

FESP5142-Do (PEQ) / Front-End Signal Processor Do type
Parametric Equalizer
FESP5142-Do (PEQ) フロントエンドプロセッサ Do タイプ / パラメトリックイコライザ
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 SPDIF でのデジタル入力、デジタル出力でのパラメトリックイコライザ基板になります。パラメトリックイコライザとは周波数・ゲイン・Q 値がフレキシブルに変更できるイコライザであり、本基板では LowShelf×1、HighShelf×1そして PeakingEQ×5の計7素子を有しています。音源や再生装置の特性を補完して、より心地よい音に調整するためのツールとして面白いと思います。

本基板は同じくリリースした FESP5142 のシンプル版であり、基板を小型化して機器への組込みも視野にいられてみました。そのため操作はすべて外スイッチとしており簡素化をおこなっております。しかしながらアナログの入出力も有しており、アナログ入力は最大 96kHz サンプルが可能で、アナログ出力も 32BitDAC を用いています。イコライザ機能を有する汎用の信号処理器としても活用できると思います。

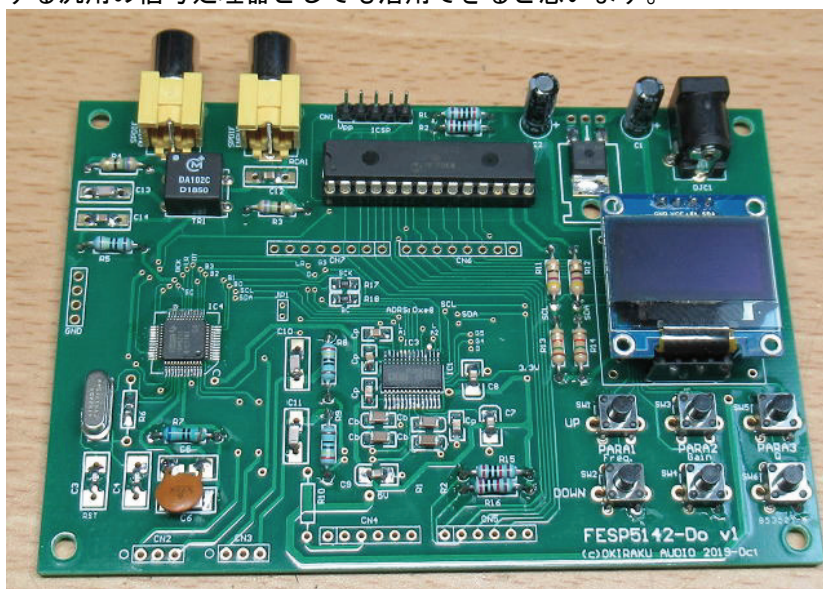


図 完成例 (有機 EL ディスプレーを実装した状態)

2. 機能&仕様

表 主な仕様

機能	デジタル式パラメトリックイコライザ (7 素子)
電源電圧	5V 単一 (電流は液晶のバックライト含めて 100mA 程度)
特徴	- 入出力 - デジタル入力 : SPDIF (同軸) × 1 - デジタル出力 : SPDIF (同軸) × 1 - アナログ入力 : 1 (3Vpp-max) - アナログ出力 : 1 (2Vrms) - イコライザ設定 : 周波数 (20Hz~20kHz)、ゲイン (-15~+15dB) Q 値 (0.30~30.0) - 対応周波数 : 44.1kHz~192kHz - 使用素子 : DAI (PCM9211)、DSP (PCM5142)、マイコン (PIC18F26K20)
基板	FR4、70um 銅箔厚、金フラッシュめっき、サイズは巻末

3. 概要

・ 基本的な使用方法

本基板はデジタル入出力によるパラメトリックイコライザであることから、下図のように CDP と DAC の間に挿入して使用します。本基板はアナログ信号での入出力も可能であることから、下図の構成にかかわらず多彩な使用方法が考えられると思います。

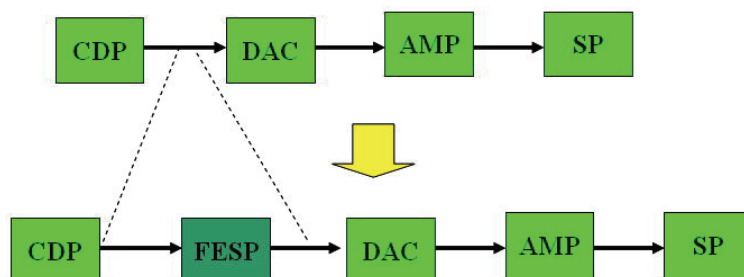


図 本基板の基本的な使い方 (SPDIF での入出力が基本的な使い方)

・ 基本的な構成

本基板での基本的な信号の流れは下図の通りです (DAC によるアナログ出力は割愛)。入力信号として SPDIF、アナログを選択したのち DSP にて処理します。SPDIF 出力は DSP での演算後信号、SPDIF、ADC を選択することができます。

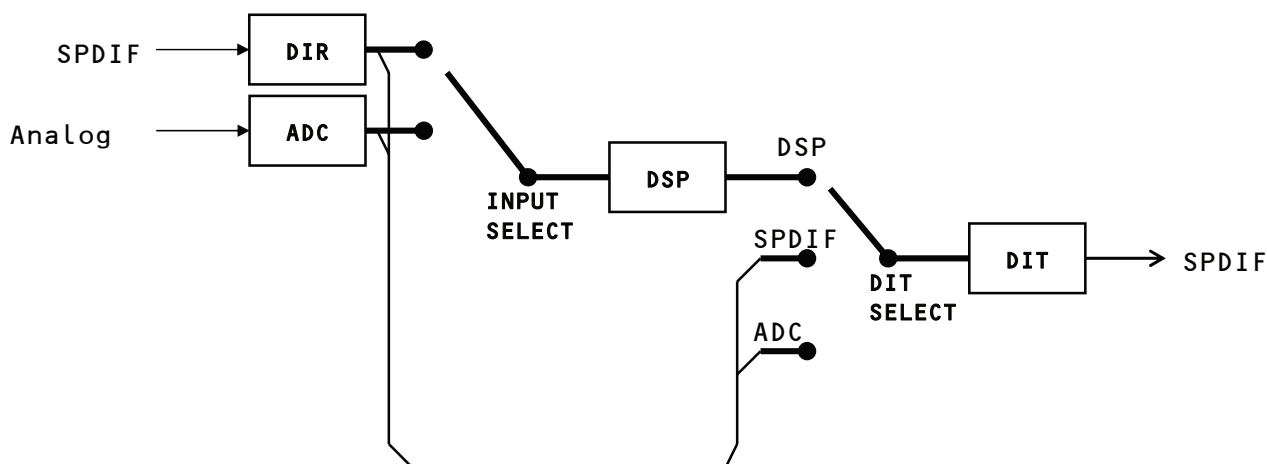


図 本基板での信号の流れ (DAC のアナログ出力は割愛)

