

リレー式アッテネーター基板のしおり

2017/4/23

本シリーズは 8Bit 約 48dB の 23 段階アッテネーターを構成するための基板です。以下の基板群で構成されています。

- ・ AT-EC23B : 安価な 2 連ボリューム R1610G を 23 接点ショーテイングタイプのロータリースイッチに改造する基板
- ・ AT-EL23D : 23 接点ショーテイングタイプのロータリースイッチを極短のタイミングでノンショーテイングにするための基板
- ・ AT-ENC23-8B : 23 接点を 8bit に変換する基板
- ・ AT-R8i : 電圧電流変換ボリュームのためのリレー、ドライバー、抵抗の基板
- ・ AT-R8B : 通常の抵抗分圧のアッテネーターのためのリレー、ドライバー、抵抗の基板

はじめに

音量を調整するボリュームはオーディオにとって不可欠の要素ではありますが、音質にも影響の大きい要素でもあります。

頒布中の電圧電流変換ボリュームは非常に効果があります。2ch ステレオなら可変抵抗器の普通の使い方でボリュームを構成するより遥かに良好な結果が得られるでしょう。

それでも可変抵抗器の存在は残ります。多 ch を扱う場合や 2ch でもより良質な条件を狙うとしたら、ボリューム(可変抵抗器)にはいくつかの課題があります。

マルチチャンネルアンプや 5.1ch を構成する場合は多連でギャングエラーのない特性のそろった可変抵抗器が必要となりますが品種も少なく高価です。

また、2ch ステレオの場合でも、通常可変抵抗器はパネルに配置されるので、場合によっては信号系の近くに可変抵抗を配置できないこともあります。

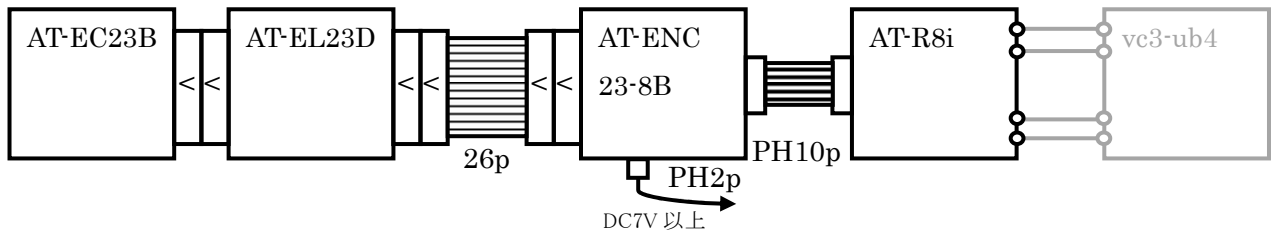
ここでは、その対策として多接点のロータリースイッチをアブソリュート型のエンコーダとしてリレーを制御するアッテネーター提供します。

インクリメンタル型のロータリーエンコーダを使った制御ではリモコン制御への便利な発展の可能性はありますが、マイコンが必須です。信号の近くでクロックが働く回路は採用したくありません。

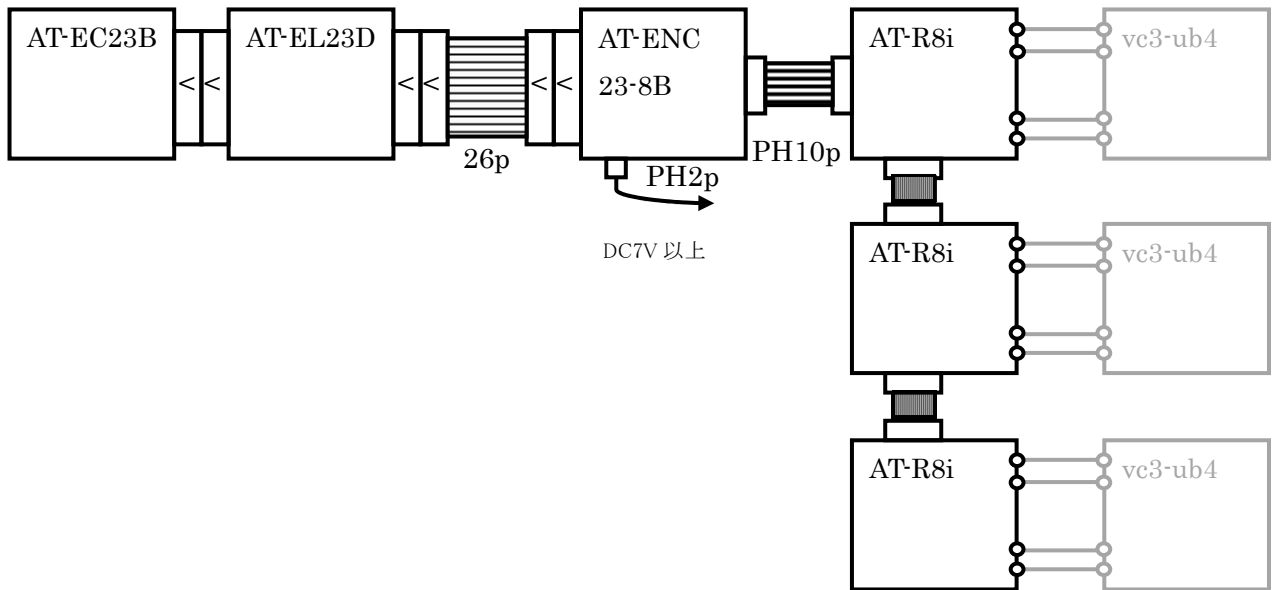
システム接続図

本シリーズを使用したアッテネータの構成例を下図に示します。

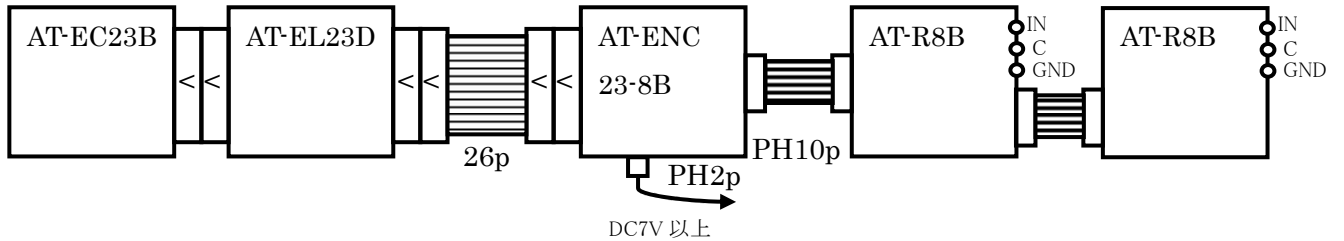
(A).ステレオ 2ch 電圧電流変換ボリューム



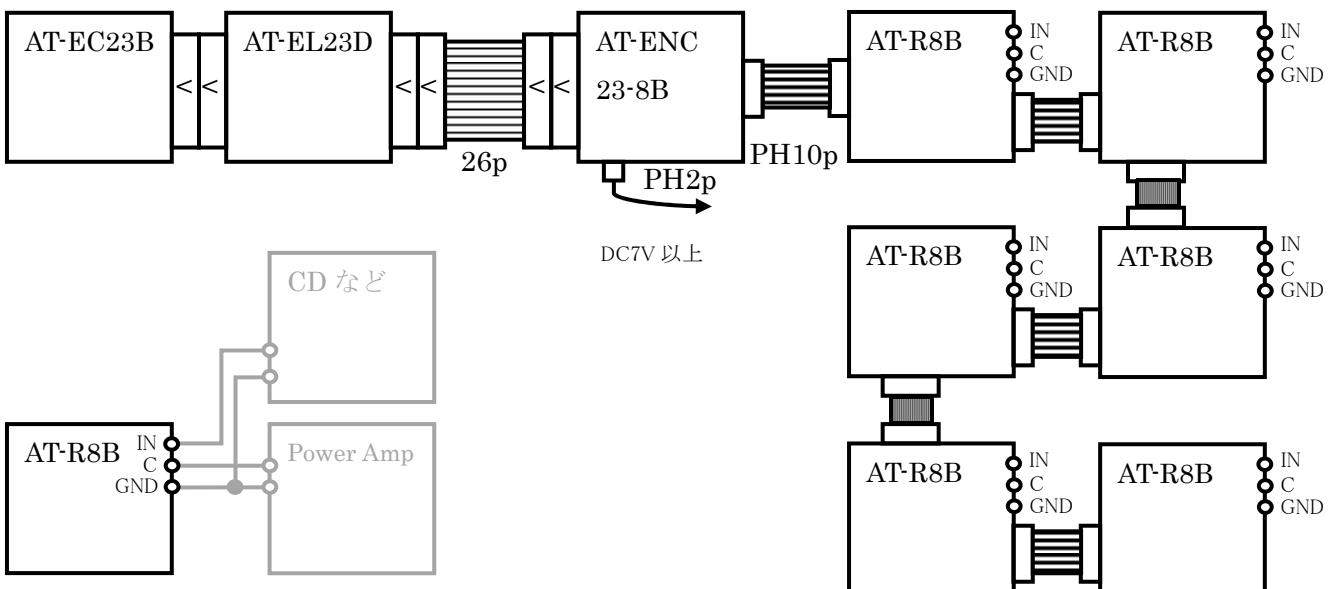
(B).3way マルチアンプまたは 5.1ch 電圧電流変換ボリューム



(C).ステレオ 2ch 抵抗分圧アッテネーター

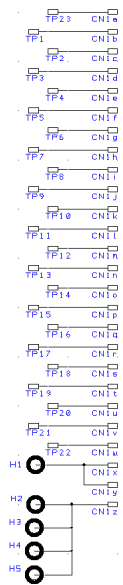


(D).3way マルチアンプまたは 5.1ch 抵抗分圧アッテネーター



・AT-EC23B

多接点のロータリースイッチは高価なので、安いボリュームを改造してロータリースイッチの代用にするようにしました。この基板はLINKMAN R1610G 使って 23 接点ショーティングタイプのロータリースイッチに改造するためのものです。



