

FESP5142-Do(GEQ) / Front-End Signal Processor Do type Graphic Equalizer

FESP5142-Do(PEQ)フロントエンドプロセッサ Do タイプ / グラフィックイコライザー 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、デジタル出力でのグラフィックイコライザー基板になります。本基板では 24 素子のフィルタ素子を有し、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してみました。また、480×320 素子のグラフィック液晶画面とタッチペンの使用により、ゲイン設定等が極めて簡単に行えます。また本装置ではアナログの入力も有しており最大 96kHz サンプルが可能です。

お気楽なグラフィックイコライザーとして便利と思います。

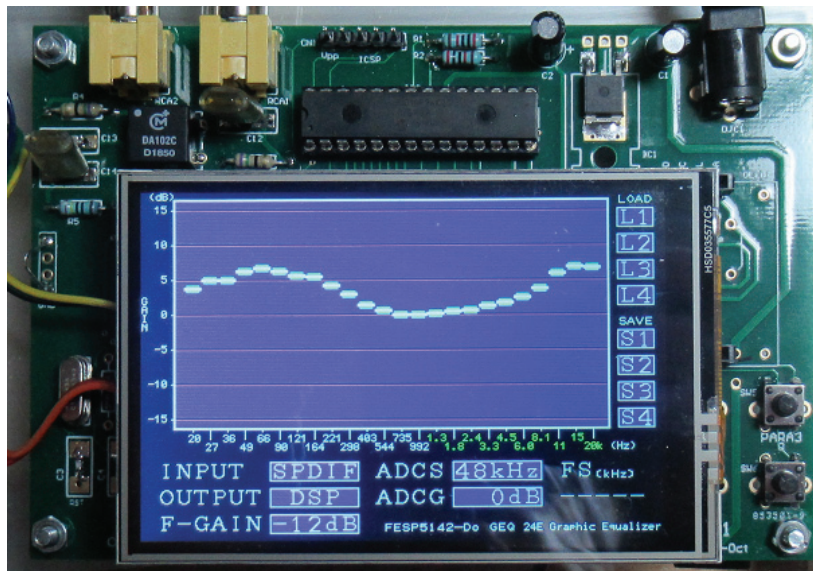


図 完成例 (TFT ディスプレーを実装した状態)

2. 機能&仕様

表 主な仕様

機能	デジタル式グラフィックイコライザー (24 素子)
電源電圧	5V 単一 (電流は 200mA 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) - イコライザー設定：周波数 (20Hz~20kHz)、ゲイン (-15~+15dB) - Q 値 (Q=2.4 固定) - ゲイン誤差はアダプティブ計算により最小化 - 対応周波数：44.1kHz~96kHz - 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グラフィ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。

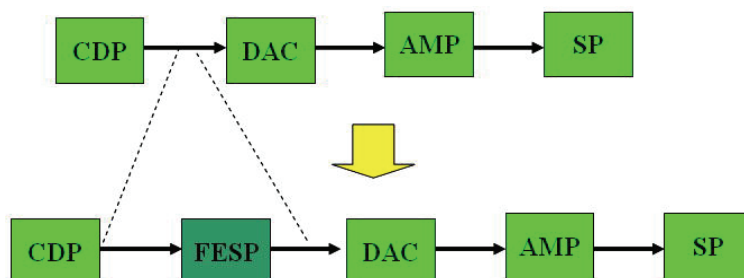


図 本基板の基本的な使い方（SPDIF での入出力が基本的な使い方）

・ 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。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。

