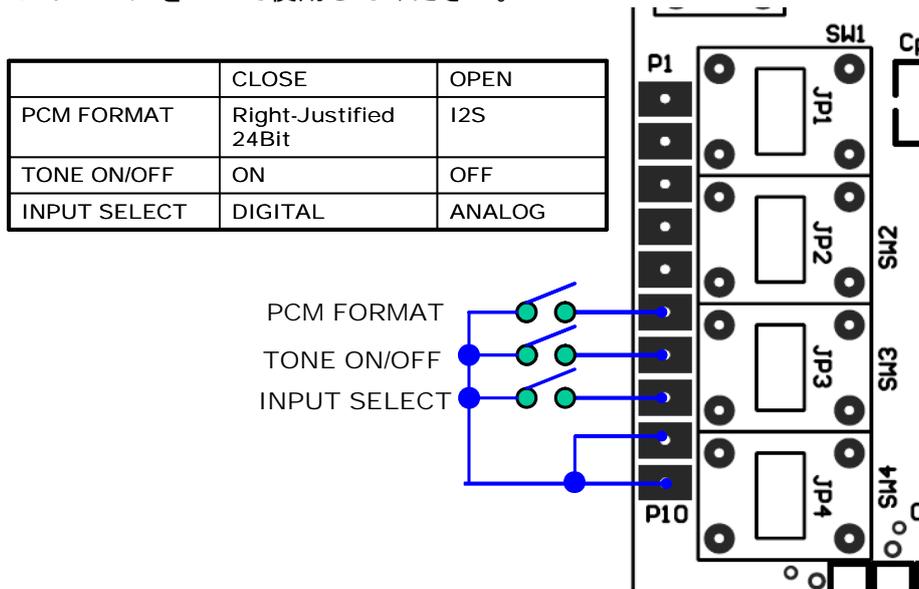


図 シンプルファンクションモード時の機能切替え

また JP1~JP4 を使用してトーンコントロールにおけるコーナ周波数を変更することが可能です。それぞれの設定周波数は下表を参照してください。

表 トーンコントロールのコーナ周波数設定

JP4	JP3	TREBLE コーナ周波数
ON	ON	5kHz (推奨値)
ON	OFF	7kHz
OFF	ON	10kHz
OFF	OFF	15kHz

JP2	JP1	BASS コーナ周波数
ON	ON	50Hz
ON	OFF	100Hz (推奨値)
OFF	ON	200Hz
OFF	OFF	250Hz

このモードでは必要な可変抵抗はボリュームおよびトーンコントロールになります。トーンコントロールについては使用しない場合は実装は必要ありません。またボリュームについても使用しない場合はなくともかまいません。この場合は P14、P15 を P11 に固定接続します。

