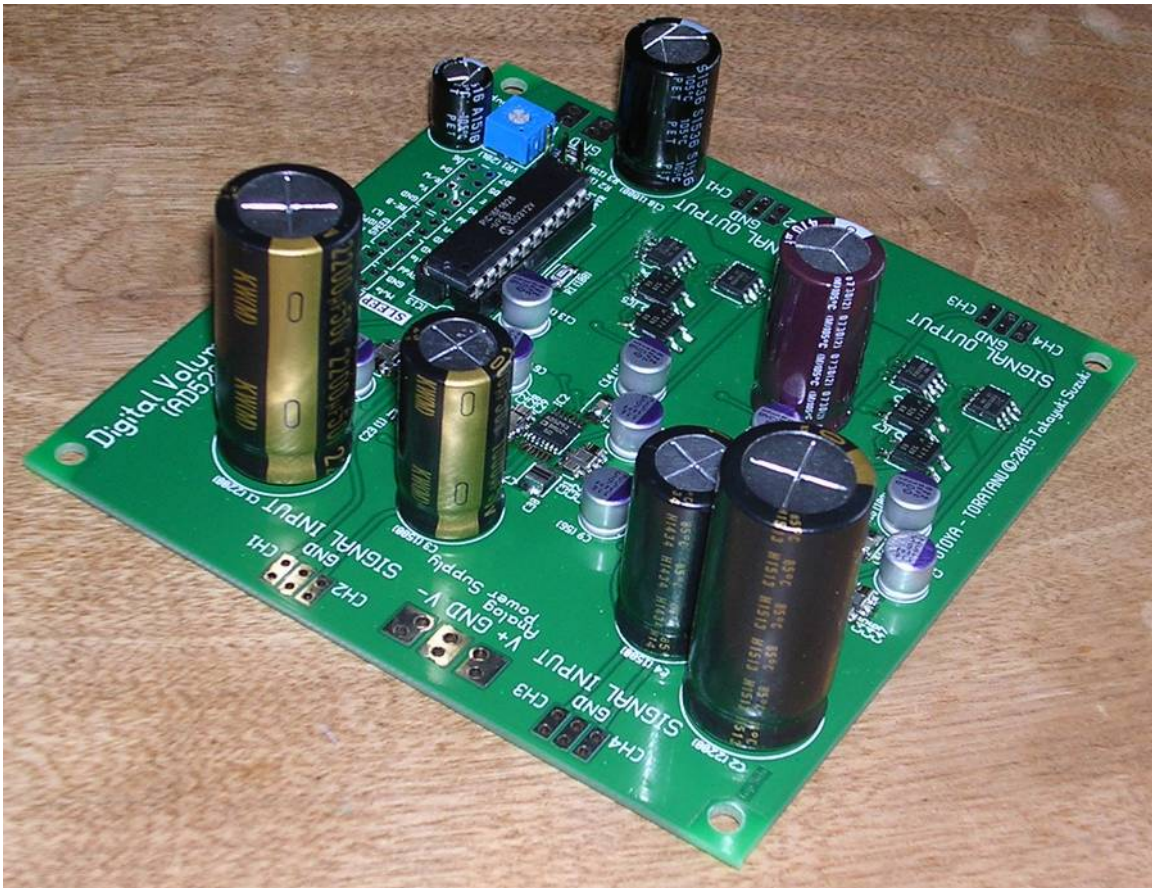


# Digital Volume for Balanced Connections AD5293(50k $\Omega$ ) x 4 取扱説明書



お願い

- 本基板を安全に使用し、性能を十分に引き出すには、電子工作の深い知識と高い技術が必須です。
- 必ず、この説明書をご理解いただいたうえで、ご利用下さいますようお願いいたします。
- 本基板は、どのような環境においても、「必ず音質の向上を実感していただける」という性質のものではございません。
- 正しい使い方をしないと、本基板やスピーカー、あるいはその他の電子機器の故障を招いたり、火災や怪我などの災害を招く可能性があります。安全には十分にご配慮いただいた上で、ご利用下さい。

© 2015. 音屋 とらたぬ. All rights reserved.

## 【概要】

アナログデバイゼズの AD5293 というデジタルポテンショメータ IC を使ったデジタルボリュームです。

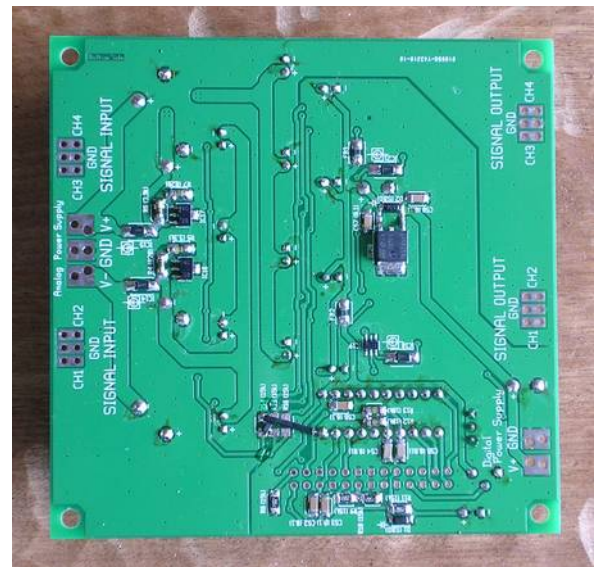
使用している AD5293 は、 $50\text{k}\Omega$  を 1023 ポジションで設定できるため、きめ細やかな音量調節が可能で、周波数特性 (-3dB の帯域幅) も  $210\text{kHz}$  とオーディオのボリュームとして使用するには、とても優れた性能を持っています。AD5293 は 1 つの IC で 1 回路のポテンショメータとなっており、これを 4 個使うことによってバランス接続に対応したデジタルボリュームになっております。(アンバランスで使用できないということではございません)

