

電子ボリューム製作マニュアル

R-2R ラダー電流加算型高分解能アッテネータ

＜注意＞

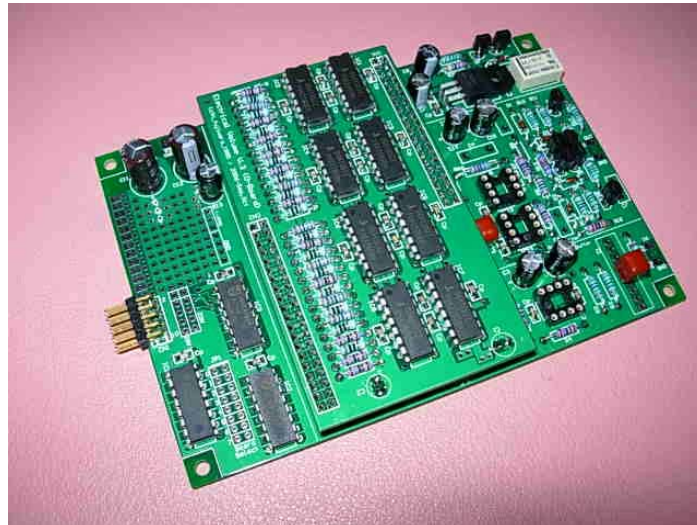
本キットをつかって生じた感電、火災等の一切のトラブルについては、当方は責任を負いませんのでご了承ください。また基板、回路図、マニュアル等の著作権は放棄していませんので、その一部あるいは全体を無断で第三者に対して使用することはできません。

1. はじめに

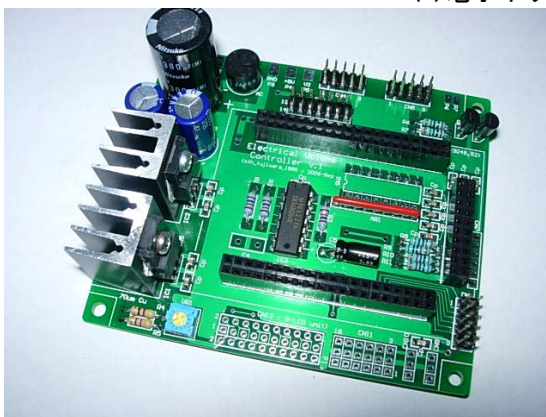
電子ボリュームのメリットは高分解能でかつ正確な減衰量の再現と、減衰量設定のフレキシビリティにあります。すなわち通常の可変抵抗に見られるギャンギングエラー(左右の音量バランス差)は皆無ですし、複数チャンネルの減衰量の同時可変や個別の設定が簡単に行えます。電子ボリュームの対極にあるのが、ロータリースイッチ方式でのアッテネータでしょう。機構的に分解能やチャンネル数を上げることは難しい反面、極めてシンプルな構成がメリットでこちらもファンが多いようです。

電子ボリュームのデメリットとして考えられる点は、多数の素子を用いており同時にマイコンを搭載する必要があることから、それらによる音への影響でしょう。しかしながら、レビンソンの最上位プリアンプにおいても電子ボリュームが使われているなどを考えるとその懸念はあまり意味がないように思えます。部品や回路の選定、実装を上手くこなうことで、上質なボリュームが構築できると思われま。

今回の電子ボリュームは16BitのR-2Rラダーとアナログスイッチを中心として構成しており、原理的には直線領域で65535ステップの分解能があり、そのため実用的な減衰量範囲において1~0.1dBでのステップ分解能を確保することが可能です。またマイコンでの制御の特徴を生かし、8チャンネル分のボリューム基板を独立に制御出来る工夫をしておりますのでマルチアンプシステムのボリュームコントローラとしても活用できると思います。電子ボリューム製作の最大の楽しみは、部品の選定での音作りや、ソフトの変更による自分に合った機能を実現するところにあると思います。この基板類をつかって色々楽しんでいただければ幸いです。



(a)電子ボリューム基板



(b)コントローラ基板



(c)アクセサリ関係

図 完成例

1-1. 全体構成

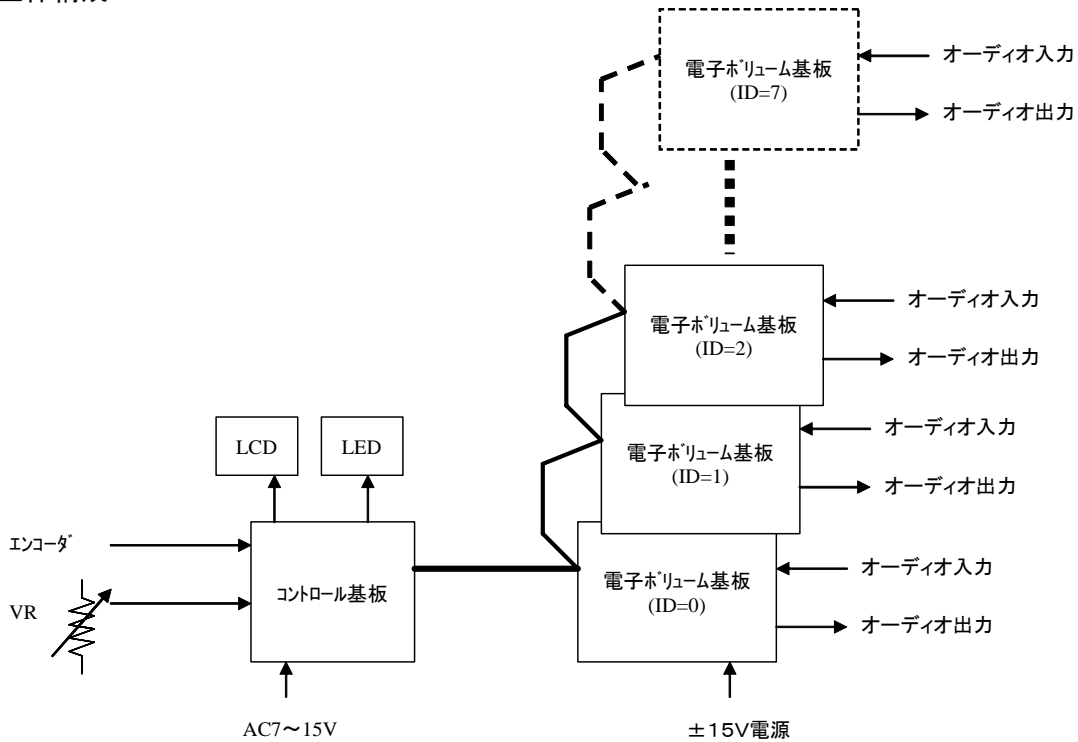


図 全体構成

この電子ボリュームのシステムは大きく2つに別れます。1つはボリューム基板で、もう一つはそれをコントロールするコントロール基板です。

ボリューム基板は R-2R ラダー電流加算式のボリューム機能を持つ本体で、コントロール基板により制御されます。この基板は ID 設定が可能で 0~7 を選択します。ボリューム基板は 3 線制御(3)+ID 選択(3)+MUTE 制御(1)の計 7 本の制御線でコントロールされます。ボリューム基板からコントロール基板には信号を送りませんので、ID 設定は重複しても問題ありません。

コントロール基板はボリューム基板の制御ならびに、可変抵抗やエンコーダの入力、液晶や LED 表示などの総括的なコントロールを行います。制御はルネサステクノロジーの H8 マイコンをつかっています。このマイコンは秋月電子より小型ボードで安価に市販されていますので、それをつかっています。H8/3052 をつかうと 16Bit/25MHz の処理能力がありますから、将来的にはリモコン対応などもできるでしょう。

コントロール基板からみたボリューム基板は ID の設定により 4 つのグループに分かれます。このようにグループ分類しているのは、最大で 4WAY のマルチアンプシステムを構成することを考慮しているためです。メインボリュームに連動しつつ、かつそれぞれのユニットは可変抵抗器 S1~S4 によって音量調整をすることができます。また、この 4 つのグループすべてをメインボリュームに連動させず、個別に制御することも可能です。くわしくは後述します。これにより、S1~S3 ユニットの 3WAY のマルチアンプの音量調整機能に使用し、S4 ユニットのヘッドホンアンプ等のボリューム用に独立して使用することが可能になります。

表 ID とグループ

ID	グループ	詳細
0	S1 ユニット	S1 ユニット: 左チャンネル
1		S1 ユニット: 右チャンネル
2	S2 ユニット	S2 ユニット: 左チャンネル
3		S2 ユニット: 右チャンネル
4	S3 ユニット	S3 ユニット: 左チャンネル
5		S3 ユニット: 右チャンネル
6	S4 ユニット	S4 ユニット: 左チャンネル
7		S4 ユニット: 右チャンネル

1-2.基本仕様

<電子ボリューム本体>

方式:16Bit R-2R ラダー+アナログスイッチによる電流加算方式

入力レベル:2Vrmsを推奨(内部でゲインを6dB上げるので入力電圧は最大でも5V以下になること)。

出力回路:IV変換およびダイヤモンドバッファ回路

DCサーボによる出力オフセット補正

減衰量 : -96dB から 0dB

<コントローラーwith 制御ソフト ver1.3>

ボリューム設定 :可変抵抗器(メインボリューム、バランス、個別設定用の可変抵抗器 S1~S4)