なおトーンコントロールの可変範囲はおおよそ -10~+12dB の範囲になります。可変抵抗の取り付け法については次図を参照してください。

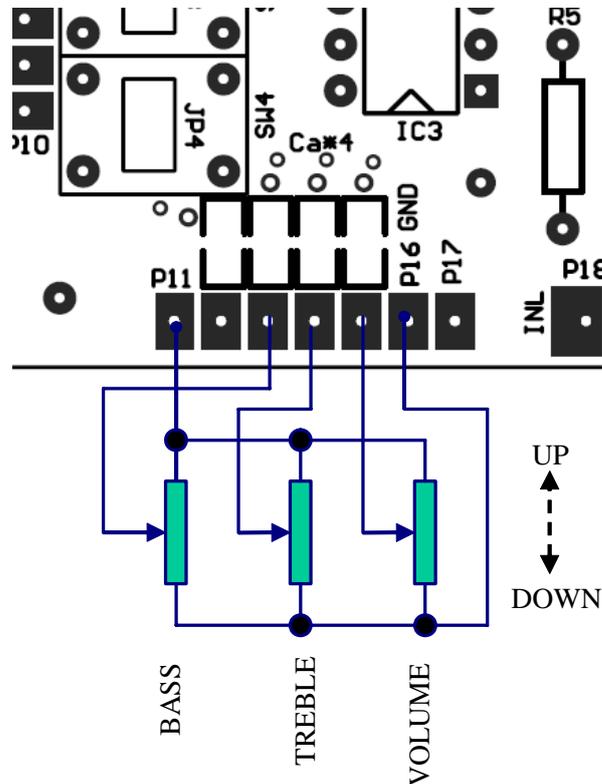


図 シンプルファンクションモードにおける可変抵抗の取り付け。

(b) マルチファンクションモード

このモードで動作させるためには外付けの LCD 表示器ならびに、機能設定のためのプッシュスイッチ (SW1~4) が必要になりますが、すべての出力形態を設定することが可能になります。ただし、これらについては機能設定時のみ必要なものであり、一旦機能を設定したのちは必要ありません。LCD については、機能設定時のみ接続するようにすれば便利です。機能設定スイッチ (SW1~4) についても基板上にタクトスイッチを実装しておけば便利でしょう。SW1, 2 は項目切り替えスイッチ、SW3, 4 はパラメータ変更スイッチになっています。

