

DAC9038D for DUAL ES9038PRO
ESS 社 ES9038PRO DUAL 使用オーディオ用 DAC 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。

1. はじめに

本基板は ESS 社のフラッグシップ 32BitDAC である ES9038PRO を DUAL で用いたオーディオ用の DAC です。ES9038PRO は前モデルの ES9018S とピンコンパチながらも、内部的には一新された（と思われる？）モデルであり大幅な性能・機能アップがはかられています。

この基板では DAC の性能を最大限活かすべく、電源部を強化しています。左右およびデジタル・アナログを分離することはもちろんのこと、電圧レギュレータには超低ノイズである ADM7154 を計 10 個つけた贅沢な仕様となっています。また、操作については LCD とスイッチを用いたフルファンクションモードに加え、入力切替のみで動作するシンプルファンクションモードをサポートしています。またフルファンクションモードで使用する LCD も 16 列×2 行および 20 列×4 行のどちらも使えるようにしています。その他、ジッタクリーナ回路や SHIFTEED-DSD など機能的にも色々と盛り込みました。

ESS 社の洗練された最新鋭の DAC を試してみる基板として面白いと思います。



完成例

2. 仕様 (Specification)

表 主な仕様 (Specification)

機能 Function	オーディオ用 DAC 基板 Audio Digital to Analog Convertor
素子 Device	・ ESS 社のフラッグシップ DAC である ES9038PRO を DUAL で使用
仕様 & 特徴 Spec. and features.	<ul style="list-style-type: none"> ・ 電圧レギュレータは超低ノイズの ADM7154 を使用し左右、デジタルアナログ分離ならびにクロック、ロジック部を分離し計 10 個使用。 ・ マスタークロックは基板上の 100MHz 水晶と、BCK 信号逡倍+ジッタクリーナを通した 2 モード使用可能。 ・ BCK 信号逡倍では消費電力を抑えた周波数低めの ECO モードと、仕様範囲を超えた 100MHz 以上を供給可能な OVC (オーバクロック) モードを搭載。 ・ 入力は SPDIF × 4、PCM × 1、DSD × 1 ・ DSD 再生は NORMAL および SHIFTEED-DSD を選択可
必要電源 POWER	<ul style="list-style-type: none"> ・ 単一系統電源で動作可 (5V1600mA は最低限必要 (2A 以上推奨))。 ・ 独立給電も可 (DAC 部各 400mA × 4、ロジック部 400mA の 5 系統)。
基板仕様	FR4、厚さ 1.6mm、銅箔厚 70 μm、金メッキ、サイズは巻末

3. 端子機能

(1) 基板端子機能

本基板における基板端子の機能を下表に示します。

表 基板端子機能

No	機能	内容	備考
P1	GND	信号 GND	RX3 (SPDIF3) デジタル(ロジックレベル) 入力
P2	SIGNAL	SPDIF3 入力	
P3	VDD	3.3V ロジック電源	
P4	GND	信号 GND	RX2 (SPDIF2) デジタル(ロジックレベル) 入力
P5	SIGNAL	SPDIF2 入力	
P6	VDD	3.3V ロジック電源	
P7	GND	信号 GND	RX1 (SPDIF1) 同軸入力
P8	SIGNAL	SPDIF1 入力	
P9	GND	信号 GND	RX0 (SPDIF0) 同軸入力
P10	SIGNAL	SPDIF0 入力	
Pcom	GND	電源 GND	キー操作の GND
P11	TERM-/RX0	フルファンクションモードは TERM+, TERM-, PARA+, PARA- を使用して操作。 シンプルファンクションモードはそれぞれの端子を GND 接続することで入力信号を選択。	詳細は「5. 接続方法(アナログ出力以外)」にて説明。
P12	TERM+/RX1		
P13	RSV/RX2		
P14	RSV /RX3		
P15	PARA-/P1 (PCM)		
P16	PARA+/P2 (DSD)		
P17	GND	VR の GND	電子ボリューム用の VR (可変抵抗) を接続 10k Ω (B) 程度が推奨。
P18	VR-CT	VR のセンターを接続	
P19	VDD	VR の VDD	
P20	LED	シリアル LED 信号出力	2 行 LED を接続し電子ボリューム表示に使用
P21	RELAY	リレー出力	電源投入後の数秒後に HIGH レベルになる。
P22	GND	電源 GND	
P23	OUT1A	DAC アナログ出力 (+) R-CH	ES9039PRO の 8 パラ出力 (右チャンネル用)
P24	GND	信号 GND	
P25	OUT1B	DAC アナログ出力 (-) R-CH	
P26	AVD1	DAC アナログ用電源 (4~5V)	ES9038PRO (右チャンネル用) 電源
P27	GND	電源 GND	
P28	GND	電源 GND	
P29	DVD1	DAC デジタル用電源 (4~5V)	
P30	GND	電源 GND	
P31	DVDD	ロジック用電源 (5V)	クロック、ロジック用電源
P32	DVD2	AC デジタル用電源 (4~5V)	ES9038PRO (右チャンネル用) 電源
P33	GND	電源 GND	
P34	GND	電源 GND	
P35	AVD2	DAC アナログ用電源 (4~5V)	
P36	OUT1A	DAC アナログ出力 (+) L-CH	ES9039PRO の 8 パラ出力 (左チャンネル用)
P37	GND	信号 GND	
P38	OUT1B	DAC アナログ出力 (-) L-CH	

(2) コネクタ機能

本基板には3つのコネクタがあり、それぞれ PCM、DSD の入力、および LCD の接続コネクタになります。

(i) CN1 : PCM-INPUT (P1)

CN1 は PCM 入力用のコネクタです (CN1 is a input for PCM).

Table CN1 (PCM INPUT)

Pin	Name	Content	Pin	Name	Content
1	DATA	DATA	2	GND	GND
3	LRCK	LR CLOCK (WORD CLOCK)	4	GND	GND
5	BCK	Bit Clock	6	GND	GND
7	(MCK)	(Master Clock)	8	GND	GND
9	N. C		10	N. C	

(ii) CN2 : DSD-INPUT (P2)

CN2 は DSD 入力用のコネクタです (CN2 is a input for DSD).

Table CN2 (DSD INPUT)

Pin	Name	Content	Pin	Name	Content
1	DATA-L	L channel DATA	2	GND	GND
3	DATA-R	R channel DATA	4	GND	GND
5	BCK	Bit Clock	6	GND	GND
7	(MCK)	(Master Clock)	8	GND	GND
9	N. C		10	N. C	

(iii) CN3

CN3 は LCD を接続します。フルファンクションモードでは必須になりますが、シンプルファンクションモードでは必須ではありません (接続した場合、各種の表示はされます)。CN3 は偶数ピンと奇数ピンが入れ替えられるリバー-spin 配置ができるように、奇数ピンがコネクタ両側の3列配置となっています。使用する LCD は 3.3V、5V 動作のどちらでも使用可能です。LCD への供給電圧は JP1 で選択します。また VDD、VSS の入れ替えが JP2 で行えます。LCD は秋月電子の SC1602 あるいは SC2004 シリーズが適合します。

表 CN3 の端子機能

PIN	機能	説明	PIN	機能	説明
1	VDD or VSS	JP2 が"16"側で VDD JP2 が"20"側で VSS VDD 時電圧は JP1 で選択。	2	VSS or VDD	JP2 が"16"側で VSS JP2 が"20"側で VDD
3	VC	LCD コントランス用 (VR1 で調整)	4	RS	LCD RS
5	GND	GND	6	E	LCD E
7	GND	GND (LCD データ D0)	8	GND	(LCD データ D1)
9	GND	GND (LCD データ D2)	10	GND	(LCD データ D3)
11	DB4	LCD データ D4	12	DB5	LCD データ D5
13	DB6	LCD データ D6	14	DB7	LCD データ D7

(3) ジャンパー機能

本基板には JP1~JP3 の 3 つのジャンパーがあります。それぞれの機能を以下に示します。

(a) JP1

LCD を使用する場合の電源電圧を選択します。既定値は 5V 用 LCD のパターン接続となっています。3.3V 用 LCD を接続する場合はあらかじめパターンを切断して、3.3 側を接続します。

(b) JP2

LCD の電源の VDD と VSS を入れ替えるジャンパーになります。既定値は 16 列用 (SC1602 の設定) となっており、1Pin が VDD, 2Pin が VSS に対応します。20 列用に変更する場合は、あらかじめパターンを切断してから 20 側を接続します。これにより 1Pin が VSS, 2Pin が VDD となります。LCD は電源接続を間違えると破損しますので注意して設定してください。20 列用への変更例を下図に示します。変更例 (c) ではジャンパーポストを立てて、ジャンパーピンを用いていますが LCD を変更しない場合は直接半田付けしてもかまいません。



図 LCD 電源を SC2004 (20 列用) に変更する場合

(c) JP3

このジャンパは枝番 1~4 あり、これらにより DAC 基板の動作モードを設定します。JP3-1 が本基板でのもっとも基本的な動作モードを設定するジャンパになり、フルファンクションモードとシンプルファンクションモードを選択します。

表 JP3-1 の設定

	開放	接続 (短絡)
JP3-1	フルファンクションモードで動作 (基板端子の P11, 12, 15, P16 は機能操作スイッチを接続して使用)	シンプルファンクションモードで動作 (基板端子の P11~16 は入力選択スイッチを接続して使用)

以下、JP3-2、JP3-3、JP3-4 はシンプルファンクションモード時のみ有効です。フルファンクションモード時は JP3-2、JP3-3、JP3-4 はすべて開放としてください。

表 シンプルファンクション動作時 (JP3-1 接続時)

	開放	接続 (短絡)
JP3-2	PCM 入力時のフォーマットを 12S とする。	PCM 入力時のフォーマットを RJ24 (右詰 24 ビット) とする。
JP3-3	DSD 動作モードをノーマルモードとする。	DSD 動作モードを SHIFTED-DSD モードとする。
JP3-4	マスタークロックを基板上の水晶 (100MHz) から供給する。	入力 BCK の通倍+ジッタークリーナを通したものをマスタークロックとして供給する。