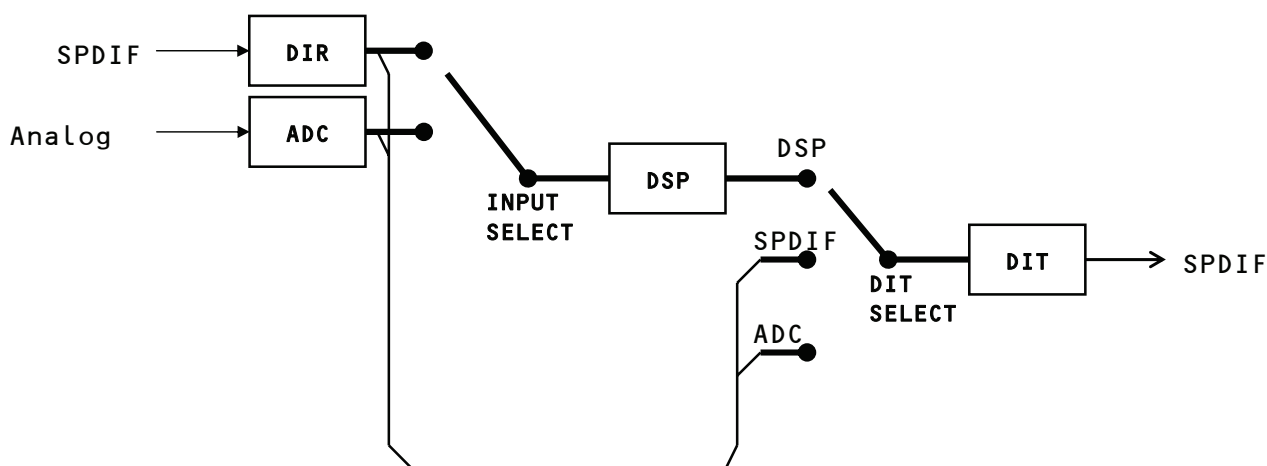


図 本基板での信号の流れ

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-OUT	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。本基板では使用できません。

(iv) CN4~7 / 液晶ディスプレイ用

480×320 ドットの抵抗線式タッチペン機能付きの液晶表示機 (ARDUINO 基板用) を接続します。下記で動作確認を行っています。



Kuman 3.5インチ Arduino用ディスプレイ
タッチパネル 液晶 320*480ピクセル
モニター LCD 16bit Mega2560適用ディスプレイ SC3A-1

Kuman

★★★★☆ 11個の評価

価格: ¥1,750 **prime**

ポイント: 18pt (1%) [詳細はこちら](#)

[Amazonクラシックカード新規ご入会で5,000ポイントプレゼント](#)

[入会特典をこの商品に利用した場合0円 1,750円 に](#)

- (注) ・使用ドライバーは ILI9486 (あるいは互換機能)
・抵抗線式のタッチパネルを有するもの。

(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	炭素皮膜 1/4W	18kΩ	2	
	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	炭素皮膜 1/4W	10Ω	1	ジャンパーでも良いかもしれません。
	R11, 12	炭素皮膜 1/4W	51Ω	2	
	R13, 14	炭素皮膜 1/4W	1.5kΩ	2	
	R15, 16	炭素皮膜 1/4W	18kΩ	2	
	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	47uF/16V	2	10~220uF 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	0.068uF	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	10uF 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	0.1uF	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	0.1uF	1	
	C15, 16	チップコンデンサ	10uF	2	2012~3528 サイズ (*1)
	C17-19	チップコンデンサ	10uF 程度	3	2012~3528 サイズ (*1)
	Cp	チップコンデンサ	0.1uF	13	1608, 2012 サイズ
	Cb	チップコンデンサ	1uF	4	2012, 3216 サイズ
	C18-20	チップコンデンサ	10uF 程度	1	2012~3528 サイズ (*1)
水晶	XT1	HC-49/S	24.576MHz	1	
トランス	TR1	パルストランス	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	
LCD		480×320 ドット カラーLCD 抵抗線式タッチパ ネル付き	ドライバ素子 ILI9486 あるいは 互換品	1	AMAZON の「Kuman 3.5 インチ Arduino用ディスプレイ タッチパネル 液晶 320*480 ピクセル モニター LCD 16bit Mega2560 適用ディスプレイ SC3A-1」で動作確認しています。
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	—	—	—	実装しない。
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
- ◆特長: すずめっき電極品
- ◆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](#)
[弊社取扱い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](#)