入力切替およびトーンコントロールの ON/OFF については外部スイッチで行います (機能設定スイッチでは設定できません)。

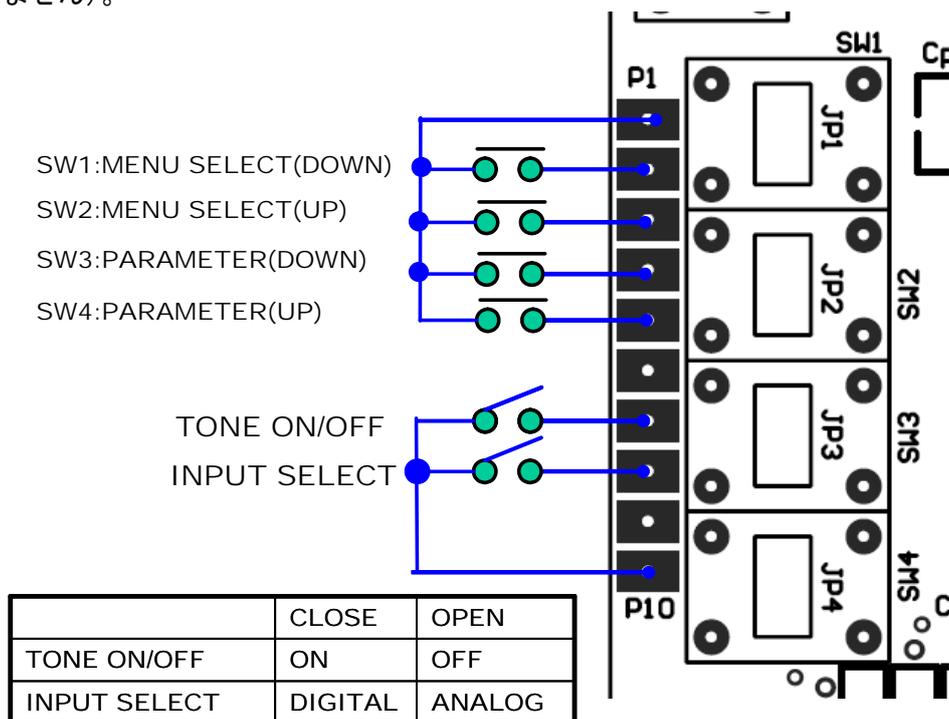


図 マルチファンクションモードにおけるスイッチの設置例

マルチファンクションモードでは使用する可変抵抗はボリューム設定のみになります。トーンコントロールの調整などはすべて機能設定スイッチにて設定します。

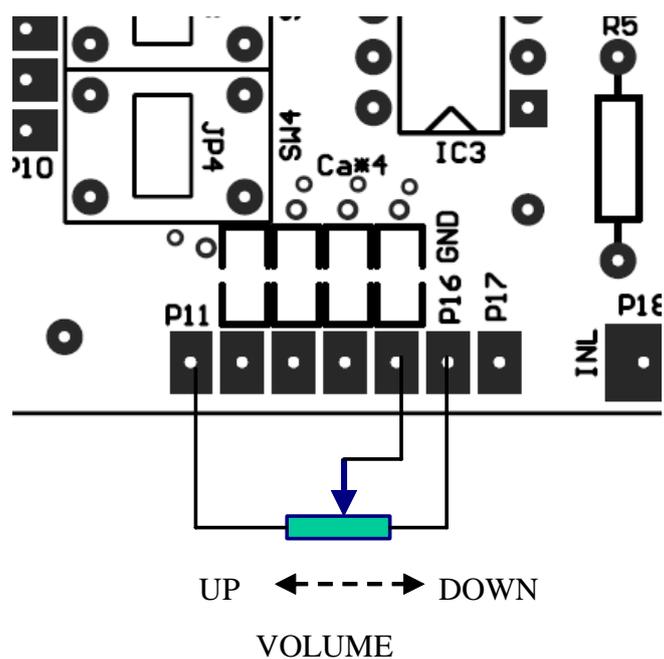


図 マルチファンクションモードでの可変抵抗の設置。

## 5. 部品表

下表を参考にして実装します。

表. 部品リスト

部品	No	規格	仕様	個数	備考
抵抗	R1-4	金属被膜 1/4W	5.6Ω	4	
	R5, 6	金属被膜 1/4W	8.2kΩ	2	
	R7, 8	金属被膜 1/4W	5.6kΩ	2	
	R9a	金属被膜 1/4W	16kΩ	1	
	R9b	金属被膜 1/4W	200Ω	1	
	R10, 11	炭素被膜 1/4W	1kΩ	1	
	R12-14	炭素皮膜 1/4W	22kΩ	3	
	Ra	チップ抵抗	20~51Ω	8	ダンピング用抵抗
可変抵抗	VR1	サーメット 1 回転	10~20 kΩ	1	
コンデンサ	C1, 2	フィルムコンデンサ	1uF	2	(*1)
	C3	フィルムコンデンサ	0.47uF	1	(*2)
	C4, 5	電解コンデンサ	1000uF/25V	2	(*1)
	C6	フィルムコンデンサ	0.47uF	1	
	C7-10	フィルムコンデンサ	680pF	4	
	C11, 12	セラミック	22pF	2	
	C13, 14	電解コンデンサ	470uF/25V	3	C13+C14 で約 1000uF 以上
	C15-18	電解コンデンサ	47uF/25V	4	低 ESR 品推奨
	C19, 20	電解コンデンサ	1~10uF	2	高品質なもの
	C21	フィルムコンデンサ	0.033uF	1	
	C22-25	電解コンデンサ	47uF/25V	4	
	C26, 27	フィルムコンデンサ	100pF	2	
	C28, 29	フィルムコンデンサ	150pF	2	
	C30	電解コンデンサ	47uF/25V	1	
	Cp	チップセラミック	0.1uF	11	2012 サイズ
インダクタ	L1-4	円筒型	15uH	4	
水晶	XT1	H-49/C など	24.576MHz	1	
ダイオード	D1-8	ショットキー30V1A	1S3 など	8	(*3)
IC	IC1	5V 電圧レギュレータ	7805	1	
	IC2	D クラスアンプ	CS4525	1	
	IC3	PIC マイコン	PIC16F886	1	プログラム済み

(\*1) 3D システム (2SP+サブウーハ) の構成時に実装します。C3 は不用です。

(\*2) 標準 2ch 出力、2WAY 出力の場合に使用します。C1, 2 および C4, 5 は不用です。

(\*3) 裏面にチップダイオード用のパターンも併設しています。部品面シルクと同じ向きに実装してください。ただし、v1 基板では D3 の裏面のシルクの A, K が反対になっていますのでご注意ください。