4. 部品表例

部品表例を示します。

表 部品表例

品名	番号	規格	仕様	個数	備考
抵抗 Resister	R1, 2	金属皮膜 1/4W	75Ω	2	SPDIF-同軸終端抵抗
	R3	金属皮膜 1/4W	100(～500)Ω	1	
	R4	金属皮膜 1/4W	680Ω	1	PLL 用
	R5, 6	炭素皮膜 1/4W	1kΩ	2	I2C プルアップ用
	R7-9	金属皮膜 1/4W	150Ω	3	
	Ra	チップ抵抗	51Ω	8	2012, 1608 サイズ
	Rb	チップ抵抗	47kΩ	13	
可変抵抗	VR1	1 回転サーメット	10kΩ (B)	1	LCD コントランス用
コンデンサ capacitor	C1, 2	フィルムコンデンサ	0.01～0.1μF	2	
	C3, 4	セラミックコンデンサ	15～22pF	2	
	C5	フィルムコンデンサ	0.068μF	1	PLL 用
	C6	フィルムコンデンサ	4700pF	1	PLL 用
	C7, 8	セラミックコンデンサ	15～22pF	2	
	C9, 10	フィルムコンデンサ	0.1μF	2	
	C11-20	電解コンデンサ	470μF/10V	10	大容量が望ましい
	Ca	チップセラミック	1μF 耐圧 25V 以上	26	3216 パターン (3216, 2012, 1608 が可)
	Cb	チップセラミック	10μF 耐圧 25V 以上	30	3528 パターン(3528、 3216, 2012 が可)
	Cp	チップセラミック	0.1μF 耐圧 50V	69	2012, 1608 サイズ 耐圧 10V 以上
IC	IC1	DAI	D1X9211	1	QFP48
	IC2	ロジック	74125	1	LVC など
	IC3	IO-EXPANDER	PCA9539	1	SSOP24
	IC4	ロジック	7474	1	LVC など
	IC5	MPU (PIC)	28 ピン	1	SDIP-28
	IC6	ロジック	7404	1	LVC など
	IC7	ロジック	74125	1	LVC など
	IC8, 9	ロジック	74164	2	LV など
	IC10	ロジック	74125	1	LVC など
	IC11	ロジック	7404	1	LVC など
	IC12-17	ロジック	74245	6	LVC など(WIDE)
	IC18	IO-EXPANDER	PCA9539	1	SSOP24
	IC19	JITTER CLEANER	Si5317D	1	36QFN
	IC20	CLOCK GENERATOR	ICS570B	1	SO-8
	IC21, 22	DAC	ES9038PRO	2	QFP64
	IC23	超低ノイズ電圧レ ギュレータ	ADM7154-3.3	1	Branding LQ7(*)
	IC24, 25		ADM7154-1.2	2	Branding LQT(*)
	IC26-29		ADM7154-3.3	4	Branding LQ7(*)
	IC30, 31		ADM7154-1.2	2	Branding LQT(*)
	IC32		ADM7154-3.3	1	Branding LQ7(*)
水晶	XT1	HC-49U	10MHz	1	
	XT2	HC-49U	24.576MHz	1	
	XT3	AMB8	114.285MHz	1	
	XT4	XPRESS FX0-HX	100MHz	1	
基板				1	

※ハッチング部がキットに付属。

(*)ADM7154 の電圧を判別するにはパッケージ印刷を参照してください (3.3V は LQ7、1.2V は LQT の表示)。

【補足】部品の調達

キット付属以外の部品については簡単に調達可能と思います。チップセラミックコンデンサについては秋月電子から入手可能です。下記にその一例を示します。その他の銘柄についても使用可能ですので好みに合わせて調達すればいいでしょう。

表 秋月電子で入手可能なチップコンデンサの例

型番、価格など	通販コード	写真等
[GRM21BB31H105KA12L] 1uF/50V 100円/10個	P-07525	 <p>RoHS チップ積層セラミックコンデンサ 1μF50V2012 (10個入) [GRM21BB31H105KA12L] 通販コード P-07525 発売日 2014/12/09 メーカーカテゴリ 株式会社村田製作所(muRata)</p> <p>■主な仕様 ・静電容量: 1μF±10% ・定格電圧: 50V ・温度特性: B ・サイズコード: 2012 ・サイズ: 2x1.25x1.25mm ※1パック=10個単位の販売です。</p>
[GRM31CB31E106KA75L] 10uF/25V 100円/10個	P-07526	 <p>RoHS チップ積層セラミックコンデンサ 10μF25V3216 (10個入) [GRM31CB31E106KA75L] 通販コード P-07526 発売日 2014/12/09 メーカーカテゴリ 株式会社村田製作所(muRata)</p> <p>主な仕様 ・静電容量: 10μF±10% ・定格電圧: 25V ・温度特性: B ・サイズコード: 3216 ※1パック=10個単位の販売です。</p>
[GRM31CF11E106Z] 10uF/25V 100円8個	P-01185	 <p>AAA チップ積層セラミックコンデンサ10μF25V3216 (8個入) [GRM31CF11E106Z] 通販コード P-01185 発売日 2005/11/07 メーカーカテゴリ 株式会社村田製作所(muRata)</p> <p>ムラタ積層セラミックコンデンサです。耐圧25Vで超小型を実現しています。 表面実装に限らずさまざまな用途に適しています。 ◆シリーズ: GRM ◆静電容量: 10μF ◆耐圧: 25V ◆誤差: Z級 (-20%、+80%) ◆温度特性: F (JIS)、+30/-80% ◆サイズ名: 3216</p>

5. 接続方法(アナログ出力以外)

(1) 電源の接続

本基板内に実装している素子はすべて 3.3V 以下で動作するものであり、それらの電源はすべて基板上の超低ノイズで LDO (低損失) レギュレータである ADM7154 から供給しています。したがって、基板への供給電源は ADM7154 が動作する電源である 3.3V に 0.12V を加えた電圧、すなわち 3.45V 以上を供給することで動作します。ただし外付けする LCD の電源を基板上から確保している点から、ロジック部分 (DVDD, P31 ピン) については 5V 電源を供給するのが便利でしょう。その他の AVD1, AVD2, DVD1, DVD2 については ADM7154 が動作する下限の電圧を狙って供給することができます。ここでは便宜上すべて 5V 入力で動作させることで説明します。なお ADM7154 の入力最大電圧は 7V ですので、この値は超えないように注意が必要です。

(i) 単一電源で動作させる場合

すべての電源入力端子に単一の 5V を入力します。もっとも簡単な電源入力方法です。なお消費電流は実測で 1527mA (LCD、2 桁 LED 有り。マスタークロック 100MHz 動作 384kHz PCM 入力時。アナログ出力はすべて短絡) であり、すくなくとも 2A 程度の外部電源が必要になります。スイッチングレギュレータなどが簡単でしょう。

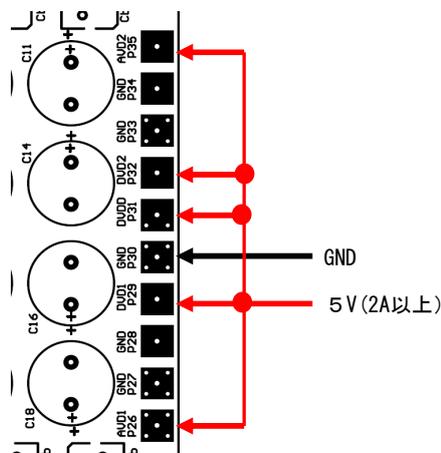


図 5V 単一系統で給電する場合

(LCD、LED 有り。マスタークロック 100MHz 動作 384kHz PCM 入力時。アナログ出力はすべて短絡)

(ii) 分離供給する場合

すべて独立に電源を供給する場合の接続です。それぞれ実測値を記していますので、余裕を持たせて供給してください (なお下図において測定は Lch のみで Rch は同一として扱っています)

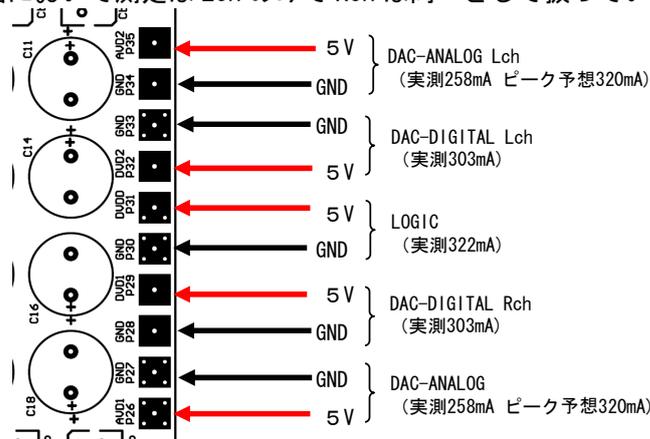


図 すべてを独立給電する場合

(LCD、LED 有り。マスタークロック 100MHz 動作 384kHz PCM 入力時。アナログ出力はすべて短絡)

(iii) その他

(ii) のように完全に分離しなくても、部分的な分離供給ももちろん可能です。必要な電流容量は上図を参照して必要な電流を供給するようにしてください。

(2) 信号入力の接続

下図を参考に接続します。PCM、DSD 入力については 10P のフラットケーブルを利用して他の基板と接続すると便利でしょう。

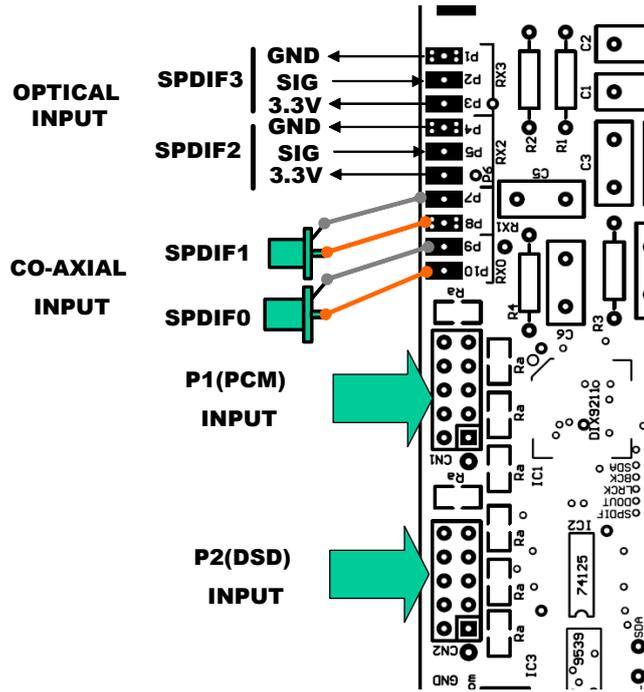


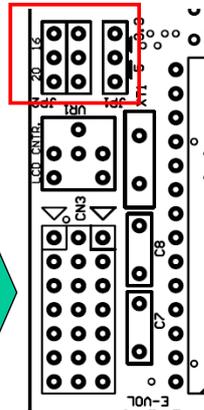
図 入力の接続

(3) LCD の接続

LCD の接続は下記を参照にしてとりつけます。LCD として SC1602 と SC2004 のどちらも使うことができます。基板の既定値の設定は 5V 用の SC1602 用になっていますので、SC2004 を使用する場合は JP2 を変更ください (P. 3, 4 に関連項目を記載)。また LCD が 3.3V 動作の場合は JP1 も変更する必要があります。

接続するLCDに合わせて
設定 (5V SC1602の場合
は変更不要)

LCD接続
(Pin1の位置に
注意して接続)