(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。

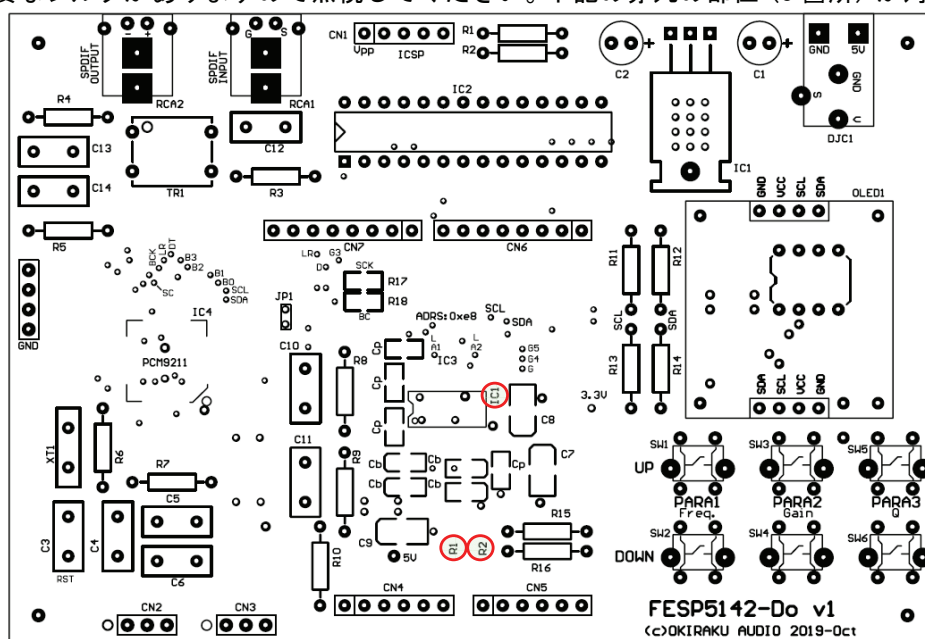


図 不要シルク（赤丸部分が不要シルク）

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。

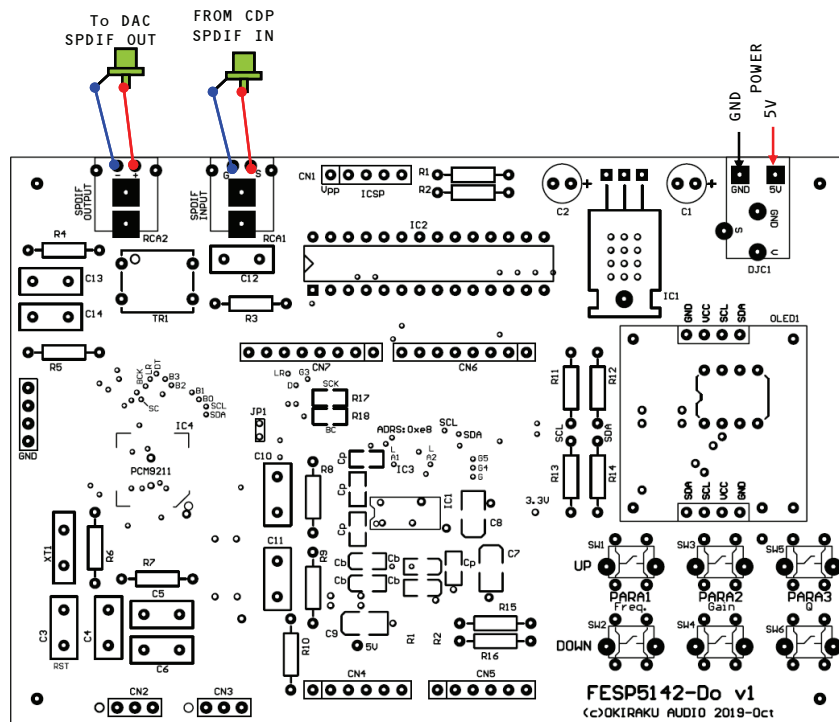