## 6. 基板端子およびコネクタ機能

### (1) 基板端子

表 基板端子

	名称	機能	説明
P1	GND	機能設定スイッチ群	シンプルファンクションモードとマルチファンクションモードでは機能が異なります。詳細は4章を参照ください。
P2	SW1 (JP1)		
P3	SW2 (JP2)		
P4	SW3 (JP3)		
P5	SW4 (JP4)		
P6	FORMAT	FORMAT 設定	シンプルファンクションモード時のデジタル入力フォーマット GND 接続：右詰 24Bit 開放： 12S
P7	TONE	トーン ON/OFF	GND 接続：トーンコントロール ON 開放：トーンコントロール OFF
P8	INSEL	入力切替	GND 接続：デジタル入力 開放：アナログ入力
P9	MODE	動作モード	GND 接続：シンプルファンクション 開放：マルチファンクション
P10	GND		
P11	Vcc (5V)	音量、トーンコントロール設定群	シンプルファンクションモードでは E1~E3 を使用。マルチファンクションモードでは E1 のみ使用します。詳細は4章を参照ください。
P12	E4		
P13	E3		
P14	E2		
P15	E1		
P16	GND		
P17	AUX	未使用	未使用
P18	INL	アナログ入力端子	アナログ入力(左) 信号
P19	GND		信号 GND
P20	INR		アナログ入力(右) 信号
P21	GND		信号 GND
P22	OUT4	スピーカ出力端子	出力 4 (標準では右 SP-)
P23	OUT3		出力 3 (標準では右 SP+)
P24	OUT2		出力 2 (標準では左 SP-)
P25	GND		出力 GND
P26	GND		出力 GND
P27	OUT1		出力 1 (標準では左 SP+)
P28	GND	電源端子	電源 GND
P29	Vpp		電源 (9-18V)

### (2) コネクタ

#### (i) CN1

CN1 はデジタル信号入力時のコネクタになります。機能は下表を参照してください。

表 CN1 接続表

Pin	機能	説明
1	DATA	シリアルデータ入力
2	GND	GND
3	LRCK	LR クロック (ワードクロック)
4	GND	GND
5	BCK	Bit Clock (ビットクロック)
6	GND	GND
7	N. C	
8	GND	GND
9	(Vdd)	未接続。CN1 の近傍に V1 パッドに接続あり。
10	(Vdd)	

(ii)CN2

CN2 はデジタル信号出力用のコネクタになりますが、本コネクタは使用しません（将来の拡張用）。

表 CN2 接続表

Pin	機能	説明
1	AUX DATA	シリアルデータ出力
2	GND	GND
3	AUX LRCK	LR クロック（ワードクロック）
4	GND	GND
5	AUX BCK	Bit Clock(ビットクロック)
6	GND	GND
7	N. C	
8	GND	GND
9	(Vdd)	未接続。CN1 の近傍に V2 パッドに接続あり。
10	(Vdd)	

(iii)CN3

外部への LCD 表示器の接続用のコネクタです。マルチファンクションモードで使用する場合には 16 桁 × 2 行の 14 ピンの LCD が必須になります。使用可能な液晶は秋月電子等で簡単に入手できます。下表を参考にして準備ください。

表 使用可能な液晶例

16×2 表示 5V 動作品	SC1602BBWB : 白抜きバックライト有り SC1602BSLB : バックライト有り SC1602BS-B
-------------------	---

LCD と基板(CN3)の接続には 14 ピンのフラットケーブルが便利です。LCD は 7×2 ピンに対して、基板側は 7×3 ピンになっています。これは、LCD のコネクタ端子を出す方向（部品面側あるいは半田面側）により 1 番ピンの位置が反対になることに対応させるための処置です。基板(CN3)の口印（1 番ピン）が LCD の 1 番ピンに合うように接続してください。また、LCD を使用する場合には VR1 (10~20kΩ) も LCD の表示コントラストを調整するために必要なものですから実装してください。

(iv)AUX

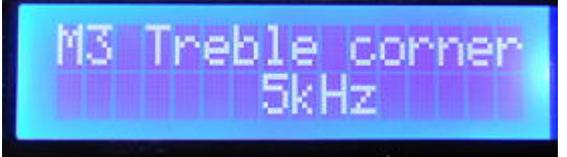
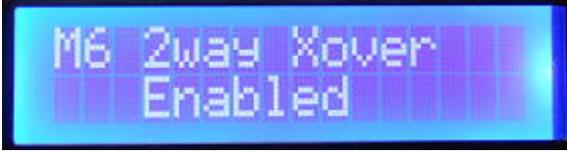
AUX は PWM 信号などの出力用ですが、本基板では使用しません（将来の拡張用）