(4) スイッチの接続

以下では本基板を操作する場合のスイッチの取り付けについて説明します。

(a) フルファンクションモード

このモードは LCD とスイッチを用いて各種の設定ができるようにしたモードであり、標準としてこのモードでの使用を推奨します。

操作スイッチは項目を切り替える TERM+, TERM-スイッチとパラメータを変更する PARA+, PARA-スイッチの計 4 個からなります。

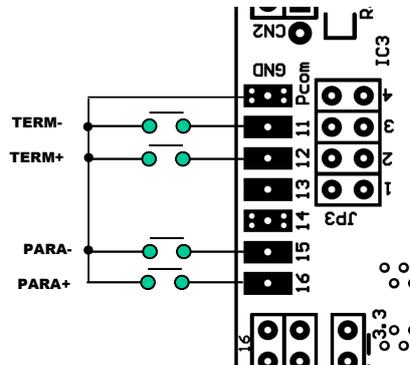


図 フルファンクションモードでのスイッチの取り付け

(b) シンプルファンクションモード

このモードは基板単体のみを簡易につかうためのモードです。LCD の接続は必須ではありません（あれば表示はされます）。必要なスイッチは入力切替のみになります。また一部の機能設定については基板上のジャンパーJP3-2, 3, 4 を用います。なおシンプルファンクションモードで動作させるためには JP3-1 を短絡させます。

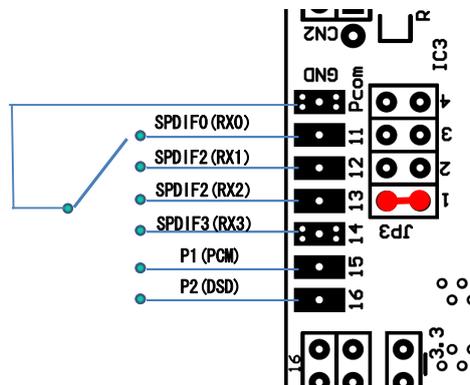


図 シンプルファンクションモードでのスイッチの取り付け

(5) 電子ボリュームの接続

外付けのVRによる電子ボリュームを用いる場合は下図のように 1k~50kΩ の B カーブの可変抵抗を取り付けます。シンプルファンクションモードで動作させて、VR を使用しない場合は P18, P19 を短絡させておいてください。

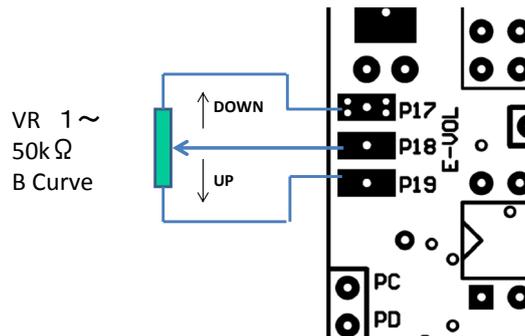


図 電子ボリュームを使用する場合の接続

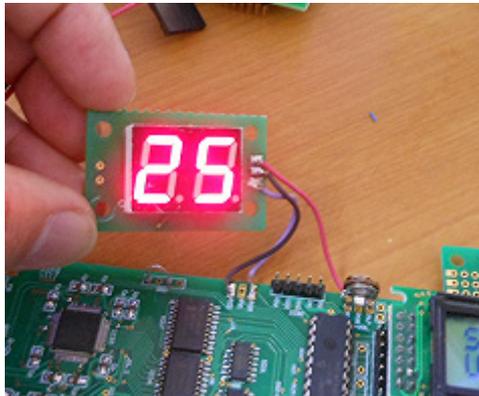
(6) 2桁 LED の接続

2桁 LED については外付けのボリューム (VR) の状態を表示するために用います。LCD を取り付ける場合はとくに不要 (LCD にボリューム値が表示される) ですが、LCD 表示では味気ない場合には取り付ければ良いと思います。基板端子の P20 がシリアル通信出力になります。

2桁 LED の詳細については下記 URL を参照ください。

http://www.easyaudiokit.com/bekkan/manual/SLED_manual.pdf

<http://www.easyaudiokit.com/bekkan/manual/LEDSerialDisplay.pdf>



2桁 LED も取り付け可能です。

(7) MUTE 用リレーの接続

電源が立ち上がった直後は不要なノイズが出る場合がありますので、システムが立ち上がった2~3秒後に MUTE 用のリレーを制御するための端子をもうけています。その機能が基板端子の P21 であり、ここから NPN トランジスタを接続してリレーを駆動することが可能です。接続回路は下記を参考にしてください。なお、リレーにはフライバック電圧でトランジスタを損傷させないために小信号用でよいのでダイオードを取り付けてください。

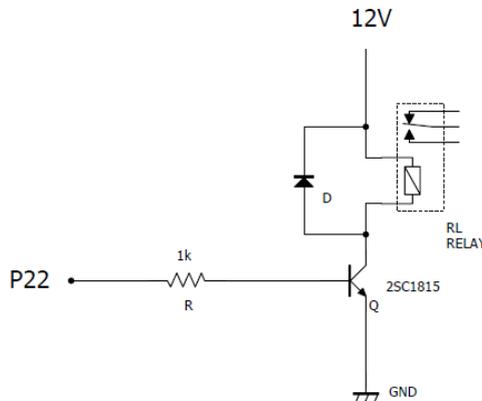


図 MUTE 用のリレーの取り付け

6. 接続方法(アナログ出力)

(1) アナログ出力の差動アンプの取り付け

本基板のアナログ出力は以下のように OUTnA(+), OUTnB(-) 出力 (n=1, 2) の差動出力になっています。そのため、外部に差動アンプを取り付ける必要があります。

図 本基板のアナログ出力端子 (再掲)

基板端子	名称	機能	説明
P23	OUT1A	DAC アナログ出力 (+) R-CH	ES9039PRO の 8 パラ出力 (右チャンネル用)
P24	GND	信号 GND	
P25	OUT1B	DAC アナログ出力 (-) R-CH	
P36	OUT1A	DAC アナログ出力 (+) L-CH	ES9039PRO の 8 パラ出力 (左チャンネル用)
P37	GND	信号 GND	
P38	OUT1B	DAC アナログ出力 (-) L-CH	

まず、ES9038PRO の出力回路について概説します。

【概説】DAC の出力回路について

ES9038PRO の出力回路は 1 回路あたりで 202Ω の出力インピーダンスとなっています (下図参照)。

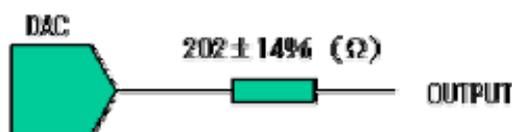


図 ES9038PRO の出力回路

本基板では 8DAC 有する ES9038PRO の出力をすべてパラで使用しているため、等価的には下図のように 25Ω の低い出力インピーダンスとなっています。

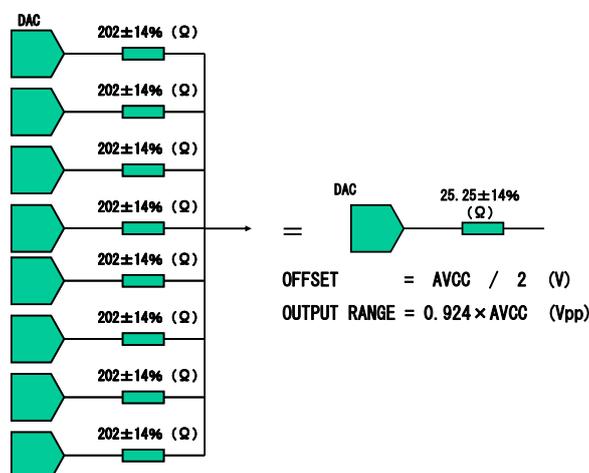


図 8 パラ出力による等価回路

DAC の出力はオフセットが $VCC/2 (=1.65V)$ で、振幅 (Vpp) が $0.924 \times AVCC = 3.05V_{pp}$ あります。すなわち出力を GND に短絡させると最大 $(1.65 + 3.05/2) / 25 = 0.127A$ (127mA) の電流が流れます。また $VCC/2$ 電位に短絡させた場合にも $(3.05/2) / 25 = 0.061A$ (61mA) の電流が流れます。

すなわち ES9038PRO を電流モードで使用する場合には大電流が IV アンプに流れることを、まず意識する必要があります。この点を留意して外部の差動アンプを検討する必要があります。

以降に出力アンプの回路例について説明します。

(i) 電圧出力モードで使う場合

もっとも簡易な外付けアンプは ES9038PRO を電圧出力モードで使用する場合です。すなわち、外部に入力インピーダンスの高い差動アンプを接続します。出力電圧が約 2 V rms になる回路構成例は下記のようになります。この回路であれば一般の OP アンプを使用することも可能ですし、すでにリリースしているアンプ基板 (A6, A11, A12, A13 などの A シリーズアンプ) など、ほとんどのものが使用できます。

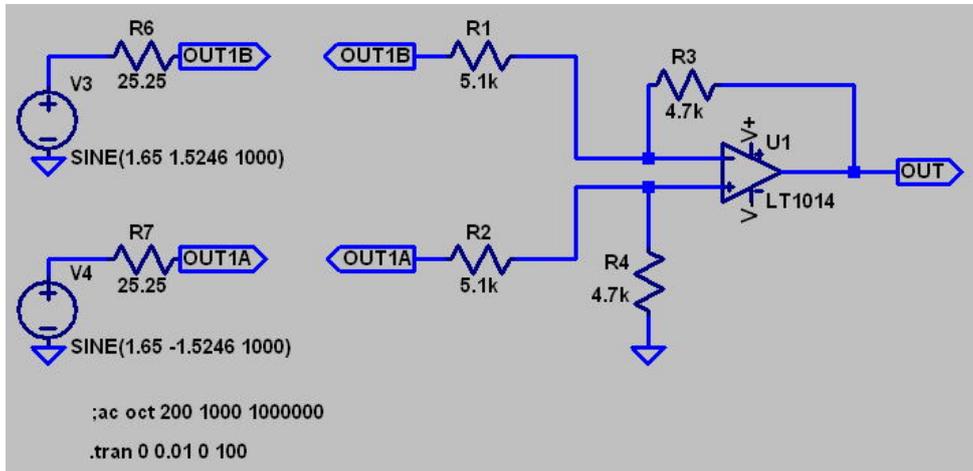


図 電圧モードで使用する場合の回路例

(ii) 電流モードで使用する場合 (その1)

一般的な IV アンプで電圧変換し、その後に差動合成するパターンです。IV アンプの正入力側を GND に接続していますので、IV アンプには前述のように最大で 130mA 程度流れこみます。IV に用いる抵抗 (図中では $47\ \Omega$ の R5, R12) についてはその電流の消費電力に耐えられるようにするため、1W 級の抵抗が必要です。また IV アンプに用いる OP アンプ (図中の U1, U2) については出力電流が 130mA 以上を流せるパワータイプにする必要があります。一般の OP アンプでは対応できません。ディスクリタイプの POWER-IV などがが必要です。