①回路図

回路図というほどのものではありません。単純に接点とコネクタをつないでいるだけのものです。

②部品構成

AT-EC23B は基板のみの販売です。そのほかに以下の部品購入する必要があります。

- ・ R1610G 参考：マルツパーツ

<http://www.marutsu.co.jp/pc/i/62782/>

または：ビスパ

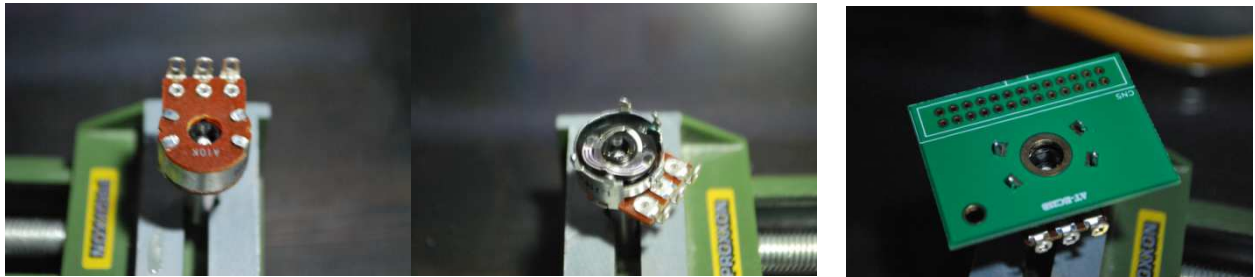
<https://bispa.co.jp/704>

- ・ HIF3FC26PA2.54DSA(71) 参考：マルツパーツ ¥170

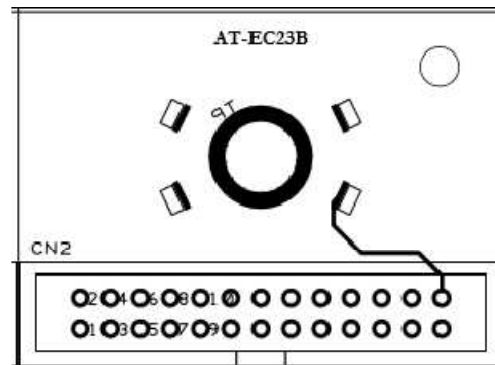
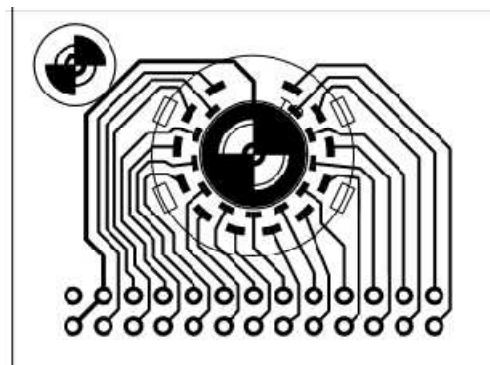
<http://www.marutsu.co.jp/pc/i/41747/>

R1610G は抵抗として使用しないので定数は何でもいいです。

③実装



- ・ R1610G の裏側の爪を伸ばして基板を外します。
- ・ AT-EC23B を爪に差し込みます。
- ・ 基板の浮きがないように注意しながら、爪を曲げる、または爪に半田付けして基板を固定します。
半田ごては 40W や 60W のものが適切です。
- ・ HIF3FC26PA2.54DSA(71)を半田付けします。

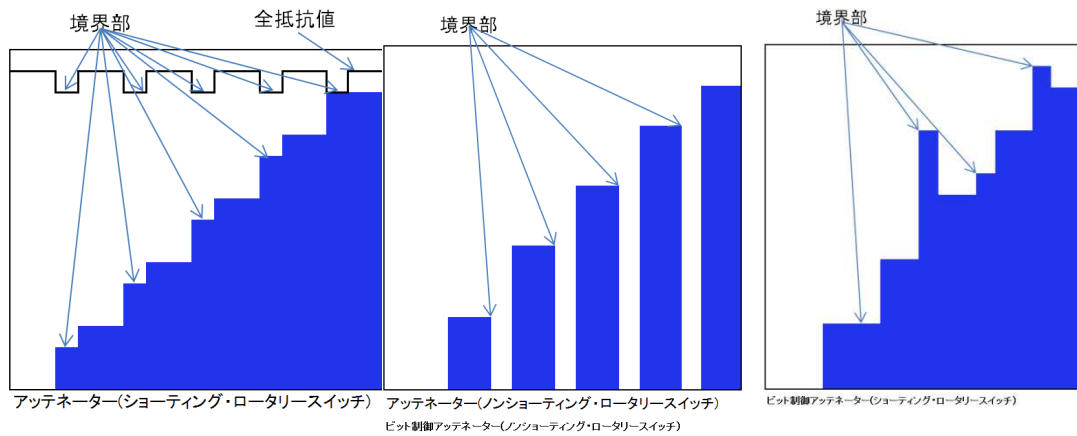


※23 接点のショーティング型ロータリースイッチがあればこの基板は使用しなくても代用できます。

・AT-EL23D

23 接点ショーティングタイプのロータリースイッチを極短のタイミングでノンショーティングにするための基板です。

この基板がなぜ必要なのか、イメージ図を使って説明します。



一般的な多接点のロータリースイッチを使ったアッテネーターはショーティングタイプを使用しています。接点のポジションと次のポジションの境界部分では、両方の接点が同時に接触している状態になります。計算の結果は意外でしたが、境界点での減衰量はちょうど両方のポジションの中間値になるようです。しかし、抵抗全体の両端の抵抗値は境界部分では下がることになります。これは性能には影響はありません。

一方、ロータリースイッチがノンショーティングの場合、境界点では接点がどこにも接触していない状態が発生するため、瞬間的に無音のタイミングが生じます。

8bit リレー式のアッテネータの場合、通常のアッテネーターより抵抗の本数を減らすことができます。

しかし、2進法の処理をするために、ロータリースイッチの境界点では通常のアッテネーターとは違った振る舞いになります。ショーティングの場合、境界点では2進法に変換された両方のポジションのORに当たる接点が適用されるため、瞬間的に音量がアップしてしまう場合があります。ノンショーティングの場合、仕上がりは通常のアッテネーター(ノンショーティング)の場合と同じです。8bit リレー式のアッテネータの場合は接点の切り替わりはノンショーティングでなければならないことになります。

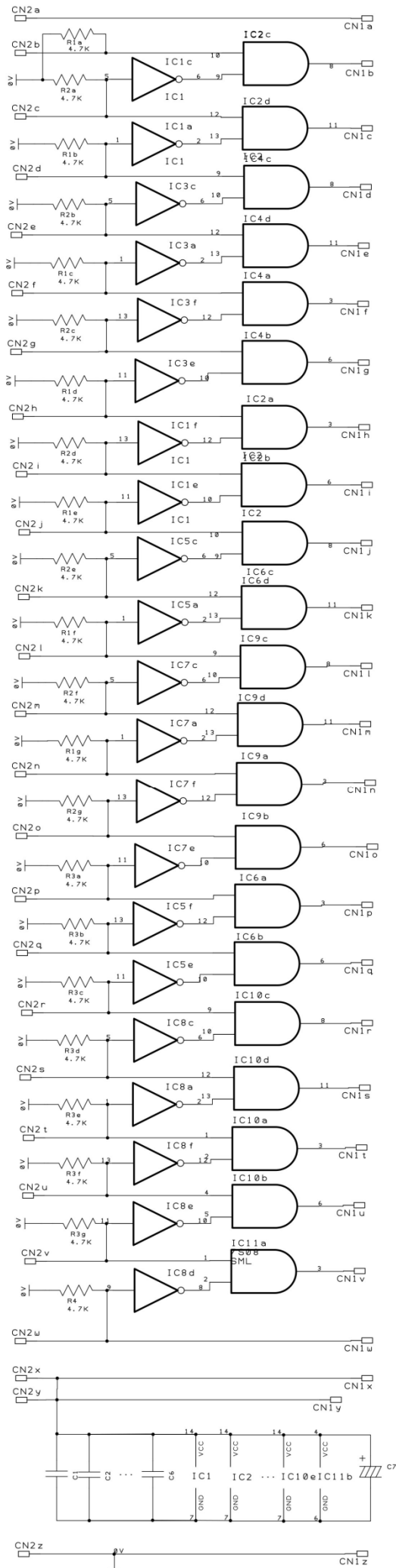
しかし、無音のタイミングができることは使用上好ましくありません。

そこでAT-EL23Dが必要になってきます。

AT-EL23Dはハード的なロジックで現在のポジションの接点から次の接点のポジションへの切り替えをCMOSの立ち上がり速度でノンショーティングに切り替えるための基板です。

これにより切り替えタイミングでの音途切れのストレスは実質的に完全に解消されます。

※23 接点のノンショーティングのロータリースイッチを所有していて、そのスイッチの切り替えタイミングが微小で、使用上不満がなければ、あればこの基板は必要ありません。

