

Renew SRC4137 / Sample Rate convertor with AK4137

AK4137 使用 新デジタルオーディオフォーマット変換基板 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

本基板は旭化成マイクロシステムのAK4137を用いたデジタルオーディオでのサンプリングレートならびにフォーマット変換基板です。基本的にはPCM, DSD, DoP 信号を PCM あるいは DSD フォーマットへの変換が可能です。さらにフロントエンドにPCM9211を用いており、入力信号としてはPCM、DSDの他にSPDIF及びアナログ入力も使用可能です。また出力信号はPCM変換された場合にはDIT (Digital Interface Transmitter)によりSPDIF同軸出力も可能です。すなわち、DSD信号を受信してSPDIFへの変換も可能です。

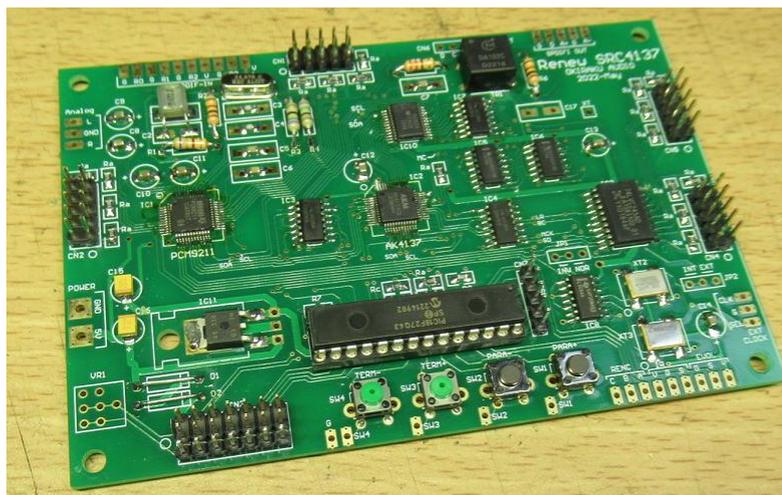


図 完成例

入力信号の数についてはSPDIFが4入力、DSD/PCMが2入力、アナログが1入力と数多く有しています。出力は

PCM/DSDは2ポートとSPDIFは同軸及びデジタル出力が可能です。PCM信号出力時には2つのうち1つのポートはLRクロックを反転して出力することも可能ですので、右詰めフォーマットで動作可能なマルチビットのDACとも直接接続することができます。

マスタークロックについては基板上の水晶発振器の他に、外部からのクロック供給も容易なパターンとしています。

本機は以前にリリースしたSRC4137A基板の後継機にあたり、さらに機能的には大幅に向上させると同時に、基板サイズも一回り小さくし筐体内への実装性も向上させました。