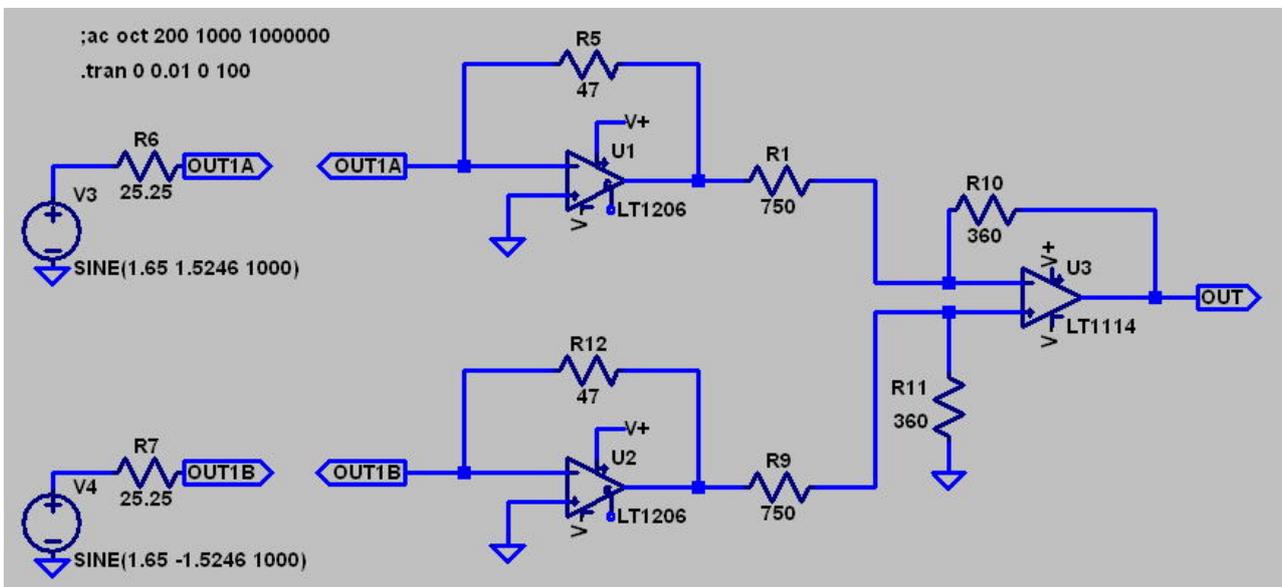


図 電流モードでの使用例 (その1)。出力は約 2 V rms 。

(iii) 電流モードで使用する場合（その2）

（その1）と同様に、一般的な IV アンプで電圧変換し、その後に差動合成するパターンですが、IV アンプの正入力側を $V_{CC}/2$ に接続していますので、IV アンプには（その1）の約半分の電流値になります。このときの IV に用いる抵抗（図中では $47\ \Omega$ の R5, R12）については電流が約 60mA 程度流れます。IV アンプに用いる OP アンプ（図中の U1, U2）については出力電流が 60mA 以上を流せるパワータイプにする必要があります。（その1）の 130mA に比べて少ないですが、同様に一般の OP アンプでは無理で、パワータイプのもが必要です。

なお $V_{CC}/2$ を得るためには基板上からアナログ電源の 3.3V を取り出して 2 本の抵抗値で分圧する必要があります。その手間をかけて電流を半分にしたとしても、一般的な OP アンプは使用できないのでパワー OP アンプあるいはディスクリタイプの IV アンプをつかう前提であれば（その1）の構成がいかもしれません。なぜなら $V_{CC}/2$ を得る配線にノイズが乗ることと、分圧抵抗によるボルツマン雑音が発生する可能性があります。

なお、一応この回路構成がメーカーの推奨回路になっています（ただしメーカー詳細では 4 パラ出力ですので、すこし容量の大きい OP アンプの使用を想定しているかもしれません）。

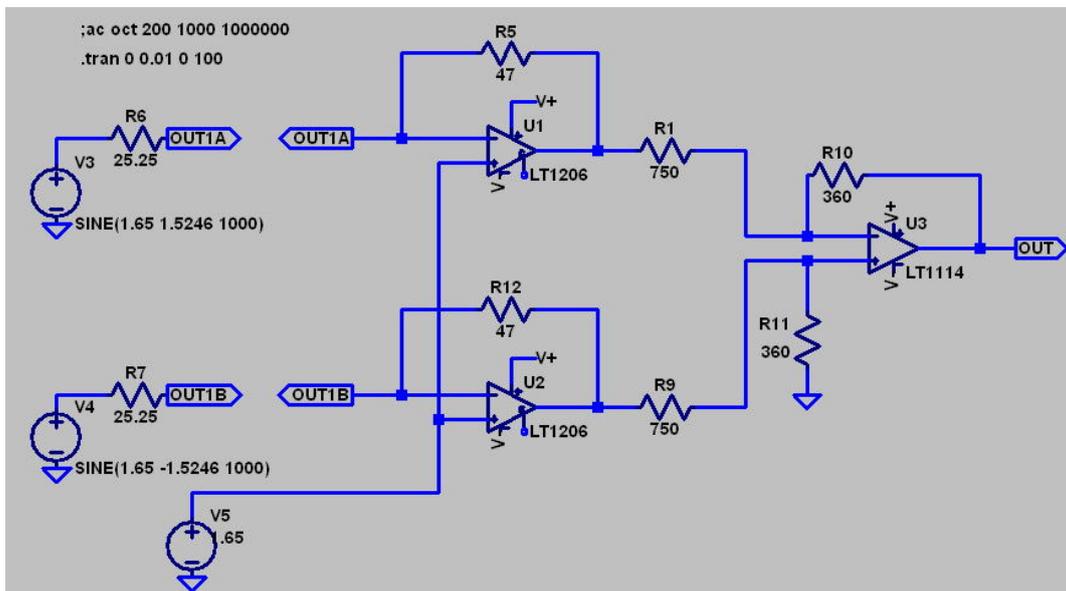


図 電流モードでの使用例（その2）。出力は約 2Vrms。

(iv) IV 抵抗で受けて差動合成するパターン

電流出力モードで簡単な構成とする場合は、下記のように一旦 IV 抵抗で電圧変換した後に差動合成するのがいいでしょう。この場合であればあつかう電流も小さく一般的な OP アンプが使用可能です。

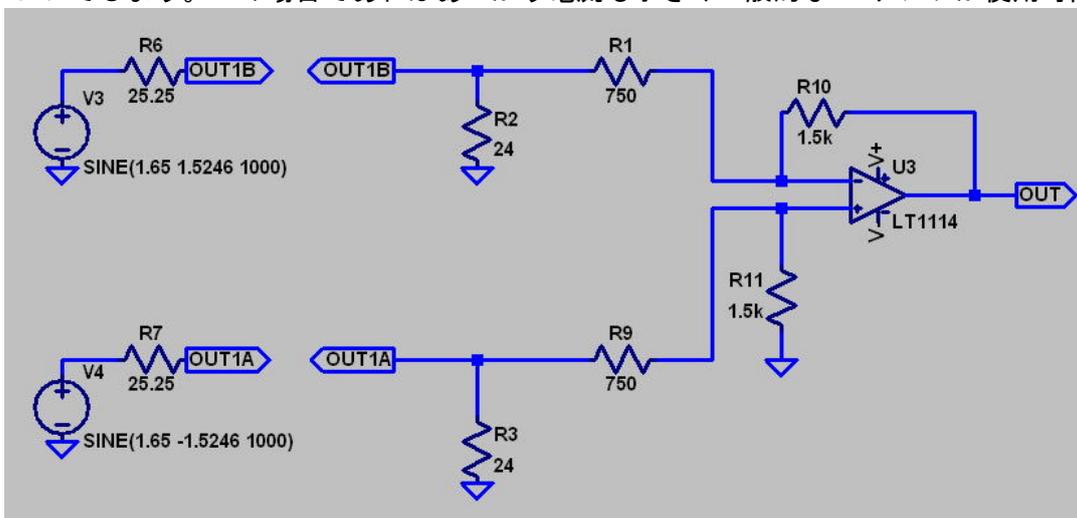


図 電流出力モードで使用（IV 抵抗で電圧変換したのちに差動合成）。出力は約 2Vrms。

(2) 配線パターン (部品面)

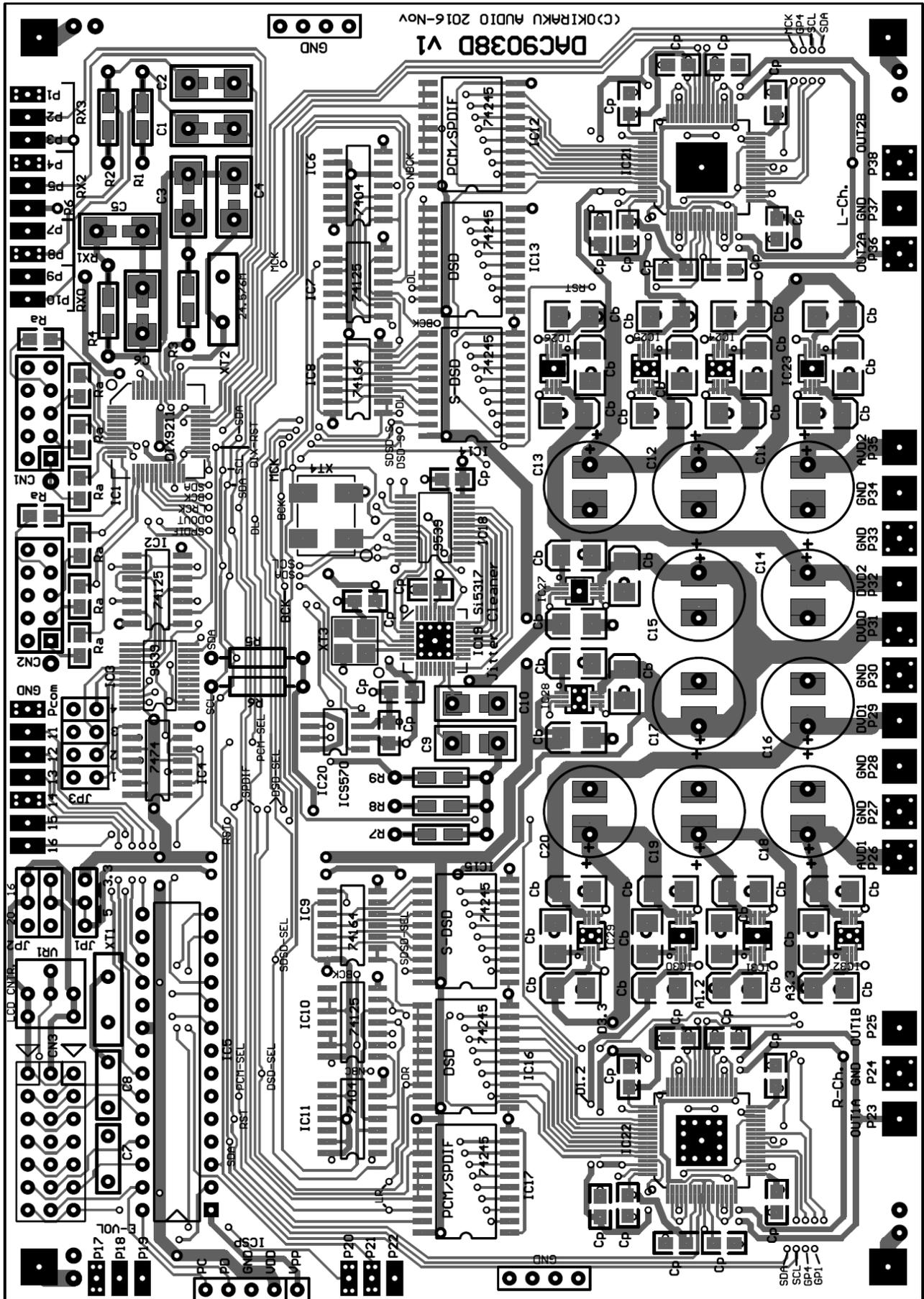


図 部品面パターン

(3) 配線パターン (半田面：部品面より透視)