4. 端子機能

(1) コネクタ端子機能

(i) CN1 / ICSP

CN1 は ICSP (In-circuit serial programming) 端子であり予約コネクタです (使用しません)。

(ii) CN2/アナログ入力

CN2 はアナログ入力のための端子です。基板内部にカップリングコンデンサ (C15, C16) を有していますので、直接アナログ信号を入力可能です。信号レベルは 3Vpp 以内で使用してください。

表 CN2 / アナログ入力

No	名称	説明
1	L-OUT	L チャンネル入力
2	GND	信号 GND
3	R-OU	R チャンネル入力

(iii) CN3 / DAC 出力

CN3 は DAC (PCM5142) のアナログ出力になります。約 2Vrms の出力があります。

表 CN3/DAC アナログ出力

No	名称	説明
1	L-OUT	L チャンネル出力
2	GND	信号 GND
3	R-OU	R チャンネル出力

(iv) CN4~7・・・予約です。使用しません (何も接続しないでください)。

(v) OLED1

OLED1 は 4pin の 128×64 の有機 EL ディスプレイを接続するコネクタになります。上下のどちらを用いてもかまいません。使用可能な有機 EL ディスプレイは制御ドライバーに SSD1306 あるいは SH1106 を用いたものになります。ドライバーの選択ならびに表示の正立・倒立はソフトウェアにて設定します。なお、ピン配置は下記になりますので注意してください。

表 OLED1/有機 EL ディスプレイ接続コネクタ

No	名称	説明
1	GND	電源 GND
2	VCC	電源 3.3V
3	SCL	I2C 通信クロック
4	SDA	I2C 通信データ

(2) 基板実装コネクタ類の機能

(i) DCJ1 / 5V 電源入力

DCJ1 は 5V 電源入力用の DC ジャックを実装します。基板に接続用のパッドも設けているので、そこへ直に配線してもいいでしょう。入力電圧の過電圧に注意してください (間違えると PCM9211 等が焼損します)。

(ii) RCA1 / SPDIF 入力

RCA1 は SPDIF (同軸) 入力用の RCA コネクタを実装します。基板に接続用のパッドも設けているので、そこへ直に配線してもいいでしょう。

(iii) RCA2 / SPDIF 出力

RCA2 は SPDIF (同軸) 出力用の RCA コネクタを実装します。基板に接続用のパッドも設けているので、そこへ直に配線してもいいでしょう。

5. 部品表例

下表を参照して部品を実装してください。コンデンサについては容量が一致すればフィルム・セラミックの区分はあまり気にすることはないでしょう。また電解コンデンサについても容量はリストより大きいものにしても問題ありません。

表 部品表

品名	番号	規格	仕様	個数	備考
抵抗	R1, 2	—	—	—	実装不要
	R3, 4	炭素皮膜 1/4W	75Ω	2	
	R5	炭素皮膜 1/4W	330Ω	1	
	R6	炭素皮膜 1/4W	100Ω	1	
	R7	金属皮膜 1/4W	680Ω	1	PLL 用
	R8, 9	金属皮膜 1/4W	470Ω	2	DAC 出力を使用時に必要
	R10	—	—	—	実装不要
	R11, 12	炭素皮膜 1/4W	51Ω	2	
	R13, 14	炭素皮膜 1/4W	1.5kΩ	2	
	R15, 16	—	—	—	実装不要
	R17, 18	チップ抵抗	51Ω	2	1608, 2012 サイズ*
コンデンサ	C1, 2	電解コンデンサ	47μF/16V	2	10~220μF 程度
	C3, C4	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
	C7-9	チップセラミックコンデンサ	10μF 程度	3	2012~3528 サイズ* (*1)
	C10, 11	フィルムコンデンサ	2200pF	2	DAC 出力を使用時に必要
	C12	フィルムコンデンサ	0.1μF	1	
	C13	フィルム/セラミックコンデンサ	6800pF	1	1000pF-10000pF
	C14	フィルムコンデンサ	0.1μF	1	
	C15, 16	チップコンデンサ	10μF	2	2012~3528 サイズ* (*1)
	C17-19	チップコンデンサ	10μF 程度	3	2012~3528 サイズ* (*1)
	Cp	チップコンデンサ	0.1μF	13	1608, 2012 サイズ*
	Cb	チップコンデンサ	1μF	4	2012, 3216 サイズ*
	C18-20	チップコンデンサ	10μF 程度	1	2012~3528 サイズ* (*1)
水晶	XT1	HC-49/S	24.576MHz	1	
トランス	TR1	ハルストランス	DA102C, 101C など	1	
IC	IC1	電圧レギュレータ	3.3V	1	7800 と同じピン配置
	IC2	制御マイコン	28p タイプ	1	(PIC18F26K20 など)
	IC3	DSP (DAC)	PCM5142	1	
	IC4	DAI	PCM9211	1	
OLED	OLED1	秋月電子	P-12031 など	1	(*5)
コネクタ等	DCJ1	DC ジャック	φ2.1 基板用	1	(*2)
	RCA1, 2	RCA コネクタ	基板用	2	(*3)
スイッチ	SW1-6	タクトスイッチ(基板用)		6	(*4)
基板			FESP5142-Do	1	

ハッチング部はキットの主要部品として添付。その他、オプションパーツを準備しています。

※外部購入品例（秋月電子での通販コードを列挙）

(※1) [GRM32DF51H106ZA01] 10uF/50V 秋月通販コード：P-04645



チップ積層セラミックコンデンサー10μF50V 3225 (10個入)

[GRM32DF51H106ZA01]
通販コード P-04645
発売日 2011/03/05
メーカーカテゴリ [株式会社村田製作所\(muRata\)](#)