エンコーダ(メインボリュームのみ。加速制御有り)

減衰量設定 : -80~-53dB/1dB ステップ、-53.0dB~-0.0dB/0.1dB ステップ

表示 :液晶表示器(グラフィックタイプ)、LED(2桁、4桁)

1-3.必要電源

ボリューム基板:±15V0.1A(1枚あたり)

コントロール基板:AC7~11V(0.2A。LED表示をさせる場合は1桁あたり+0.08Aを見込むこと)

2. 電子ボリューム基板

2-1.部品表

表 部品表/ボリューム基板本体(1枚あたりの部品)

種類	No	規格	仕様	数量	備考
抵抗	R1	1/4W 金属被膜	47kΩ	1	
	R2	1/4W 金属被膜	100	1	
	R3	1/4W 金属被膜	100kΩ	1	
	R4	1/4W 金属被膜	2.7kΩ	1	
	R5	1/4W 金属被膜	2.7kΩ	1	
	R6a,b	1/4W 金属被膜	620Ω(*1)	2	IV変換用
	R7	1/4W 金属被膜	2.7kΩ	1	
	R8	1/4W 金属被膜	0Ω	1	ジャンパー
	R9	1/4W 金属被膜	2k	1	
	R10,11	1/4W 金属被膜	1kΩ	2	
	R12	1/4W 金属被膜	62kΩ	1	
	R13,14	1/4W 金属被膜	1kΩ	2	
	R15,16	1/4W 金属被膜	100Ω	2	
	R17	1/4W 金属被膜	100Ω	1	出力保護抵抗
	R18	1/4W 金属被膜	200kΩ	1	DCサーボ時定数
	R19	1/4W 金属被膜	7.5k	1	
	R20	1/4W 炭素被膜	20kΩ	1	
	R21	1/4W 炭素被膜	470kΩ	1	
	1R	1/4W 金属被膜	910Ω(*1)	16	R-2Rラダー用
	2R	1/4W 金属被膜	1.8kΩ(*1)	17	R-2Rラダー用
集合抵抗	AR1-2	4素子集合抵抗	-	-	不要
コンデンサ	C1	フィルムコンデンサ	1uF	1	良質なものを
	C2,3	電解コンデンサ	100uF/25V	2	
	C4	-	-	-	実装不要(グリッジ除去)
	C5,6	-	-	-	実装不要(LPF)
	C7	-	-	-	実装不要(LPF)
	C8	積層フィルムコンデンサ	1uF	1	DCサーボ時定数
	C9	電解コンデンサ	220uF/10V	1	
	C10	電解コンデンサ	220uF/25V	1	
	C11,12	電解コンデンサ	680uF/25V	2	
	C10	電解コンデンサ	220uF/10V	1	
	Cp	チップセラミック	0.1uF	27	

表 部品表／ボリューム基板本体(1枚あたりの部品) つづき

種類	No	規格	仕様	数量	備考
TR	Q1	小電力 PNP	2SA1015	1	
	Q2	小電力 NPN	2SC1815	1	
	Q3	小電力 PNP	2SA1015	1	
	Q4	小電力 NPN	2SC1815	1	
	Q5	小電力 NPN	2SC1815	1	
	Q6	小電力 PNP	2SA1015	1	
	Q7,8	小電力 NPN	2SC1815	2	
ダイオード	D1-5	小電力 SW 用	IS1588 相当品	5	
IC	IC1	ロジック IC	74HC138	1	
	IC2,3	ロジック IC	74HC4094	2	
	IC4-11	アナログスイッチ	DG413	8	
	IC12-14	オペアンプ	OPA134 など	3	シングル回路 IC14 は FET 入力にこと
	IC15	3 端子レギュレータ	7805	1	
リレー	RY1	5V リレー	A4.5WN-K(*2)	1	TAKAMISAWA
コネクタ	CN1		10P	1	
	CN2,3		40P	2	

表 部品表／ボリューム基板データボード(1枚あたりの部品)

種類	No	規格	仕様	数量	備考
抵抗	1R	1/4W 金属被膜	910Ω (*1)	16	R-2R ラダー用
	2R	1/4W 金属被膜	1.8kΩ (*1)	17	R-2R ラダー用
コンデンサ	C1,2	電解コンデンサ	100μF/25V	2	
	Cp	チップセラミック	0.1μF	16	
IC	IC1-8	アナログスイッチ	DG413	8	
コネクタ	CN1,2		40P	2	

(*1)1R,2R,IV 変換抵抗の組み合わせについて

下記の組み合わせなどが可能です。アナログスイッチのチャージインジェクションノイズをより低減させるために、低い抵抗値の組み合わせ1を用いても良いでしょう。ただし、小さ過ぎる値を選択するとアナログスイッチの電流容量の制限の問題と、オペアンプの負荷が大きくなりますので十分にドライブ能力のあるものの選定が必要です。反対に抵抗値が高くなると、周波数特性の劣化を招きますから。下記の組み合わせのうち1~4あたりが推奨ですが、近辺で適当な値を組み合わせ用いても良いでしょう。

表 抵抗の組み合わせ例

組み合わせ	1R(Ω)	2R(Ω)	IV(Ω)	備考
1	510	1000	330	オペアンプ駆動電流 20mA 以上
2	750	1500	510	オペアンプ駆動電流 14mA 以上
3	910	1800	620	オペアンプ駆動電流 11mA 以上
4	1k	2k	680	オペアンプ駆動電流 10mA 以上
5	1.5k	3k	1k	オペアンプ駆動電流 7mA 以上

電流の計算方法: 1R=1k、2R=2k、IV=680Ω の場合

- ①入力電圧を最大5Vとする。 → R-2Rラダーにかかる電圧は倍の10V(入力ゲイン 6dB)
- ②入力バッファのオペアンプの最大電流: $10V / 1R = 10mA$
- ③IV変換後の最大電圧: $10mA \times 680\Omega = 6.8V$
- ④バッファ(ゲイン 0.75 倍)後の出力電圧: $6.8V \times 0.75 = 5.1V$
- ⑤トータルゲイン(最大): $5.1 / 5 = 1.02$ (0.17dB)

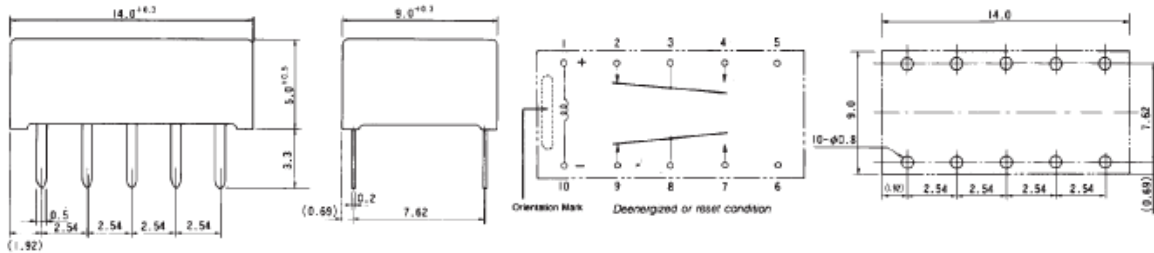
(*2)リレーは 5V 動作のもので、下記のピン配置のものを使用ください。

● Dimensions

● Schematics
(Bottom View)

● PC board mounting
hole layout
(Bottom View)

A, AL type (Non-latching type, single winding latching type)



2-2. 端子、コネクタ機能

表 ポリウム基板本体の基板端子

Pin	機能	説明
1	Vee	負電源入力(通常は-15V)
2	GND	電源 GND
3	Vdd	正電源入力(通常は+15V)
4	+5V	+5V 出力(基板内の電圧レギュレータ出力)
5	OUT	オーディオ信号出力
6	GND	出力信号線のリターン
7	IN	オーディオ信号入力
8	GND	入力信号線のリターン

表 ポリウム基板本体のコネクタ機能

コネクタ	説明
CN1	データ入力コネクタ(コントローラ基板の CN5 あるいは CN4 と接続する)
CN2	ドータボードとの接続コネクタ(ドータボードの CN1 と接続)
CN3	ドータボードとの接続コネクタ(ドータボードの CN2 と接続)

表 ドータ基板のコネクタ機能

コネクタ	説明
CN1	ポリウム基板本体との接続コネクタ(本体の CN2 と接続)
CN2	ポリウム基板本体との接続コネクタ(本体の CN3 と接続)

2-3. 制御ポート

電子ポリウムの減衰量のデータ設定は CN1 を介して行います。CN1 のポート機能は下表の通りです。

表 CN1 の機能

Pin	機能	説明
1	DATA	シリアル変換したデータ入力ピン(データは反転値)
2	STB	取込データを出力バッファにラッチする。レベル入力。 CS0~2 とは無関係に有効となる。 (1 でデータを取込み、0 で保持する)
3	CP	データの取込クロックパルス(立ち下がり時にデータを取り込む) CS0~1 がボード ID と一致したときのみ有効
4	MUTE	基板内の MUTE リレーコントロール(0:MUTE, 1:MUE-OFF)
5	N.C	未使用
6	CS2	ボード選択信号 2
7	CS1	ボード選択信号 1
8	CS0	ボード選択信号 0
9,10	GND	信号線リターン