図 基本的な接続方法（SPDIF での CDP と DAC での接続）

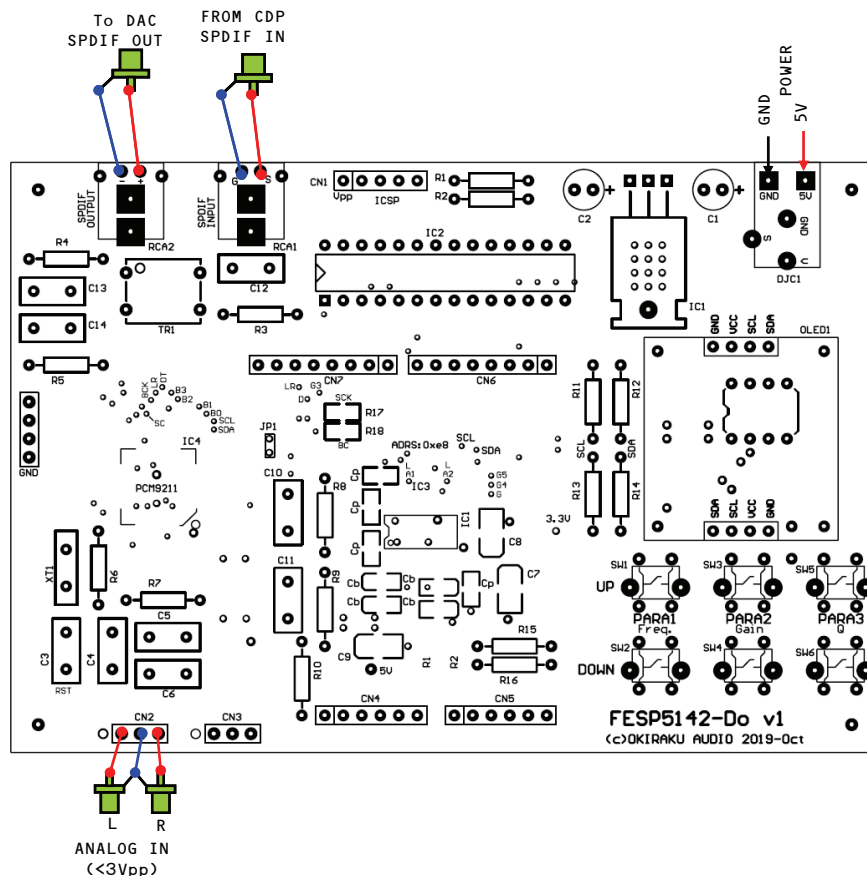


図 アナログの入力を設ける場合

7. 基板パターン

(1) シルク

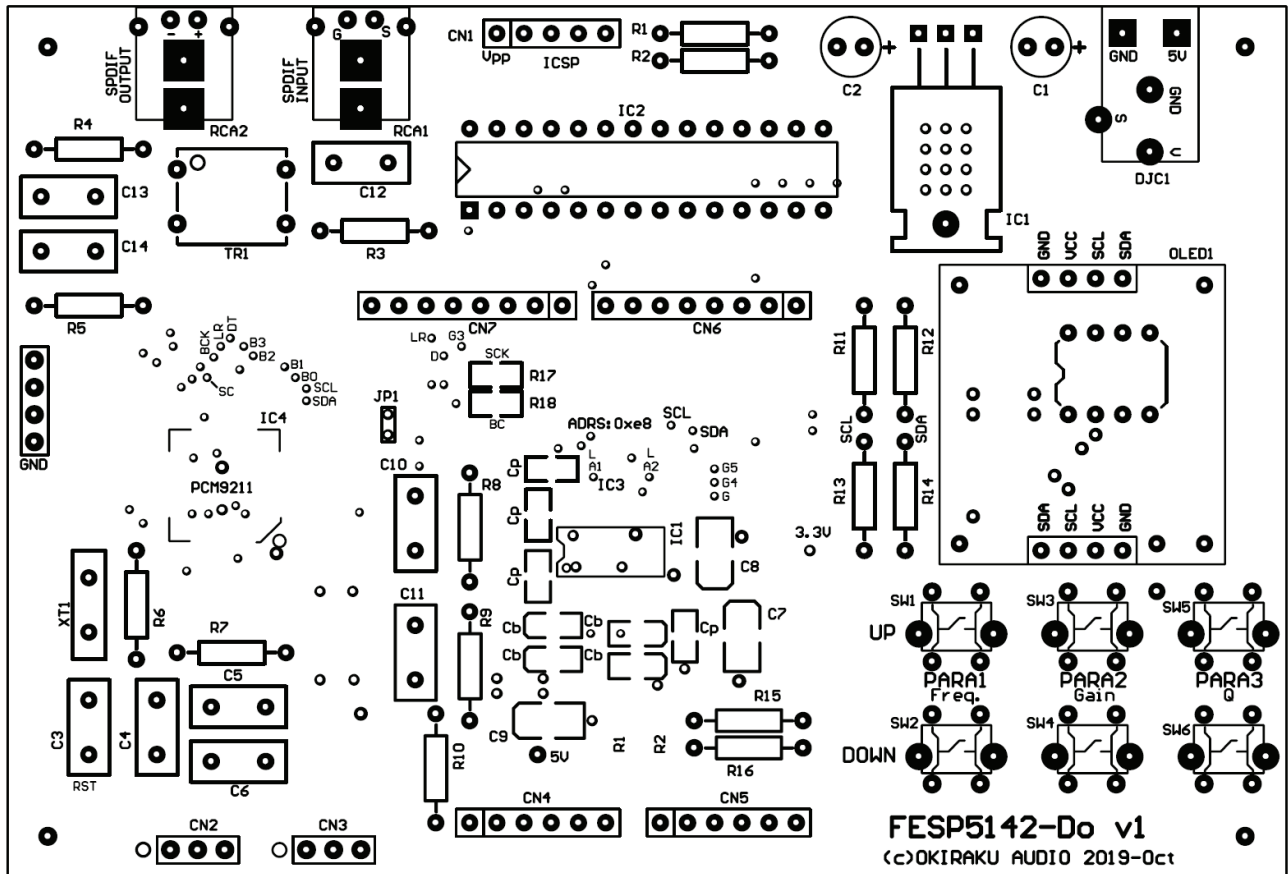


図 シルク

(2) 配線パターン (部品面)