音量の制御は、可変抵抗器・ロータリーエンコーダー・プッシュボタン・赤外線リモコンから選択することが出来ます。ロータリーエンコーダーとプッシュボタンは赤外線リモコンと併用することが出来ますが、可変抵抗器でご使用になる場合は、赤外線リモコンは使うことが出来ません。

マイクロコントローラの影響を最小限にするために、オルタネイトのプッシュボタンを追加することにより、マイクロコントローラをスリープ状態にすることが出来ます。また、音量を素早く最小にしたい時のために、ミュート機能も持っています。ミュート機能はモーメンタリのプッシュボタンか、赤外線リモコンをご使用下さい。

AD5293 のアナログ電源のデカップリングコンデンサと外部コンデンサ (EXT\_CAP) には、ECPU・ECHU という高性能フィルムコンデンサや OS-CON を使用しております。

現在、可変抵抗器をご使用になっている方はもちろん、固定抵抗器で構成するアッテネーターをご使用の方にも、AD5293 の高いパフォーマンスを感じて頂ける製品に仕上げることが出来たと自負しております。

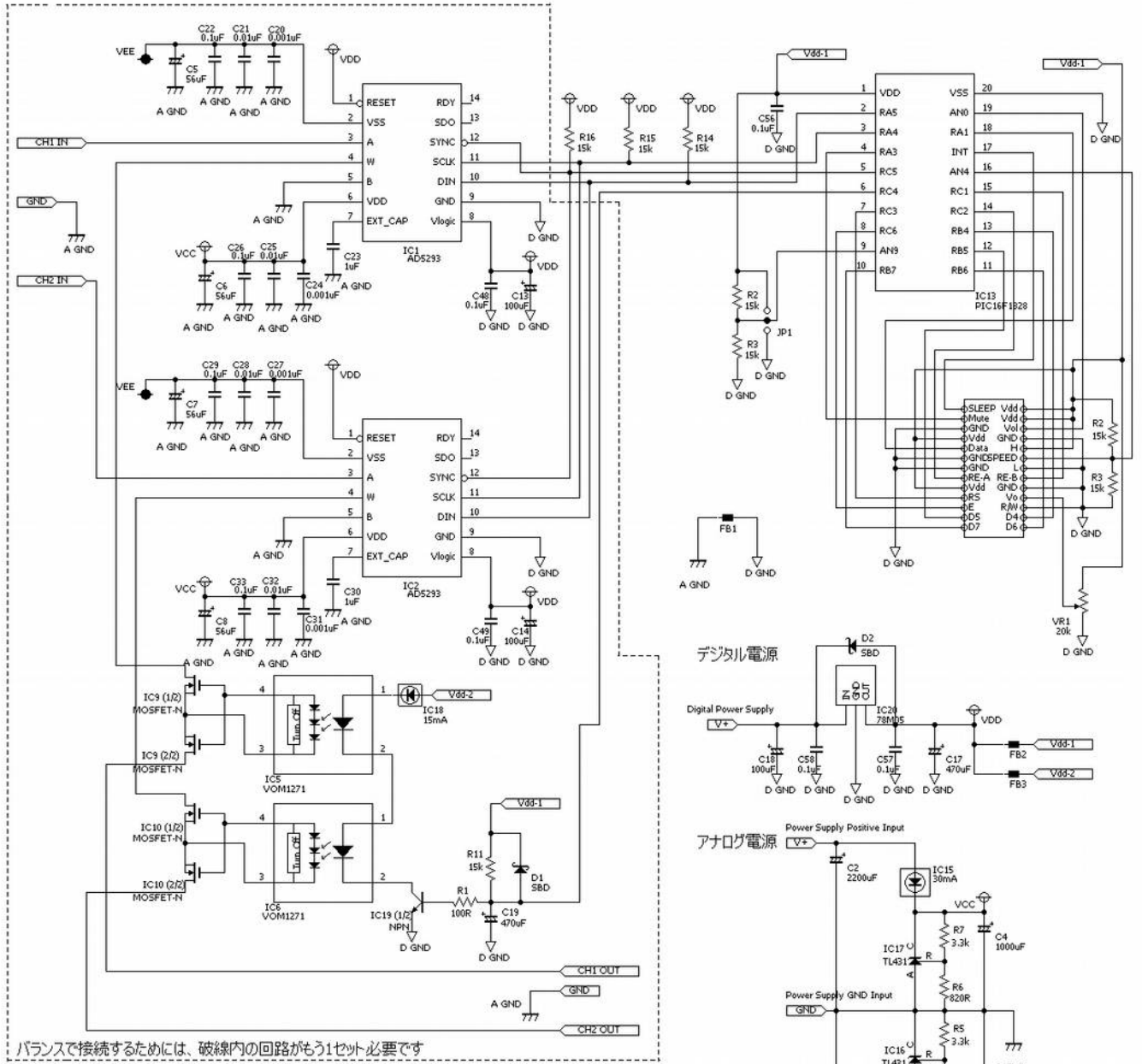


基板サイズ	: 100mm x 100mm x 1.6mm
基板素材	: FR-4
銅箔	: $70\mu\text{m}$ ・両面 (2層)
表面処理	: ハンダレベラー、グリーンレジスト
高さ	: 約 40mm

