

KOUWA 電子ボリューム基板組み立て説明書

KOUWA 電子ボリューム基板は、新日本無線株式会社製高音質電子ボリューム LSI MUSES72320 を使用した電子ボリュームを製作する為に設計されたプリント基板です。

部品表にある部品をプリント基板に半田付けする事で手軽に高音質な電子ボリュームを組み立てる事が可能です。 また、2 枚の基板を接続する事でバランスステレオ回路に使用する 4 連ボリュームを 8 枚で 16 連ボリューム（対応版のみ）を構成する事が可能です。

なお、MUSES72320 及び、R1, R2, R813, R814, R815 を除くチップ部品は予め実装してあります。

1. 使用部品

・ IC

MUSES72320	1 個	U1	（電子ボリューム基板部）
オペアンプ	1 個	U2	（電子ボリューム基板部）
16F630-I/SL	1 個	U801	（コントロール基板部／標準品）
16F688-I/SL	1 個	U801	（コントロール基板部／EL 表示器対応版）
MAU109	1 個	U901	（コントロール基板部）*1

・ トランジスター

2SC2712GR	4 個	Q801, Q802, Q803, Q804	（コントロール基板部）
-----------	-----	------------------------	-------------

・ 抵抗

47Ω 1/8W 1%	2 個	R3, R4	（電子ボリューム基板部）*2
100Ω 1/8W	2 個	R820, R821	（コントロール基板部）
0Ω	2 個	R802, R821	（コントロール基板部）
330Ω 1/8W	1 個	R819	（コントロール基板部）
4.7KΩ 1/10W	4 個	R803, R805, R807, R809	（コントロール基板部）
10KΩ 1/4W	2 個	R201, R202	（電子ボリューム基板部）
10KΩ 1/10W	18 個	R203, R204, R205, R206, R813*3, R814*3, R815*3	（電子ボリューム基板部）
		R801, R802, R804, R806, R808, R810, R811, R812, R816, R817, R818	（コントロール基板部）
470KΩ 8/1W 1%	2 個	R1, R2	（電子ボリューム基板部）*4

・ コンデンサー

10pF 50V	2 個	C6, C7	（電子ボリューム基板部）*5
0.1uF 50V	6 個	C906, C907	（電子ボリューム基板部）
		C801, C908, C909, C911	（コントロール基板部）
1uF 50V	1 個	C903	（電子ボリューム部）
4.7uF 25V	2 個	C912, C913	（コントロール基板部）*6
10uF 25V 無極性	2 個	C5, C8	（電子ボリューム基板部）

10uF 50V	5 個	C3, C4, C904, C905	(電子ボリューム基板部) *7
		C910	(コントロール基板部)
47uF 25V 無極性	2 個	C1, C2	(電子ボリューム基板部)
100uF/25V	4 個	C9, C10, C901, C902	(電子ボリューム基板部)

・ロータリーエンコーダー

EC12PLRGBSDVBF-D-25K-24-24C-61 1 個 SW801 (コントロール基板部) *8
EC12E2430803 1 個 SW801 (コントロール基板部) *9

・コネクタ

B2B-XH-A	1 個	CN902	(電子ボリューム基板部)
B3B-XH-A	2 個	CN901	(電子ボリューム基板部)
		CN903	(コントロール基板部) *1
B4B-XH-A	2 個	CN1, CN2	(電子ボリューム基板部)
B5B-XH-A	2 個	CN201	(電子ボリューム基板部)
		CN801	(コントロール基板部)
B5B-PH-K-S	1 個	SW801	(コントロール基板部) *10
5P ピンヘッダー	1 個	JP205	(電子ボリューム基板部) *11
6P ピンヘッダー	1 個	CN802	(コントロール基板部)

注記: **赤太字は 1 6 連対応版製品及び Ver1. 60 以降の製品で変更となる部品です。**

*1 外部より±15V の電源供給が可能な場合不要です。 本モジュール 1 個で 2 枚までの電子ボリューム基板に給電可能です。

*2 音質向上の為、この抵抗は 82Ω 1/8W 及び 110Ω 1/8W の抵抗器を並列接続で置き換える事が可能です。 この時プリント基板上の R3, R3X, R4, R4X 4 カ所を使用して部品を実装して下さい。 R3X, R4X 不使用時の音質向上の為、R3X 及び R4X の出力コネクタ側は接続されていません。 ジャンパーリード等で其々の抵抗と出力コネクタ間を接続して下さい。