また CS0~2 での ID 番号も下表の様になります。

表 CS0~2 と選択ボード値

CS2	CS1	CS0	ID
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	2
0	1	1	3
1	0	0	4
1	0	1	5
1	1	0	6
1	1	1	7

2-4.データ書き込みタイミング

データの書き込みは3線制御にて行います。データは MSB から順に書き込み 16Bit 分を書き込んだ後に、STB パルスによりデータを確定しアナログスイッチを設定します。書き込みタイミングを下图に示します。

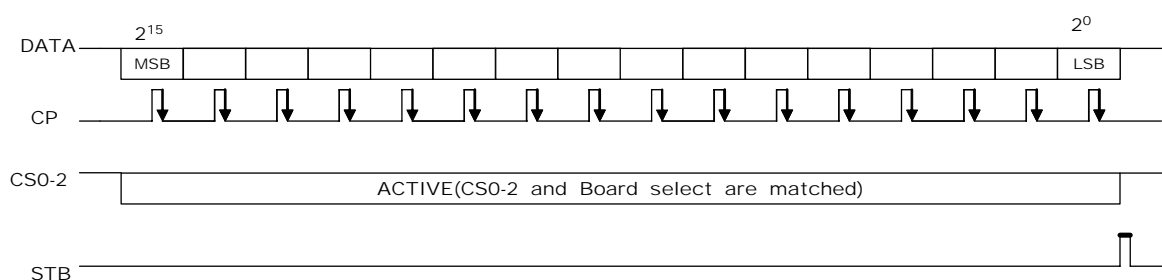


図 書き込みタイミング

2-5.減衰量

書き込みデータと減衰量の関係は下表のようになります。減衰量は設定データ値の反転値を n として

$$\text{減衰量} = n / 65536$$

$$\text{減衰量(dB)} = 20 \times \log(n / 65536)$$

で表されます。

表 設定値と減衰量

設定値(2進)		反転データ (10進値)	減衰量	減衰量 (dB)	備考
MSB	LSB				
0000	0000 0000 0000	65535	65535/65536	-0.00	最大音量
0000	0000 0000 0000 0001	65534	65534/65536	-0.00	
...	
0111	1111 1111 1111 1111	32768	32768/65536	-6.02	
...	
1011	1111 1111 1111 1111	16384	16384/65536	-12.04	
...	
1101	1111 1111 1111 1111	8192	8192/65536	-18.06	
...	
1111	1111 1111 1111 1101	2	2/65536	-90.31	
1111	1111 1111 1111 1110	1	1/65536	-96.33	
1111	1111 1111 1111 1111	0	0/65536	$-\infty$	

3. コントロール基板

3-1. 部品表

表 部品表(コントロール基板)

種類	No	規格	仕様	数量	備考	備考2 (*1)
抵抗	R1-3	1/4W 炭素皮膜	5.1kΩ	3		L
	R4,5	1/4W 炭素皮膜	47Ω	2	LCD バックライト電流調整	L
	R6,7	1/4W 炭素皮膜	5.1kΩ	2		R
	R8-11	1/4W 炭素皮膜	10kΩ	4		R
集合抵抗	AR1	8素子	22~47kΩ	1		
コンデンサ	C1	電解コンデンサ	4700uF/16V	1		
	C2,3	電解コンデンサ	470uF/16V	2		
	C4	フィルムコンデンサ	0.047uF	1		
	C5	電解コンデンサ	47uF	1		
	Cp	チップセラミック	0.1uF	14	AD 入力のフィルタとしても使用	
可変抵抗	VR1	1 回転サーメット	10kΩ	1	LCD コントラスト	L
ダイオード		ブリッジタイプ	W02 など(1A)	1	C1 の斜め上側の部品	
TR	Q1,2	小電力 NPN	2SC1815	2		R
IC	IC1	3 端子レギュレータ	5V(7805)	1		
	IC2	3 端子レギュレータ	5V(7808)	1	~7812 まで可	
	IC3	ロジック IC	74HC04	1		
SW	SW1	DIP-SW	8P	1		
放熱板		To-220 用	16PB16	2	LSI ケーラ	
マイコン		秋月電子	H8/3052	1	開発キット(書込みプログラム込み @3800 円)	

(*1)備考2 L:液晶表示を取り付ける場合に必要 R:使用機能により必要

指定部品:液晶表示器をとりつける場合は秋月電子取り扱いのLCDグラフィック・ディスプレイモジュール(12x32ドット)バックライト付 [SG12232C](1500 円)を使用してください。

3-2. 端子機能

表 コントロール基板の基板端子

Pin	機能	説明
1	AC1	トランス入力1
2	AC2	トランス入力2
3	GND	電源 GND
4	+5V	+5V 出力(基板内の電圧レギュレータ出力)
5	V2	基板内の電圧レギュレータ(IC2)出力
6	P6	オープンコレクター出力(P8-0)
7	P7	オープンコレクター出力(P8-1)

表 コントロール基板のコネクタ機能

コネクタ	説明
CN1	H8/3052 マイコンとの接続コネクタ
CN2	H8/3052 マイコンとの接続コネクタ
CN3	H8/3052 マイコンとの接続コネクタ

CN4	電子ボリューム基板との接続コネクタ 2
CN5	電子ボリューム基板との接続コネクタ1
CN6	補助 I/O(LED 出力など)
CN7	補助 I/O(エンコーダ入力など)
CN8	補助 I/O(表示切り替えなど)
CN9	メインボリュームVR接続
CN10	バランスVR接続
CN11	S1～S4 VR接続、他
CN12	液晶表示器との接続コネクタ

3-3.ポートとその接続

- ・CN1 H8/3052F ボードに接続
- ・CN2 H8/3052F ボードに接続
- ・CN3 H8/3052F ボードに接続

- ・CN4: 電子ボリューム基板との接続ポート(音量小時の MUTE 機能 OFF)

Pin	機能	I/O	H8 接続	説明
1	DATA	O	PB-7	DATA
2	STB	O	PB-6	STROBE SIGNAL
3	CP	O	PB-5	CLOCK PULSE
4	MUTE	O	PB-4	MUTE (1:MUTE ON)
5	N.C	O	PB-3	
6	CS2	O	PB-2	Board select CS2
7	CS1	O	PB-1	Board select CS1
8	CS0	O	PB-0	Board select CS0
9	GND			電源 GND
10	GND			電源 GND

- ・CN5: 電子ボリューム基板との接続ポート(音量小時の MUTE 機能 ON)

Pin	機能	I/O	H8 接続	説明
1	DATA	O	PA-7	DATA
2	STB	O	PA-6	STROBE SIGNAL
3	CP	O	PA-5	CLOCK PULSE
4	MUTE	O	PA-4	MUTE (1:MUTE ON)
5	N.C	O	PA-3	
6	CS2	O	PA-2	Board select CS2
7	CS1	O	PA-1	Board select CS1
8	CS0	O	PA-0	Board select CS0
9	GND			電源 GND
10	GND			電源 GND

- ・CN6: LED 表示など補助出力

Pin	機能	I/O	H8 接続	説明
1	GND			LED 表示器の CN1 あるいは CN2 の pin 5 へ
2	GND			
3	+5V			
4	+5V			LED 表示器の CN1 あるいは CN2 の pin 1 へ
5	LED2-DATA	O	P9-0	2 桁表示器 CN1-3
6	LED2-CP	O	P9-1	2 桁表示器 CN1-4
7	LED2-STB	O	P9-2	2 桁表示器 CN1-2

8	LED4-DATA	O	P9-3	4桁表示器 CN1-3
9	LED4-CP	O	P9-4	4桁表示器 CN1-4
10	LED4-STB	O	P9-5	4桁表示器 CN1-2
11			P4-0	
12			P4-1	
13	V2			H8 マイコン供給電源(8~12V)
14	V2			H8 マイコン供給電源(8~12V)

CN7:エンコーダ入力

Pin	機能	I/O	H8 接続	説明
6	GND			エンコーダ COM へ
5	PH-A	I	P6-4	エンコーダ入力(プルアップ有り)
4	PH-B	I	P6-5	エンコーダ入力(プルアップ有り)
3	NMI	I	NMI	接続しないこと
2	N.C	—	P6-3	プルアップ無し
1	GND			

CN8:補助入出力

Pin	機能	I/O	H8 接続	説明
1			P5-0	
2		I	P5-1	表示切り替え(GND で数値表示)
3			P5-2	
4			P5-3	
5			P6-0	
6			P6-1	
7			P6-2	
8	N.C			
9	GND			電源 GND
10	GND			電源 GND

CN9:メインボリューム入力

Pin	機能	I/O	H8 接続	説明
1	VOL	I	P7-0	AD-Ch.0 (メインボリューム VR と接続)
2	GND			電圧 0V
3	A-REF			(5V)

CN10:メインボリューム入力

Pin	機能	I/O	H8 接続	説明
1	BAL	I	P7-1	AD-Ch.1 (バランス VR と接続)
2	GND			電圧 0V
3	A-REF			電圧 5V

CN11:S1~S4 ボリューム入力(未使用2ポート有り)

Pin	機能	I/O	H8 接続	説明
1	S1	I	P7-2	AD-Ch.2 (S1-VR と接続)
4	S2	I	P7-3	AD-Ch.3 (S2-VR と接続)
7	S3	I	P7-4	AD-Ch.4 (S3-VR と接続)
10	S4	I	P7-5	AD-Ch.5 (S4-VR と接続)
13	未使用	I	P7-6	AD-Ch.6
16	未使用	I	P7-7	AD-Ch.7