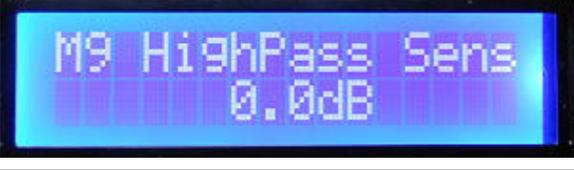
表 AUX 接続表

Pin	機能	説明
1	PWM1	PWM SIG1 出力
2	DLY_DIN	Delayed serial data in
3	PWM2	PWM SIG2 出力
4	DLY_DOUT	Delayed serial data out
5	GND	GND
6	GND	GND

## 7. マルチファンクション機能

この章ではマルチファンクションモードでの設定項目を示します。設定項目は全部で 14 項目あります。

	表示例	説明
0		<p>初期画面。</p> <p>電源投入時はこの画面となります。入力とボリューム設定値が表示されます。トーンコントロール ON とした場合 (P6 を GND 接続)、そのレベルが表示されます。</p>
1		<p>トレブル設定 トーンコントロールの高域レベルの設定です。 &lt;設定範囲&gt; -10.5~12.0dB 1.5dBステップ</p>
2		<p>バス設定 トーンコントロールの低域レベルの設定です。 &lt;設定範囲&gt; -10.5~12.0dB 1.5dBステップ</p>
3		<p>トレブルのコーナ周波数の設定です。 どの帯域からレベル可変させるかを設定します。 &lt;設定範囲&gt; 5, 7, 10, 15 kHz</p>
4		<p>バスのコーナ周波数の設定です。 どの帯域からレベル可変させるかを設定します。 &lt;設定範囲&gt; 50, 100, 200, 250Hz</p>
5		<p>バスマネージメント。 これは低域のカットオフみたいなものです。通常は Disable で使いますが、3D システム (2 SP+サブウーハ) で使う場合に使用します。 3D システムの場合のクロス周波数を決めます。 &lt;設定範囲&gt; Disabled, 80, 120, 160, 200, 240, 280, 320Hz</p>
6		<p>2WAY CROS OVER これは 2WAY 出力のマルチアンプとする設定です。Enable にすると、2つの出力がそれぞれ高域、低域に別れて出力されます。 &lt;設定範囲&gt; Disable, Enabled</p>
7		<p>M6 で 2WAY 設定にした場合のクロス周波数を選択します。 &lt;設定範囲&gt; 2.0~3.4 kHz 0.2kHz ステップ</p>