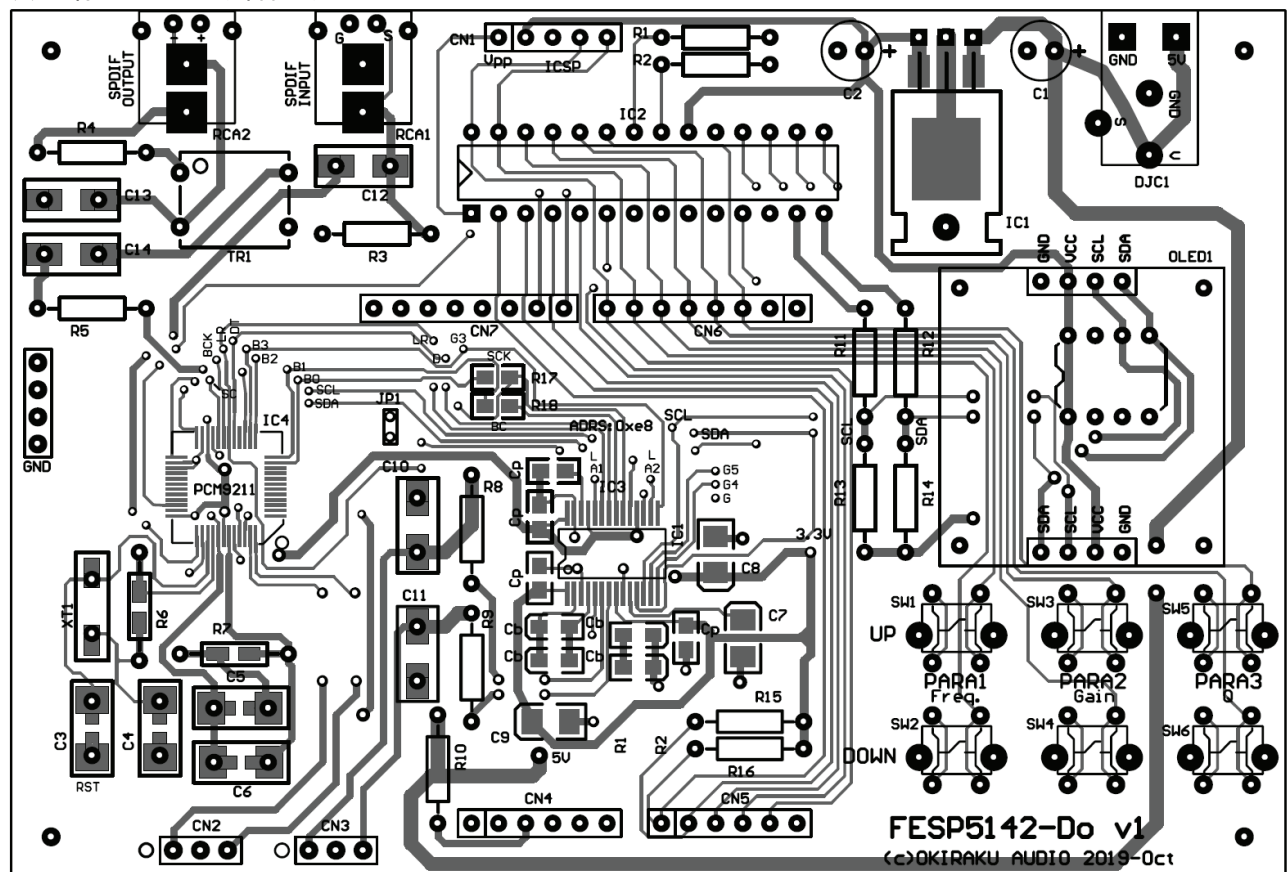


図 部品面パターン

(3) 配線パターン（半田面：部品面より透視）

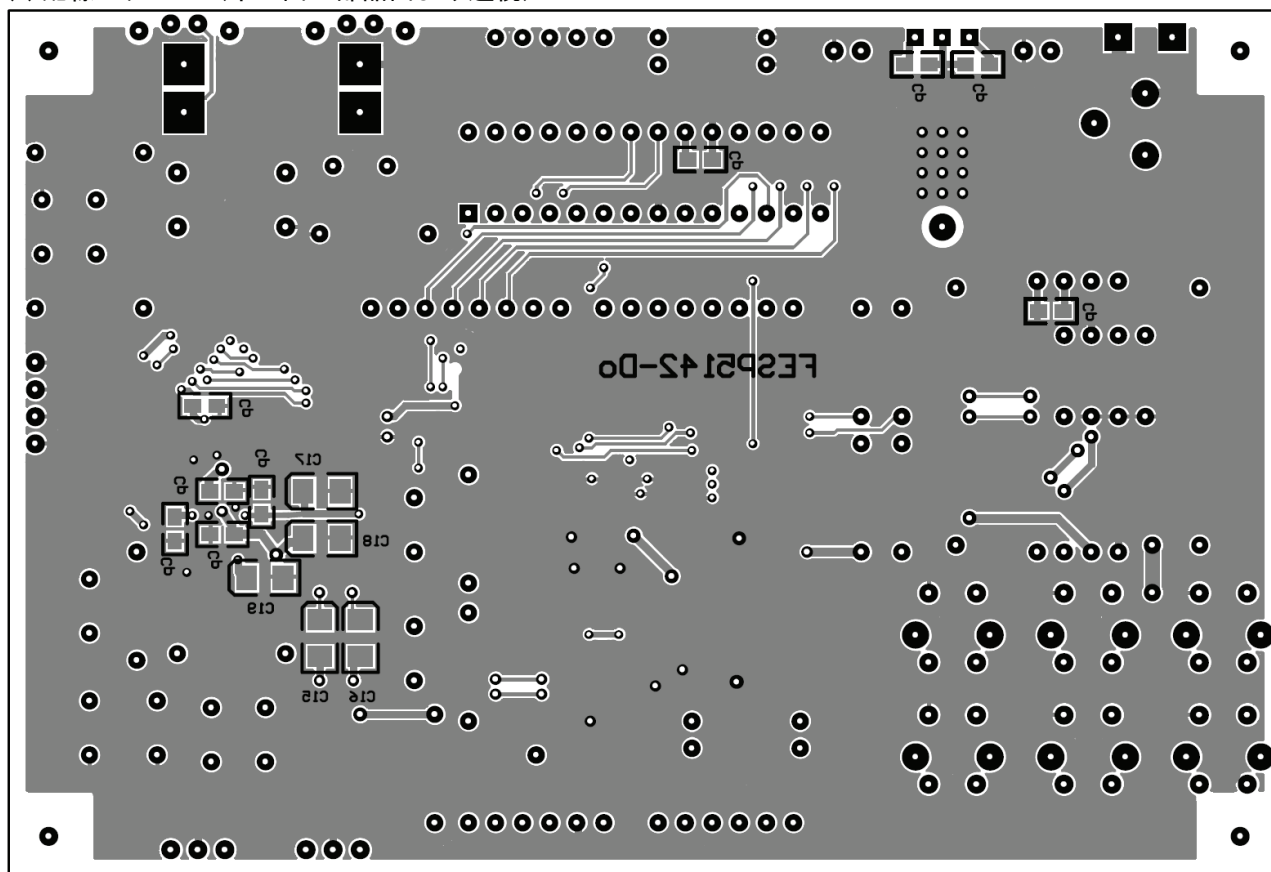


図 半田面パターン

8. 操作方法

(1) 初期設定

初回電源投入時ならびに初期化起動時（タッチパネルの中央部を触れながら電源起動）は、すべての設定の初期化ならびにタッチペンの位置校正を行います。

タッチペンの校正は最初に画面の左上に「+」が表示されるので、そこをタッチ（しばらく押さえ続ける）します。そして、次に右下の「+」をタッチ（しばらく押さえ続ける）するように、指示が出ますので、それにしてください。これでタッチペンの位置校正を行います。



図 タッチペンの位置校正画面。初期化時に表示されます。

(1) 動作時の画面ならびに操作法

下記は動作時の画面になります。ブルーが背景の場所がタッチペンをうけつける位置になります。それぞれの場所をタッチすることで、そのコマンドの実行やパラメータを変更することができます。