2,5,8,11,14,17	GND			電圧 0V
3,6,9,12,15,18	A-REF			電圧 5V

CN12: グラフィック LCD と接続

接続可能液晶表示器:(秋月)LCDグラフィック・ディスプレイモジュール(122x32ドット)バックライト付 [SG12232C]。接続方法 CN12 とストレートにて接続すること。

DIP-SW(SW1)接続

P	機能(*1)	I/O	H8 接続	説明
1	Bit1	I	P2-0	
2	Bit2	I	P2-1	
3	Bit3	I	P2-2	
4	Bit4	I	P2-3	
5	Bit5	I	P2-4	
6	Bit6	I	P2-5	
7	Bit7	I	P2-6	
8	Bit8	I	P2-7	

(*1)各 Bit の設定とその機能については下表を参照。

<参考 ディップスイッチと設定機能 ソフト ver1.3 の場合>

Bit	設定	設定内容	DIP-SW(ON:0)	DIP-SW(OFF:1) Default
1	GLCD	Gr-LCD の取り付け有無	Gr-LCD 有り	Gr-LCD 無し
2	BAL	Balance 機能の使用有無	Balance 調整機能有り	Balance 調整機能無し
3	A/E	メインボリュームの可変 VR とエンコーダの切替え SW	エンコーダ使用	可変 VR 使用
4	Reserve	予約		
5	Reserve	予約		
6	S2:設定	S2 ユニットの制御	S2:メイン VL 連動	S2:独立制御
7	S3:設定	S3 ユニットの制御	S3:メイン VL 連動	S3:独立制御
8	S4:設定	S4 ユニットの制御	S3:メイン VL 連動	S4:独立制御

4. アクセサリー基板

4-1.部品表

表 LED 表示器 2 桁

種類	No	規格	仕様	数量	備考
抵抗	-	1/8W チップ抵抗	510Ω	16	2012 サイズ
LED	LED1-2	2桁 7セグ LED	HDSP-K211	1	
IC	IC1,2	ロジック IC	74HC4094	2	SOIC

表 LED 表示器 4 桁

種類	No	規格	仕様	数量	備考
抵抗	-	1/8W チップ抵抗	510Ω	32	2012 サイズ
LED	LED1-2	2桁 7セグ LED	HDSP-K211	2	
IC	IC1-4	ロジック IC	74HC4094	4	SOIC

・LED 表示器の製作順序

(1)まずチップ抵抗器を取り付けます。裏面に縦配置で 16(32)個取り付けます。

(2)74HC4094 を取り付けます。

(3)最後に LED を取り付けます。チップ抵抗と干渉する場合は LED は少し浮かせて取り付ければ良いでしょう。

- ・コントローラ基板との接続法
 コントロール基板の CN6 を使って接続します。

表 2桁 LED 表示器とコントロール基板との接続

コントロール基板 CN6		2桁LED 表示基板 CN1orCN2	機能
1 or 2	→	5	GND
3 or 4	→	1	Vcc(+5V)
5	→	3	DATA
6	→	4	CLOCK PULSE
7	→	2	STROBE

表 4桁 LED 表示器とコントロール基板との接続

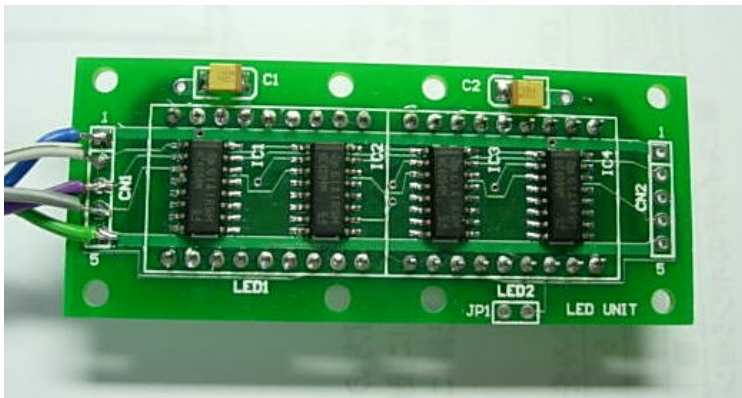
コントロール基板 CN6		2桁LED 表示基板 CN1orCN2	機能
1 or 2	→	5	GND
3 or 4	→	1	Vcc(+5V)
8	→	3	DATA
9	→	4	CLOCK PULSE
10	→	2	STROBE

<参考>

2桁 LED 表示器の場合の表示: 0~80 (1dB 毎の表示)

4桁 LED 表示器の場合の表示: 0.0~80.0 (0.1dB 毎の表示。0~27 は 1dB 毎)

LED 実装の注意点: LED はチップ抵抗のある面を実装します。下図を参考に組み立ててください。



・6ch 入力切り替えリレー基板については独立して動かしますので、コントロール基板での制御はできません
(少々の改造でコントロール出来るようには可能性ですが、回路等は各自で工夫してください)。

表 6ch 入力切り替えリレー

種類	No	規格	仕様	数量	備考
Di		小電力用	IS1588 相当	6	
RY		5V 用	A4.5WN-K	6	

5. 接続方法

(1)ボリューム基板

下図を参考にして接続ください。

- (1)ボリューム基板にはIDの設定があります。必ず ID=0~7の中から選択してジャンパーを取付けてください。
- (2)電源が±15V の電源を入力します(±12Vでも問題ありません)。アナログ回路に供給されるので、極力良質なものを選択します。
- (3)オーディオ信号との接続は RCA コネクタをつかうとよいでしょう。

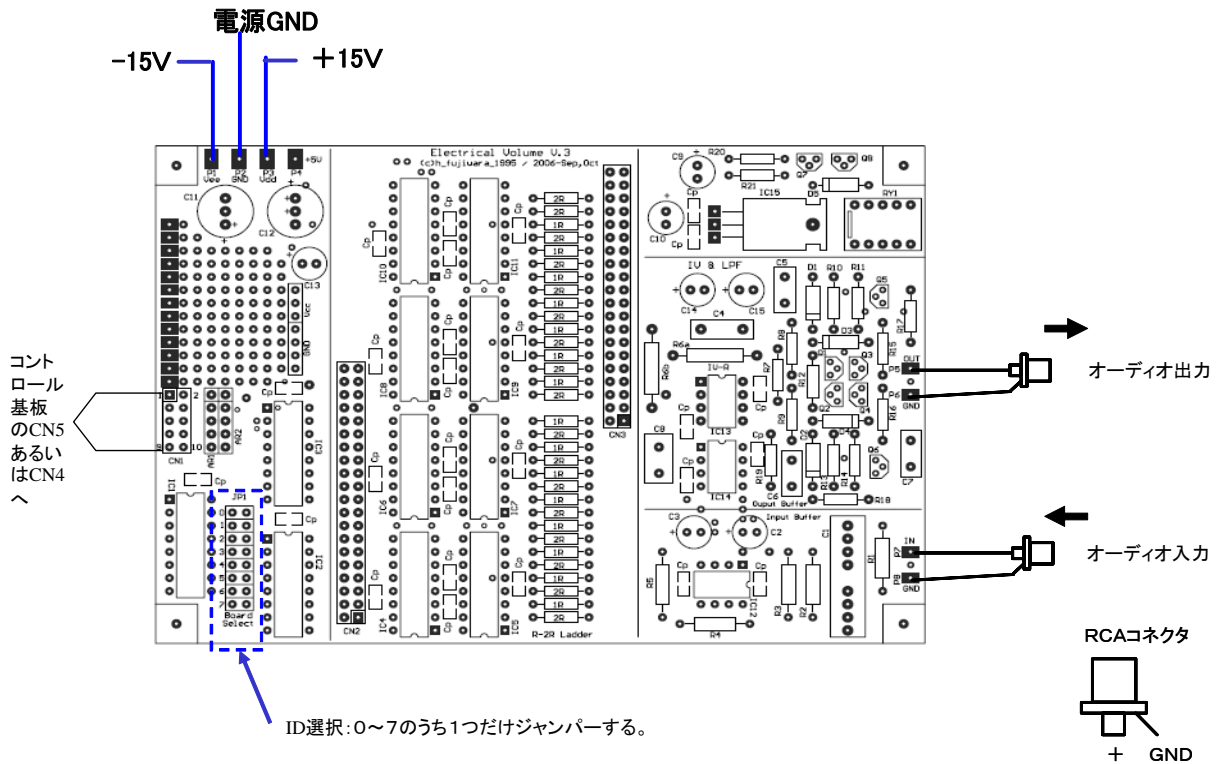


図 ボリューム基板の接続

(2)コントロール基板

次図を参考にして接続ください。

(1)トランスは AC7~15V の範囲で選ばよいでしょう。H8 マイコンに供給する電圧は秋月電子の H8/3052F を使用する場合は 7.5~12V の範囲で選定しますので、IC のレギュレータは 7808(8V)から 7812(12V)を選択します。外付けでリレーなどをつかう場合は 12V を選択すればよいでしょう。しかし、電圧を上げると IC(5V レギュレータ)の発熱が大きくなるので注意が必要です。とくに LED をつかう場合は消費電流が急増します。7 セグ LED をつかう場合は、AC7V 程度にすべきで、IC は 7808(8V)を選択してください。なお、LED の 5V の電源を他から取る場合はこの限りではありません。