村田製作所製の表面実装用チップ積層セラミックコンデンサーです。積層セラミックコンデンサーは高周波特性に優れておりロジック回路やパソコン、電解コンデンサーの置き換え等に最適です。

◆シリーズ名: GRM
◆特徴: すずめ電極品
◆サイズ名: 3225
◆寸法: 3.2mm×2.5mm×2.0mm

(※1) [GRM31CB31E106KA75L] 10uF/25V 秋月通販コード：P-07526



チップ積層セラミックコンデンサー 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\(muRata\)](#)

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。

(※1) [GRM21BB31C106KE15] 10uF/16V 秋月通販コード：P-13782 これがもっとも安いと思います。



チップ積層セラミックコンデンサー 10μF16V B 2012 (20個入)

[GRM21BB31C106KE15]

通販コード P-13782
発売日 2019/06/06
メーカーカテゴリ [株式会社村田製作所\(muRata\)](#)

表面実装用積層セラミックコンデンサーです。小型・大容量でESR、ESLが小さく、高い周波数まで使用できます。省スペース、信頼性の向上、長寿命化などメリットをもたらします。極性はありません。

■主な仕様

・種類: 積層セラミック
・静電容量: 10μF

(※2) DC ジャック 秋月通販コード：C-09408



2.1mm標準DCジャック(4A) 基板取付用

[18742]
通販コード C-09408
発売日 2015/06/10
メーカーカテゴリ [4UCON TECHNOLOGY INC.](#)

基板取付用のDCジャックです。大電流を考慮したDCジャック(最大4A)です。2.54mmピッチに合わせて設計されていませんが足を曲げると入ります(写真4枚目)。

■主な仕様

・内径: 2.1mmφ
・外径: 5.5mmφ
・定格: DC20V、4A

[18742 PDFデータシート](#)
[基板取付DCジャック一覧表](#)

(※3) RJ-2410/基板用 RCA ジャック (各色あります) 秋月通販コード：C-06508 など



基板用RCAジャック(黄)

[RJ-2410N/Y]
通販コード C-06508
発売日 2013/03/05
メーカーカテゴリ [UnitedAu-Yi \(ULTIMAX\)](#)

ローコストRCAピンジャック

■基板実装用

参考資料
[RJ-2410N.pdf](#)

色違いでバリエーションがあります。赤C-02385、白C-02386、黄色C-06508、黒C-06509
[RJ-2410シリーズ一覧](#)

(※4) タクトスイッチ/各色あります。秋月通販コード：C-03647 など



タクトスイッチ(黒色)

通販コード P-03647
発売日 2010/04/01
メーカーカテゴリ [Coseland Co., Ltd.](#)

基板取付用のタクトスイッチ(押しボタンスイッチ)です。2.54mmピッチの基板上に使用できます。

■カラーバリエーション(バラ売り不可)

赤 P-03646
黒 P-03647
白 P-03648

(5) 128×64 ドット有機 EL ディスプレー 秋月通販コード : P-12031 など

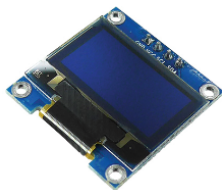
AAA

0.96インチ 128×64ドット有機ELディスプレイ (OLED)

通販コード P-12031

発売日 2017/11/27

メーカーカテゴリ [SUNHOKEY Electronics Co.,Ltd.](http://SUNHOKEY-Electronics-Co.,Ltd.)



有機LED(OLED)を用いたI2C制御の128x64グラフィックディスプレイモジュールです。モジュールで使われている制御チップSSD1306はArduinoやRaspberryPI等でライブラリが多くある定番ICです。

■主な仕様

- ・電源電圧 : 3~5.5V
- ・制御方式 : I2C
- ・制御チップ : SSD1306
- ・解像度 : 128x64ドット
- ・文字カラー : 白色
- ・I2Cアドレス : 0x3C

※制御方法やレジスタは、制御ICのSSD1306のデータシートをご覧ください。

■ピン配置



128×64 ドット有機 EL ディスプレーは AMZON や ALIEXPRESS などでも多く見かけますので、好みに合わせて選択すればいいかと思います (ドライバーと電源配置は要確認です)

(2) 不要シルク

基板上に不要なシルクがありますので無視してください。下記の赤丸の部位（3箇所）が対象シルクです。

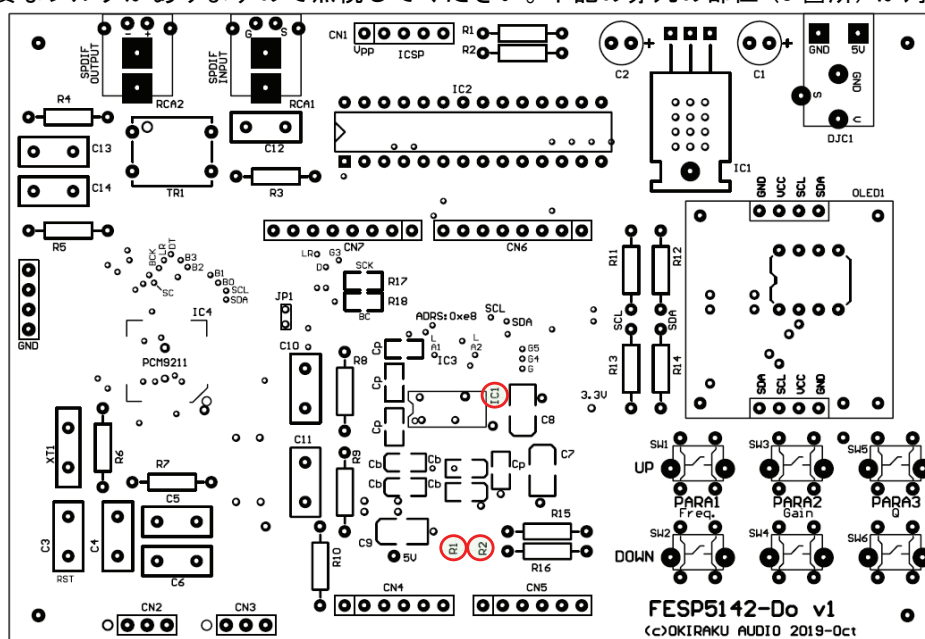


図 不要シルク

(3) 有機 EL ディスプレー (OLED) について

OLED については、秋月電子以外にも SSD1306 あるいは SH1106 をドライバー素子にもつ 128×64 ドットのものを用いることができます。なかには 1.3 インチタイプもあり大型で視認性に優れます。AMAZON 等で安価に入手可能です。注意点は電源の配置が異なるものあり、その場合は配線を入れ換えをしてください。OLED の中には電源配置を入れ替えるジャンパーを設けているものもあります。