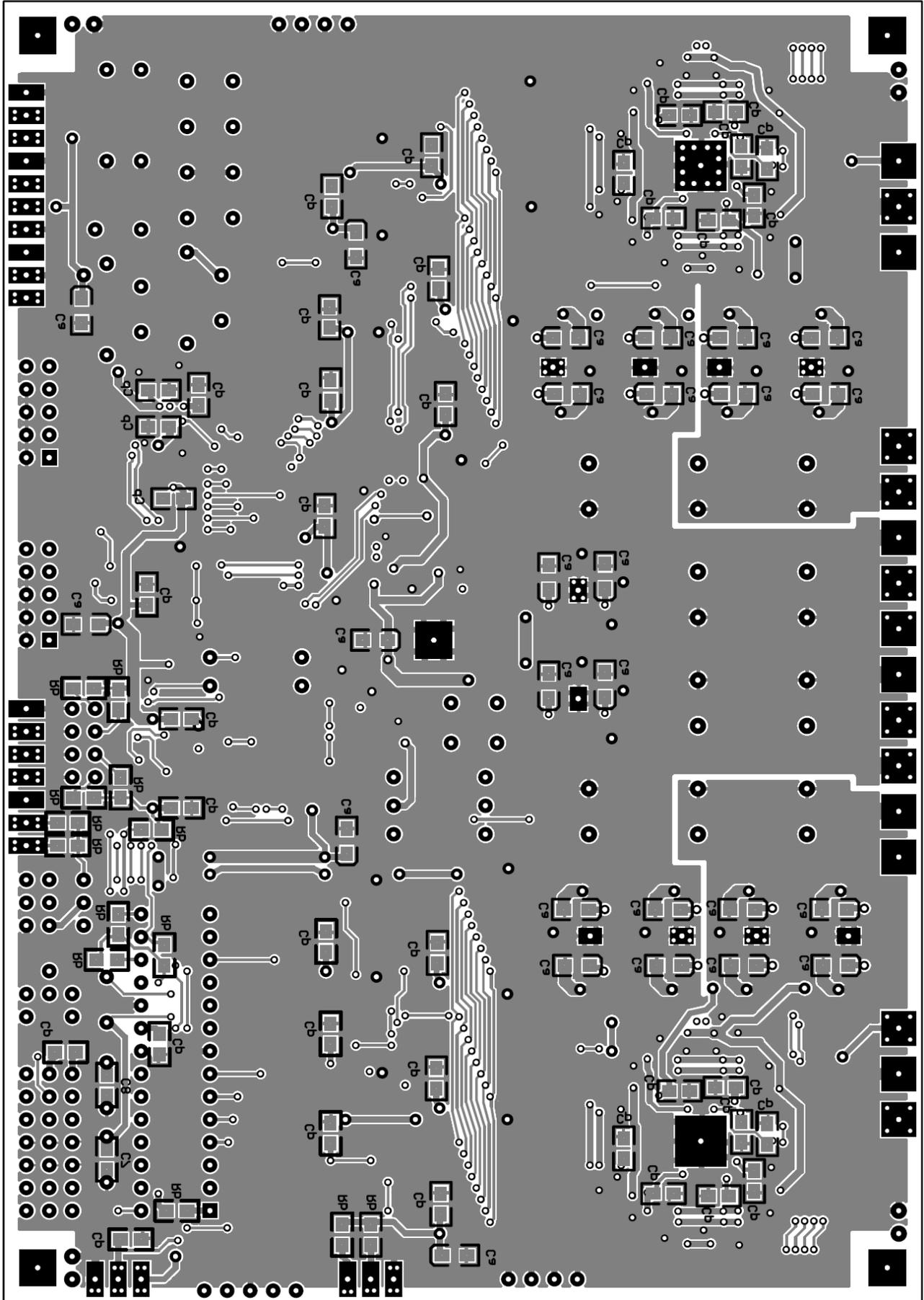


図 半田面パターン+半田面シルク

8. 【重要】基板の修正

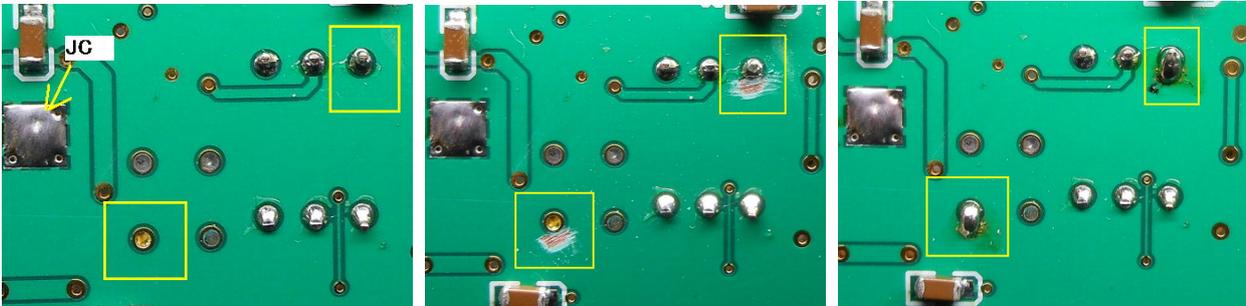
(1) 対象基板：「DAC9038D v1」については一部修正が必要です。(2)の修正を施してください。

(2) 修正部分および修正内容

ジッタクリーナおよびLCD周辺部に修正箇所がありますので、下記の通り修正してください。

(i) ジッタクリーナ周辺部

C10, R7 の片端がベタ GND 面に接続されていないミスがあります（2箇所）。下記のように、近くのレジストを剥いで半田等で接続します。



(a) 修正箇所(黄色四角部)

(b) 近くのレジストを剥ぐ

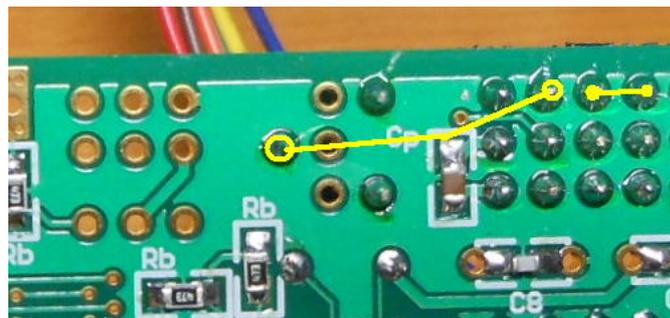
(c) 半田でブリッジさせて接続

(ii) LCD 周辺部

修正箇所はベタ GND に接続するランド1箇所 (JP2)、CN3 のパターン切断1箇所、ジャンパー接続が必要部分2箇所になります。ベタ GND への接続は上述と同様に近くのレジストを剥いで半田でジャンパーします。



(a) 左の黄丸のランドをベタ GND へ接続。右の青線のパターンを切断



(b) 黄色線をジャンパー（2箇所）

図 修正箇所

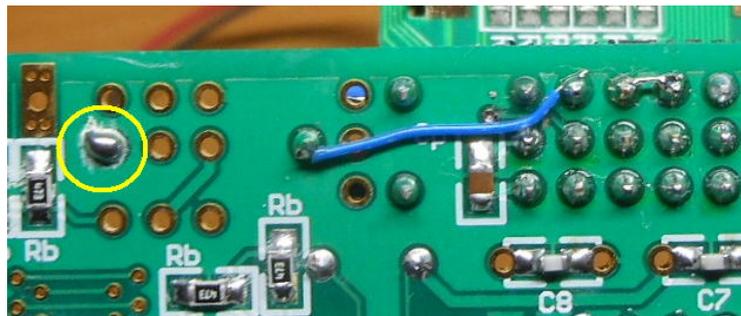
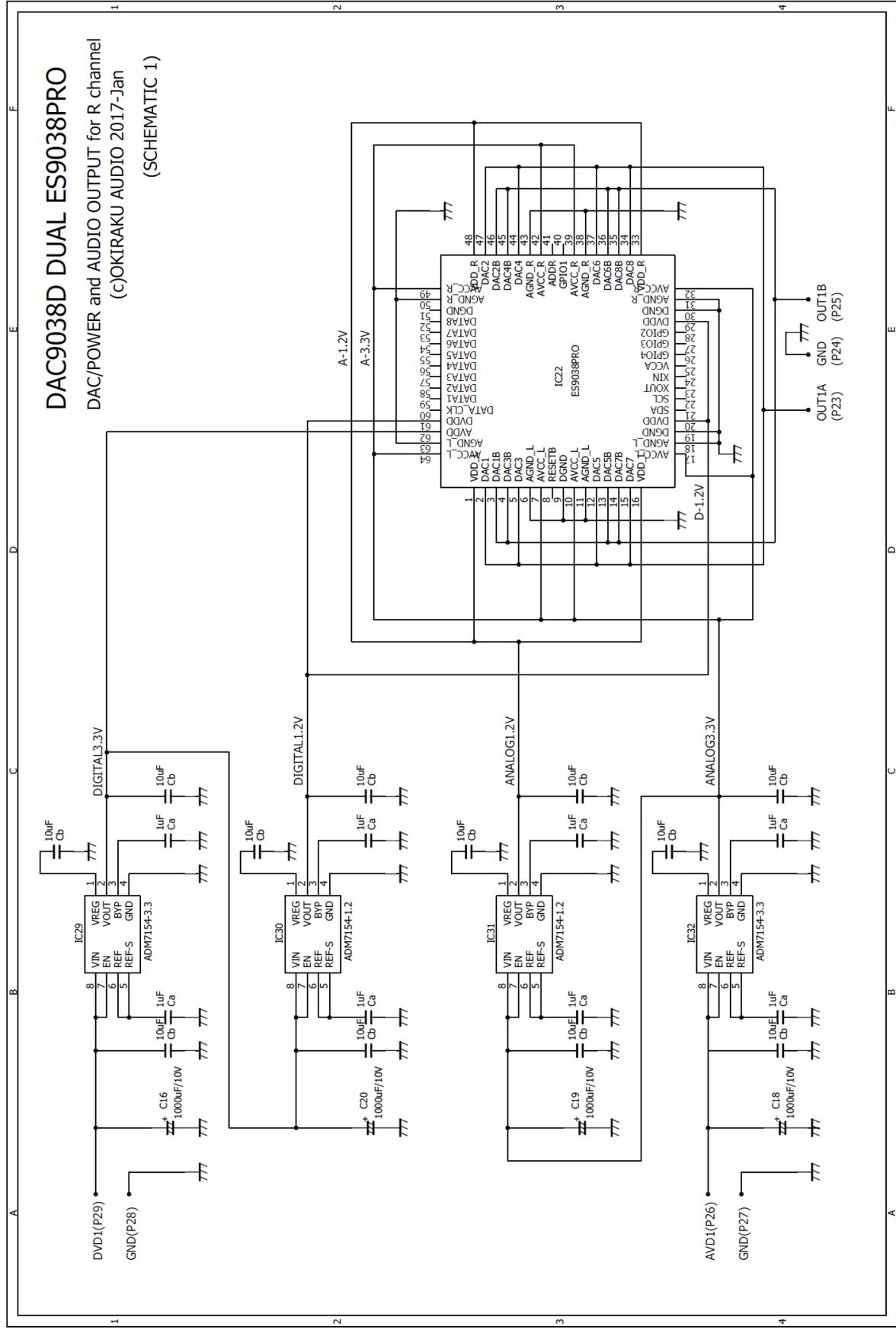