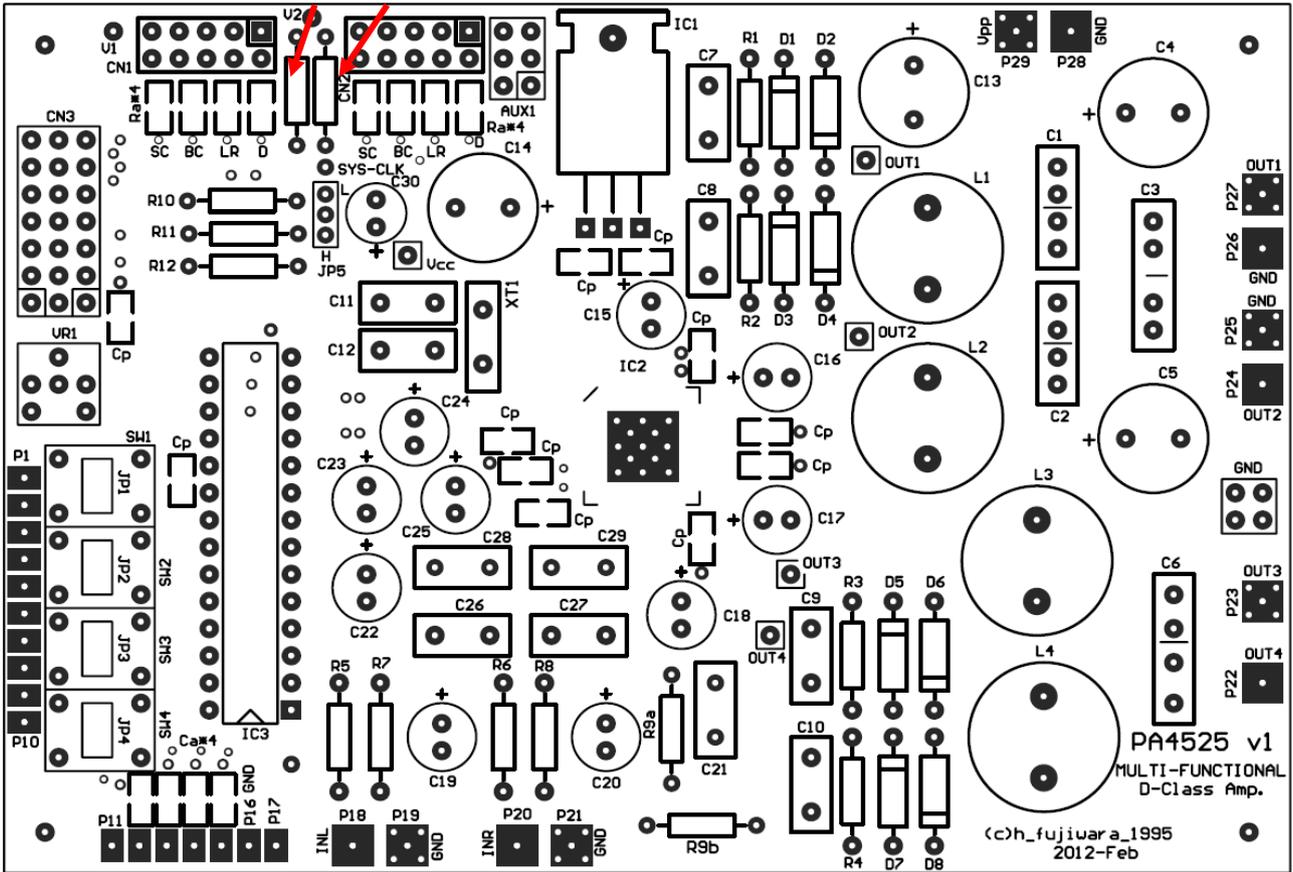
8		<p>M6 で 2WAY 設定にした場合の低域のレベルを選択します。  ウーハーのレベル設定です。  &lt;設定範囲&gt;  0.0~-7.5dB 0.5dB ステップ</p>
9		<p>M6 で 2WAY 設定にした場合の高域のレベルを選択します。  ツイーターのレベル設定です。  &lt;設定範囲&gt;  0.0~-7.5dB 0.5dB ステップ</p>
10		<p>出力方法の設定を行います。2つのモードが選択できます。  2ch Full Bridge  標準2ch出力、2WAY出力とする場合に設定します。</p> <p>2ch HLF+Sub FULL  2つの SP とサブウーハーの組み合わせとする場合に使用します (3Dシステム)</p>
11		<p>右チャンネルの出力設定です。使い方で左右を反転させることができます。  &lt;設定範囲&gt;  Right ch、(L+R)/2、Left ch.</p>
12		<p>左チャンネルの出力設定です。使い方で左右を反転させることができます。  &lt;設定範囲&gt;  Right ch、(L+R)/2、Left ch.</p>
13		<p>サブチャンネルのレベル設定です。3Dシステム設定時のサブウーハーのレベル設定です。  &lt;設定範囲&gt;  -20.0~+20.0dB 0.5dB ステップ</p>
14		<p>デジタル入力 (PCM) 時のフォーマットを設定します。  &lt;設定範囲&gt;  左詰め (Left justified), I2S, 右詰め (16, 18, 20, 24Bit)</p>