6. 接続例

(1) 接続方法

同軸 SPDIF 出力をもつ CDP と同じく同軸 SPDIF 入力をもつ DAC との間に本基板を挿入する方法を下図に示します。下図では基板から配線する様子を示していますが、基板上にコネクタを実装してそこから取り出してもかまいません。

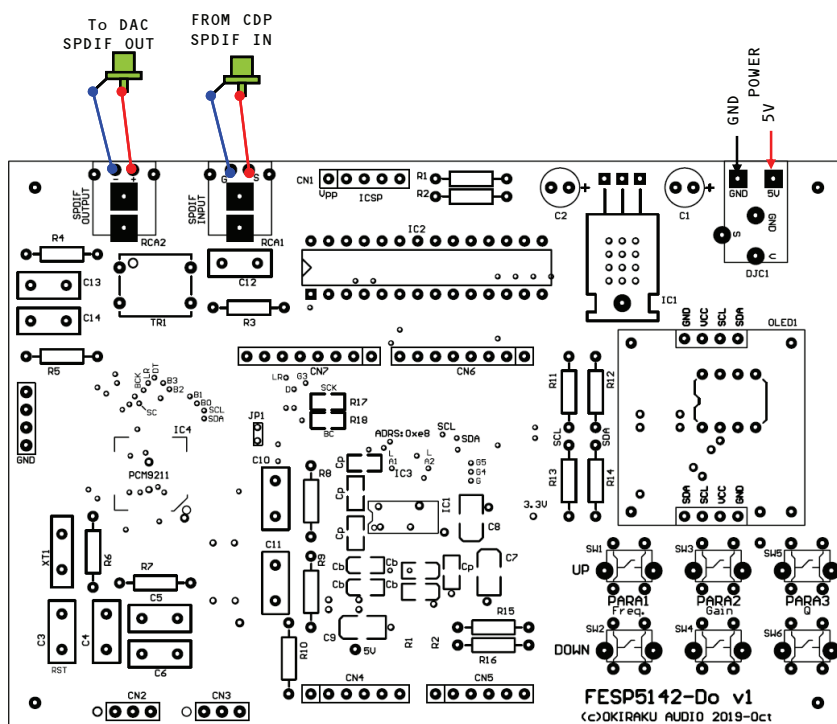


図 基本的な接続方法（SPDIF での CDP と DAC での接続）

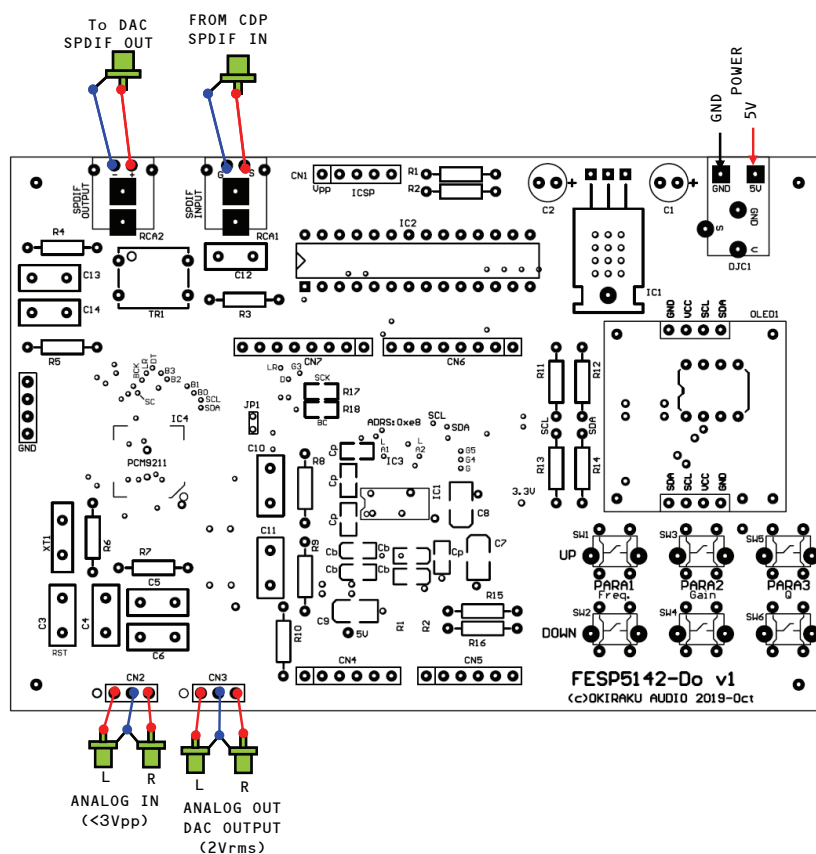


図 アナログの入出力を設ける場合

7. 基板パターン

(1) シルク

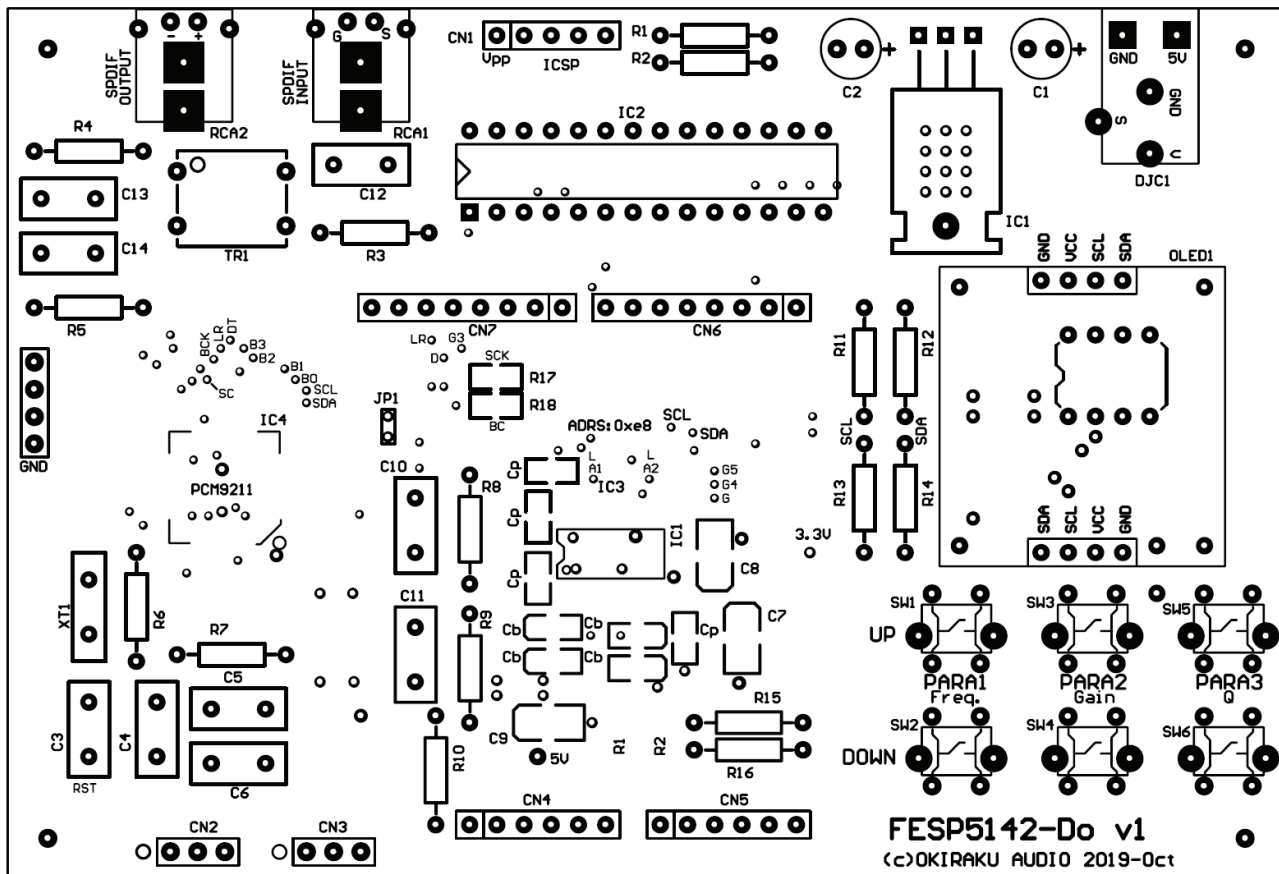


図 シルク

(2) 配線パターン (部品面)