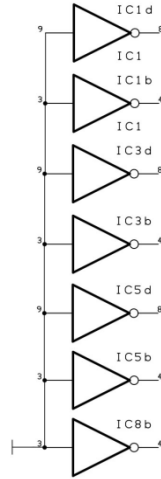


①回路構成

ロジックの基本は以下のようになっています。

ロータリースイッチの 2 つの接点が同時に接触している場合は上位の接点に切り替わります。

この基板は外部から+5V の電源を供給する必要があります。
次に記載する AT-ENC23-8B と接続することで
電源は AT-ENC23-8B から供給されます。



②部品構成

AT-EL23D は基板のみの販売です。そのほかに以下の部品購入する必要があります。

Ref No.	Component	参考		
		Site	Price	Remark
C1	0.1uF 50V	秋月	¥100/10 個	http://akizukidenshi.com/catalog/g/gP-02211/
C2	0.1uF 50V	秋月	¥100/10 個	http://akizukidenshi.com/catalog/g/gP-02211/
C3	0.1uF 50V	秋月	¥100/10 個	http://akizukidenshi.com/catalog/g/gP-02211/
C4	0.1uF 50V	秋月	¥100/10 個	http://akizukidenshi.com/catalog/g/gP-02211/
C5	0.1uF 50V	秋月	¥100/10 個	http://akizukidenshi.com/catalog/g/gP-02211/
C6	0.1uF 50V	秋月	¥100/10 個	http://akizukidenshi.com/catalog/g/gP-02211/
C7	10uF 16V 以上	任意	—	
CN1	HIF3FC26PA2.54DSA(71)	マルツ	¥170	http://www.marutsu.co.jp/pc/i/41747/
CN2	HIF3FB26DA2.54DSA(71)	マルツ	¥160	http://www.marutsu.co.jp/pc/i/41755/
IC1	74HC04D	—	—	初回頒布分は添付
IC2	74HC08D	—	—	初回頒布分は添付
IC3	74HC04D	—	—	初回頒布分は添付
IC4	74HC08D	—	—	初回頒布分は添付
IC5	74HC04D	—	—	初回頒布分は添付
IC6	74HC08D	—	—	初回頒布分は添付
IC7	74HC04D	—	—	初回頒布分は添付
IC8	74HC04D	—	—	初回頒布分は添付
IC9	74HC08D	—	—	初回頒布分は添付
IC10	74HC08D	—	—	初回頒布分は添付
IC11	7S08	—	—	初回頒布分は添付
R1	4.7k x 7	—	—	初回頒布分は添付
R2	4.7k x 7	—	—	初回頒布分は添付
R3	4.7k x 7	—	—	初回頒布分は添付
R4	4.7k 1/4W	ビスパ	¥130/5 個	https://bispa.co.jp/52

※初回頒布分限定で一部の部品を付属します。

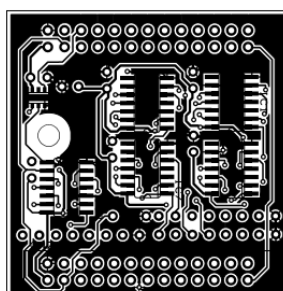
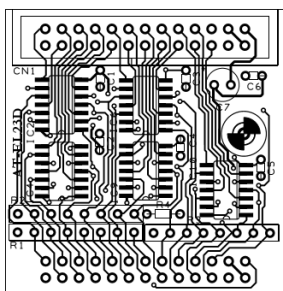
③実装

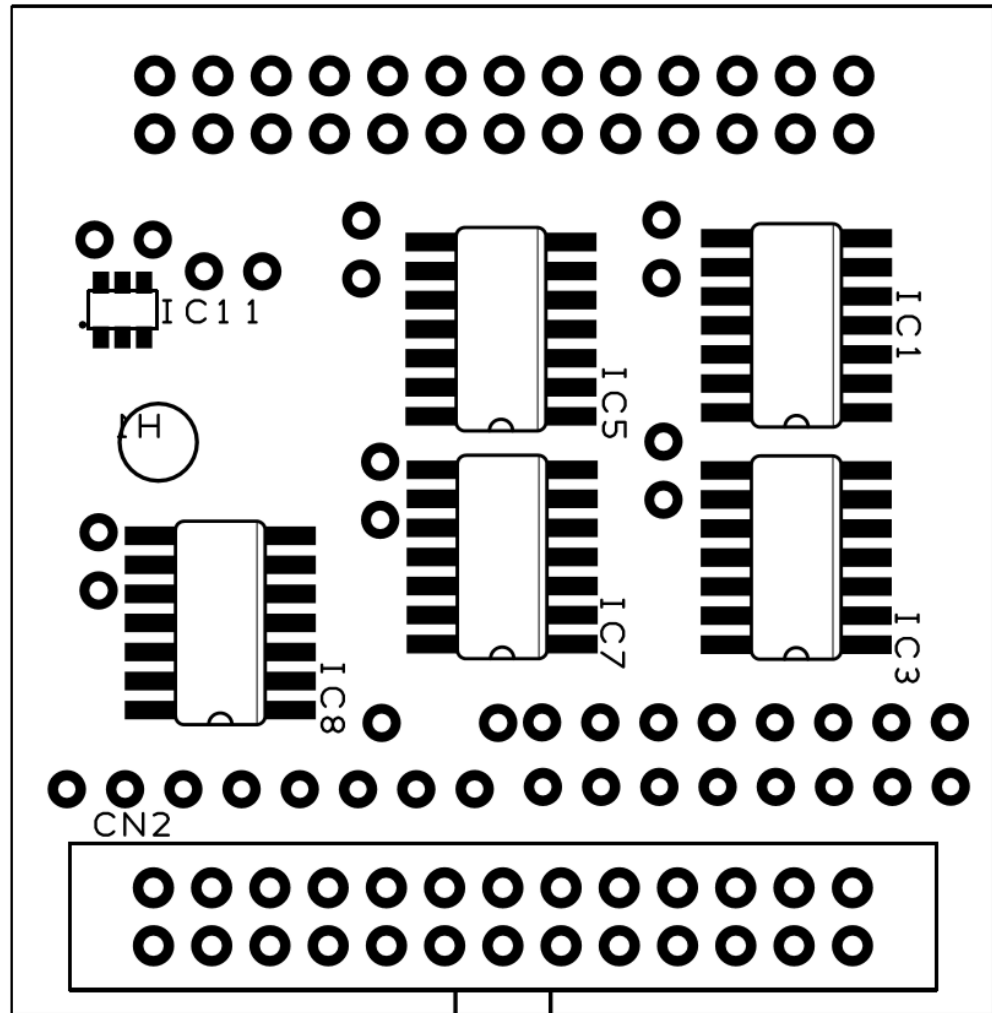
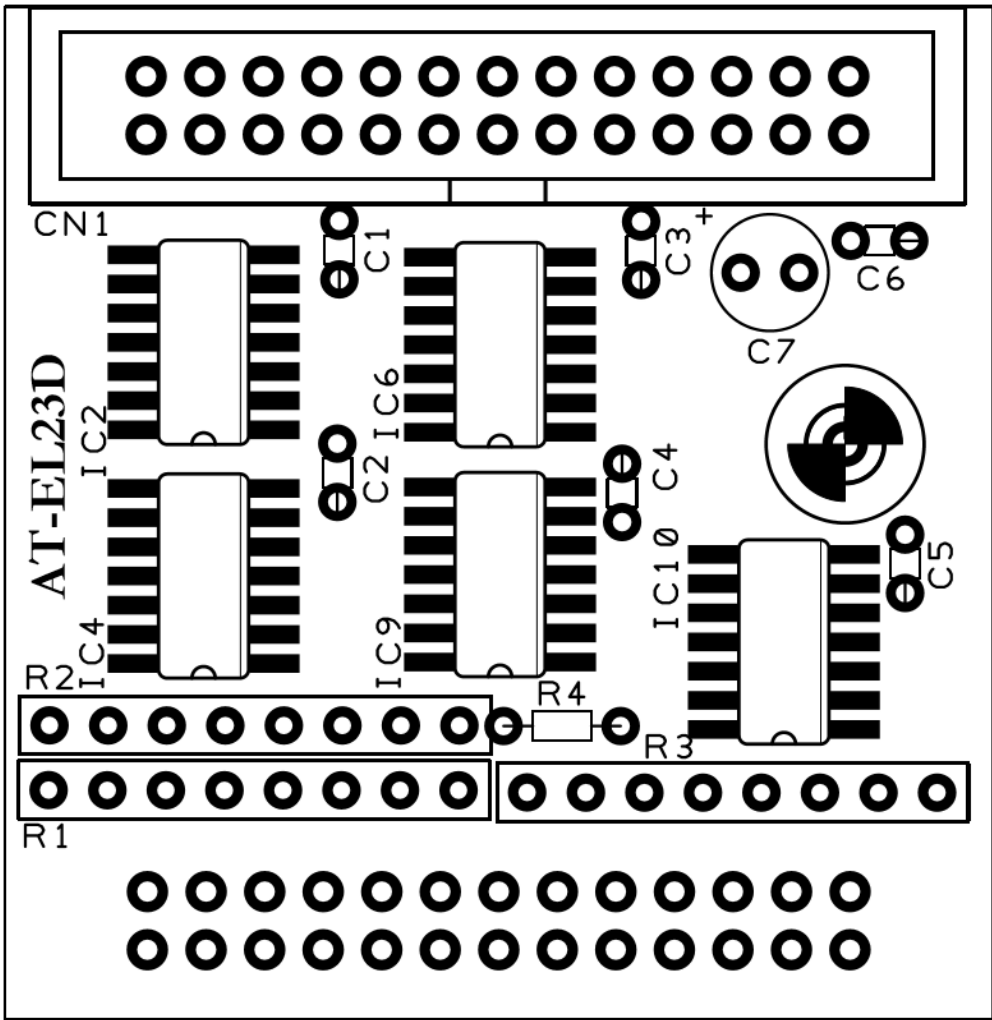
面実装部品、小さい部品から半田付けしていきます。