デジタルオーディオの入力のフロントエンドとして便利に使えるかと思います。

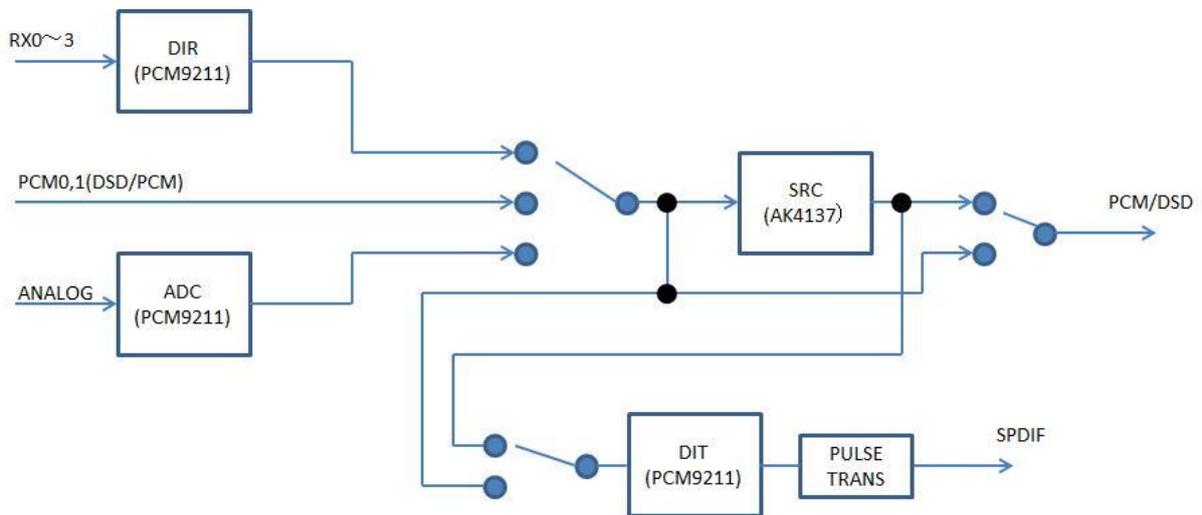
2. 仕様

表 主な仕様と特徴

機能	デジタルオーディオのフォーマット変換基板
主な仕様	<ul style="list-style-type: none"> ・ 入力数 7 (SPDIFx4, PCM/DSDx2, ANALOGx1) ・ 入力対応周波数 SPDIF~192kHz, PCM/DSD~768kHz, DSD1024 (1C スペック) ・ 出力数 3 (PCM/DSDx2, SPDIF (DIG/CO-AXIS) x1) ・ 出力周波数 SPDIF~192kHz, PCM/DSD~768kHz, DSD1024 (1C スペック) ・ 機能表示装置 : 20x4LCD ・ 赤外線リモコン対応
電源電圧	5V±5%, 消費電流は単体で120mA程度
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・ PCM, DSD, DoP から PCM, DSD, SPDIF への多彩な変換が可能 (DoP は未確認)。 ・ 外部クロックへの変更も容易 ・ 赤外線リモコンの学習機能有り ・ PCM出力の1つはLR信号の反転が可能。 etc

3. 構成

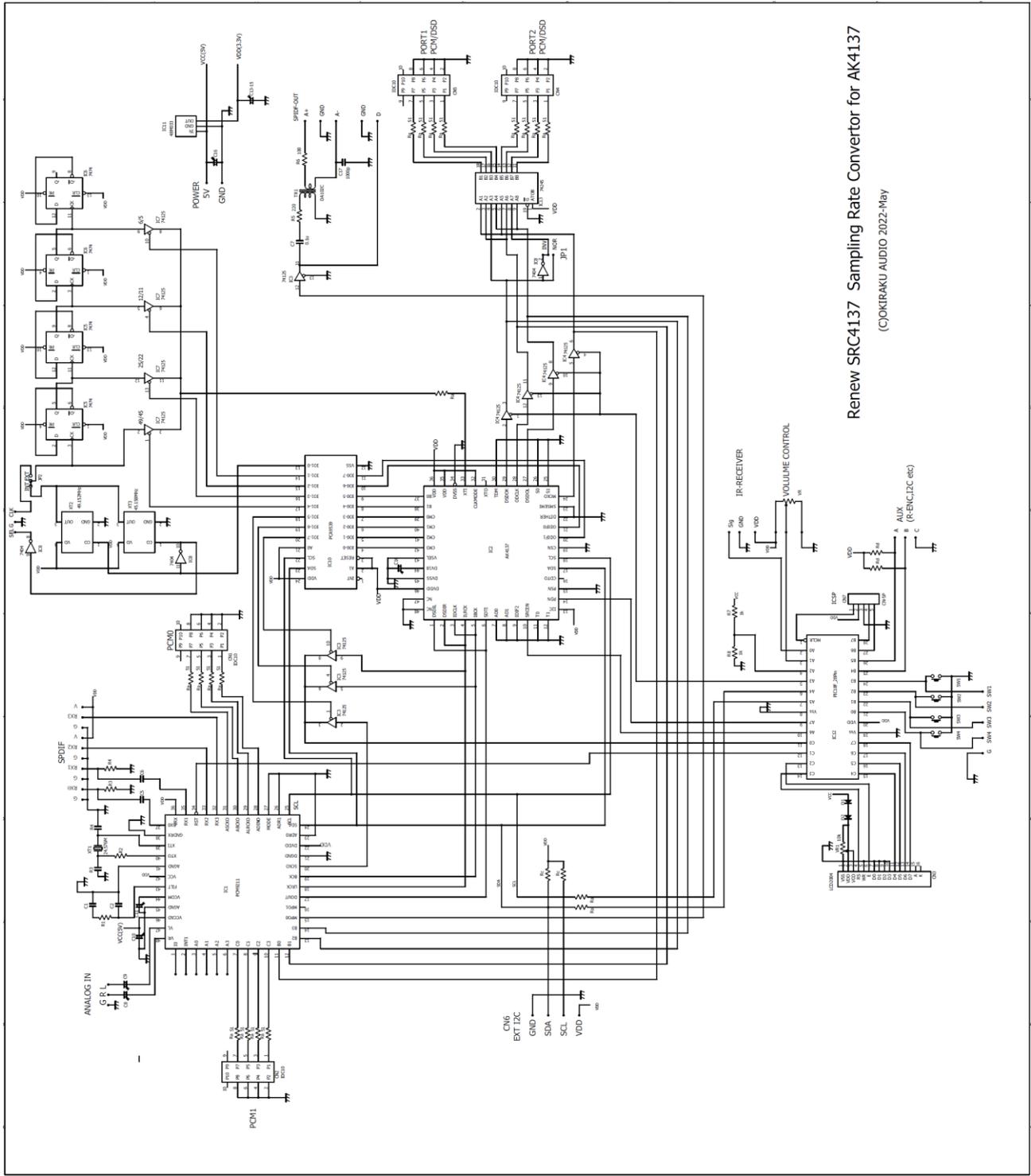
本機での信号の流れは下図のようになっています。この信号の流れをよく理解ください。パラメータの設定では各変換器（DIR, ADC, DIT, SRC）の入出力のフォーマットを一致させる必要があります。