*3 本製品 2 枚使用し 4 連化する場合は 22KΩ 1/10W を使用します。 また、1 6 連対応版は、CN801 によるデジチェーン接続で最後(終端)に位置する基板に 10KΩ 1/10W を半田付けします。 中間位置の基板には実装しません。

*4 U2 に使用するオペアンプが FET 入力の場合この抵抗器は不要です。

*5 このコンデンサーは音質に大きな影響を与えます。 マイカコンデンサーやスチコン等の高音質なコンデンサーを使用して下さい。

*6 U901 を使用しない場合不要です。 なお、このコンデンサーは音質に影響を与えますので使用する場合はタンタル電解コンデンサーを使用して下さい。

*7 C3, C4 は U2 に使用するオペアンプが FET 入力の場合このコンデンサーは不要です。 FET 入力オペアンプを使用する場合は、コンデンサーの代わりにジャンパー配線して下さい。

*8 秋月電子【通販コード P-05659】のロータリーエンコーダーです。 標準品及び、4 連有機 EL 表示器対応版に使用。

*9 秋月電子【通販コード P-06358】のロータリーエンコーダーです。 1 6 連対応版はこちらのロータリーエンコーダーを使用します。

*10 16 連対応版に使用。ロータリーエンコーダー 5 ピン端子側に半田付けします。

*10 本製品を重ね合わせて実装する場合、この部分を使用する事で簡単に配線する事が可能です。20 mm 長のスペーサーで重ね合わせる場合、秋月電子【通販コード C-02960】及び【通販コード C-05779】の連結ピンヘッダー、ピンソケットを使用する事が可能です。

2. 注意事項

- ・プリント基板上に回路図に存在しない部品シンボルが存在します。回路図及び部品表に無い部品は使用致しませんので、未実装としてください。
- ・この回路は 5V 単一電源もしくは、5V, $\pm 15V$ の 3 電源での動作が可能です。5V, $\pm 15V$ の 3 電源で使用する場合は、U901 を実装しないで下さい。また、この場合 C912, C913 の実装も不要です。
- ・指定された精度及びタイプの部品を使用して下さい。精度指定の無い部品の精度は 5% 精度（電解コンデンサーは 10%）の部品を使用して下さい。特にコンデンサーは音質に大きく影響します。高品質な部品を使用して下さい。
- ・C904 には基板上に「+」マークが印刷されていません。付属のシルク印刷に従って部品を実装して下さい。（CN1 側が「+」です。）
- ・使用する無極性電解コンデンサーには極性はありませんが、長いリード線を基板上に「+」マークのある側に半田付けして下さい。

3. 回路について

本製品は、MUSES72320 のリファレンス回路をほぼそのままプリント基板化し、更にマイコンによる制御回路を分離可能な同一基板上に設けております。MUSES72320 と制御回路は完全な独立した基板構成とし、制御回路からのノイズの影響を最低限となる様配慮されており、更に MUSES72320 に関しては音質最優先のプリント配線を実施していますので、同電子ボリューム IC を使用するオーディオ専門メーカー製品にも劣らない高音質を実現可能です。制御回路は MUSES72320 2 個 4 チャンネルの連動アッテネーターとして動作（標準品及び有機 EL 表示器対応版）、もしくは 8 個 4 グループ 16 チャンネルを連動制御する（16 連対応版）様に作成されています。

- ・標準品及び有機 EL 表示器対応版では、MUSES72320 の ID0 及び 1、2 つの MUSES72320 を同時制御します。このプリント基板 2 枚を使用する事で 4 チャンネル分を同時制御出来ますので、バランス回路に使用する 4 連ボリュームを構成する事が可能です。
- ・16 連対応版では、MUSES72320 の ID0 及び ID1, ID2 及び ID3, ID4 及び ID5, ID6 及び ID7 を連動制御します。このプリント基板を 4 枚使用する事で 2 チャンネル 4 グループの連動制御、更には 8 枚使用する事で 4 チャンネル 4 グループもしくはバランス型 2 チャンネル 4 グループの連動制御が可能です。
- ・有機 EL 表示器対応版及び 16 連対応版では IR Kit For Arduino を接続する事で、赤外線リモコンに対応します。赤外線リモコンを使用する事で 10 個の音量設定をメモリーする事が可能です。

4. 基板の接続について

本基板と外部機器との接続は、プリント基板上のコネクタを介して行います。

電子ボリューム回路基板部

- ・ 信号入力コネクタ (CN1)