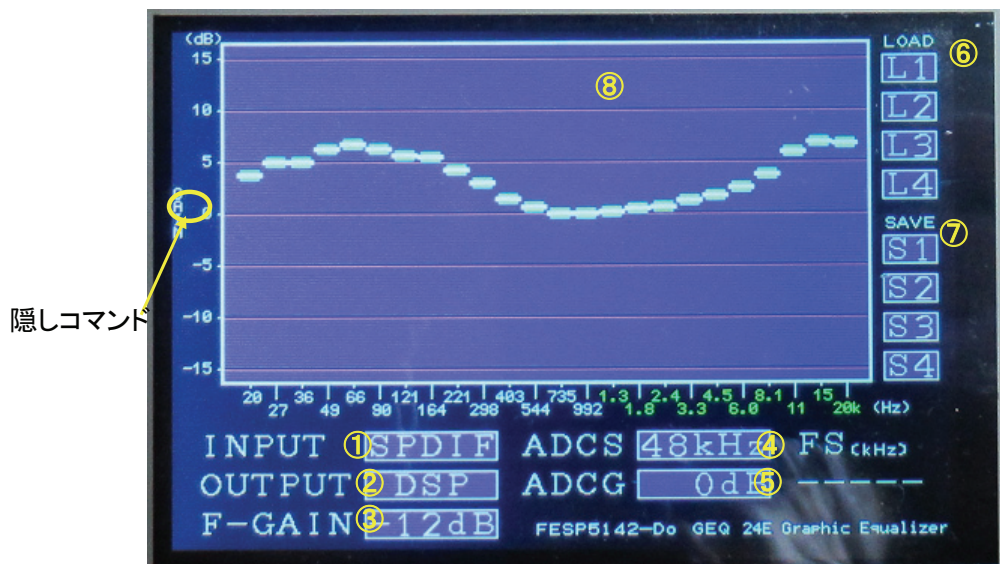


図 動作時の画面例

① INPUT

入力を変更します。SPDIF（既定値）、ADC の入力の切り替えを行います。

② OUTPUT

SPDIF の出力を変更します。SPDIF、ADC、DSP（既定値）の切り替えを行います。通常は DSP（既定値）を選択します。SPDIF を選択すると、入力の信号を DSP を介さずそのまま出力されます。ADC を選択すると AD 変換後の出力がダイレクトに SPDIF 出力となります。

③ F-GAIN

イコライザーの入力段のゲインを設定します。-20～0dB で変更できます（既定値は-12dB）。枠内の右側半分

をタッチすると数値が増加（音量大）なり、左側半分をタッチすると数値が減少（音量小）します。

④ADCS

AD コンバータの変換周波数を変更します。48kHz（既定値）、96kHz が選択できます。

⑤ADCG

AD コンバータのゲインを設定します。約-90～+20dB で 1dB 毎に変更できます（既定値は 0dB）。枠内の右側半分をタッチすると数値が増加（音量大）なり、左側半分をタッチすると数値が減少（音量小）します。

⑥LOAD

L1～L4 をタッチすると、設定値のメモリー内容がロードされます。

⑦SAVE

S1～S4 をタッチすると、設定値をメモリーにセーブします。

⑧フィルター画面

この部分をタッチすると、該当する部分の周波数のフィルターのゲインを変更します。リアルタイムで設定値をイコライザに反映するため、若干の時間が必要です。タッチペンの移動をあまり早く動かすと、設定の抜けが生じますので、抜けが生じない速度でペンを動かしてください。

<隠しコマンド>

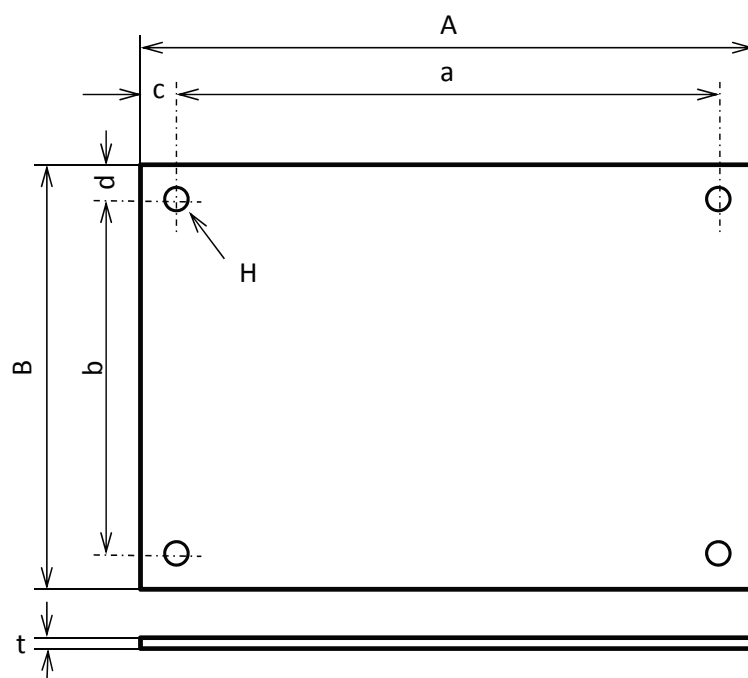
一番左端の「GAIN」の近傍をタッチすると、実際にフィルターに設定されるゲインが表示されます。解除するには、フィルター画面を再度タッチしてください。

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

(1) 供給電圧に注意してください。

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 24 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 としていますが、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。