まず、裏面の 7S08 です。そのほか裏面の CMOS は 74HC04D です。表面の CMOS は 74HC08D です。

次にリード部品とコネクタを半田付けしますが、ここでも小さい部品から取り付けていきます。

AT-EC23B と AT-EL23D はコネクタ同士での結合になりますが長さ 12mm のスペーサを使ってそれぞれを固定することができます。





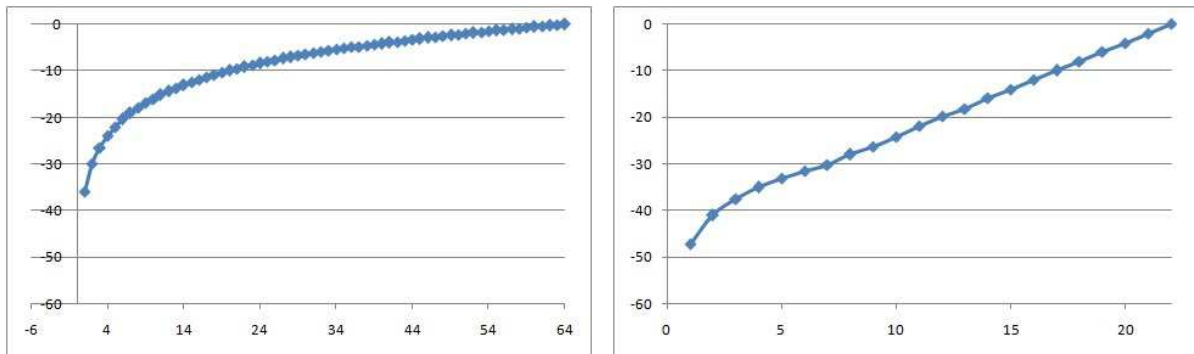
AT-ENC23-8B

この基板は 23 接点で 8bit リレー式アッテネーターを dB 換算でニアに近い形で制御するための肝になる基板です。

2 進法のリレー式アッテネータを作るとき、ロータリースイッチの回転に合わせて単純に 2 進法で抵抗値を切り替えていくだけでは使い勝手がすこぶる悪いものになってしまいます。

例えば 6bit で構成した場合、ステップは 64 段階とれますがそれは減衰量の dB 換算値とは一致しません。それは dB は 10 底の対数関数であり、2 進法とはカーブが合わないためです。左図は、2 進法 6bit に従った場合の減衰量です。

使用感としては 11 時方向くらいまでは音量が変化しますがそれ以上はつまみを回転しても音量が上がっていく感じに不満を持つ出来上がりになってしまいます。



右図は AT-ENC23-8B で 23 接点を dB 換算でニアに近い変則 8bit に変換したものです。

下位 bit では 1 ステップごとに 0,1,2,4 となるのは避けられないので ∞ の次のステップ間隔が 6dB、次の間隔が 3dB になることは避けることができません。それ以降は大体 2dB くらいのステップで上昇します。

実用上ではもう一つ、設計上注意しなければならないことがあります。

2ch ステレオなら許せるかもしれませんが、5.1ch やマルチチャンネルで使用する場合、8bit フルに立ち上がってしまうような条件ではリレーを駆動する電流がばかにならないほど流れることとなります。

AT-ENC23-8B ではどのステップでも同時に ON になるリレーは 4 個以下になる条件で、かつ変化ができるだけニアになるようにしています。

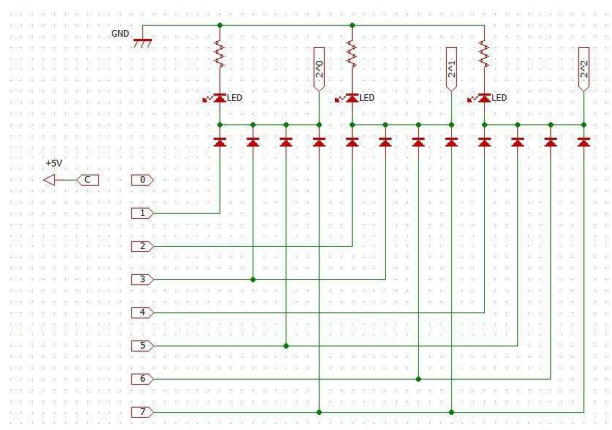
①回路構成

23 接点から変則 8bit への変換はダイオードマトリックスで構成しています。

クロックを使うマイコンなどの処理は一切排除します。

動作原理として、8 接点のロータリースイッチとダイオードマトリックスで 3bit のアブソリュート型エンコーダを構成する回路を提示します。

AT-ENC23-8B はこれを発展させて 8bit の変則変換回路を構成しています。



②部品構成

AT-ENC23-8B は基板のみの販売です。そのほかに以下の部品購入する必要があります。

Ref No.	Component	参考		
		Site	Price	Remark
C1	0.1uF 2012 または 0805	ビスパ	¥58	https://bispa.co.jp/527
C2	10uF 16V 以上	任意	—	
CN1	PH10p	共立、マルツなど	—	http://eleshop.jp/shop/g/g61K14Q/ https://www.marutsu.co.jp/pc/i/46620/
CN2	HIF3FC26PA2.54DSA(71)	マルツ	¥170	http://www.marutsu.co.jp/pc/i/41747/
CN3	PH2p	共立、マルツなど	—	http://eleshop.jp/shop/g/g61K14I/ https://www.marutsu.co.jp/pc/i/46624/
D1	MMBD4448HTM-7-F	—	—	3 個入 Di アレイ/初回頒布分は添付
D10	MMBD4448HTM-7-F	—	—	3 個入 Di アレイ/初回頒布分は添付
D11	MMBD4448HTM-7-F	—	—	3 個入 Di アレイ/初回頒布分は添付
D12	MMBD4448HTM-7-F	—	—	3 個入 Di アレイ/初回頒布分は添付
D13	MMBD4448HTM-7-F	—	—	3 個入 Di アレイ/初回頒布分は添付
D14	MMBD4448HTM-7-F	—	—	3 個入 Di アレイ/初回頒布分は添付
D15	MMBD4448HTM-7-F	—	—	3 個入 Di アレイ/初回頒布分は添付
D16	MMBD4448HTM-7-F	—	—	3 個入 Di アレイ/初回頒布分は添付
D17	MMBD4448HTM-7-F	—	—	3 個入 Di アレイ/初回頒布分は添付
D18	MMBD4448HTM-7-F	—	—	3 個入 Di アレイ/初回頒布分は添付
D19	MMBD4448HTM-7-F	—	—	3 個入 Di アレイ/初回頒布分は添付
D2	MMBD4448HTM-7-F	—	—	3 個入 Di アレイ/初回頒布分は添付
D20	MMBD4448HTM-7-F	—	—	3 個入 Di アレイ/初回頒布分は添付
D21	MMBD4448HTM-7-F	—	—	3 個入 Di アレイ/初回頒布分は添付
D3	MMBD4448HTM-7-F	—	—	3 個入 Di アレイ/初回頒布分は添付
D4	MMBD4448HTM-7-F	—	—	3 個入 Di アレイ/初回頒布分は添付
D5	MMBD4448HTM-7-F	—	—	3 個入 Di アレイ/初回頒布分は添付
D6	MMBD4448HTM-7-F	—	—	3 個入 Di アレイ/初回頒布分は添付
D7	MMBD4448HTM-7-F	—	—	3 個入 Di アレイ/初回頒布分は添付
D8	MMBD4448HTM-7-F	—	—	3 個入 Di アレイ/初回頒布分は添付
D9	MMBD4448HTM-7-F	—	—	3 個入 Di アレイ/初回頒布分は添付
LED1	LED	—	—	1608 または 0603、任意色
LED2	LED	—	—	1608 または 0603、任意色
LED3	LED	—	—	1608 または 0603、任意色
LED4	LED	—	—	1608 または 0603、任意色
LED5	LED	—	—	1608 または 0603、任意色
LED6	LED	—	—	1608 または 0603、任意色
LED7	LED	—	—	1608 または 0603、任意色
LED8	LED	—	—	1608 または 0603、任意色
R1	470Ω X8	—	—	初回頒布分は添付
U1	TA4805BF	—	—	初回頒布分は添付