1pin: Analog GND, 2pin: Ch-1 Signal, 3pin: Analog GND, 4pin: Ch-2 Signal
外部機器からの信号を入力します。 基準レベルは+4dBu ですが、+10Vp-p を超える電圧が加わらない様注意して下さい

バランス回路に使用する場合は Ch-1 を Hot, Ch-2 を Cold 信号に接続して下さい。

- ・ 信号出力コネクタ (CN2)

1pin: Analog GND, 2pin: Ch-1 Signal, 3pin: Analog GND, 4pin: Ch-2 Signal
外部機器への信号出力です。 本回路は減衰動作となりますので、最大出力電圧は入力電圧 (有機 E L 表示器対応版)、入力電圧+20dB (8 連対応版のグループ A, B, C、但し電源電圧を越えない事) となります。

バランス回路に使用する場合は Ch-1 を Hot, Ch-2 を Cold 信号に接続して下さい。

- ・ アナログ電源入力 (CN901)

1pin: +15V (最大 15mA) In, 2pin: Analog GND, 3pin: -15V In (最大 15mA)

- ・ デジタル, DC-DC コンバータ用電源入力 (CN902)

1pin: Digital GND, 2pin: +5V In (最大 300mA DC-DC コンバータ搭載時)

注 1 : 回路図とピン番号が異なります。

注 2 : 複数の基板を使用する場合はどれか一つの基板に給電して下さい。

他の基板にはコントロール信号配線経由で給電されます。

- ・ コントロール信号接続コネクタ (CN201)

1pin: Digital GND, 2pin: DATA, 3pin: CLOCK, 4pin: LATCH, 5pin: +5V Out

- ・ コントロール信号チェーン用ジャンパーコネクタ (JP205)

1pin: Digital GND, 2pin: DATA, 3pin: CLOCK, 4pin: LATCH, 5pin: +5V In/Out

コントロール信号接続コネクタ (CN201) と並列に接続されています。

コントロール回路基板部

- ・ コントロール信号接続コネクタ (CN801)

1pin: Digital GND, 2pin: DATA, 3pin: CLOCK, 4pin: LATCH, 5pin: +5V In

- ・ アナログ電源出力 (CN902)

1pin: +15V Out, 2pin: Analog GND, 3pin: -15V Out

オプションの U901 搭載時に使用可能です。

この電源出力から 2 枚の電子ボリューム回路基板に給電可能です。

- ・ 外部コントロール信号コネクタ (CN802)

1pin: このピンは搭載するマイコンにより機能が異なります。

- ・ LED Off In (標準版)

この端子を Digital GND に接続する事で、ロータリーエンコーダー内蔵の LED を消灯します。 ロータリーエンコーダー内蔵 LED を消灯する事で、音質が向上する事があります。 電源 On 直後のミュート動作中は LED が点灯します。

- ・ 赤外線リモコン信号入力 (有機 E L 表示器対応版)

- ・ MODE Select スイッチ In (16 連対応版)

2pin: +5V Out

3pin: Digital GND

4pin: Mute On/Off#

外部 Mute 回路を制御します。 MUSES72320 は電源投入時に大きな雑音を発生する事が製品仕様書に記載されています。 電源投入後約 2 秒間 Mute 信号を出力します。 この信号が High の間 Mute する回路を付加する事で雑音を抑制する事が可能です。(KOUWA バランス型ヘッドホンアンプ基板 Rev3.0 の JP302 に接続して下さい。)

5pin: このピンは搭載するマイコンにより機能が異なります。

- ・この端子を Digital GND に接続する事で、ゲインを 6dB 増加します。
(標準版及び有機 EL 表示器対応版)

・赤外線リモコン信号入力 (16 連対応版)

6pin: No Function (J801 に接続されています。)

5. 回路動作について

- ・回路動作はアッテネーター (減衰) 動作を行います。 通常のボリューム同様に、入力された信号を減衰させる働きを行います。 減衰レベルはロータリーエンコーダーを回転させる事で決定します。 設定されている減衰レベルは、

-∞, (黄色点滅)

-90dB,

-70dB ~ -35dB この間 5dB step で可変,

-35dB ~ -20dB この間 3dB step で可変,

-20dB ~ -10dB この間 1dB step で可変,

-10dB ~ -5dB この間 0.5dB step で可変,

-5dB ~ 0dB この間 0.25dB step で可変

です。 減衰レベルに連動してエンコーダーノブの色が変化します。

また、ロータリーエンコーダーのノブを押す事で、現在のレベルからさらに

-20dB, エンコーダーノブが赤色点滅 (標準版及び有機 EL 表示器対応版)