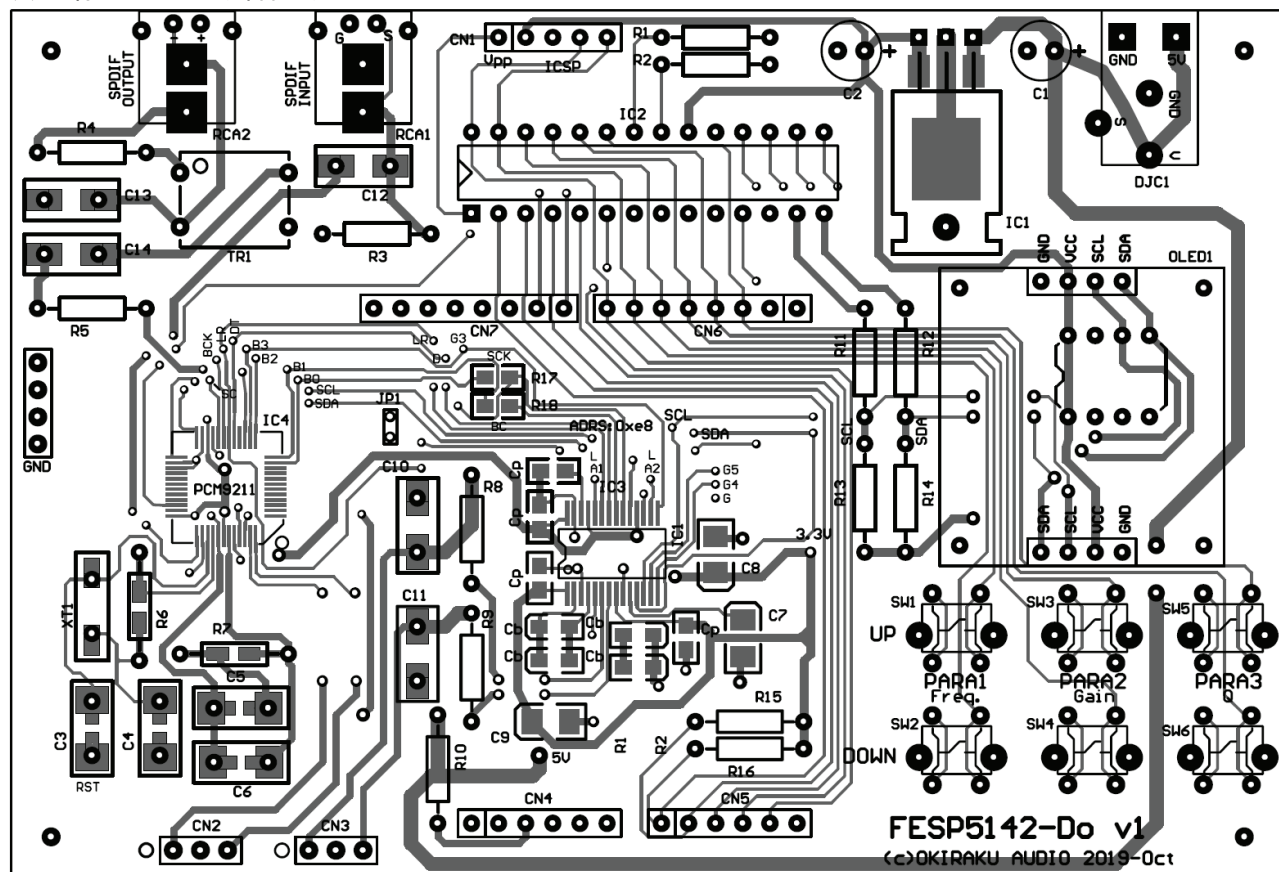


図 部品面パターン

(3) 配線パターン（半田面：部品面より透視）

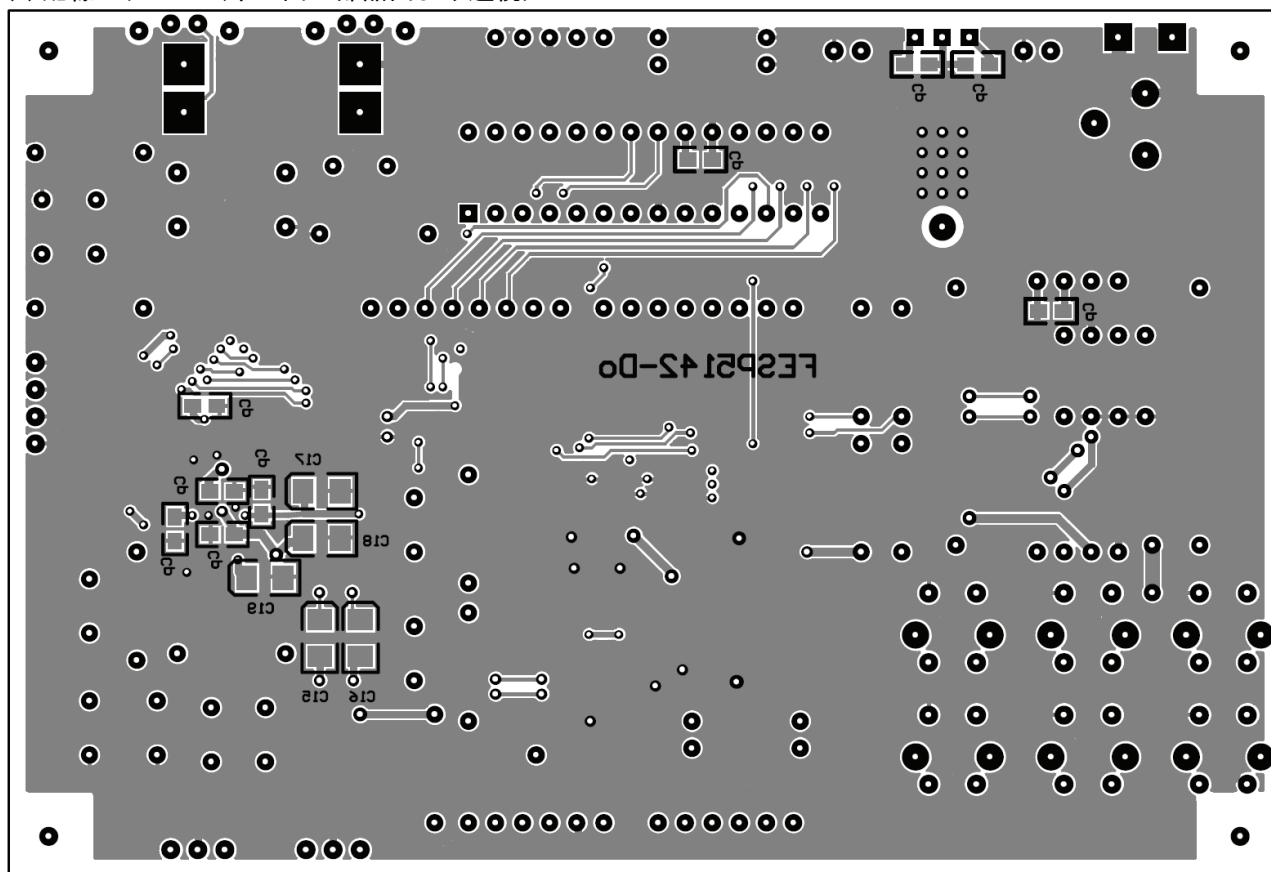


図 半田面パターン

8. 操作方法

(1) 機能グループの概要と操作スイッチ

基板での機能設定はグループ1～3の3つに分かれています。グループの切り替えはSW5を用いて行います。

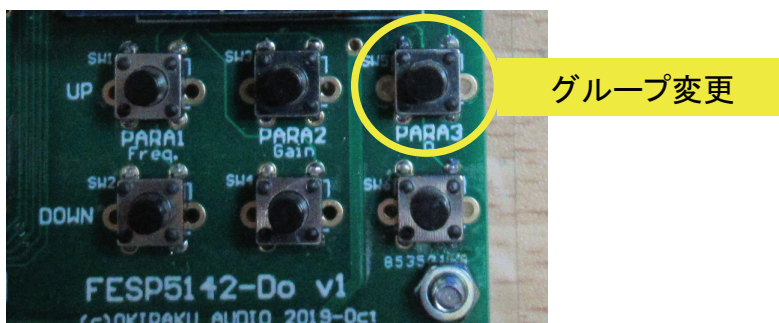


図 グループ変更スイッチ

(i) グループ1：基本設定

入力の選択、ゲイン指定などの基本的な設定を行います。操作スイッチは下記のようになります。

SW1	項目変更（上へ）	
SW2	項目変更（下へ）	
SW3	パラメータ変更（DEC）	
SW4	パラメータ変更（INC）	
SW5	グループ変更	
SW6	—	

図 基本設定での操作スイッチ

図 基本設定での画面と設定内容

	・ INPUT SELECT : 入力を選択します。 (パラメータ) SPDIF, ADC ・ DAC VOLUME : 内蔵 DAC のボリューム調整 (dB) (パラメータ) -103dB ~ 24dB (0.5dB 毎) ・ SPDIF OUTPUT : SPDIF 出力を選択します。 (パラメータ) SPDIF, ADC, DSP
	・ ADC SAMPLING : AD コンバータの変換速度を設定。 (パラメータ) 48kHz, 96kHz ・ ADC GAIN dB: AD コンバータのゲインを設定します。 (パラメータ) -100 ~ 20 (dB) 0.5dB 毎 ・ DSP F-GAIN : DSP の入力時のゲインを設定 (補足の章参照)。 (パラメータ) -20 to -0 (dB) ・ F-GAIN RELATE : HighShelf のゲイン設定による全体のゲイン変動の抑制設定。通常は Relate. を選択。 (パラメータ) Relate, Independ. ・ OLED TYPE : 接続する有機 EL ディスプレーを選択します。 (パラメータ) D1306-1 (SSD1306 正立) D1306-2 (SSD1306 倒立) H1106-1 (SH1106 正立) H1106-2 (SH1106 倒立)