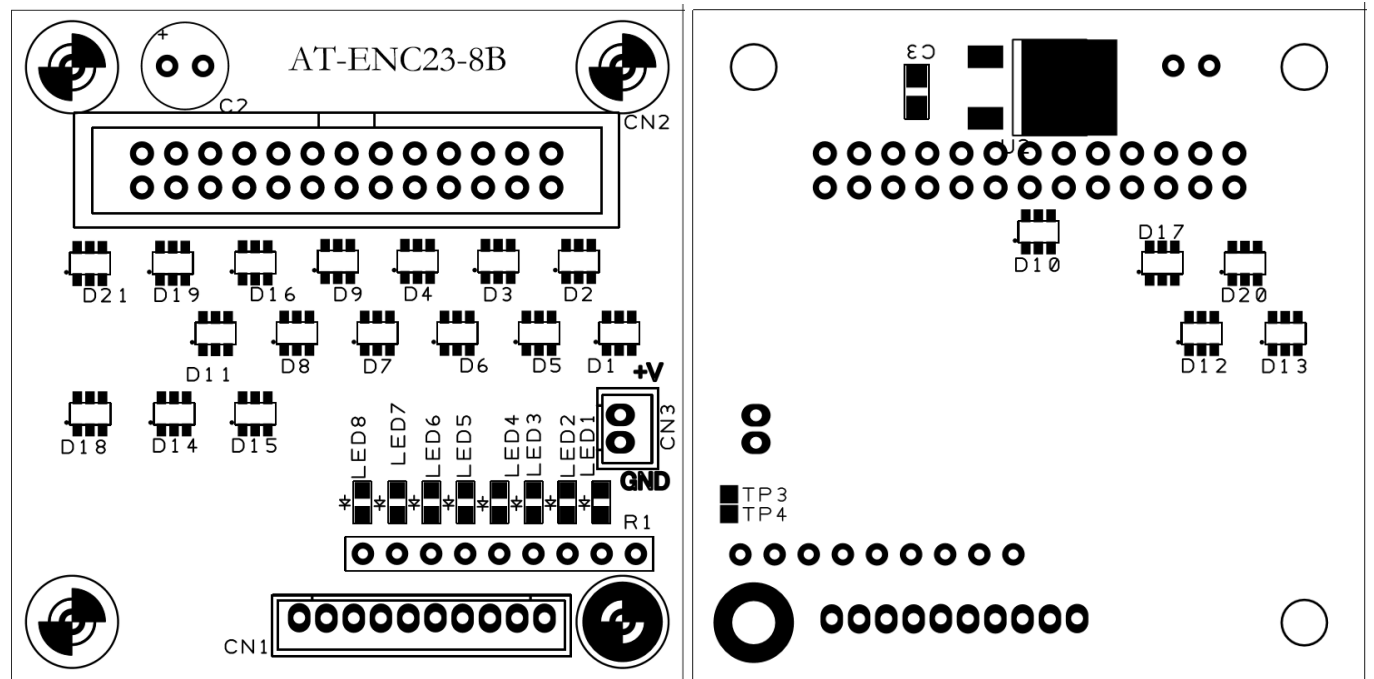
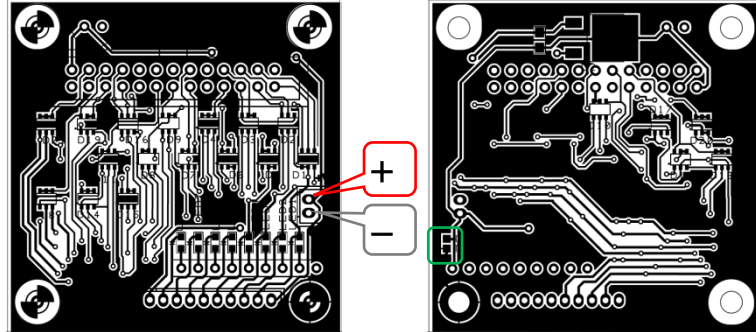
※初回頒布分限定で一部の部品を付属します。

③実装

面実装部品、小さい部品から半田付けしていきます。

ダイオードアレイか 21 個あります。またチップの LED8 個の半田付けも注意が必要です。

ベタアースは制御系の GND につながっていません。接続するとシャーシを伝わって信号系の GND と接続されるためです。基板をシャーシに固定すればシャーシの GND によってベタアースはシールドの効果を持ちます。制御系を別筐体にするなど、制御系の GND を基板のベタアースに接続する必要がある場合は下図の緑の四角で囲まれた角ランドを半田ブリッジします。



AT-R8i

電圧電流変換ボリュームのためのリレー、ドライバー、抵抗の基板です。

オーディオ信号が流れる基板は、この基板のみです。この基板の接続対象は「vc3-ub4 - 電圧電流変換ボリューム基板」です。

6mm サイズのリード抵抗または 1608(0603)型のチップ抵抗が使用できます。

多少の注意事項があります。

ねじ止め穴は 4 か所ありますが、半田メッキされている穴(1 か所だけ)は必ずシャーシに導通するようにねじ止めしてください。基板はベタアースされていますが、vc3-ub4 はバランス動作しているのでアースに接触する部分はありません。高インピーダンス回路網なのでシールドは絶対に必要です。ベタアースをシールドとして生かすには 1 点止めでアースを落とすことが必須になります。半田メッキされているねじ止め穴がアースポイントになります。

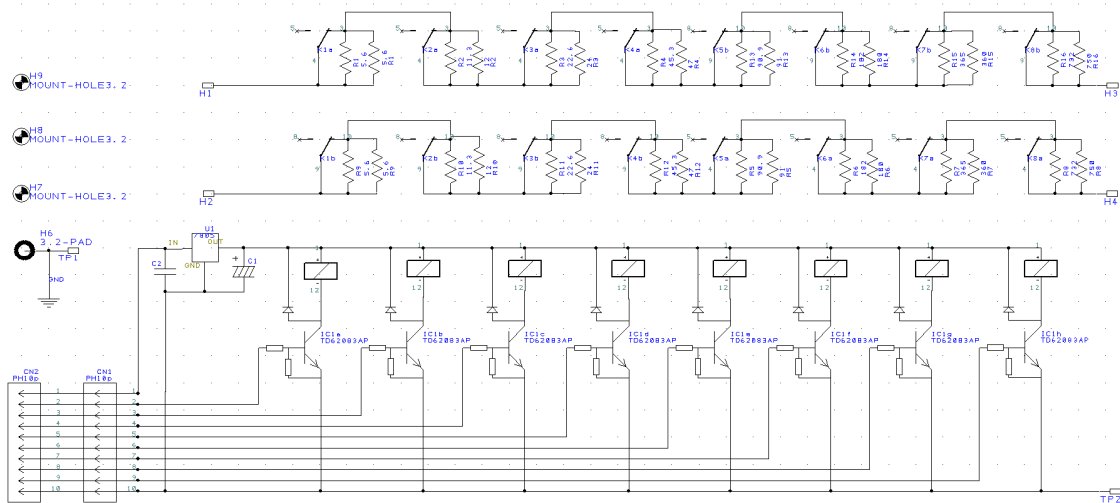
①回路図

回路図上ではそれぞれ 2 本の抵抗がリレーの接点につながっていますが、実際に実装するのは 1 本ずつです。

6mm サイズのリード抵抗または 1608(0603)型のチップ抵抗のどちらかを使用します。

リレーは ATX206、ドライバは TD62083AFNG を使用しています。後述の AT-R8B に使用しているリレー 941H-2C-5D より小ぶりです。AT-R8i は 1 枚で 2ch 分の構成になっています。

電源は AT-ENC23-8B から PH10P のコネクタを經由して供給されます。また、多チャンネルに増設する場合は PH10P を 2 個使うことで連結して使用することができます。



②部品構成

AT-R8i は基板のみの販売です。そのほかに以下の部品購入する必要があります。

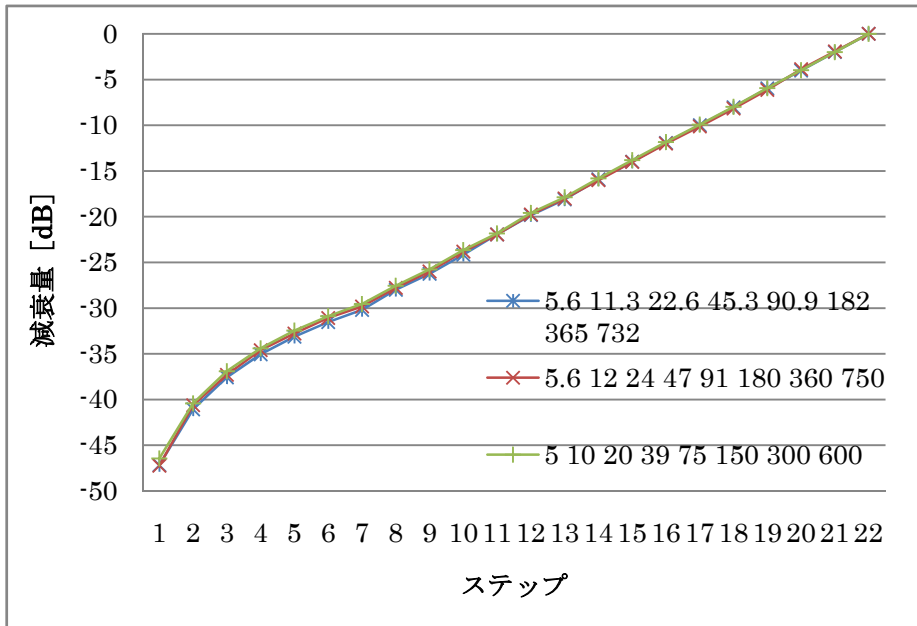
※抵抗については次の項の記載も参照してください。

Ref No.	Component	参考		
		Site	Price	Remark
C1	10uF 16V 以上	秋月	—	秋月の場合 TA4805S に付属
C2	0.1uF	秋月	—	秋月の場合 TA4805S に付属
CN1	PH10p	共立、マルツ など	—	http://eleshop.jp/shop/g/g61K14Q/ https://www.marutsu.co.jp/pc/i/46630/
CN2	PH10p			
IC1	TD62083AFNG	—	—	初回頒布分は添付
K1	ATX206	マルツ	¥200	
K2	ATX206	マルツ	¥200	
K3	ATX206	マルツ	¥200	
K4	ATX206	マルツ	¥200	
K5	ATX206	マルツ	¥200	
K6	ATX206	マルツ	¥200	
K7	ATX206	マルツ	¥200	
K8	ATX206	マルツ	¥200	
U1	TA4805S	秋月	¥100	http://akizukidenshi.com/catalog/g/gI-00537/
R1	5.6	—	—	LGMFSA50(ビスパ)など、または 薄膜チップ抵抗 1608(0603)
R9	5.6	—	—	
R2	11.3	—	—	
R10	11.3	—	—	
R3	22.6	—	—	
R11	22.6	—	—	
R4	45.3	—	—	
R12	45.3	—	—	
R5	90.9	—	—	
R13	90.9	—	—	
R6	182	—	—	
R14	182	—	—	
R7	365	—	—	
R15	365	—	—	
R8	732	—	—	
R16	732	—	—	