DIR: Digital Interface Receiver , SPDIF 信号を PCM 信号に変換。
ADC: Analog Digital Converter , アナログ信号を PCM 信号に変換 (48kHz あるいは 96kHz)
DIT: Digital Interface Transmitter , PCM 信号を SPDIF 信号に変換
SRC: Sampling Rate Converter , サンプリング周波数, フォーマットを変換。

図 本基板における信号の流れ

4. 回路図



Renew SRC4137 Sampling Rate Converter for AK4137
(C)OKIRAKU AUDIO 2022-May

5. 端子機能

(1) 基板端子機能

本基板における基板端子機能は下表の通りです。

表 基板端子機能

Group	名称		備考
SPDIF-IN	G	信号 GND	
	R0	RX0 (SPDIF 同軸) 入力	
	G	信号 GND	
	R1	RX1 (SPDIF 同軸) 入力	
	G	信号 GND	3.3V 出力は光受信モジュール等に使用
	R2	RX2 (SPDIF デジタル) 入力	
	V	3.3V 出力	
	G	信号 GND	3.3V 出力は光受信モジュール等に使用
	R3	RX3 (SPDIF デジタル) 入力	
SPDIF-OUT	G	信号 GND	光送信モジュール用電源は別途用意必要。
	D	SPDIF デジタル出力	
	A+	SPDIF 同軸出力 (+)	G はバランス出力時に使用
	G	信号 GND	
	A-	SPDIF 同軸出力 (-)	
RENC	A	エンコーダ接続 (COMMON)	本基板では使用せず
	B	エンコーダ接続 (B)	
	C	エンコーダ接続 (A)	
IR	V	3.3V 出力	赤外線リモコンの接続端子
	G	電源 GND	
	S	IRR 信号入力	
EVOL	G	GND	本基板では使用せず
	S	可変抵抗の midpoint 入力	
	V	3.3V (VDD)	
Analog	L	アナログ信号 L-CH 入力	入力レベルは最大 3Vpp
	GND	信号 GND	
	R	アナログ信号 R-CH 入力	
CLK	CLK	外部クロック入力	SEL 信号は下記。 L: 45.1584MHz H: 49.152MHz
	G	信号 GND	
	SEL	クロック選択出力信号	
POWER	GND	電源 GND	最低 150mA 以上の容量必要
	5V	5V 電源入力	
その他	SW1	SW1 の外部接続用 (PARA+)	
	SW2	SW2 の外部接続用 (PARA-)	
	SW3	SW3 の外部接続用 (TERM+)	
	SW4	SW4 の外部接続用 (TERM-)	
	G	スイッチのコモン (GND)	

(2) コネクタ機能

(i) CN1, CN2

CN1, CN2 はそれぞれ PCM0, PCM1 入力です。名称は PCM になっていますが DSD も入力可です。いずれも PCM9211 を経由して AK4137 に送出されます。

表 CN1, CN2 ピン配置

Pin	PCM	DSD	Pin	機能
1	DATA	DATA-L	2	GND
3	LRCK	DATA-R	4	GND
5	BCK	BCK	6	GND
7	MCK	MCK	8	GND
9	N. C	N. C	10	N. C

(ii) CN3

CN3 は 20×4 桁の LCD 表示器の接続ポートになっています。リボンケーブルでの接続を考慮して奇数ピンを中央に配置した 3 列配置としています。電源 (VDD, GND) の逆接を行うと LCD が故障しますので注意してください。

表 CN3 ピン配置

Pin	機能	Pin	機能
1	GND	2	VDD
3	CONTRAST	4	RS
5	GND	6	E
7	GND	8	GND
9	GND	10	GND
11	DB4	12	DB5
13	DB6	14	DB7

(iii) CN4, CN5

CN4, CN5 は PCM/DSD の出力ポートになります。CN4 の Pin3 (LRCK) については、JP1 により極性を反転できるようにしています (既定値は反転側になっています)。通常は CN5 を使用して出力します。