【回路図】

本基板の回路図を図1に示します。

この回路図では2チャンネル分だけなので、破線の部分がかもう1セット必要になります。



バランスで接続するためには、破線内の回路がかもう1セット必要です

Digital Volume for Balanced Connection  
Version 1.0.1  
© 2015 OTOYA - TORATANU

水魚堂さんの回路図エディター BSch3Vを使わせていただきました

図1 Digital Volume for Balanced Connection 回路図

## 【使用部品】

本基板の使用部品を表1に示します。

表1 使用部品

名称	プリント基板/回路図	個数	摘要
IC			
AD5293-50K	IC1, IC2, IC3, IC4	4	Digital Potentiometer
VOM1271T	IC5, IC6, IC7, IC8	4	Photocoupler
DMS3015SSS-13	IC9, IC10, IC11, IC12	4	MOS FET : N-Channel
PIC16F1828	IC13	1	Micro Controller
TL431	IC16, IC17	2	Voltage Reference
L78M05CDT-TR	IC20	1	Voltage Regulator
NSI45015WT1G	IC18, IC21	2	Constant Current 15mA
NSI45030AT1G	IC14, IC15	2	Constant Current 30mA
IMX1T	IC19	1	NPN Tr x 2
TCM809	IC22	1	Reset IC (5V)
ダイオード			
CRS04	D1, D2	2	SBD
セラミックコンデンサ			
0.1 $\mu$ F / 50V	C48, C49, C50, C51, C52, C53, C56, C57, C58	9	
0.01 $\mu$ F / 50V	C54, C55	2	
フィルムコンデンサ			
0.1 $\mu$ F / 16V	C22, C26, C29, C33, C36, C40, C43, C47	8	ECPU
0.01 $\mu$ F / 50V	C21, C25, C28, C32, C35, C39, C42, C46	8	ECHU
0.0001 $\mu$ F / 50V	C20, C24, C27, C31, C34, C38, C41, C45	8	ECHU
1 $\mu$ F / 16V	C23, C30, C37, C44	4	ECPU
電解コンデンサ			
470 $\mu$ F / 16V	C19	1	
56 $\mu$ F / 25V	C5, C6, C7, C8, C9, C10, C11, C12	8	OS-CON
100 $\mu$ F / 16V	C13, C14, C15, C16	4	OS-CON
470 $\mu$ F / 50V	C17	1	低インピーダンス品
1000 $\mu$ F / 35V	C18	1	ルビコンZLH
1000 $\mu$ F / 50V	C3, C4	2	ニチコンKW
2200 $\mu$ F / 50V	C1, C2	2	ニチコンKW
抵抗			
100	R1	1	
820	R4, R7	2	Vishay SMM
3300	R5, R6	2	Vishay SMM
10000	R12, R13	2	
15000	R2, R3, R8, R9, R10, R11	6	
フェライトビーズ			
MPZ2012S601A	FB1, FB2, FB3	3	
半固定抵抗			
20K	VR1	1	
ICソケット		1	20P

## 【ご使用方法】

## 1) 電源

本基板を使用するためには、アナログ系の両（正負）電源とデジタル系の単電源の2系統が必要になります。

図2の中央部がアナログ電源をつなぐ端子です。グランドと正負の電源をつないで下さい。図3がデジタル電源をつなぐ端子です。

トランス1つからアナログ・デジタル両方の電源に電力を供給することも可能ですが、最高の音質を追求されるのであれば、それぞれを別のトランスから供給することをお勧めします。トランスのコアを共有しないほうが、ノイズに関しては優れています。

本基板に与える電源は、直流の電圧源である必要があります。家庭用の100Vの交流電源を電源用トランスで減圧し、ブリッジダイオードで整流後、平滑用コンデンサで直流にしたものを与えることをお勧めします。交流電源を直接与えたり、正負の極性を逆に接続しますと、確実に故障いたします。ご注意ください。

アナログ側に与える電圧は、 $\pm 15\sim 20\text{V}$ の範囲になるようにトランスやダイオードを選択して下さい。デジタル側に与える電圧は、 $8\text{V}\sim 20\text{V}$ の範囲になるようにして下さい。デジタル部の電圧レギュレーターには三端子レギュレータを使用していますが、バックライト付きのキャラクタディスプレイをご利用される場合は、必要とされる電流量が多くなります。デジタル部の電圧は5Vですので、この基板から多くの電流を取り出す場合は、デジタル部へ与える電源電圧は8~10V程度にして頂けますようお願いいたします。（入出力電圧の差が大きいほど発熱量が増えるので、それによるトラブルを避けるためです。）