③抵抗値

上記の抵抗値は 96 シリーズの定数ですが、入手性はよくありません。24 シリーズ構成した場合、さらにビスパやマルツで入手可能な定数で構成した場合とのレベル差をシミュレーションした結果が下記のグラフです。

ゲインは vc3-ub4 の定数により変化するので減衰量(正確に言えば vc3-ub4 は減衰はしない)は相対値です。



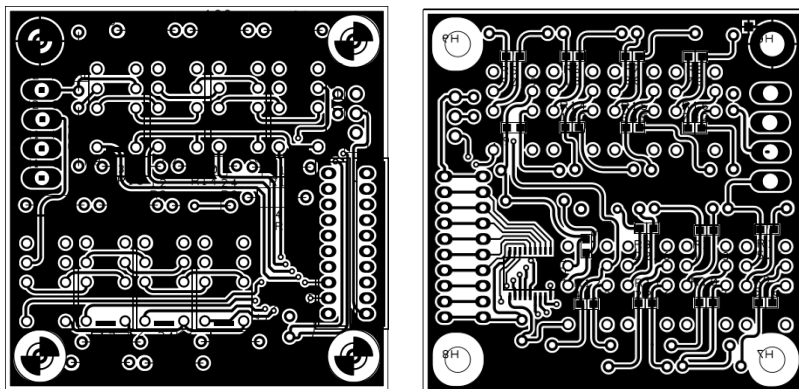
実用的な定数、5-10-20-39-75-150-300-600(最大値 1050Ω)であっても実用的にはほとんど差がありません。96 シリーズでの設定値の最大値は 1279Ω です。

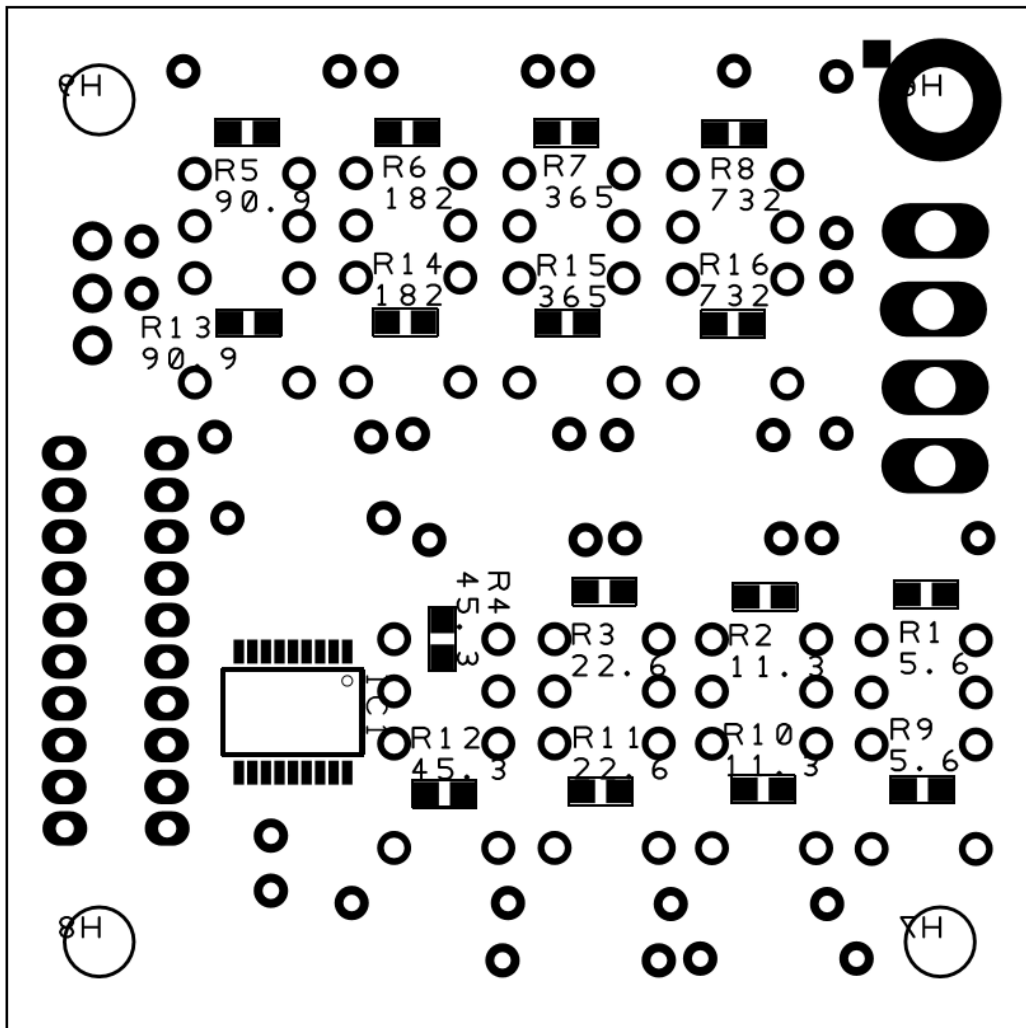
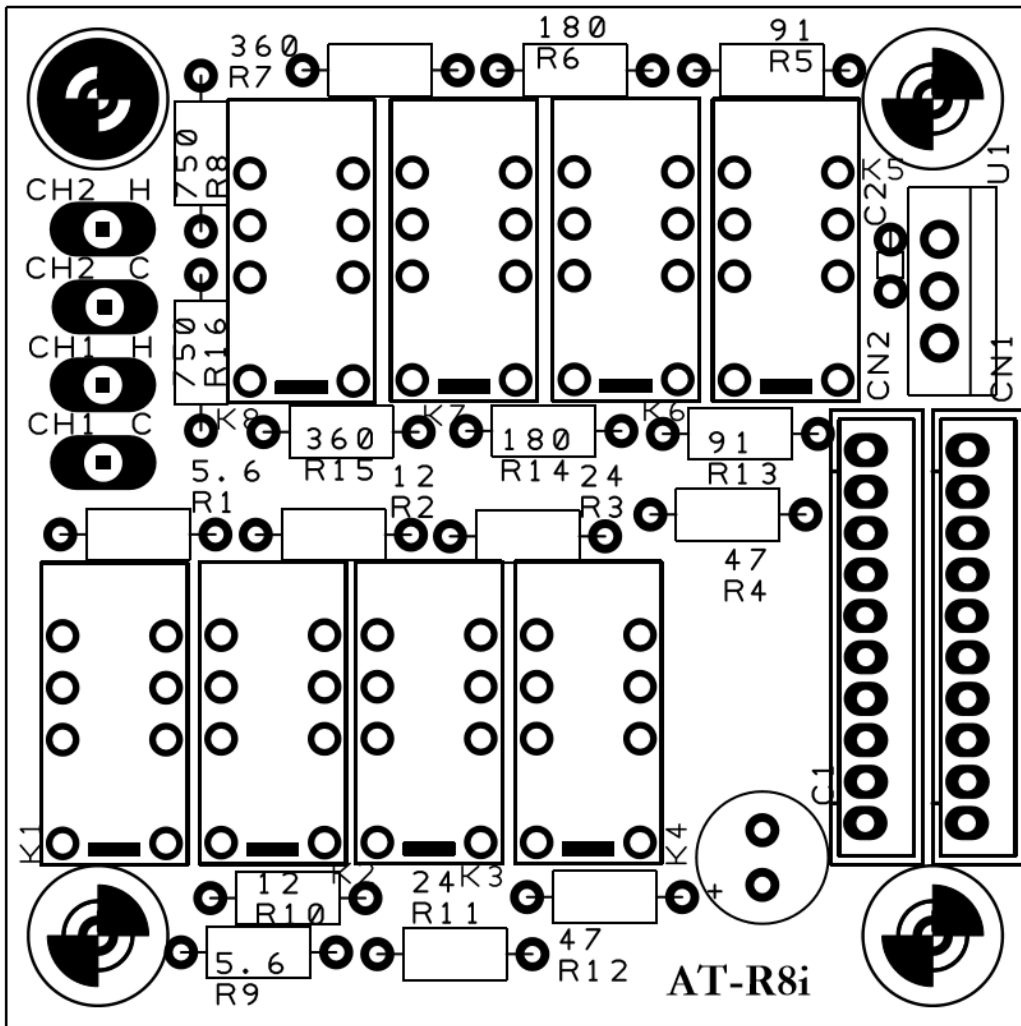
④実装

面実装部品、小さい部品から半田付けしていきます。

面実装部品から半田付けしていきます。SSOP-18P の半田付けがきも製作上のポイントになります。

6mm サイズのリード抵抗または 1608(0603)型の薄膜チップ抵抗が使用できますが、必ずどちらか一方だけを使用してください。





AT-R8B

通常の抵抗分圧ボリュームのためのリレー、ドライバー、抵抗の基板です。

オーディオ信号が流れる基板は、この基板のみです。この基板は一般的な普通のボリュームとして使用できません。

マルチチャンネルや 5.1ch のように多連のボリュームをギャングエラーを抑えて構成したい場合、アッテネータボックスを作るとき入出力端子から可変抵抗までの距離を最短にしたい、コントロール部は手元に、ボリューム部分はパワーアンプの直前に置きたい場合に有効です。