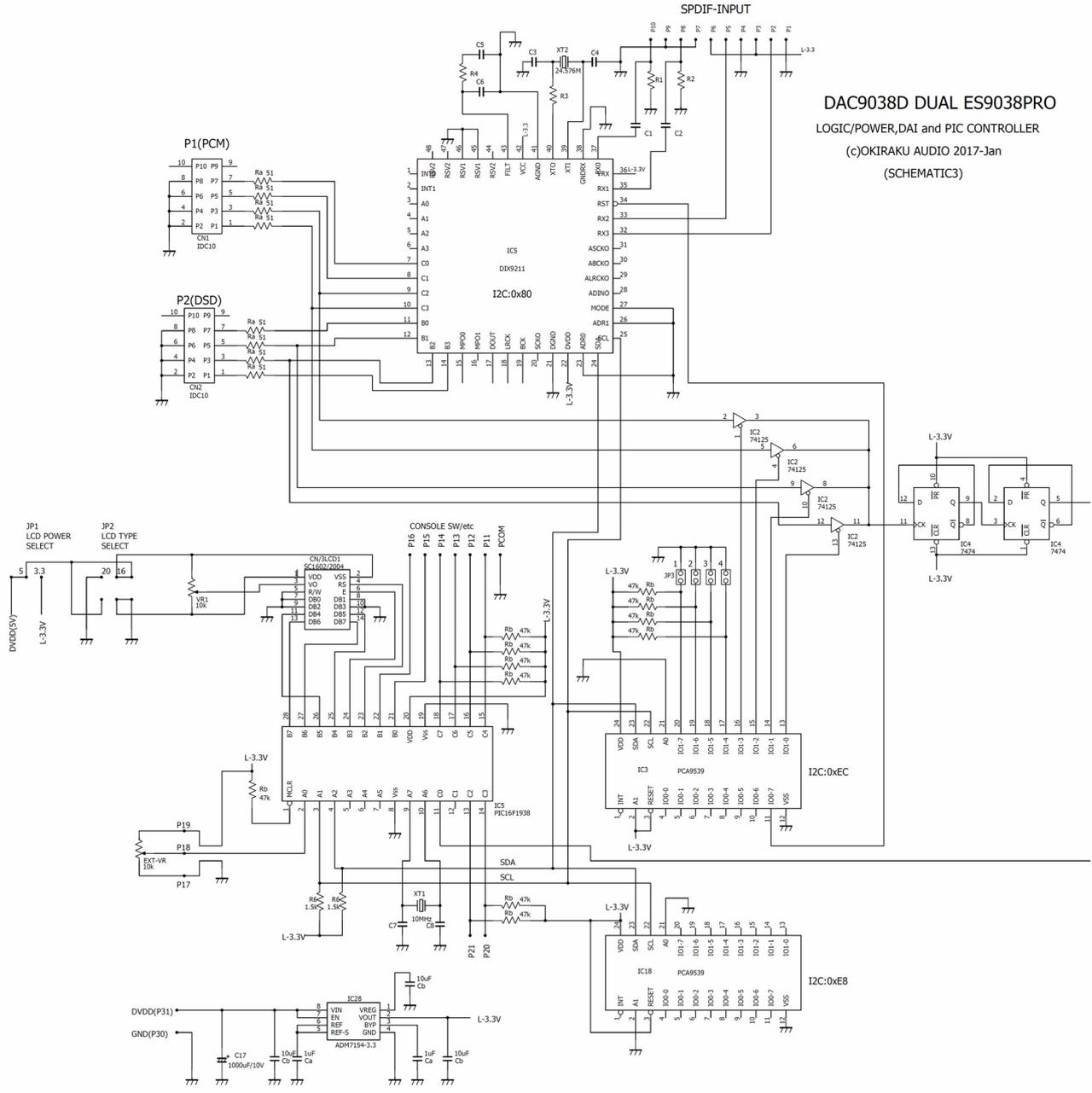
図 修正例（切断した部分については青色ジャンパー線の下に隠れています）

9. 回路図

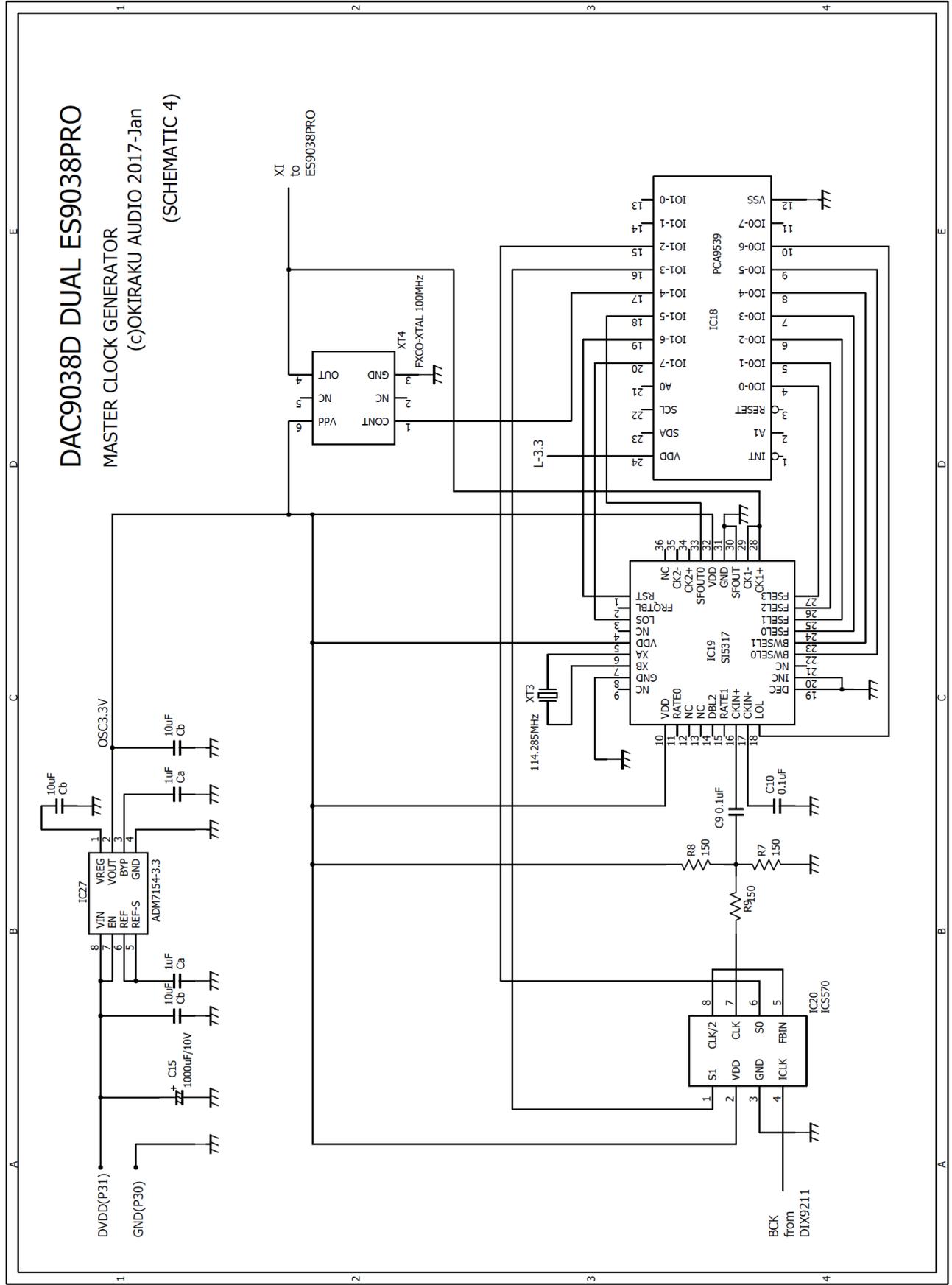
(1) DAC 部周辺 (右チャンネル)