(ii) グループ2：データのロード・セーブ

現状の設定値のロード・セーブを行います。操作スイッチは下記のようになります。

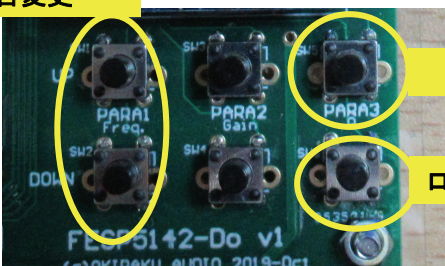
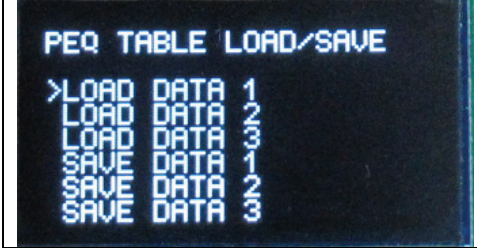
SW1	項目変更（上へ）	項目変更 	
SW2	項目変更（下へ）		
SW3	-		グループ変更
SW4	-		
SW5	グループ変更		ロード・セーブ実行
SW6	ロード・セーブ実行		

図 データのロード・セーブでの操作スイッチ

図 データのロード・セーブでの画面と設定内容

	設定データのロードとセーブを行います。メモリーは3個あります。基本設定ならびにパラメトリックイコライザ設定のすべてを対象とします。実施したい項目を選択してSW6を押します。
---	--

(iii) グループ3：イコライザの定数設定

パラメトリックイコライザの周波数、ゲイン、Q値の設定を行います。項目変更(SW1, 2)で周波数→ゲイン→Q値→(次の素子の)周波数設定→・・・と設定する項目が換わります。パラメータはパラメータ変更(SW3, 4)で変更します。

SW1	項目変更（上へ）	項目変更  グループ変更 パラメータ変更
SW2	項目変更（下へ）	
SW3	パラメータ変更(INC)	
SW4	パラメータ変更(DEC)	
SW5	グループ変更	
SW6	ロード・セーブ実行	

図 イコライザの定数設定での操作スイッチ

図 イコライザ設定の画面と設定内容

	(表示の意味) LS: LowShelf 低域のゲインを設定。トーンコントロールの BASS に相当。 P1～P5: PeakingEQ ピーキングイコライザ。周波数、ゲイン、Q値を設定。 HS: HighShelf 高域のゲインを設定。トーンコントロールの TREBLE に相当。 FREQ: 周波数(Hz) 20-20kHz を対数比率で約 70 分割で設定 GAIN: ゲイン(dB) -15~15(dB) を 0.5dB 毎に調整可能 Q-F: Q値 0.30~30 を約 60 分割で設定 そのぞれの値を変更すると、イコライザに直接反映されます。
---	--

(2) 初期化方法

本基板の制御マイコンの初期化は SW1～6 のどれかを押しながら電源を投入します。初期化を行うとすべてのメモリー内容、設定値が初期化されます。

- ・ SW1 を押しながら電源投入すると、OLED は SSD1306 が選択されます(*1)。
- ・ SW2 を押しながら電源投入すると、OLED は SH1106 が選択されます(*1)。

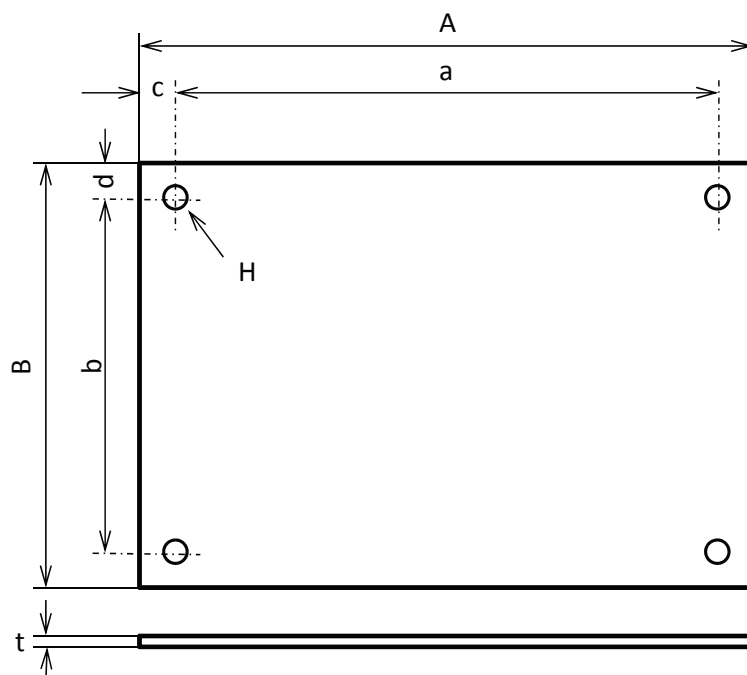
(*1) 初期化時には OLED のドライバは SSD1306 が選択されます。SSD1106 のドライバでは表示は乱れますが SH1106 の OLED も表示できますが、逆ができません。すなわち SH1106 のドライバを選択した状態で、OLED を SSD1306 に交換した場合、なにも表示ができなくなります。電源投入に何も表示されないと、ユーザ側としては心配になるでしょうから、上記の初期化オプションをつけています。

9. 基板寸法

本基板サイズは” STD “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							



10. 補足

(2) 使用上の注意

(i) ノイズについて

本基板では 44.1kHz から 192kHz に対応しています。イコライザーの調整時においては基本的にノイズが発生することはありませんが、周波数の切り替え時においては、PCM9211 のロックの遅れならびに、DSP の命令セットをすべて書き換えるために音の途切れや若干のノイズが発生する場合があります。その他、入力の切り替えや出力の切り替え時においてもノイズが発生する場合があります。

(ii) 供給電圧に注意

本基板に DC ジャックを取り付けて電源を供給する場合、必ず 5V の電源を使用してください。AC アダプタでは他の電圧のものでもジャック形状が同じなので、誤って高電圧をかけると高い確率で破損します。とくに PCM9211 には DC ジャックからの電源がそのまま供給されますので、焼損を引き起こします。