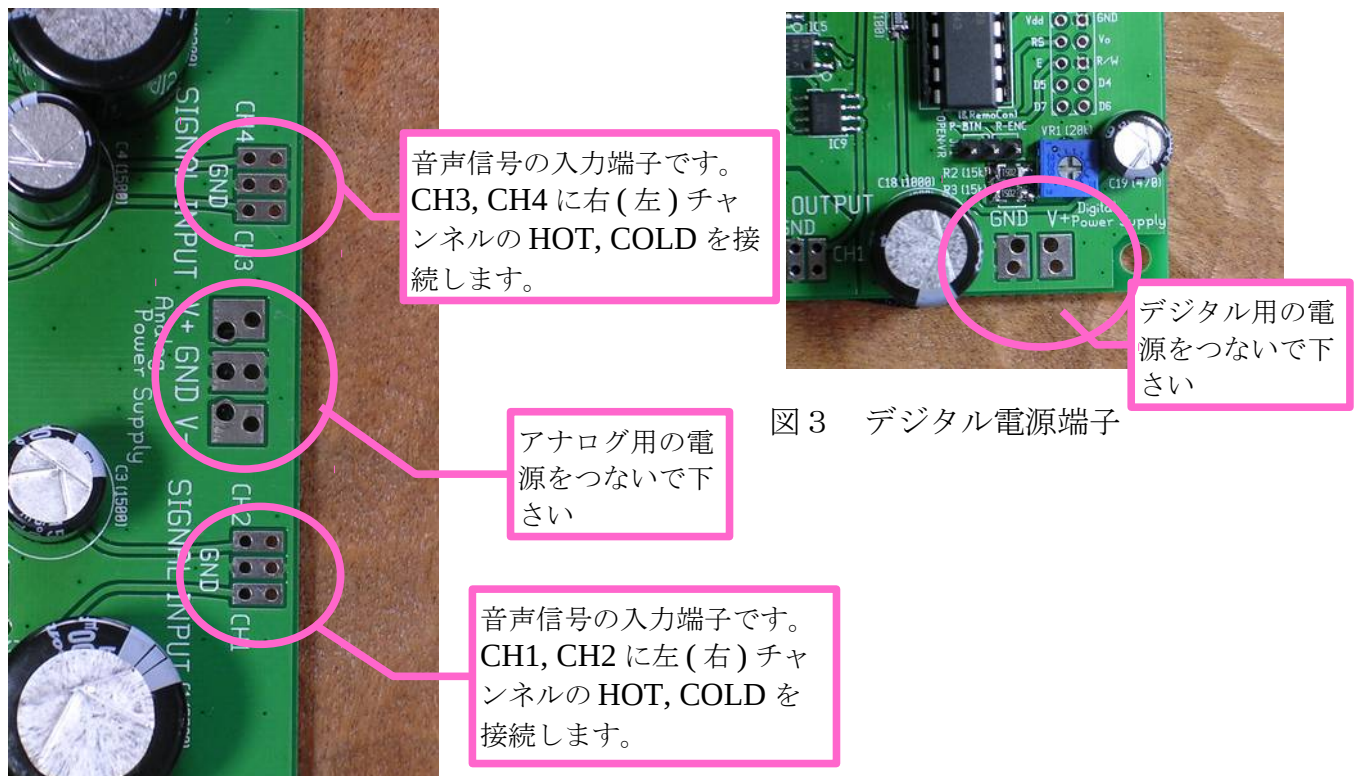


図3 デジタル電源端子

図2 信号入力端子とアナログ電源端子

2) 音声信号入力・出力端子

音声信号入力端子にかけられる電圧は、 $\pm 11V$  までです。それ以上の電圧をかけると、AD5293 内部（入力部）にある保護ダイオードに電流が流れ込み、出力信号の波形が歪むこととなりますので、ご注意ください。

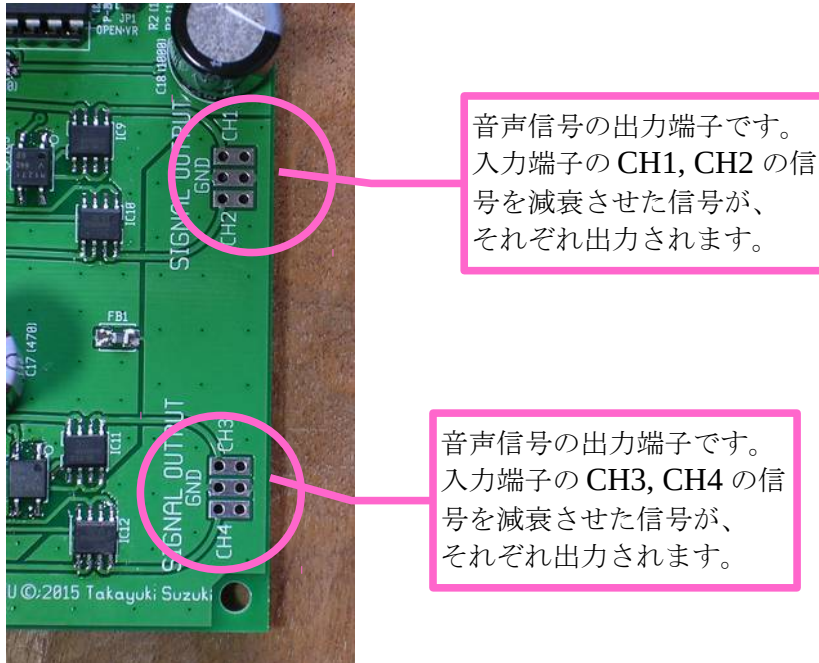


図4 出力信号端子

DAC からの入力信号と、パワーアンプへの出力信号を接続するケーブルは、同じチャンネルの HOT 側と COLD 側を撚ってツイストペアケーブルにすると、同相ノイズ（コモンモードノイズ）に強くなりますので、お勧めです。