-∞ エンコーダーノブが赤色点灯 (標準版及び有機 EL 表示器対応版)

のミュート動作が可能です。

- ・減衰レベル変更作業が行われ、約 1 秒間操作を行わなかった場合は、現在の減衰情報がコントローラー内のメモリーに記憶されます。 次に電源が入れられた場合、記憶された減衰レベルが設定されます。 減衰レベル操作直後に電源を切った場合、その操作以前に記憶されていたレベルが設定されますので注意して下さい。 減衰情報記憶時にロータリーエンコーダーのノブが一瞬白く光ります。 ((標準版及び有機 EL 表示器対応版))
また有機 EL 表示器 2 行目に "M" マークが表示されます。 なお、LED Off 設定をした場合、エンコーダーノブは光りません。
- ・16 連対応版のグループ A, B, C は基準グループに対して 0.5dB ステップで ±20dB のレベルオフセット設定が可能です。
- ・有機 EL 表示器対応版及び 16 連対応版は IR Kit For Arduion を使用する事で赤外線リモコンによる制御が可能となります。 リモコンキーと機能は、参考を参照して下さい。

6. 組み立てについて

組み立ては部品表にある部品をプリント基板のシンボルに沿って半田付けします。
調整箇所はありませんので、正しく半田付けされれば問題なく動作致します。

- ・プリント基板は RoHS 対応の為無鉛半田による半田メッキ仕上げされています。
半田付けし難いと感じられた場合、有鉛半田の利用を推奨いたします。
但し、有鉛半田は音質を悪化させますので、出来るだけ良質な無鉛半田の使用を推奨します。 推奨する半田は NIHON SUPERIOR CO., LTD. の SN100C です。 この半田は、初心者にも比較的半田付けしやすく、音質も良い部類の半田です。
- ・部品の取り付けは、実装済の部品を除き背の低い部品から半田付けして下さい。
両面スルーホール基板となっていますので誤って半田付けされた場合、部品の取り外しは困難となります。 極性がある部品も多くありますので、付け間違いに十分に注意して下さい。
- ・特に指定が無い限り、半田付け用ランドが■になっているピンが1番ピンです。
- ・基板上のジャンパーポイントについて。
電子ボリューム回路基板には4カ所のジャンパーポイントがあります。 このジャンパーポイントは、半田を盛る事でショートする事が出来ます。
JP201: MUSES72320 の動作モードを決定します。 このジャンパーをショートすると音量の変化は、信号がゼロクロスした時点で行われますので、音量変化時の雑音を抑制する事が可能です。 通常はショートして下さい。
JP202 - JP204: MUSES72320 のアドレスを指定します。 付属のコントローラーは、アドレス 0 及び 1 の MUSES72320 を制御します。 付属コントローラーを使用する場合は、JP203, JP204 をショートして下さい。 JP202 はオープン、ショートどちらでも構いませんが、2枚を使用して4連ボリュームとして使用する場合は、1枚をオープン、1枚をショートとして使用する事を推奨します。
- ・ロータリーエンコーダーのボディーは Digital GND に接続されています。
ケースに取り付ける際に、ケースが Analog GND に接続されている場合は絶縁するなどの考慮が必要な場合があります。
- ・同一の電源回路から3つの電源が供給される場合を除き、Analog GND と Digital GND は直接接続しないで下さい。 ノイズが発生する場合、Analog GND と Digital GND 間を 68uH 程度のコイルで接続すると解決する場合があります。
- ・プリント基板上の D801 及び D802 はジャンパー配線となります。 ダイオードの実装はありません。

最後に、電源を接続する前に半田付けの再確認をお願い致します。

参考：

- ・ MUSES72320 の失敗しない半田付けについて。

MUSES72320 のパッケージは SSOP32 というとても小さなパッケージを採用しています。手での半田付けは困難とされていますが、意外と簡単に半田付けする事が可能ですから参考にしてください。 但し、使用する半田コテや半田は良質なものを使用して下さい。特に半田コテは十分な絶縁性能を持ったものを使用して下さい。