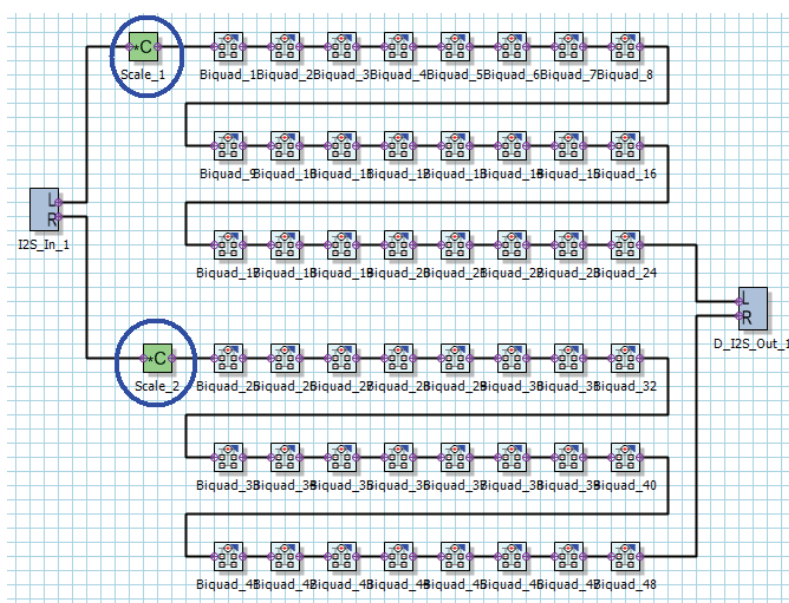
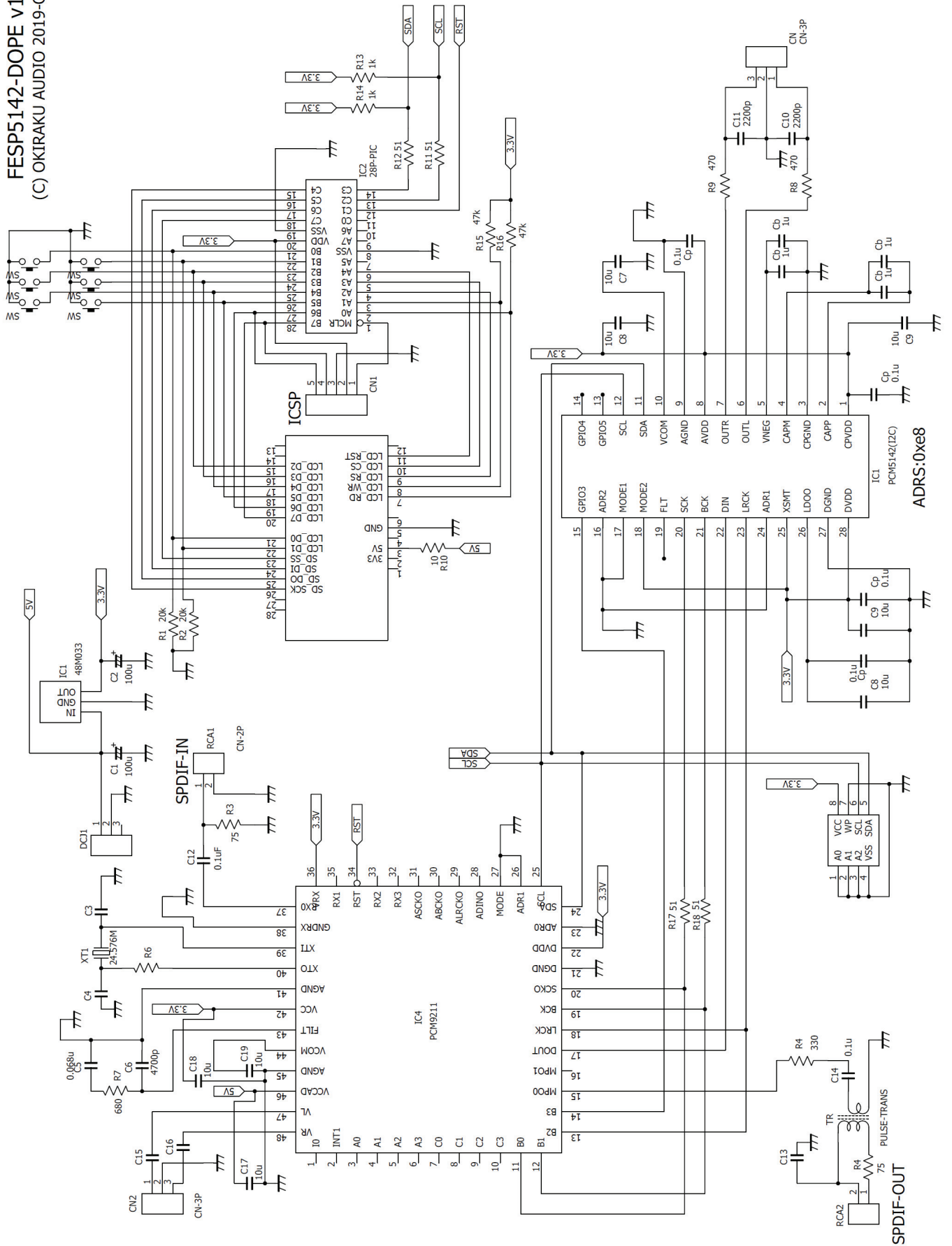


図 DSP の構造 (図中の青丸の部分で F-Gain)

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. 20	初版