## 3) 各種設定

本基板の動作を決める設定端子と、制御を行うための入出力端子を図5に示します。

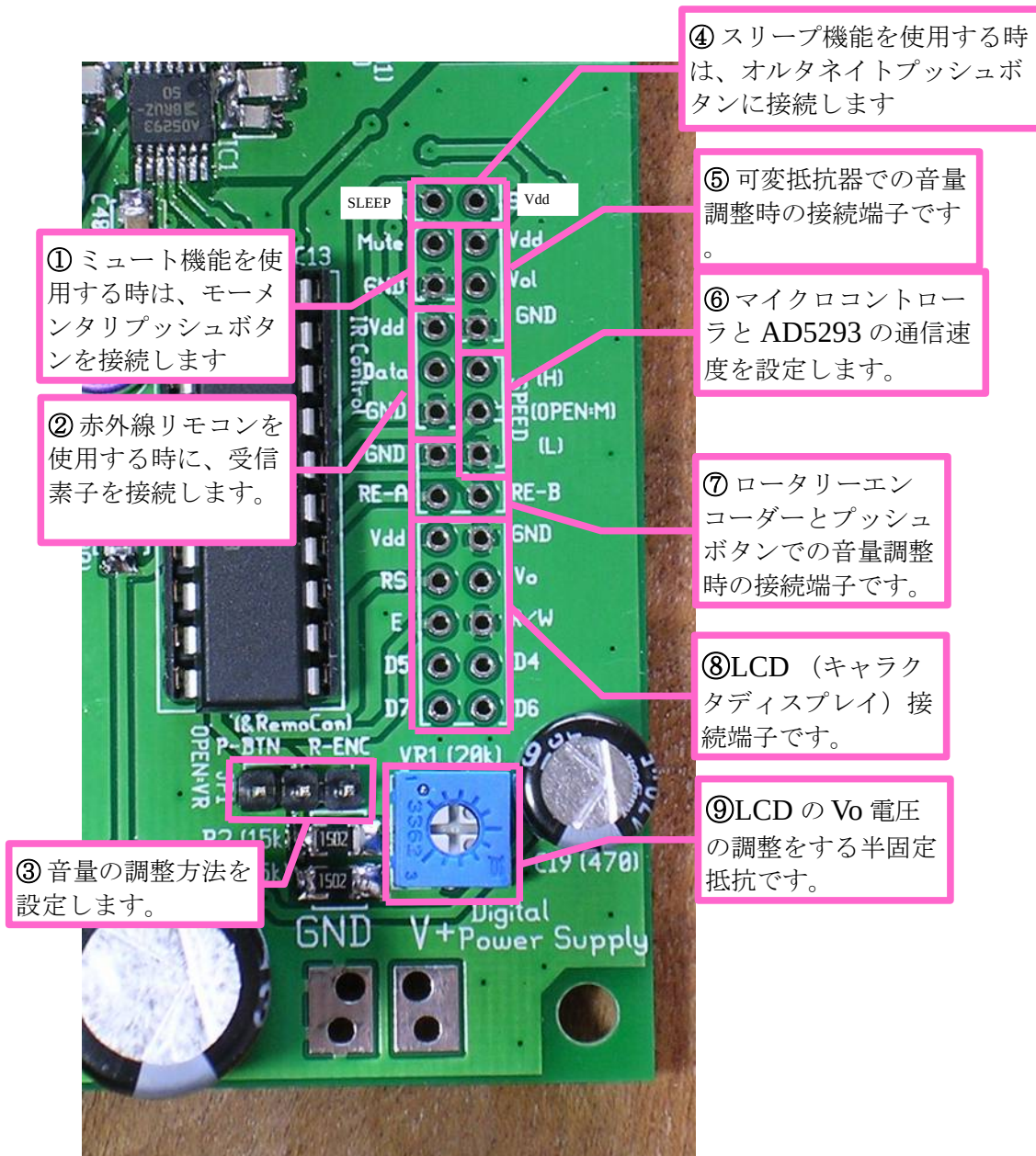


図5 各種設定と接続端子

## ①通信速度設定

マイクロコントローラ・AD5293間の通信を行うスピードを3段階で設定することが可能です。図5の⑥の部分で、H：高速・開放：中速、L：低速に設定します。付属しているピンヘッダーとジャンパーピンをご使用下さい。

電源に由来する問題※で、稀にAD5293とマイクロコントローラの間の通信が上手く機能しない時があります。そのような場合は、中速 (Mid) や低速 (L) でお使い下さい。中速・低速で使用する場合は、ロータリーエンコーダーでの音量調整は操作感が悪くなりますので、可変抵抗器かプッシュボタン、赤外線リモコンでの音量調整をお勧めします。

本基板の導入時には、スピーカーを接続して実際にご使用になる前に、音量を操作した時に、出力端子とグラウンドの間で抵抗値が連続的に変化していることを必ず確認して下さい。

問題が発生しない、最も早いスピードに設定してください。

※電源に由来する問題：リリースする基板とはデザイン自体が異なる初期バージョンの基板の時のことですが、テスト環境におきまして、パワーアンプの電源から本基板のアナログ電源をとった時に、このような現象が発生したことがあります。電源電圧の安定性が損なわれている状態で発生したものと推測しております。

## ②音量操作方法の選択

音量調整方法には3種類あります。図5の③のピンヘッダーで設定します。開放が可変抵抗器による操作、R-ENCがロータリーエンコーダーによる操作、P-BTNが押しボタンの操作です。R-ENCかP-BTNに設定すると、赤外線リモコンによる操作も可能になります。