(2)ボリューム基板との接続

CN5 あるいは CN4 をつかって 10P のストレートケーブルにて取り付けします。CN5 と CN4 の違いについては後述します。

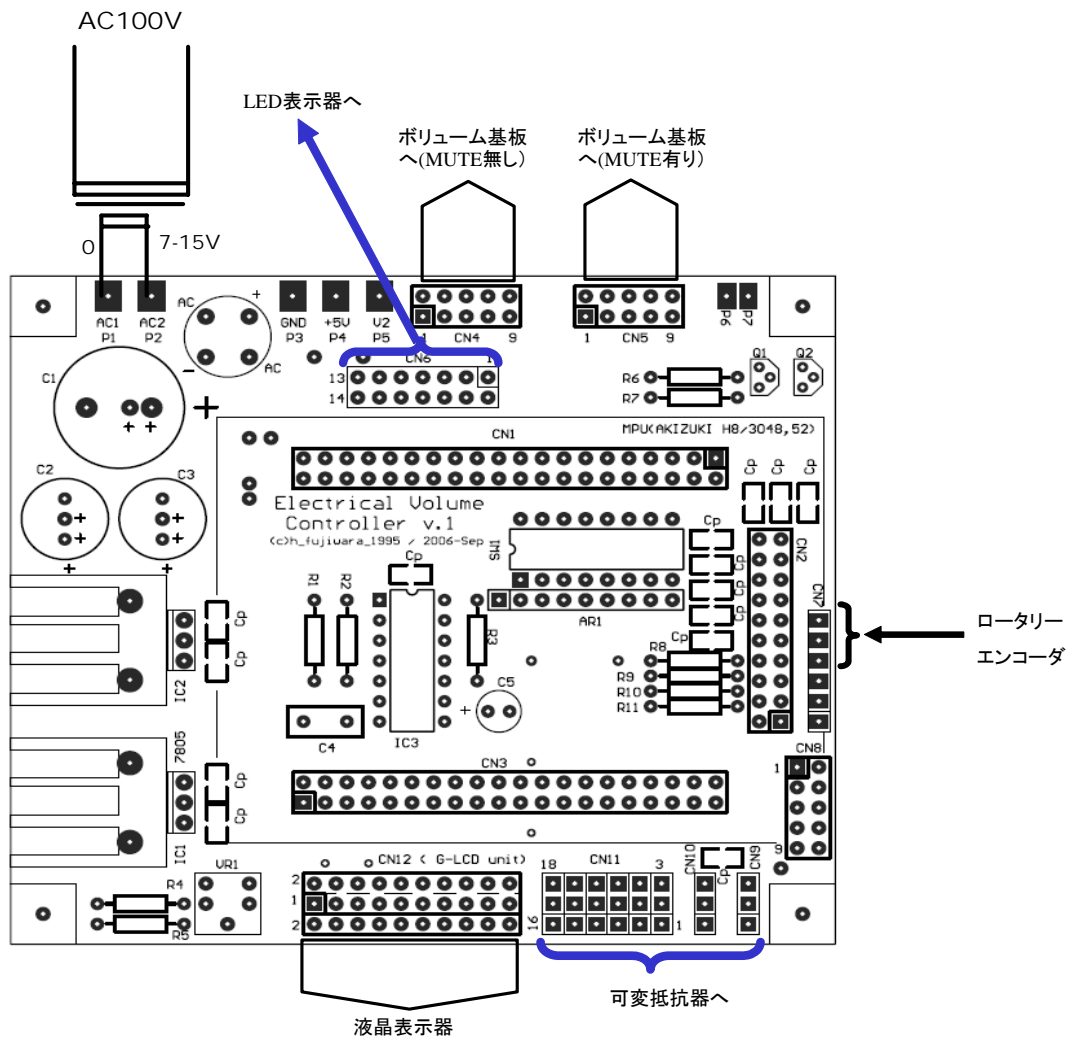


図 コントロール基板の接続

エンコーダを取り付ける例を下図に示します。ここでは秋月電子のロータリーエンコーダ(EC16B/@200円)の接続例を示します。CN7のP4~6に接続します。(CN7の1番ピンはCN8に近い方になります)

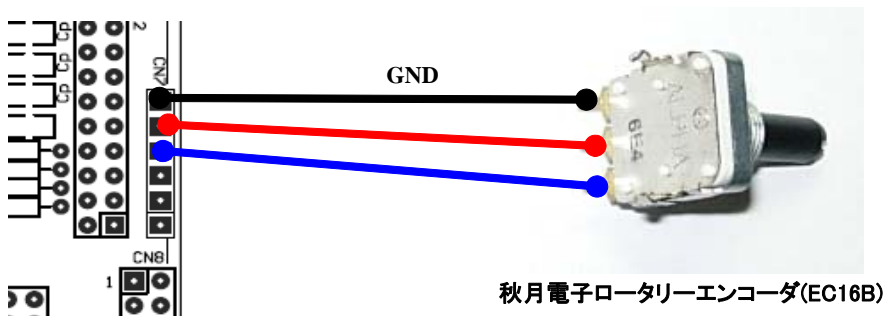


図 ロータリーエンコーダとコントロール基板の接続

可変抵抗器の取り付け例を図に示します。CN9,10,11については基板端の部分が入力になり、その他はGND(0V)あるいはAREF(5V)になります。またGND、AREF列はすべて共通ですので、どれを用いてもかまいません。下図のような配線にすれば可変抵抗器が複数あった場合でも配線は簡素になります。可変抵抗器の値はおおよそ $20k\Omega\sim 50k\Omega$ でBカーブ(直線)のものをつけてください。メインボリュームとバランスの2個程度であれば $10k\Omega$ でもよいでしょう。数多くの可変抵抗器をつける場合は $50k\Omega$ 程度にしておいたほう無難です。

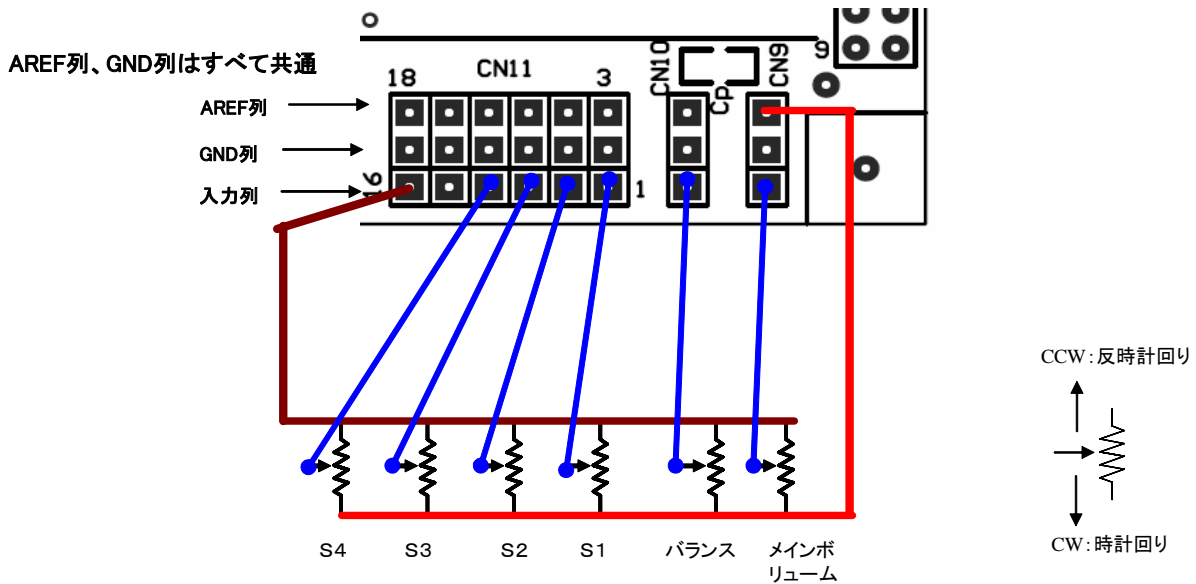


図 可変抵抗器の接続

図はメインボリュームとバランスのみを取り付けた場合です。注意する点は、**取り付けない可変抵抗器の入力端子は、すべてジャンパー線にてAREF列に接続ください。**これはADの入力値が不安定にならないようにするためです。