1. MUSES72320 のリードに半田メッキを施します。 MUSES72320 を 1, 32 番ピンが上になる様に立てて、リード間の半田ブリッジを気にせず、1 (32) 番ピンから 16 (17) 番ピンに向けて半田を流します。 半田の表面張力によりブリッジせずに綺麗に半田が流れ落ちれば終了です。 もしも下の方の何ピンかに半田が玉になって残った場合は、MUSES72320 を平らな厚紙の上に置き、残った半田を取り除きます。 この時も半田の表面張力をうまく利用する様にすれば綺麗に取り除くことが可能です。
2. プリント基板の半田付け面に半田メッキを行います。 既にこの部分は半田メッキ仕上げされていますが、その上から MUSES72320 のリードの半田メッキに使用した物と同一の半田を盛ります。 この事でリードとパターンの半田を付き易くします。ここでは発生した半田ブリッジは半田吸い取線等を利用して取り除いて下さい。
3. パターンの上に MUSES72320 を正確にのせます。 正確に MUSES72320 がパターンにのったならば、端のピンの上から半田のコテ先で押える様にします。 この作業は、コテ先に半田が残っていない様、十分にクリーニングした半田コテで行って下さい。この作業で、対角線上の 2 ヶ所のピンを半田付けし MUSES82320 が動かない様固定します。 1, 2 の作業でコーティングされた半田を利用して半田付けしますので、新たな半田は不要です。
4. 残ったリードも順番にピンの上から半田のコテ先で押える様に加熱していきます。全てのリードにこの操作を行った後、半田付けの状態をルーペなどで確認してください。もしも浮いているリードがあった場合は、再度ピンの上から半田のコテ先で押える様に加熱して下さい。

これでブリッジせずに半田付けが出来ると思います。

- ・ ミューティング回路及び EL 表示装置（対応 PIC 搭載製品）を接続する方法。

別紙の回路を追加する事で本製品にミューティング回路及び EL 表示装置（対応 PIC 搭載製品）を付加する事が可能です。 利用可能な EL 表示器は秋月電子で購入可能な、S01602AWxB-UC-WB-U（x は色を表す英文字）です。

- ・ 16 連対応版は MODE Select スイッチによって音量を調整するグループを選択します。

MODE Select スイッチを押す毎に、

基本グループ→Aグループ→Bグループ→Cグループ→基本グループ

の様に音量調整を行うグループを変更する事が可能です。

・ 赤外線リモコンキー対応表（有機EL表示器対応版及び16連対応版）

電源キー： Mute ∞

▼キー： Mute -20dB

▲キー： Mute Off

▶||キー： Mute モードキー 押す毎に Mute -20dB → Mute ∞ → Mute Off →
の様に遷移します。

**FUNC/STOP キー： 制御するグループを選択します。 このキーを押す毎に、
基本グループ→Aグループ→Bグループ→Cグループ→基本グループ
の様に遷移します。**

VOL+キー： 押す毎に音量がアップします。

VOL-キー： 押す毎に音量がダウンします。

ST/REPT キー： 音量メモリーモードを設定します。 押す毎に、メモリー／リコール
モードと変化します。 メモリーモード時に有機ディスプレイのM表示が
点滅します。

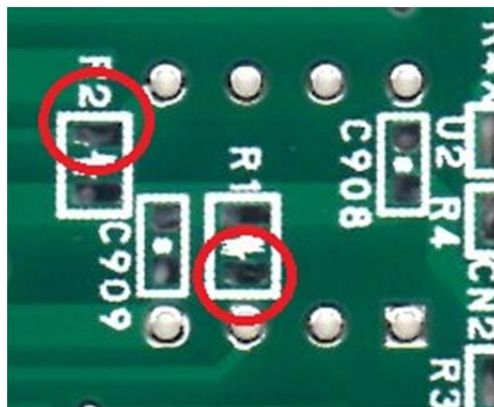
0 - 9 キー： メモリー／リコールする番号を指定します。

EQ, |◀, ▶| キー： 無機能。

***赤字の機能は16連対応版のみの機能です。**

・ 出荷時 R1 及び R2 は取り外しが容易となる様に片側のみを半田付けしてあります。

MUSES02 及び MUSES8820, MUSES8832 等のバイポーラ入力オペアンプを使用する場合は
下図の赤丸部分の半田付けを行って下さい。 MUSES01, MUSES8920 等の FET 入力オペアンプ
を使用する場合は、半田付けされている側（赤丸の反対側）を半田コテで加熱し、実装されて
いる抵抗を取り外して下さい。



バイポーラ入力オペアンプ使用時に半田付けを必要な個所