各設定機能の設定例を下表に整理します。

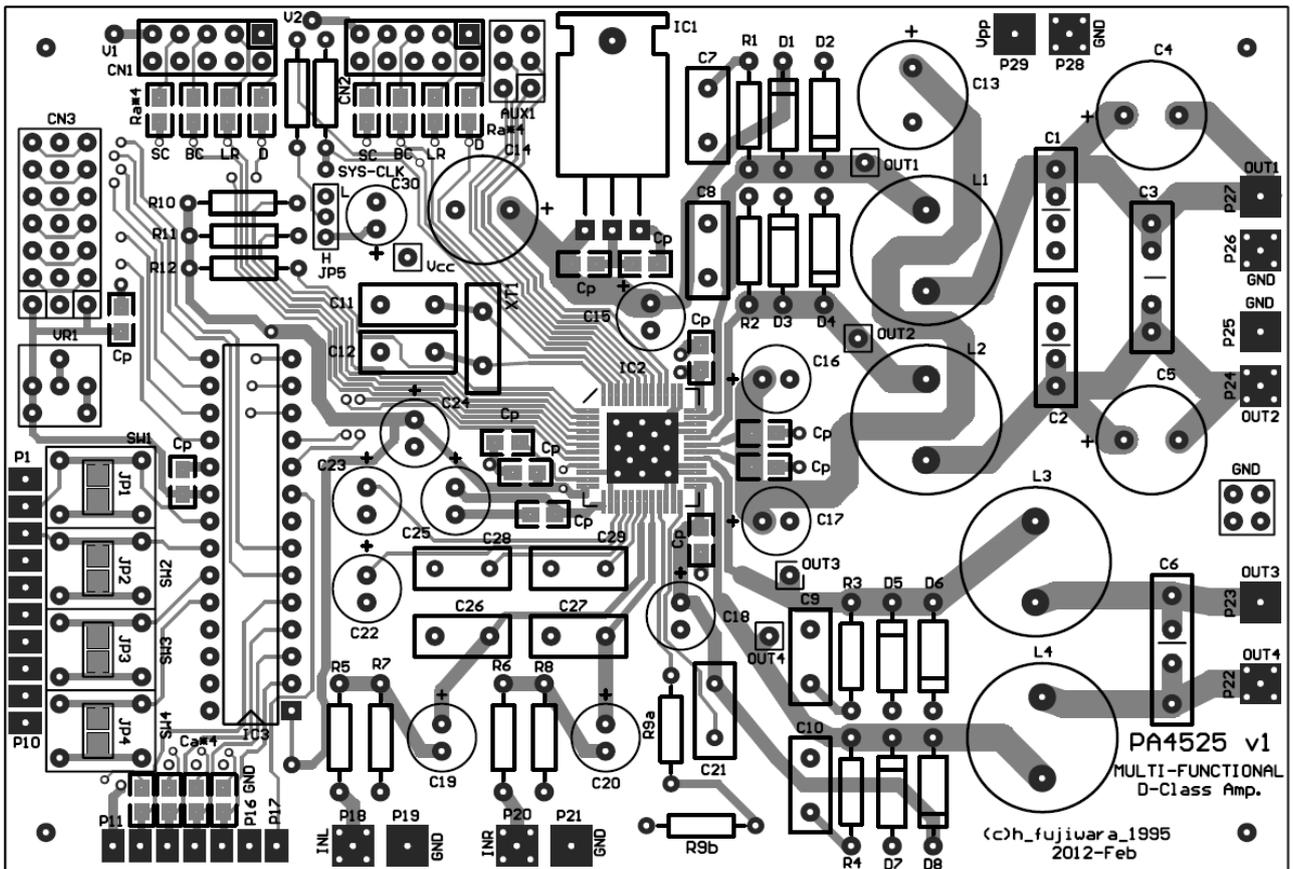
表 設定方法 ○：変更可、有効 ×：無関係

No	機能	標準 2ch 出力	3D システム	2WAY 出力
0	(front page)	○	○	○
1	TREBLE SET	○	○	○
2	BASS SET	○	○	○
3	Treble corner	○	○	○
4	Bass corner	○	○	○
5	Bass management	Disabled (設定すると低域がカット)	80-340Hz	Disabled (設定すると低域がカット)
6	2Way Xover	Disabled	Disabled	Enabled
7	Xover freq.	×	×	○
8	LowPass sens.	×	×	○
9	HighPass sens	×	×	○
10	Output Mode	2ch Full Bridge	2ch HLF+Sub Full	2ch Full Bridge
11	Right Mix	RIGHT	(L+R)/2	×
12	Left Mix	LEFT	LEFT	左出力基板：LEFT 右出力基板：RIGHT
13	Sub Volume	×	○	×
14	PCM Format	○	○	○

8. 基板パターン R13 R14



(a)シルク (V1 基板では R13, R14 は上図で位置を確認ください)



(b) 部品面パターン

## 9. 更新記録

2012. 3. 12 R1 初版

2012. 11. 17 R2 誤記修正 (P16→P15)