(3) ロジック部



(4) クロック部

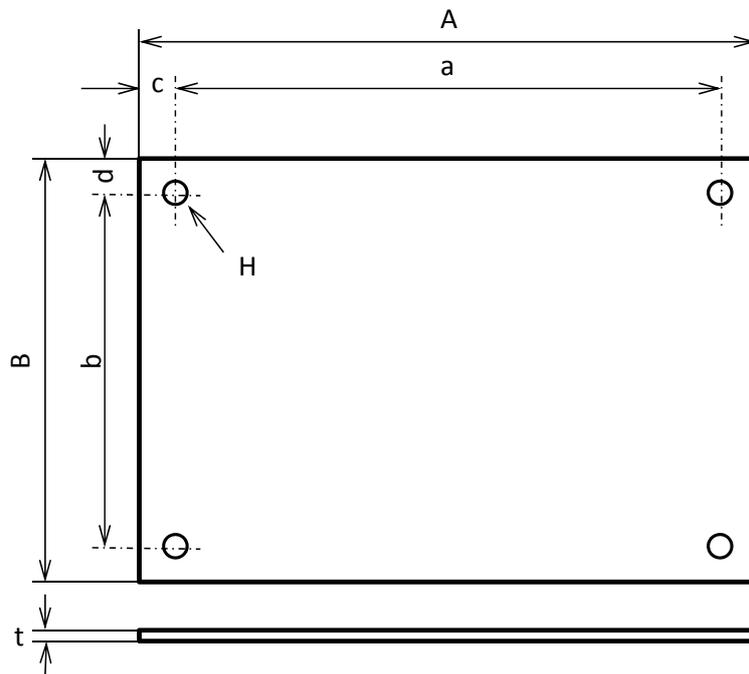


10. 基板寸法

本基板サイズは” WIDE “になります。

表 寸法 単位 mm/(mil) ※1mil=25.4/1000mm

	name	A	B	t	H	a	b	c, d
	STD-S	119.4 (4700)	43.2 (1700)	1.6	3.5 (138)	111.8 (4400)	35.6 (1400)	3.8 (150)
	STD	119.4 (4700)	81.3 (3200)	1.6	3.5 (138)	111.8 (4400)	73.7 (2900)	3.8 (150)
	STD-H	81.3 (3200)	59.7 (2350)	1.6	3.5 (138)	73.7 (2900)	52.1 (2050)	3.8 (150)
✓	WIDE	144.8 (5700)	101.6 (4000)	1.6	3.5 (138)	137.2 (5400)	94.0 (3700)	3.8 (150)
	None							



1.1. 操作方法

以下に本基板での制御コントローラの操作方法について説明します。

(1) 動作モードと接続

本基板の制御ソフトウェアは電源投入時の JP3-1 の状態をセンスして動作モードが分かります。JP3-1 が開放されている場合はフルファンクションモードとして動作します。JP3-1 が短絡されている場合はシンプルファンクションモードとして動作します。

フルファンクションモードでは項目設定スイッチ、パラメータスイッチに加えて LCD 表示器が必要になりますが、本 DAC 基板の細かい動作設定が可能です。

シンプルファンクションモードでは液晶表示器は必要ありません（あれば表示はされます）。外部のスイッチにより入力チャンネルの設定が可能です。簡単に動作させるにはシンプルファンクションモードが適していますが、動作モードの細かい設定はできません。

動作モードは用途に合わせて設定すればよいでしょう。

(i) フルファンクションモード

基板端子 P11, 12, 15, 16 を用いて制御スイッチ（プッシュスイッチ）を取り付けます。スイッチの接続先はすべて GND（Pcom）になります。通常は4つのスイッチを取り付けることを想定しています。

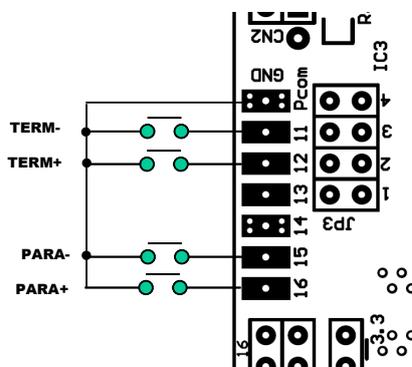


図 操作スイッチの取り付け

なお、操作スイッチのそれぞれの役割は下表のようになります。

表 制御スイッチの機能と説明（フルファンクションモード）

接続端子	名称	機能	説明
P16	PARA+	PARAMETER (INC)	設定項目のパラメータを1つ変更 (+1)
P15	PARA-	PARAMETER (DEC)	設定項目のパラメータを1つ変更 (-1)
P12	TERM+	MENU TERM (INC)	設定項目を変更 (+1)
P11	TERM-	MENU TERM (DEC)	設定項目を変更 (-1)

(ii) シンプルファンクションモード

電源投入時に JP3-1 が接続されている場合はシンプルファンクションモードで動作します。このモードでは P11-16 は入力の選択端子として使用します。P11-P16 を1箇所 GND に接続することで選択を行います。具体的な接続方法および、入力選択は次図、次表を参照ください。

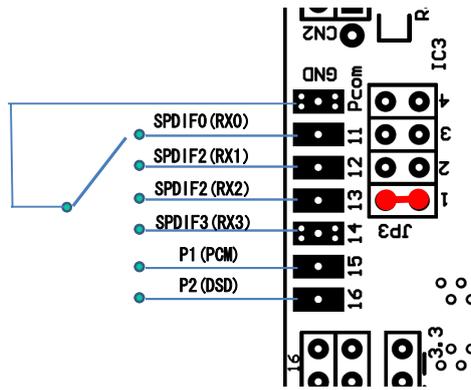


図 シンプルファンクションモードでの接続。

表 入力の選択 (シンプルファンクションモード)

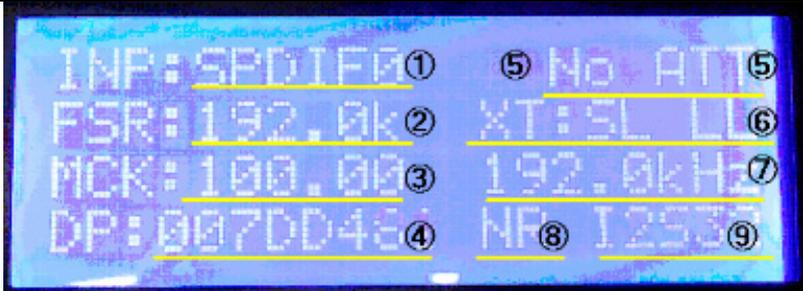
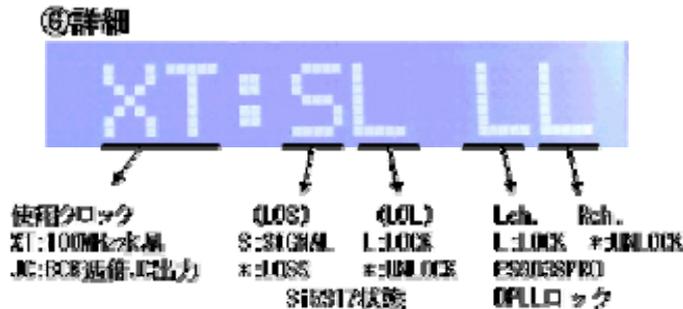
	選択	備考
P11	SPDIF0	SPDIF0 (RX0, 同軸) 入力
P12	SPDIF1	SPDIF1 (RX1, 同軸) 入力
P13	SPDIF2	SPDIF2 (RX2, デジタルレベル) 入力
P14	SPDIF3	SPDIF3 (RX3, デジタルレベル) 入力
P15	P1 (PCM)	CN1 入力 (PCM)
P16	P2 (DSD)	CN2 入力 (DSD)
Pcom	GND	

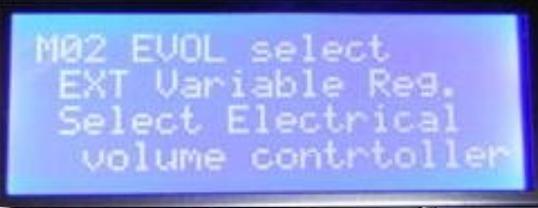
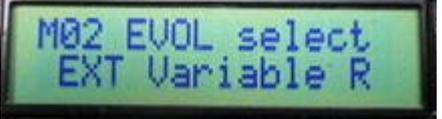
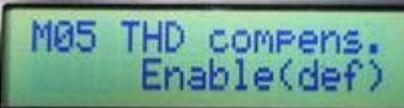
12. フルファンクションモードでの操作方法

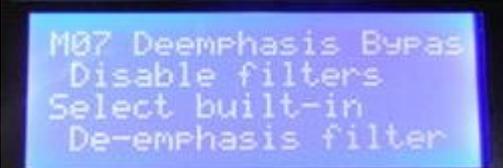
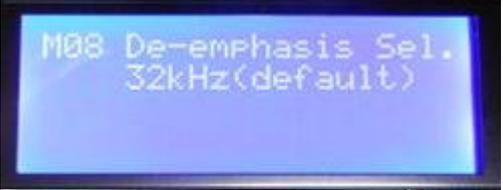
(1) 操作方法

フルファンクションモードでは設定項目 (TERM) およびパラメータ (PARA) スイッチを用いて各種の機能を設定することが可能です。設定項目は全体で 27 個あります。電源投入時は必ず設定項目 TOP (FRONT PAGE) となりますので、設定項目スイッチにより設定したい項目を変更してください。下記に設定項目と変更可能なパラメータおよび、LCD 表示器の説明を行います。

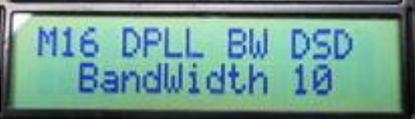
表 フルファンクションモードでの操作法

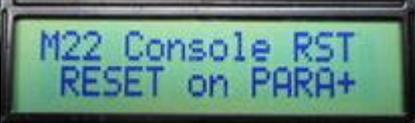
設定項目	表示例および説明	変更可能パラメータ
FRONT PAGE P	 	起動時の画面 入力信号、入力周波数、クロック状態などを表示します。 詳細については下記。 変更パラメータ：入力切替 ・ SPDIF0、SPDIF1、SPDIF2、SPDIF3 ・ P1 (PCM), P2 (DSD)
	 	
	<p>FRONT PAGE の表示詳細</p> <p>①入力信号 (SPDIF0~3、P1 (PCM), P2 (DSD))</p> <p>②入力信号周波数 1 (SPDIF の場合は DIX9211 の計測値を使用. 192kHzmax) ・ PCM, DSD 時は LRCK あるいは BCK の周波数より計測</p> <p>③MCK 周波数 ・動作中のマスタークロック周波数を表示します。</p> <p>④ES9038PRO 内の DPLL レジスター (32Bit) を表示します (L-ch のみ)</p> <p>⑤電子ボリュームの設定値を表示します。</p> <p>⑥クロック状態を示します。</p> <p>⑦ES9038PRO の DPLL 値とマスタークロックから算出される周波数を表示します。SPDIF, PCM の場合は 1/64 として、自動的に FS 値に換算します。</p> <p>⑧DSD 入力時の動作を示します。 NR:Normal-DSD ST:SHIFTED-DSD</p> <p>⑨PCM 入力時のフォーマットを表示します。 I2S32, I2S24, LJ32, LJ24, RJ32, RJ24, RJ16</p>	