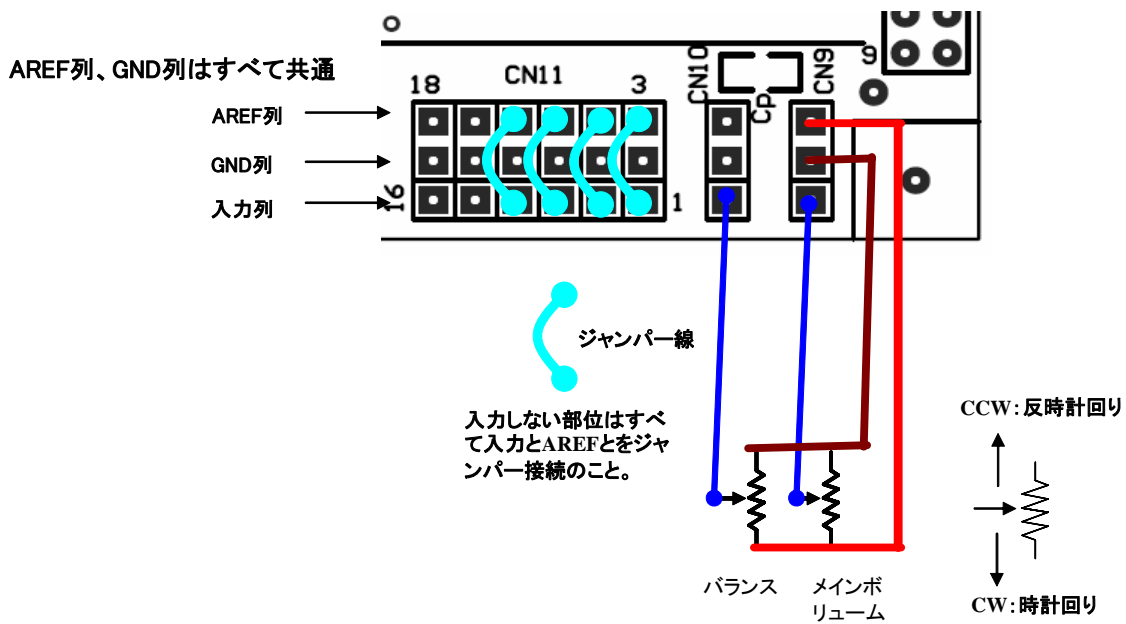


図 使用しない入力端子の処理(この例はボリュームとバランスのみ使用)

コントロール基板による可変抵抗器とボリューム基板の ID との対応

コントロール基板に接続される可変抵抗器はメインボリューム、バランス、S1、S2、S3、S4の合計6個になります。

- ①メインボリューム: 全体音量を設定します。-80~0dB の範囲で音量の調整が可能です。
- ②バランス: 左右の音量差を設定します。
- ③可変抵抗器S2: ID=0 あるいは 1 に設定されたボリューム基板をS1ユニットと呼び、このS1ユニットの音量微調整を行います。メインボリュームに対して-20~0dB の範囲で音量調整が可能です。なお、S1 ユニットで ID=0 が左チャンネル、ID=1 が右チャンネルになります。
- ④可変抵抗器S2: ID=2 あるいは 3 に設定されたボリューム基板をS2 ユニットと呼び、このS2 ユニットの音量微調整を行います。コントロール基板のディップスイッチの設定により、メインボリュームに対して-20~0dB の範囲で行う音量調整に定義するのか、あるいは可変抵抗器S2 によってS2 ユニットをメインボリュームから独立した音量調整に定義するのかが決めることができます。独立した音量調整に設定した場合は、メインボリュームと同じく-80~0dB にて調整することが可能です。なお、S2 ユニットで ID=2 が左チャンネル、ID=3 が右チャンネルになります。
- ⑤可変抵抗器S3: ID=4 あるいは 5 に設定されたボリューム基板をS3 ユニットと呼び、このS3 ユニットの音量微調整を行います。機能は可変抵抗器S2 のそれと同じになります。なお、S3 ユニットで ID=4 が左チャンネル、ID=5 が右チャンネルになります。
- ⑥可変抵抗器S4: ID=6 あるいは 7 に設定されたボリューム基板をS4 ユニットと呼び、このS4 ユニットの音量微調整を行います。機能は可変抵抗器S2 のそれと同じになります。なお、S4 ユニットで ID=6 が左チャンネル、ID=7 が右チャンネルになります。

DIP スwitch の設定と機能

コントロール基板には DIP スwitch があり、動作モードを決定します。DIP スwitch は ON のときにロジックレベルが”0”になり、OFF のときにロジックレベルが”1”になることに注意しなければなりません。



図 コントロール基板の DIP スwitch (CPU 下側)

ビット1: 液晶表示器の有無を設定します。液晶表示器の制御には液晶表示コントロールICのステータスを読み込むルーチンがありますので、液晶表示器がない場合はこのビットを”OFF: 1”にしておかなければなりません。液晶表示器を取り付ける場合はこのビットを”ON: 0”としてください。

ビット2: バランス調整つまみの取り付け有無を設定します。このビットを”ON: 0”にすることで、バランス用に取り付けた可変抵抗値の値を読み込み、左右のバランスの調整を可能にします。調整範囲は左右チャンネルとも-20dB(端)~0dB(中央時)になります。このビットを”OFF: 1”にした場合は、バランス用の可変抵抗器の有無にかかわらず左右の音量差は等しくなります。バランス調整をしない場合は、必ずこのビットを”OFF: 1”にしてください。

ビット3:メインボリュームとして可変抵抗器を使用するかエンコーダを使用するかの切り替えビットです。このビットが”OFF:1”になっていると CN9 に取り付けられた可変抵抗器がメインボリュームとして使用されます。このときエンコーダが接続されていても無視されます。反対にこのビットが”ON:0”になっている場合はCN7にとりつけたエンコーダがメインボリュームとして機能します。このときCN9に可変抵抗器が接続されていても無視されます。エンコーダをメインボリュームに選択した場合は、加速制御が行われます。すなわちエンコーダのつまみを早く回すと、ゲインの上がり速度が速くなります。ゆっくり回すとゲインは1ステップずつ増大します。

ビット4, 5:予約用です。使用しません。

ビット6:S2ユニット(ID=2,3 のボリューム基板)の音量調整用の可変抵抗器S2を、音量レベルの微調整減衰として用いるか、それともS2ユニットを可変抵抗器S2による独立した音量調整に設定するかを設定します。このビットが”OFF:1”になっている場合、S2ユニットはメインボリュームの値に連動し、合わせて可変抵抗器S2によって-20~0dB の範囲でメインボリュームに対する音量差を設定することができます。すなわち、マルチアンプシステムで各スピーカユニットの音量差をつける(たとえばツータユニットは-6dBに設定する)ことができます。このときバランス機能も合わせて機能します。このビットが”ON:0”にした場合、S2ユニットは可変抵抗器V2(S2と同じ)によって独立した音量調整を行うことができます。音量の調整範囲は-80~0dB の範囲で、メインボリュームの機能と同じです。

ビット7:ビット6と同じ機能でS3ユニット(ID=4,5 のボリューム基板)の音量調整用の可変抵抗器S3との関係を示したものになります。

ビット8:ビット6と同じ機能でS4ユニット(ID=6,7 のボリューム基板)の音量調整用の可変抵抗器S4との関係を示したものになります。

ディップスイッチの機能一覧を下表に整理しています。

表 DIP スwitchの設定と機能

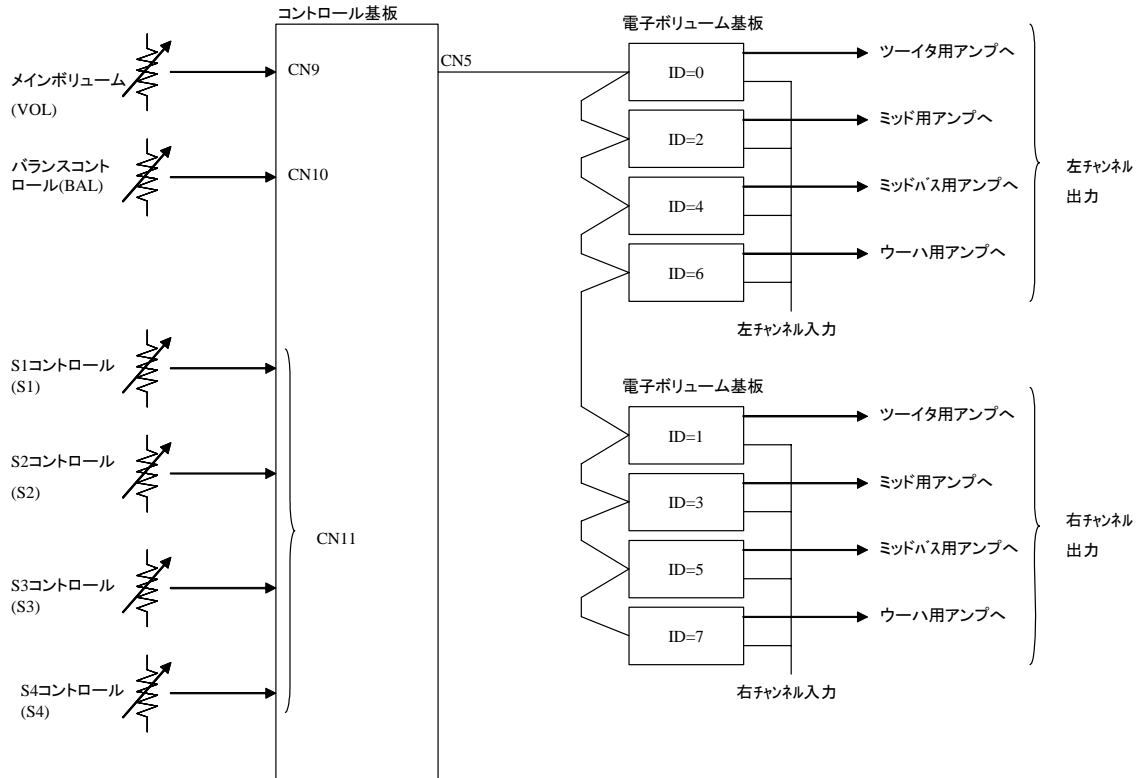
ビット	機能	設定内容	DIP-SW(ON:0)	DIP-SW(OFF:1) Default
1	GLCD	Gr-LCD の取り付け有無	Gr-LCD 有り	Gr-LCD 無し
2	BAL	Balance 機能の使用有無	Balance 調整機能有り	Balance 調整機能無し
3	A/E	メインボリュームの可変 VR とエンコーダの切替え SW	エンコーダ使用	可変 VR 使用
4	Reserve	予約		
5	Reserve	予約		
6	S2:設定	S2 ユニットの制御	S2:メイン VL 連動	S2:独立制御
7	S3:設定	S3 ユニットの制御	S3:メイン VL 連動	S3:独立制御
8	S4:設定	S4 ユニットの制御	S3:メイン VL 連動	S4:独立制御