(3) F-GAIN について

本基板での DSP 内の設計は下図のようになっており、各チャンネルに 7 個のフィルターエレメント (BIQUAD FILTER) が直列に並んでいます。このフィルターエレメントではゲインを変更することができますが、ゲインはマイナス側だけでなくプラス側にも変更できます。しかしながら、通常のデジタル信号はほぼ飽和レベルぎりぎりで作られているため、フィルターエレメントでゲインをプラス側に設定すると信号が飽和することになります。そのため、フィルターエレメントを通す前に、一定のゲインだけ下げています。これが下図の Scale に相当する部分で、この部分のゲインを F-GAIN (First-Gain) としています。

F-Gain の既定値は -12dB としています。フィルターでの設定値があまり大きな値にしない場合は、F-Gain を値を小さくすることが可能です。そうすることにより、本基板を通すことによる音量の変化を小さく押さえることができます。

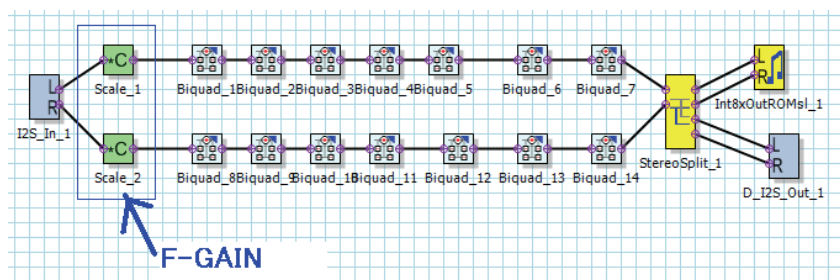


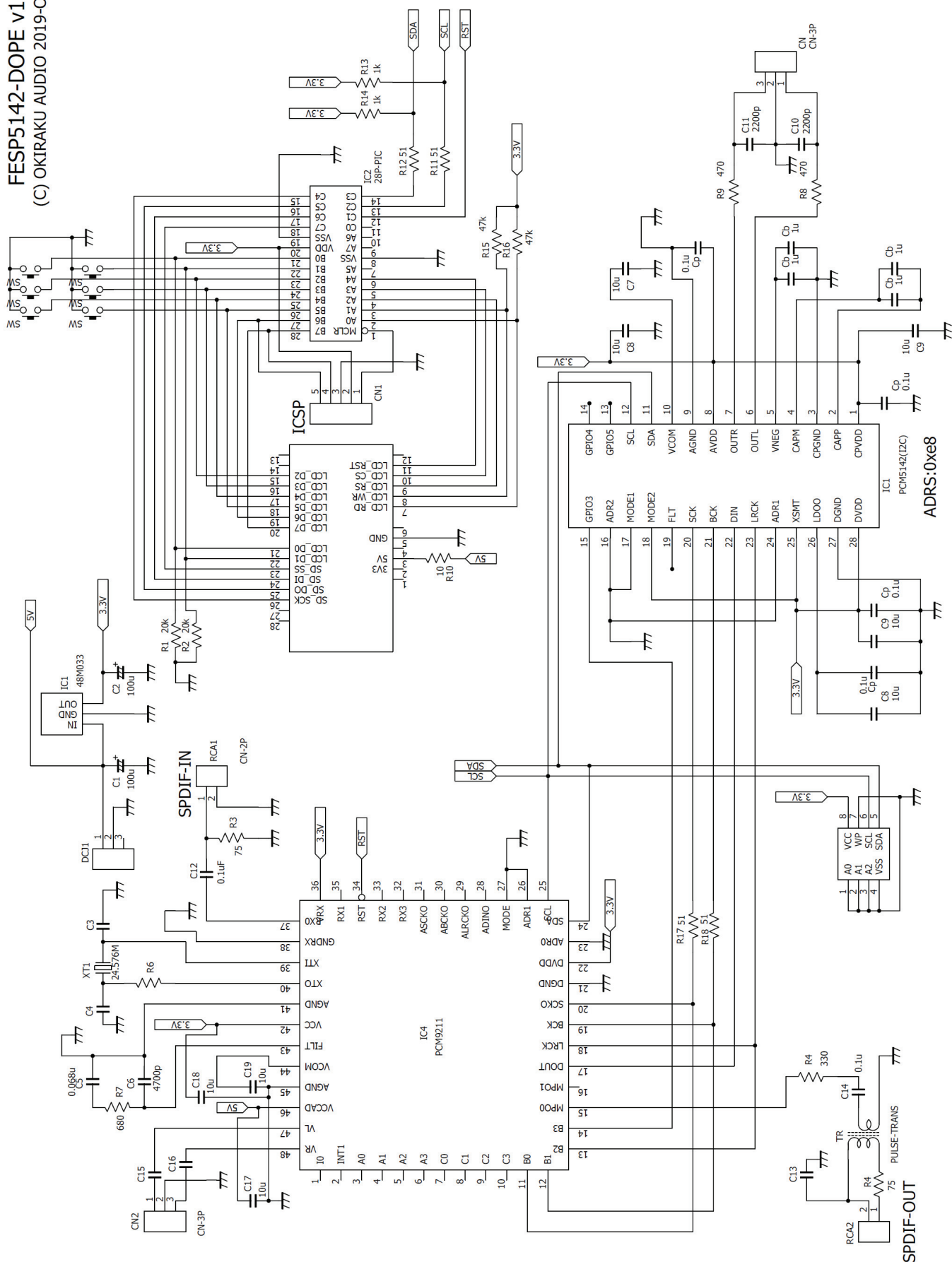
図 DSP の構造

(4) 電源起動しても、OLED になにも表示されない場合

この場合は高い確率で PIC と PCM9211 あるいは PCM5142 との I2C での通信エラーと思われます。再度 I2C ライン (SCL、SDA) を中心に半田付け等をチェックしてください。本基板では OLED の制御が I2C となっているため、他の素子で I2C 通信にエラーがでるような場合は、OLED とも通信ができなくなるためです。

1 1. 回路図

FESP5142-DOPE v1
(C) OKIRAKU AUDIO 2019-OCT



1 2. 編集履歴

Revision	DATE	CONTENT
R1	2020. 1. 4	初版
R2	2020. 1. 6	説明追加