6mm サイズのリード抵抗または 1608(0603)型のチップ抵抗が使用できます。

多少の注意事項があります。

TP1(TP3)と TP2(TP4)と記載された四角いランドを必ず半田ブリッジしてください。

このランドは信号グランドをベタアースに一点で落とすためのものです。ねじ止め穴は 4 か所ありますが、半田メッキされている穴(1 か所だけ)は必ずシャーシに導通するようにねじ止めしてください。ベタアースでガードされることも通常のロータリースイッチで組むアッテネータより有利な点になります。ベタアースをシールドとして生かすには 1 点止めでアースを落とすことが必須になります。半田メッキされているねじ止め穴がアースポイントになります。

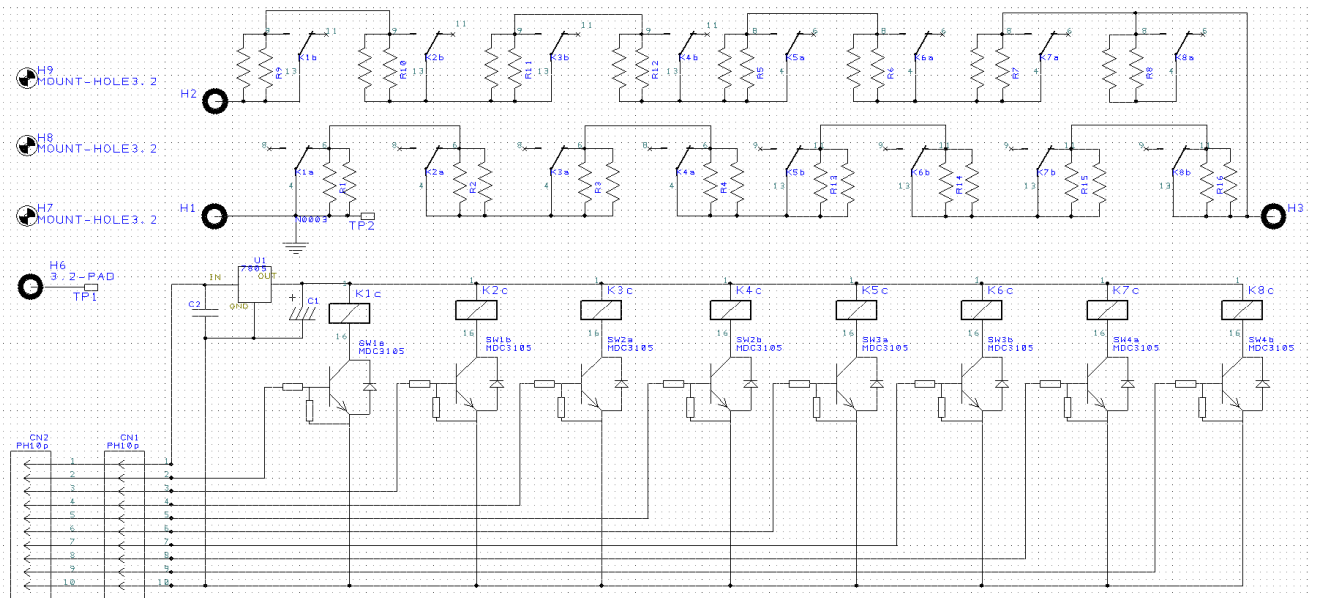
①回路図

回路図上ではそれぞれ 2 本の抵抗がリレーの接点につながっていますが、実際に実装するのは 1 本ずつです。6mm サイズのリード抵抗または 1608(0603)型のチップ抵抗のどちらかを使用します。

リレーは 941H-2C-5D、ドライバは MDC3105DMT1G を使用しています。AT-R8B は 1 枚で 1ch 分の構成になっています。ステレオ 2ch の場合は 2 枚必要です。

最大レベル時の減衰量は 0dB ではなく約-1.2dB になります。多チャンネル接続の際に 8bit フルに立ち上がったとき、リレーの総電流が大きくなる可能性があります。そのため AT-ENC23-8B から制御では同時に ON になるリレーは 4 つまでになるようにしています。

電源は AT-ENC23-8B から PH10P のコネクタを経由して供給されます。また、多チャンネルに増設する場合は PH10P を 2 個使うことで連結して使用することができます。



②部品構成

AT-R8B は基板のみの販売です。そのほかに以下の部品購入する必要があります。

※抵抗については次の項の記載も参照してください。

Ref No.	Component	参考		
		Site	Price	Remark
C1/C3	10uF 16V 以上	秋月	—	秋月の場合 TA4805S に付属
C2/C4	0.1uF	秋月	—	秋月の場合 TA4805S に付属
CN1/CN3	PH10p	共立、マルツ など	—	http://eleshop.jp/shop/g/g61K14Q/ https://www.marutsu.co.jp/pci/46630/
CN2/CN4	PH10p			
K1/K9	941H-2C-5D	秋月	¥100	http://akizukidenshi.com/catalog/g/gP-01229/
K2/K10	941H-2C-5D	秋月	¥100	http://akizukidenshi.com/catalog/g/gP-01229/
K3/K11	941H-2C-5D	秋月	¥100	http://akizukidenshi.com/catalog/g/gP-01229/
K4/K12	941H-2C-5D	秋月	¥100	http://akizukidenshi.com/catalog/g/gP-01229/
K5/K13	941H-2C-5D	秋月	¥100	http://akizukidenshi.com/catalog/g/gP-01229/
K6/K14	941H-2C-5D	秋月	¥100	http://akizukidenshi.com/catalog/g/gP-01229/
K7/K15	941H-2C-5D	秋月	¥100	http://akizukidenshi.com/catalog/g/gP-01229/
K8/K16	941H-2C-5D	秋月	¥100	http://akizukidenshi.com/catalog/g/gP-01229/
SW1/SW5	MDC3105DMT1G	—	—	初回頒布分は添付
SW2/SW6	MDC3105DMT1G	—	—	初回頒布分は添付
SW3/SW7	MDC3105DMT1G	—	—	初回頒布分は添付
SW4/SW8	MDC3105DMT1G	—	—	初回頒布分は添付
U1/U2	TA4805S	秋月	¥100	http://akizukidenshi.com/catalog/g/gI-00537/
R1	39	—	—	LGMFSA50(ビスパ)など、または 薄膜チップ抵抗 1608(0603)
R9	39	—	—	
R2	75	—	—	
R10	75	—	—	
R3	150	—	—	
R11	150	—	—	
R4	300	—	—	
R12	300	—	—	
R5	600	—	—	
R13	600	—	—	
R6	1.2k	—	—	
R14	1.2k	—	—	
R7	2.4k	—	—	
R15	2.4k	—	—	
R8	4.7k	—	—	
R16	4.7k	—	—	

③抵抗値

AT-R8i の「③抵抗値」の項で、96 シリーズ、24 シリーズ構成した場合、さらにビスパやマルツで入手可能な定数で構成した場合とのレベル差をシミュレーションした結果を記載しています。定数は違いますが、AT-R8B の場合も、近い値で入手可能な定数を使っても大きな差にはなりません。上記の定数の場合、全抵抗値は 9464Ω(約 10kΩ)になります。

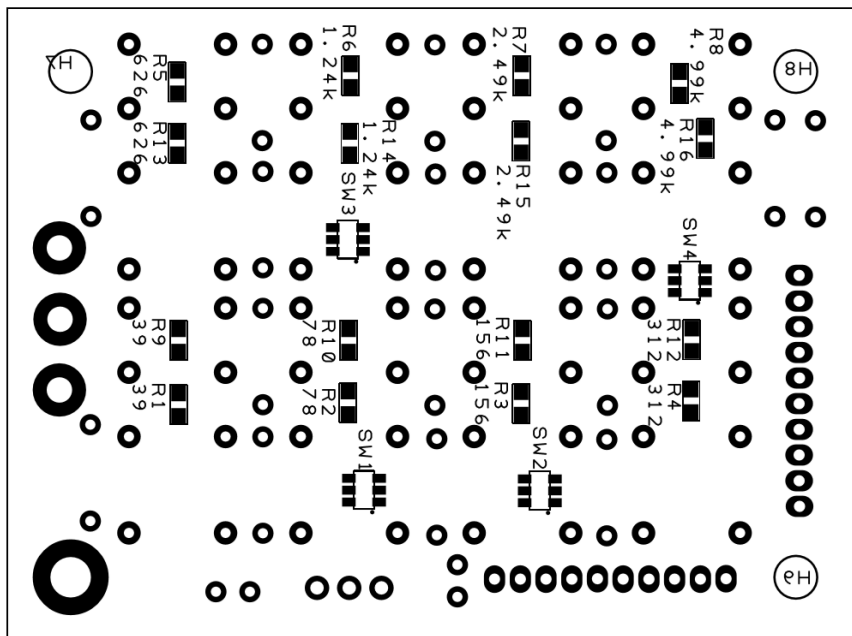
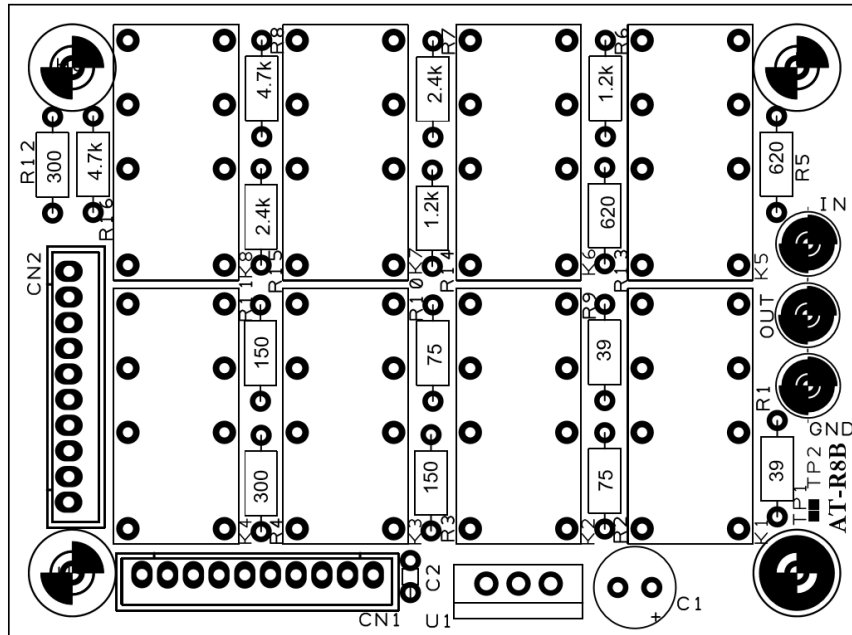
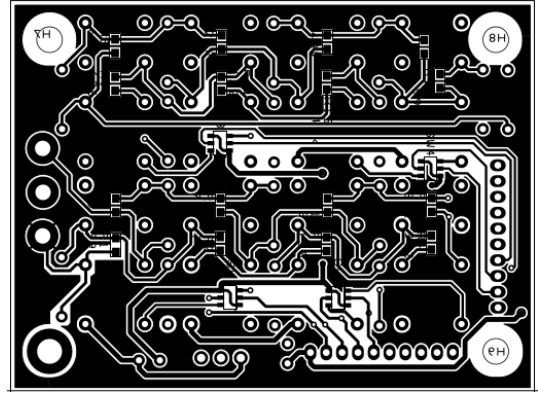
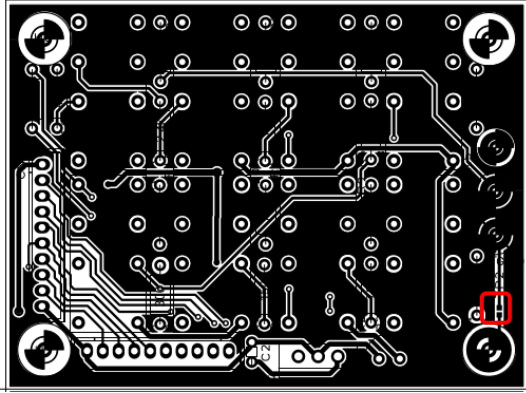
④実装