### a) 可変抵抗器

本基板の音量を可変抵抗器を使ってコントロールすることは、今までの慣れ親しんだ操作感という点では、最も優れています。音量の操作にはAカーブの可変抵抗器が向いています。抵抗値としては、低すぎると流れる電流が多くなるため、50kΩ程度が適しています。2連やそれ以上のは必要ありません。単連の可変抵抗器をご用意下さい。（もちろん、既に2連のものをお持ちでしたら、それをご利用いただけます。）

この場合は、赤外線リモコンとは併用することが出来ません。これは、可変抵抗器の軸の回転位置に対して、赤外線リモコンで音量を変更した時に、その音量と軸の回転位置に相違が発生することを解決できないためです。

可変抵抗器は図5の⑤の端子に接続して下さい。

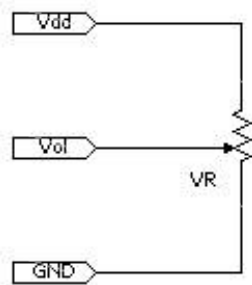


図6 可変抵抗器の接続図

### b) ロータリーエンコーダー

ロータリーエンコーダーは軸を回転させると、パルスが発生させる部品で、軸を回転させた時にクリック感のあるタイプと、無いタイプがあります。クリック感とは、軸を回転させた時に、カチカチという手応えのあるものです。クリック感のあるタイプは、パルスの発生に癖があって、やや使い勝手が悪くなりますので、新しく購入されるのであれば、クリック感の無いタイプを選択して下さい。（秋月電子通商にて、Alps ElectronicsのEC12E2430803が入手可能です。）

本基板を制御するマイクロコントローラは、ロータリーエンコーダーから受け取



るパルスを判定して、AD5293 との通信を行っています。AD5293 との通信中は、ロータリーエンコーダーのパルスを受け付けて判定することが出来ません。従いまして、ロータリーエンコーダーの回転速度が早すぎると、その回転を検知できなくなります。音量を素早く変更したいと考えて回転速度を早くすると、かえって上手く音量の調整ができなくなります。適度な回転速度を守ってご使用下さい。

A カーブの可変抵抗器の操作感と同様になるように、音量が大きいほど回転に伴う音量の変化が大きくなるようになっています。

ロータリーエンコーダーを使用する時には、赤外線リモコンを併用することが出来ます。ただし、ロータリーエンコーダーを回転させて音量を調整しながら、同時に赤外線リモコンで操作すると、予期しない現象が起きる可能性がありますので、そういった使い方は避けて下さい。

なお、ロータリーエンコーダーご使用時は、電源投入時に初期設定として最小音量に設定されます。

ロータリーエンコーダーは図5の⑦に接続して下さい。ロータリーエンコーダーのコモン(C)を基板のGNDに、Aを基板のRE-A、Bを基板のRE-Bにそれぞれ接続します。回転方向と音量変化が一致しない場合は、AとBを入れ替えて下さい

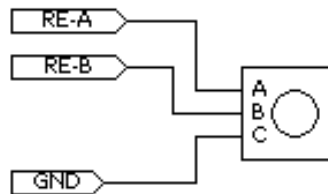


図7 ロータリーエンコーダーの接続図

### c) プッシュボタン

音量を上げるためのボタン1つと下げるためのボタン1つで、合計2つのプッシュボタンを使って、音量を調整することが出来ます。プッシュボタンにはモーメンタリタイプが適しています（モーメンタリタイプは押し続けている間だけONになるものです）。ボタンを押し続けると、その時間に応じて変化量が多くなります。

プッシュボタンを使用する時には、赤外線リモコンを併用することが出来ます。ただし、プッシュボタンを押して音量を調整している時、同時に赤外線リモコンで操作すると、予期しない現象が起きる可能性がありますので、そういった使い方は避けて下さい。

なお、プッシュボタンご使用時は、電源投入時に初期設定として最小音量に設定されます。

プッシュボタンは、図5の⑦に接続して下さい。

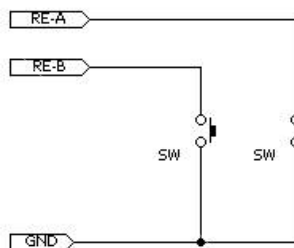


図8 プッシュボタンの接続図

d) 赤外線リモコン

赤外線リモコンは、ロータリーエンコーダーとプッシュボタンのいずれかによる音量調整と併用して使用することが出来ます。機能としては、音量UPと音量DOWN、そしてミュートを行うことが出来ます。

赤外線リモコンをご利用される場合は、赤外線を受光して信号に変換する素子が必要です。テスト環境で使用しているものは、GP1UXC41QSという素子です。キャリア周波数38kHzのものをご利用下さい。