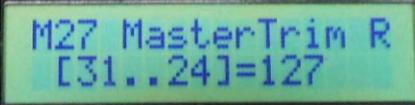
設定項目	表示例および説明	変更可能パラメータ
M01	 	<p>キー操作での電子ボリュームの設定を行います。 この値を有効にするには#2 での EVOL select で設定します。</p> <p>変更パラメータ：減衰値 ・(キー操作で 0.5dB 毎に調整)</p>
M02	 	<p>電子ボリュームの操作切り替えを行います。</p> <p>変更パラメータ： ・外部接続の VR (可変抵抗) を使用 ・キーSW を使用 (# 1 での設定値)</p>
M03	 	<p>デジタルフィルターの設定を行います。</p> <p>変更パラメータ：フィルター特性 #0 Fast Roll-Off Linear-Phase #1 Slow Roll-Off Linear-Phase #2 Fast Roll-Off Minimum Phase #3 Slow Roll-Off Minimum Phase #4 Reserved mode #5 Apodizing, Fast Roll Off, L-Phase #6 Hybrid, Fast Roll Off, Minimum Phase #7 Brick Wall Filter</p>
M04	 	<p>R フィルターのバンド幅を設定します。</p> <p>変更パラメータ：フィルター特性 #0 1.0757fs 47.44kHz #1 1.1338fs 50kHz #2 1.3605fs 60kHz #3 1.5873fs 70kHz;</p>
M05	 	<p>THD 補償ロジックの有効/無効切り替え</p> <p>変更パラメータ：有効/無効 Enable Disabe</p>

設定項目	表示例および説明	変更可能パラメータ
M06	 	ディエンファシスの自動設定の有効/無効切り替え 変更パラメータ：有効/無効 Enable Disabe
M07	 	ディエンファシスフィルターのバイパスの有効/無効切り替え 変更パラメータ：有効/無効 Enable filters Disabe filters
M08	 	ディエンファシスフィルターの周波数設定 変更パラメータ：周波数 32kHz 44.1kHz 48kHz
M09	 	ノイズディザの有効/無効切り替え 変更パラメータ：有効/無効 Enable Disabe
M10	 	DSD 選択時の動作モード設定 変更パラメータ：DSD 動作モード Normal DSD SHIFTED DSD(*) (*)BCK で位相をずらして DSD 信号入力することでフィルタ機能を実現

設定項目	表示例および説明	変更可能パラメータ
M11	 	PCM 選択時の入力フォーマット設定 変更パラメータ : PCM フォーマット I2S 32Bit, I2S 24Bit LJ 32Bit, LJ 24Bi RJ 32Bit, RJ 24Bit, RJ 16Bit
M12	 	マスタークロック選択 変更パラメータ : クロック選択 ・ 基板上の 100MHz 水晶を使用 ・ BCK 信号逡倍+ジッタクリーナー使用(*) (*)ジッタクリーナーがロックしない場合は 100MHz 水晶に自動的に切り替えます。
M13	 	ES9038PRO のジッタ除去機能の有効/無効切り替え 変更パラメータ : 有効/無効 Enable Disabe
M14	 	ジッタクリーナ (Si5317) のバンド幅設定 変更パラメータ : バンド幅 LOWEST から HIGHEST までの 5 段階
M15	 	PCM 入力時の DPLL バンド幅設定 変更パラメータ : バンド幅 DPLL-OFF および LOWEST~HIGHEST までの 15 段階

設定項目	表示例および説明	変更可能 パラメータ
M16	 	DSD 入力時の DPLL バンド幅設定 変更パラメータ：バンド幅 DPLL-OFF および LOWEST~HIGHEST までの 15 段階
M17	 	ES9038PRO の DPLL のロック速度 変更パラメータ：バンド幅 1024~16384FSLedges で 16 段階
M18	 	S9038PRO の DPLL 値の表示 (上段：L c h、下段：Rch)
M19	 	マスタークロックおよび DPLL から計算される FSR 値を表示 (SPDIF, PCM の場合は FS 換算表示)
M20	 	ES9038PRO での 128fs モードの有効/無効 切り替え 変更パラメータ：有効/無効 Enable Disabe

設定項目	表示例および説明	変更可能パラメータ
M21	 	<p>BCK 過倍における OVC (Over Clock)、Eco モードの切り替え。</p> <p>変更パラメータ：有効／無効 NORMAL (100MHz 以下に設定) OVC Enable (100MHz 以上を許容) ECO (50MHz 程度に設定)</p> <p>※OVC モードで使用する場合は自己責任でお願いします。</p>
M22	 	<p>システムリセット（初期化）を行います。この画面表示のときに PARA+スイッチを押すとシステムを初期化します。</p> <p>※以前はキーを押しながら電源を入れる方法としていましたが、DAC9038D では電源を落とさずにシステム初期化をできるように変更しています。</p>
M23	 	<p>LCD タイプの設定。</p> <p>変更パラメータ：LCD タイプの設定 SC1602 (16列×2行モード) の LCD を使用 SC2004 (20列×4行モード) の LCD を使用</p>
M24	 	<p>フロントページへの自動復帰時間を設定します。</p> <p>変更パラメータ：復帰時間 OFF, FAST, MID, SLOW</p> <p>※フロントページ以外のページ表示中にキー操作を一定時間しない場合は、自動的にフロントページに表示を変更します。</p>
M25	 	<p>ES9038PRO のチップ ID とソフトウェアバージョンを表示。</p>

設定項目	表示例および説明	変更可能パラメータ
M26	 	Lチャンネルのマスタトリムを変更します。 変更パラメータ：Lチャンネルマスタートリム 0～127の間で変更（既定値は127）
M27	 	チャンネルのマスタトリムを変更します。 変更パラメータ：Rチャンネルマスタートリム 0～127の間で変更（既定値は127）

M26, M27 のマスタートリムについて：

マスタートリムはデジタル演算の掛け算の定数であり、この数値の大きさがリニアに信号レベルに対応します（ログスケールではない）。7ビットの分解能しか調整できませんが、たとえば1だけ減らすと約1%の出力減になりますが、これはデジベル換算で約0.1dBです。

出力はマスタートリム値によって概算で次式で最大出力が得られます。

$$\text{最大出力} = (\text{マスタートリム値}) / 127$$

13. マスタークロック供給について

本基板での ES9038PRO へのマスタークロック供給については基板上の水晶 (100MHz) を用いる場合と、BCK 信号を ICS570 で逡倍したものを加える 2 パターンがあります。なお ICS570 での逡倍後にはジッターが多く含まれるため、SI5317 によるジッタークリーナを通してしています。下図にマスタークロックの供給フローを示します。

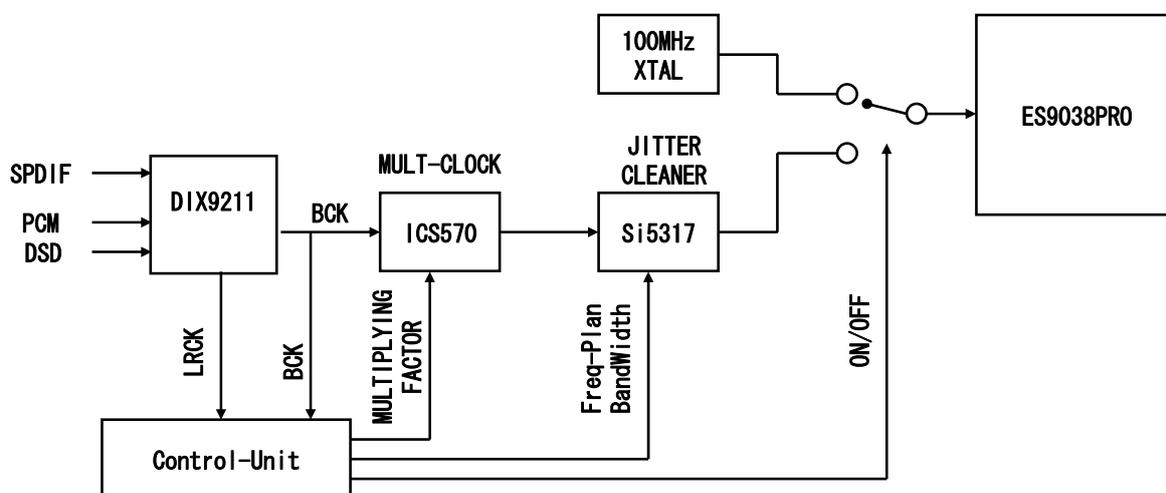


図 クロック回路の供給フロー

ここで ICS570 における BCK の逡倍率設定について次のように 3 モードのパターンを準備しています。

- (1) 通常モード : ES9038PRO の動作上限である 100MHz に近くなる周波数まで逡倍します。
- (2) OVC モード (OverClockMode) : ES9038PRO の動作上限を超えてクロックを供給します。クロック周波数が上昇すると内部処理の分解能があがります。ただし ES9038PRO やジッタークリーナ (SI5317D は 100MHz) の仕様の範囲外ですので動作については保証されたものではありません。また ES9038PRO の消費電流も増大することことから、このモードでの長時間の動作については自己責任でお願いします。
- (3) ECO モード : クロックを 50MHz 程度に落とします。これにより消費電流は全体で 300~400mA 程度減少します。

具体的な倍率とマスタークロック周波数については次表に示します。

SPDIF 入力については、その信号は DIX9211 をバイパスして ES9038PRO に渡しているため 768kHz まで動作は可能 (仕様上は可能なようですがソースがないため確認はしていません。352kHz では動作は確認) ですが、BCK を得る手段に DIX9211 のエンコード後の BCK を使っているため、SPDIF 入力で BCK 逡倍クロックを用いる場合は 192kHz までに限定されます。

表 マスタークロック周波数 (遜倍時)

SPDIF 入力時 FS (kHz)	PCM 入力時 FS (kHz)	DSD 入力時 BCK (MHz)	通常モード		OVC モード		ECO モード	
			倍率	マスターク ロック (MHz)	倍 率	マスターク ロック (MHz)	倍 率	マスターク ロック (MHz)
16.00	16.00	1024.00	32	32.768	32	32.77	32	32.77
22.05	22.05	1411.20	32	45.158	32	45.16	32	45.16
24.00	24.00	1536.00	32	49.152	32	49.15	32	49.15
32.00	32.00	2048.00	32	65.536	32	65.54	20	40.96
44.10	44.10	2822.40 (DSD64)	32	90.317	32	90.32	16	45.16
48.00	48.00	3072.00	32	98.304	32	98.30	16	49.15
64.00	64.00	4096.00	20	81.920	32	131.07	8	32.77
88.20	88.20	5644.80 (DSD128)	16	90.317	20	112.90	8	45.16
96.00	96.00	6144.00	16	98.304	20	122.88	8	49.15
128.00	128.00	8192.00	12	98.304	20	163.84	6	49.15
176.40	176.40	11289.60 (DSD256)	8	90.317	12	135.48	4	45.16
192.00	192.00	12288.00	8	98.304	12	147.46	4	49.15
	256.00	16384.00	6	98.304	8	131.07	2	32.77
	352.80	22579.20 (DSD512)	4	90.317	6	135.48	2	45.16
	384.00	24576.00	4	98.304	6	147.46	2	49.15
	512.00	32768.00	2	65.536	4	131.07	2	65.54
	705.60	45158.40 (DSD1024)	2	90.317	2	90.32	2	90.32
	768.00	49152.00	2	98.304	2	98.30	2	98.30

1 4. 編集履歴

Revision	DATE	CONTENT
R1	2017. 1. 8	初版
R2	2017. 1. 10	誤字修正、部品表一部修正。
R3	2017. 1. 12	部品表一部修正。