面実装部品、小さい部品から半田付けしていきます。

面実装部品から半田付けしていきます。MDC3105DMT1Gの半田付けに注意が必要です。

6mmサイズのリード抵抗または1608(0603)型の薄膜チップ抵抗が使用できますが、必ずどちらか一方だけを使用してください。

TP1(TP3)とTP2(TP4)と記載された四角いランドを必ず半田ブリッジしてください。



電源

機器に組み込む場合はトランスを使った電源を組んでください。

アッテネータ・ボックスを作る場合は AC アダプターを使うのも簡単で便利ですが、スイッチングタイプのは避けてください。信号のすぐ近くにヒゲ状のスイッチングノイズが乗った電源ラインを通すのは非常に良くないことです。特に AT-R8i は電流駆動されている部分ですからハイインピーダンス回路網です。そこにノイズが飛び込めば影響も大きいです。AT-R8B の場合でも通常アッテネータは 10kΩ 以上のボリュームを使うので影響はあります。また通常のアッテネーターはオーディオ回路の NFB の恩恵の外にある部分です。

AC アダプターの例

トランス式の AC アダプターの場合、付加電流によって供給できる電圧は変動します。一例として実験したサウンドハウスの AC アダプターについて記載します。

SH (サウンドハウス) / 電源アダプター DC4.5V 0.5A 1.7mm センタープラス

<http://www.soundhouse.co.jp/products/detail/item/69159/>

定格は 4.5V0.5A です。

5V 電圧の本シリーズの基板には不適合かということ、そういうことはありません。0.5A 流したときに 4.5V になるという定格なので、電流が少なければ供給できる電圧は上がります。

トランス式の AC アダプターの場合、逆に定格容量の大きすぎるものを使うと三端子レギュレーターに負担がかかり、発熱が大きくなります。

ノイズの面では有利なトランス式の AC アダプターですが、ユーザー側はその特性をよく知ったうえで使用する必要が有ります。

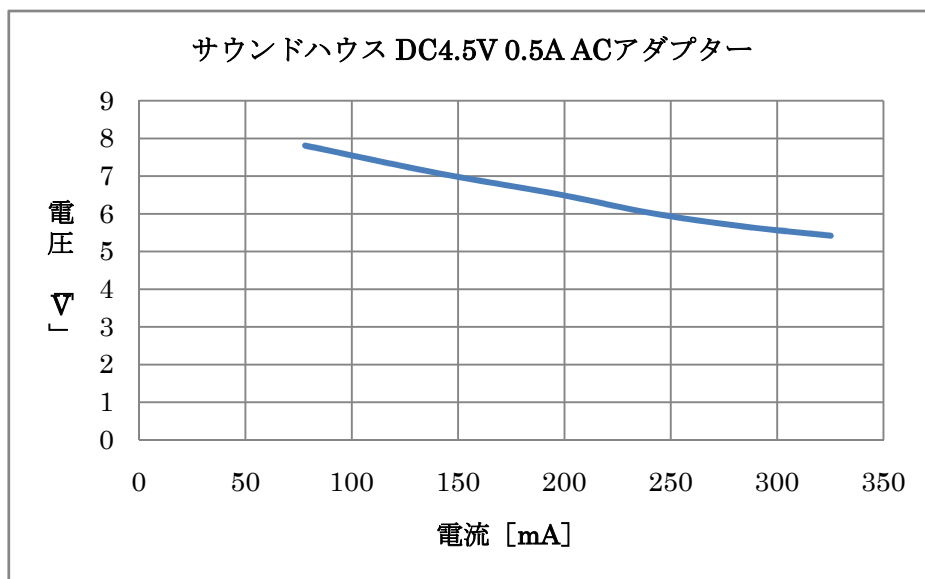
下記は AT-EC23B-AT-EL23D-AT-ENC23-8B までの消費電流と、AT-R8i の(4bit 立上時=最大電流時)の電流の測定値です。ただし、**あくまでも参考値です。**

基板群	電流 [mA]
AT-EC23B-AT-EL23D-AT-ENC23-8B	22.27
AT-R8i	48.18

ここから想定される、多チャンネル増設時の消費電流の**参考値**は以下のようになります。

基板群	電流 [mA]
AT-EC23B-AT-EL23D-AT-ENC23-8B-AT-R8i	70.45
AT-EC23B-AT-EL23D-AT-ENC23-8B-AT-R8i*2	118.64
AT-EC23B-AT-EL23D-AT-ENC23-8B-AT-R8i*3	166.82
AT-EC23B-AT-EL23D-AT-ENC23-8B-AT-R8i*4	215.00

そして、下図は上記の AC アダプターの電圧電流特性を実測した結果です。



シミュレーション上は4枚の AT-R8i をつないでも 6V 以上は取り出せそうなので 8ch の制御はこの AC アダプターで使用できそうです。

AT-R8B の場合の測定はしていませんが、同等であると考えられます。ただし、AT-R8B は基板 1 枚が 1ch です。

周辺部品

- ・ AT-EC23B と AT-EL23D を相互に固定するスペーサー

長さは 12mm です。M3 用のものであれば任意のものが使えますが全体または外側が樹脂のものの方が安全です。

- ・ AT-EL23D と AT-ENC23-8B を接続するケーブル

23p のリボンケーブル(ストレート)を使用します。

コネクタとケーブルをそれぞれ購入して自作してもよいですが、面倒であればこちらで購入できます。

2x13 (26P) 両端コネクタ付 I D C リボンケーブル (フラットケーブル)

<http://akizukidenshi.com/catalog/g/gC-06322/>

- ・ AT-ENC23-8B と AT-R8i または AT-R8B を接続するケーブル

10p の PH コネクタ付きのケーブル(ストレート)を使用します。

マルツなどでハウジングとピン、ケーブルをそれぞれ購入して自作してもよいですが、面倒であればこちらで購入できます。

PHR10-PHR10 ストレートケーブル 10cm

<http://eleshop.jp/shop/g/gDBE411/>

- ・ AT-ENC23-8B の電源用のケーブル

2p の PH コネクタ付きのケーブルを使用します。先端の接続は任意です。

マルツなどでハウジングとピン、ケーブルをそれぞれ購入して自作してもよいですが、面倒であればこちらで購入できます。

PHR2 コネクタ付ケーブル

<http://eleshop.jp/shop/g/gB4I41B/>

そのほか、Amazon などでも購入できる場合もあります。ただし、いずれの場合でも **基板上の電源の極性とケーブルの赤/黒は必ずしも一致しないので注意が必要です。上記のものを含めて当方ではケーブルの赤黒が、基板の電源極性と一致しているかは確認していません。**

送料(2016年1月時点の参考)

- ・ ビスパ ¥250(¥4,000 以上無料)
- ・ 秋月電子 ¥500
- ・ マルツパーツ ¥450(¥5,000 以上無料)
- ・ 千石電商 ¥432(¥10,000 以上無料)
- ・ 共立電子 ¥280(¥6,000 以上無料)
- ・ サウンドハウス 送料無料・代引手数料無料

三毛猫荘の URL

<http://mikenekosou.blog76.fc2.com/>

リレー式アッテネーターに関連する記事

<http://mikenekosou.blog76.fc2.com/blog-category-15.html>

三毛猫荘のその他の製品

<http://mikenekosou.blog76.fc2.com/blog-category-14.html>

<https://bispa.co.jp/1719>

検討中の製品