図5の②に接続します。素子のグラウンドとVccに、基板のGNDとVddを接続します。素子のVoutを基板のDataを接続して下さい。

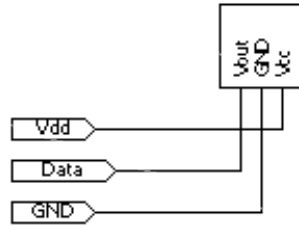


図9 赤外線リモコン受光素子の接続図

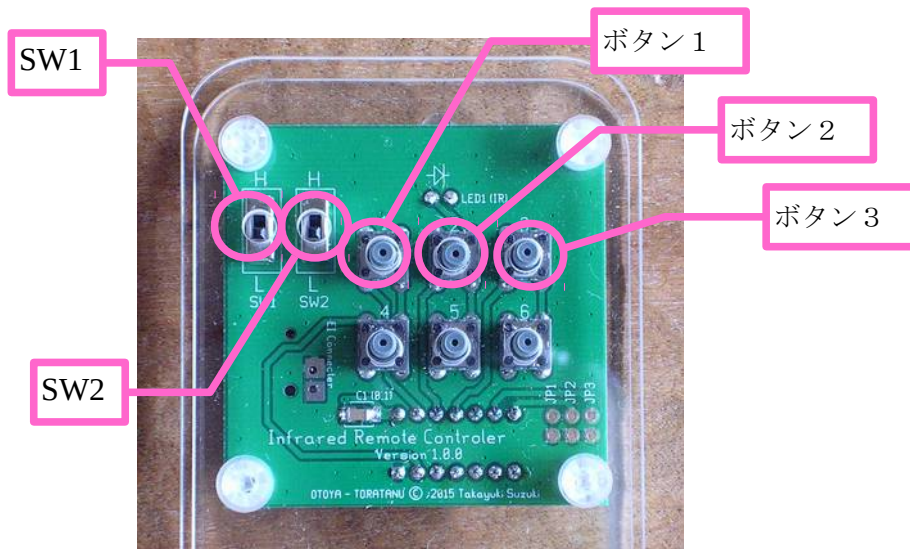


図10 リモートコントローラ操作面

図10にリモートコントローラの操作面を示します。デジタルボリュームでは以下の設定で使用します。

表2 リモートコントローラの設定と操作

スイッチ	設定	ボタン	機能
SW1	L	1	音量アップ
SW2	L	2	音量ダウン
		3	ミュート

## 4) スリープ

AD5293 の制御や各種入出力を制御しているマイクロコントローラは、音量の調整を行わない時でも、常にプログラムを実行しています。具体的には、入力される情報を監視し続けています。このような制御方法が音質に影響を及ぼさないよう、十分に配慮したプリント基板のパターン設計をしておりますが、それでも気になる方のために、マイクロコントローラをほぼ完全に止めてしまう機能をもたせています。SLEEP ピンを Vdd に接続している間は、マイクロコントローラはスリープ状態になって、機能を停止します。SLEEP ピンを Vdd から切り離すと、スリープ状態から復帰して、機能を回復します。この動作のため、押しボタンはオルタネイトタイプをご使用下さい。（オルタネイトタイプは、押すとボタンが引っ込んだままになって、もう一度押すとボタンが戻るタイプです。）

スリープ中は全ての方法による音量の変更や、ミュートなどの一切の機能を停止します。ご注意いただきたいのは、可変抵抗器で音量を調整している場合は、スリープ中に可変抵抗器の軸の回転位置を変更しますと、スリープから復帰後にその位置の音量になります。突然、大音量になったり、小音量になったりする可能性がありますので、十分にご注意下さい。

押しボタンを図5の④に接続して下さい。

SLEEP ピンのシルクの表示に不具合がありまして、印刷したものを貼っておりますが、どうぞご容赦願います。

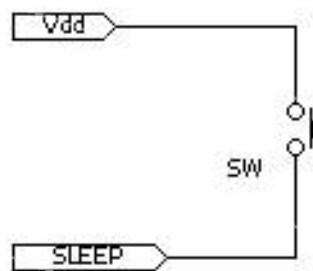


図 1 1 スリープボタンの接続図

## 5) ミュート

音楽を聴いている時に、来客や電話などで音量を一気に下げたい時にお使い下さい。Mute ピンをグランドに接続した時点で、音量が最小になります。ミュートを解除するためには再び Mute ピンをグランドに接続して下さい。この動作のため、押しボタンはモーメンタリタイプをご使用下さい。

図5の①に押しボタンを接続して下さい。

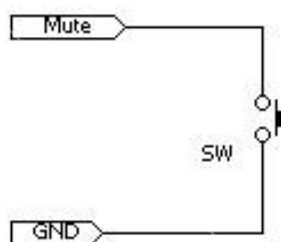


図 1 1 ミュートボタンの接続図

ミュート機能は赤外線リモコンでも使用することが出来ます。ボタン3を押す度に、ミュートのオンオフが切り替わります。

ミュート機能でもスリープと同じ点にご注意いただく必要があります。音量の操作に可変抵抗器をご使用になる場合は、ミュート中に可変抵抗器の回転位置を変更しますと、ミュート解除後に大音量になったり、小音量になったりする可能性がありますので、操作にはご注意ください。

ロータリーエンコーダーやプッシュボタン・赤外線リモコンでは、ミュート中にこのような音量の変更を受け付けられないため、問題は発生しません。

## 6) LCD (キャラクタディスプレイ) との接続

16文字2行のLCDを使って、音量やミュート・スリープについての状態表示を行うことができます。本基板のデジタル部の電源電圧は5Vですので、それに対応したディスプレイをご用意下さい。データバスは4ビット (D4～D7だけ使用し、LCD側のD0～D3は未接続とします) で制御しています。バックライト付きのものもご使用になれるように十分な電流供給能力のあるレギュレーターを使っておりますが、LCD用電源ピンへの配線が細くなっておりますので、バックライト付きのLCDをご利用の場合は、他の空いているVddのピンから電源を取って頂けますようお願いいたします。図5の⑧にLCDを接続します。