6. 全体の接続とID設定

6-1. 接続例(全 ID を使用する場合)

この電子ボリュームはIDを0~7に設定することで最大8枚のボリューム基板の音量を個別に設定することが可能です。それぞれの設定について、具体的な接続例を示します。

・4WAY マルチアンプのボリュームコントローラ



DIP-SW の設定

	1	2	3	4	5	6	7	8
ON(LOW:0)		■						
OFF(HIGH:1)	■		■	■	■	■	■	■

■: スイッチのポジション

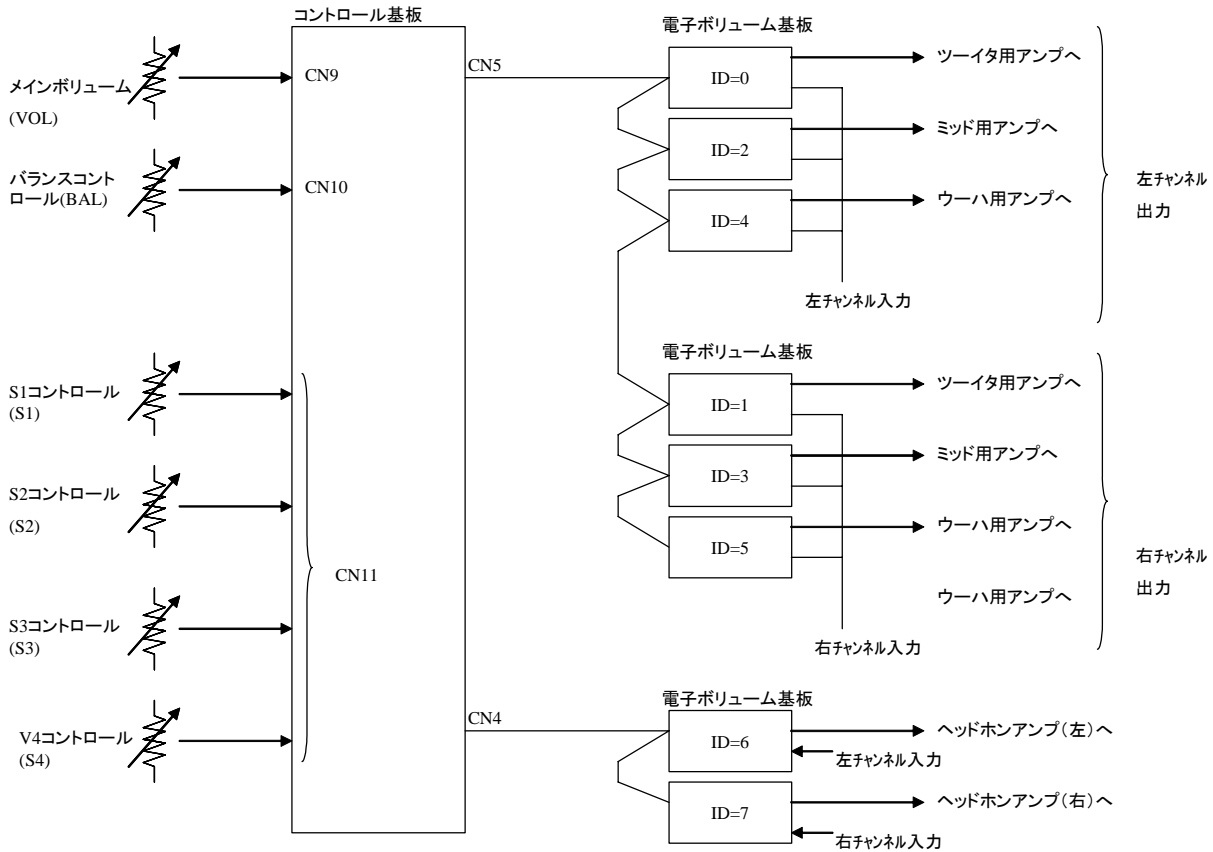
得られる機能

メインボリューム	全体の音量を-80~0dB で調整します。
バランスコントロール	左右の音量差を設定します (左右差を 0~-20dB の範囲で設定可)。
S1コントロール	ツイータの音量を-20~0dB の範囲で調整します。
S2コントロール	ミッドの音量を-20~0dB の範囲で調整します。
S3コントロール	ミッドバスの音量を-20~0dB の範囲で調整します。
S4コントロール	ウーハの音量を-20~0dB の範囲で調整します。

・3WAY マルチアンプのボリュームコントローラ+ヘッドホンアンプ用

また、特定のチャンネルのみを個別のボリュームとして動作させることも可能です。例えば 3WAY マルチアンプのボリュームコントローラ+ヘッドホンアンプ用のボリュームといった構成にする場合は次図のようになります。

なお、下図の接続でヘッドホン出力はコントローラ基板の CN4 に接続しています。この理由は CN5 に接続した場合、メインボリュームを絞った場合に MUTE リレーを動作させてしまいます。MUTE リレーの制御はこの CN5 に接続されたすべてのボリューム基板に作用するため、V4コントロールでの独立コントロールができなくなります。CN4 の出力はメインボリュームを絞った状態でも MUTE リレーを動作させませんので、メインボリュームの状態にかかわらずヘッドホンのアンプ音量を調整することが可能になります。



DIP-SW の設定

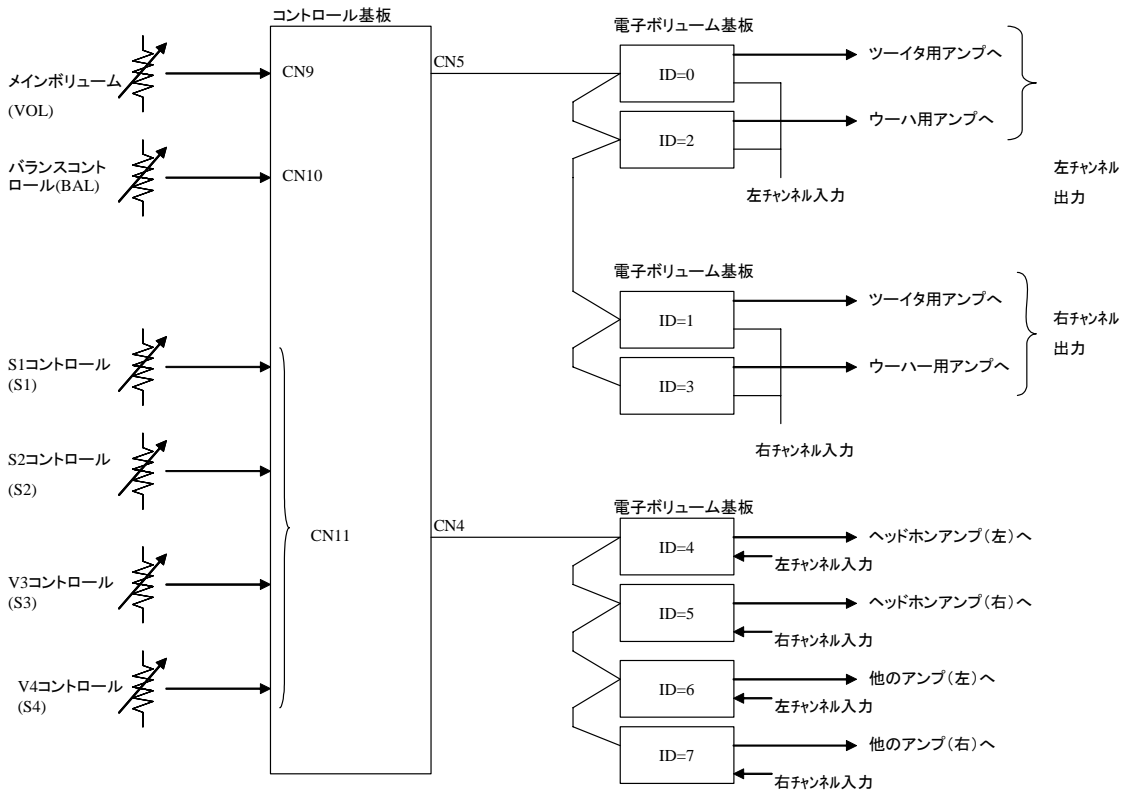
	1	2	3	4	5	6	7	8
ON(LOW:0)		■						■
OFF(HIGH:1)	■		■	■	■	■	■	