表 CN4, CN5 ピン配置

Pin	PCM	DSD	Pin	機能
1	DATA	DATA-L	2	GND
3	LRCK(*)	DATA-R(*)	4	GND
5	BCK	BCK	6	GND
7	MCK	MCK	8	GND
9	N. C	N. C	10	N. C

(*) CN4 については JP1 で極性を変更可能です。通常は極性が非反転の CN5 を使うとよいでしょう。既定値で JP1 は反転としており、そのまま PCM 出力で接続すると左右が反転しますが、DSD ではほとんど影響はないでしょう。

(iv) CN6

マイコンの ICSP (In-Circuit Serial Programming) ポートです。開発時以外は使用しません。

(3) ジャンパー設定

(i) JP1

CN4 の PIN3 の極性を設定します。既定値は INV (反転) になっていますので、変更する場合はパターンを切断して NOR (非反転) 側に設定してください。

(ii) JP2

マスタークロックの選択を行います。既定値は INT となっており、基板上の水晶発振器を使用します。EXT 側に変更することで外部クロックの入力が可能であり、この場合は INT 側のパターンを削除して、EXT 側をジャンパーしてください。外部クロックは CLK グループの CLK 端子に接続します (CMOS 3.3V ロジックレベル)。要求される周波数は SEL 端子で指定されます (L:45.1584MHz H:49.152MHz)。

6. 部品表例

表 部品表

品名	番号	規格	仕様	個数	備考
抵抗	R1	金属被膜 1/4W	680Ω	1	PLL 用
	R2	炭素被膜 1/4W	100Ω	1	
	R3, 4	炭素被膜 1/4W	75Ω	2	
	R5	炭素被膜 1/4W	220Ω	1	
	R6	炭素被膜 1/4W	100Ω	1	
	R7, 8	チップ抵抗	1kΩ	2	1608, 2012 サイズ
	Ra	チップ抵抗	51Ω	18	1608, 2012 サイズ
	Rb	チップ抵抗	47kΩ	2	1608, 2012 サイズ
	Rc	チップ抵抗	1kΩ	2	1608, 2012 サイズ
	VR1	1 回転半固定	10-20kΩ	1	LCD コントラスト調整用
コンデンサ	C1	フィルム	0.068uF	1	PLL 用
	C2	フィルム	4700pF	1	PLL 用
	C3, 4	セラミック	15~22pF	2	#2022. 11. 7 修正
	C5, 6	フィルム	0.01~0.1uF	2	
	C7	フィルム	0.1uF	1	
	C8-11	電解コンデンサ	47uF/16V	4	
	C12	電解コンデンサ、チップ C	10uF/16V	1	±30% #2022. 11. 6 修正
	C13-16	電解コンデンサ	47uF/16V	4	
	C17	フィルム	不要	-	
	Cp	チップコンデンサ	0.1uF	21	1608, 2012 サイズ
ダイオード	D1, 2	一般整流用	ジャンパー	-	通常は不要(*1)
水晶	XT1	HS-49U	24.576MHz	1	
	XT2	XO 発振器	49.152MHz	1	
	XT3	XO 発振器	45.1584MHz	1	
IC	IC1	DAI	PCM9211	1	
	IC2	SRC	AK4137	1	
	IC3, 4	ロジック	74125	2	LVC など(S0-14)
	IC5, 6	ロジック	7474	2	LVC など(S0-14)
	IC7	ロジック	74125	1	LVC など(S0-14)
	IC8	ロジック	7404	1	LVC など(S0-14)
	IC9	ロジック	74245	1	LVC など(S0-20) WIDE
	IC10	EXTEND-IO	PCA9539 あるいは P1410E5V9539	1	SSOP-24 #2022. 11. 7 互換品追加
	IC11	電圧レギュレータ 3.3V	48M033 など	1	7800 と同じピン配置
	IC12	制御 CPU	PIC-28Pin	1	"RenewSRC4137"
トランス	TR1	ハルストランス	DA102C など	1	
スイッチ	SW1-4	タクトスイッチ		4	(*2)
基板			Renew SRC4137	1	

ハッチング部はキットの主要部品として添付。

(*1) LCD の制御 IC の H レベル閾値が低い場合は D1 あるいは D2 のどちらか、あるいは両方を実装して LCD の動作電源を下げ、H レベル閾値を下げるようにします。