Voの調整には、図5の⑨の半固定抵抗を使用します。(LCDに文字を表示させるために、Voの調整が必要です。)

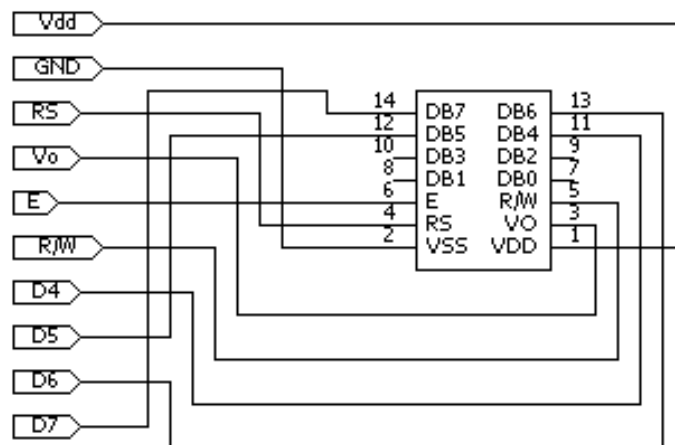


図12 LCD (キャラクタディスプレイ) の接続図

テスト環境では、GMD1620Bというキャラクタディスプレイを使っております。他のものでも、HD44780互換のキャラクタディスプレイであれば問題はないと思います。

起動時後10秒程度、制御する方法（可変抵抗器・ロータリーエンコーダー・プッシュボタン）を表示した後、現在の音量の値をバーとして表示します。

その下に百分率での音量表示とミュートの状態を表示します。スリープに入ると、ミュートの部分の表示がスリープの表示に変わります。



可変抵抗器使用時



プッシュボタン使用時



ロータリーエンコーダー使用時

図13 起動時の表示



図14 初期表示終了後



図15 ミュート中の表示



図18 スリープ中の表示

## 7) アンバランス接続でのご使用について

本基板には信号のゼロクロスをチェックして、そのタイミングで音量を変更するという回路はありません。そのため、アンバランス接続でご使用になった場合、音量変更時やミュート操作時にノイズが入る場合があります。信号自体にDCオフセットがあると、ノイズが入る可能性が高いです。もちろん、このノイズもパワーアンプやスピーカーに悪影響を及ぼす程のものではないと考えておりますが、気になる方はご注意ください。

## 8) 保護回路

AD5293の入力部には、保護用のダイオードがあります。本基板の電源投入前に信号の入力端子に信号が入力されて電圧がかかると、この保護ダイオードによって電源部に電流が流れ込みます。そうすると出力端子に予期しない電圧（信号）が出力されてしまいます。

そのような現象に対応するために、AD5293の出力側にMOS FETを使用したりレーを配置しております。機械的なリレーでは長い間使っていると、接触不良が発生してノイズを発生させる原因となりますが、MOS FETでは素子の故障を除けば、そのような心配はありません。機械的なリレーと違って完全に回路を切断できないので、多少の信号の漏れはありますが、スピーカーの故障を心配するようなノイズを抑制するという目的に関しては、十分な性能があります。

このような保護回路はあるわけですが、耳障りなノイズを抑制するために、基本的な操作として本基板の電源を投入するタイミングは、パワーアンプの電源投入と同時か、もしくは先にして頂きたいと思えます。

## 【保証規定】

部品の実装に関しましては手作業で行っておりますので、全製品に対して、完成後に機能試験をして正常動作を確認してから発送しております。

このような製造体制でありますので、保証期間は商品到着後、2週間とさせていただきます。到着後、お早めに機能のご確認をお願いします。正しい使い方をされても正常に動作しない場合は、修理が可能であれば修理で、修理が不可能であればご返金で対応させていただきます。

ハンダ付けなど、お見苦しいところがあると思います。また、機能確認時にクリップなどでパッドを挟んでおりますので、周囲のグリーンレジストを含め多少の傷がありますが、どうぞご容赦願います。

正常動作を確認するまでは、こちらから発送に使用しました箱と緩衝材をとっておい  
て下さい。

## \* 動作不良の場合の取り扱いについて

申し訳ありませんが、まず購入者様のご負担で返送していただき、こちらで基板が不良品であることを確認した後で、修理可能であれば修理とテストが完了後に送らせていただきます。ご負担いただいた返送料を購入者様の口座に振り込ませていただきます。

修理不可能と判断した場合は、ご負担いただいた返送料・商品代金・送料を購入者様の口座に振り込ませていただきます。

こちらでは正常に動作する場合は、ご返金はできかねますので、ご了承下さい。また、着払いでご返送いただいても、受け取れませんのでよろしく願います。

## 【最後に】

この Digital Volume for Balanced Connections 基板が、お客様に今以上の豊かな音楽ライフを楽しんで頂くための一助となることを願っております。

本文書と Digital Volume for Balanced Connections 基板の著作権は

「音屋 とらたぬ」にあります。

利用の範囲は個人で楽しむ電子工作とさせていただきます。

営利目的でのご利用はお控え下さい。

本文書に記載されている回路図や部品表に従って、個人で楽しむ事を目的に

デジタルボリュームを作製されることを妨げるものではありませんが、

そのことにより発生する一切の損害の責を負いかねますのでご了承下さい。