■: スイッチのポジション

得られる機能

メインボリューム	全体の音量を-80~0dB で調整します。
バランスコントロール	左右の音量差を設定します (左右差を 0~-20dB の範囲で設定可)。
S1コントロール	ツイータの音量を-20~0dB の範囲で調整します。
S2コントロール	ミッドの音量を-20~0dB の範囲で調整します。
S3コントロール	ウーハの音量を-20~0dB の範囲で調整します。
V4コントロール	ヘッドホンアンプの音量を-80~0dB の範囲で調整します。

・2WAY マルチアンプのボリュームコントローラ+ヘッドホンアンプ用+その他アンプ用



DIP-SW の設定

	1	2	3	4	5	6	7	8
ON (LOW:0)		■					■	■
OFF (HIGH:1)	■		■	■	■	■		

■ : スイッチのポジション

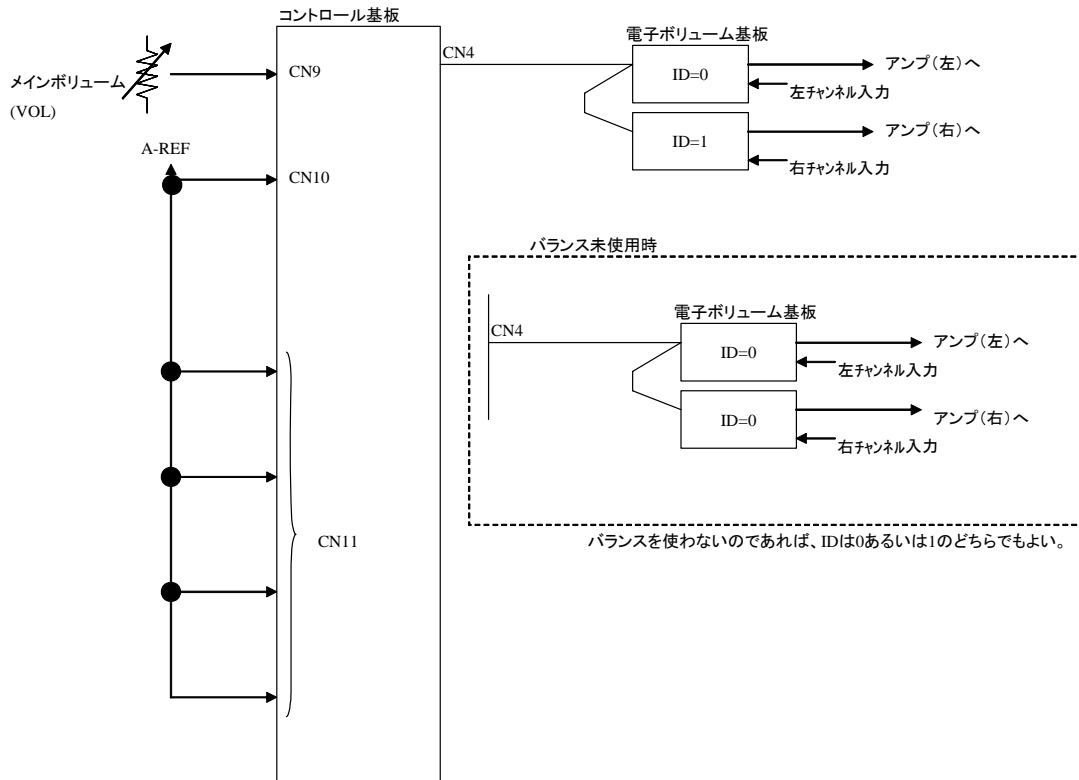
得られる機能

メインボリューム	全体の音量を-80~0dB で調整します。
バランスコントロール	左右の音量差を設定します (左右差を 0~-20dB の範囲で設定可)。
S1コントロール	ツイータの音量を-20~0dB の範囲で調整します。
S2コントロール	ウーハーの音量を-20~0dB の範囲で調整します。
V3コントロール	ヘッドホンアンプの音量を-80~0dB の範囲で調整します。
V4コントロール	他のアンプの音量を-80~0dB の範囲で調整します。

6-2. シンプルな接続例

以下に **2ch のステレオボリューム** として使う場合についての具体的な接続方法について記します。

- ・case1: 可変抵抗器にてボリュームおよびバランス調整。表示機能使用せず。
 もっともシンプルな構成(基本構成)



DIP-SW の設定

	1	2	3	4	5	6	7	8
ON(LOW:0)								
OFF(HIGH:1)	■	■	■	■	■	■	■	■

■: スイッチのポジション

得られる機能

メインボリューム	全体の音量を-80~0dB で調整します。
バランスコントロール	機能なし。ただし AREF に接続すること。
S1コントロール	機能するため、必ず AREF に接続すること。
S2コントロール	機能なし。ただし AREF に接続すること。
S3コントロール	機能なし。ただし AREF に接続すること。
S4コントロール	機能なし。ただし AREF に接続すること。

具体的な接続法は下図を参照にしてください。メインボリュームの可変抵抗器は CN9 に接続します。その他の入力となる CN10、CN11 の入力はすべて AREF にジャンパー接続します。ボリューム基板 (CN1) へはコントロール基板の CN5 より接続します。CN5 に接続した場合、ボリュームを絞ったときに MUTE リレーを動作させて強制的に無音にします。CN4 に接続した場合は、ボリュームを絞った場合に -80dB になります (音は僅かに聞こえます)。

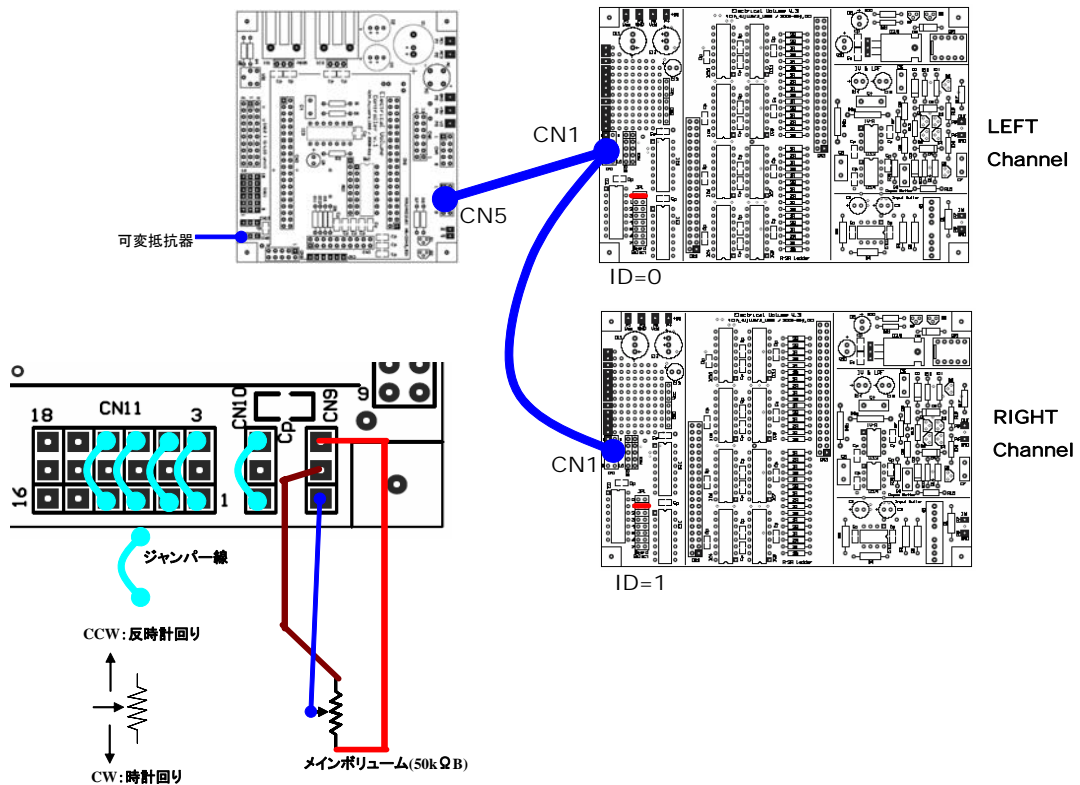


図 接続例(もっともシンプルな接続方法)

<表示器を追加する>

- ・LED 表示器を追加する: 2桁あるいは4桁の LED 表示器(両方の接続も可だが電流容量に注意)をつける場合は DIP スイッチ等の変更はありません。LED 表示器は CN6 に接続するだけで点灯させることができます。
- ・液晶表示器を追加する: 液晶表示器は CN12 にストレート配線にて接続します。このとき DIP スイッチは下記のように、BIT1を変更します。

DIP-SW の設定(LCD 表示器のみを追加)

	1	2	3	4	5	6	7	8
ON(LOW:0)	■							
OFF(HIGH:1)		■	■	■	■	■	■	■

■: スイッチのポジション

<バランス機能を追加する>

バランス調整を入れる場合は、CN10 に可変抵抗器を接続し、DIP スイッチの BIT2 を ON にします。

DIP-SW の設定(バランス機能を追加)

	1	2	3	4	5	6	7	8
ON(LOW:0)	■	■						
OFF(HIGH:1)			■	■	■	■	■	■

■: スイッチのポジション

7. 編集記録

2006.10.1 R.1 初版

2006.11.41 R21 追記、ミス修正