(*2) SW1~4 を外付けする場合は、基板上に実装する必要はありません。

7. 接続

(1) 電源および入出力の接続

下図を参照にして接続します。通常は PCM/DSD の OUTPUT1 を使用します。OUTPUT2 は LR 信号が反転していますので、非反転にするには JP1 を変更してください。

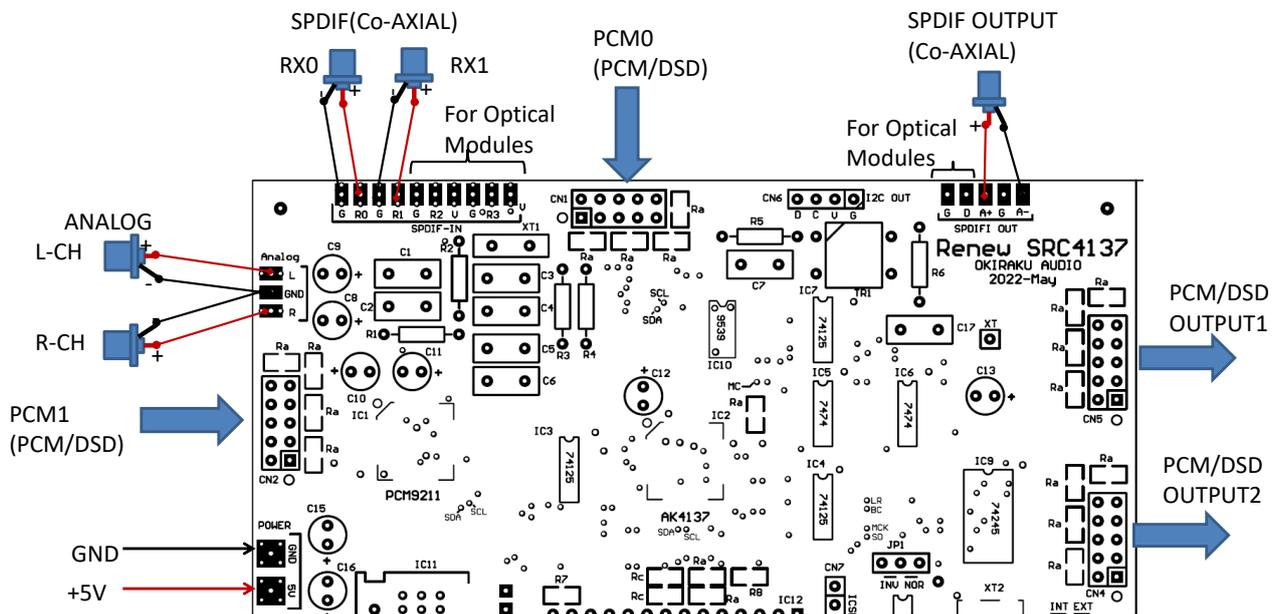


図 電源および入出力の接続

(2) 操作関係の接続

下図を参照にして接続します。操作スイッチは基板上と外付けとパラで動作しますので、どちらか一方で十分です（両方でも問題ありません）。LCD の接続はピンの偶数・奇数を間違えないように注意してください。間違えると電源が逆接となり、LCD の故障の原因となります。

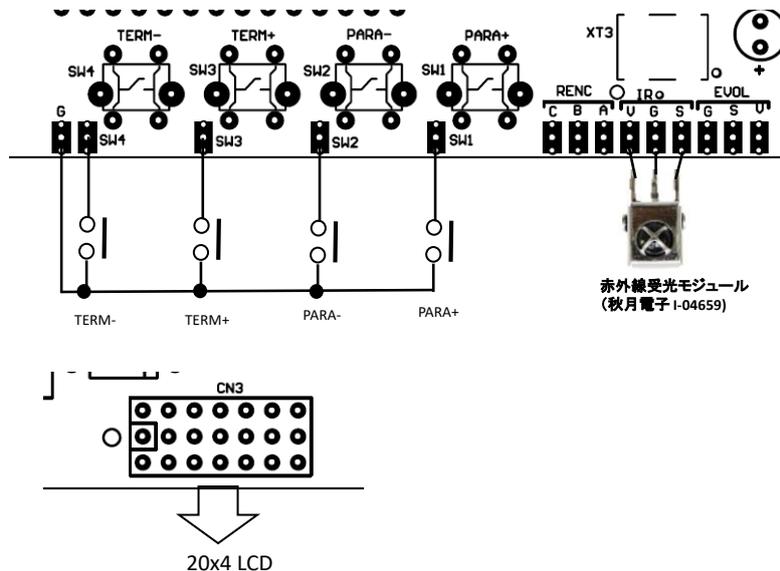
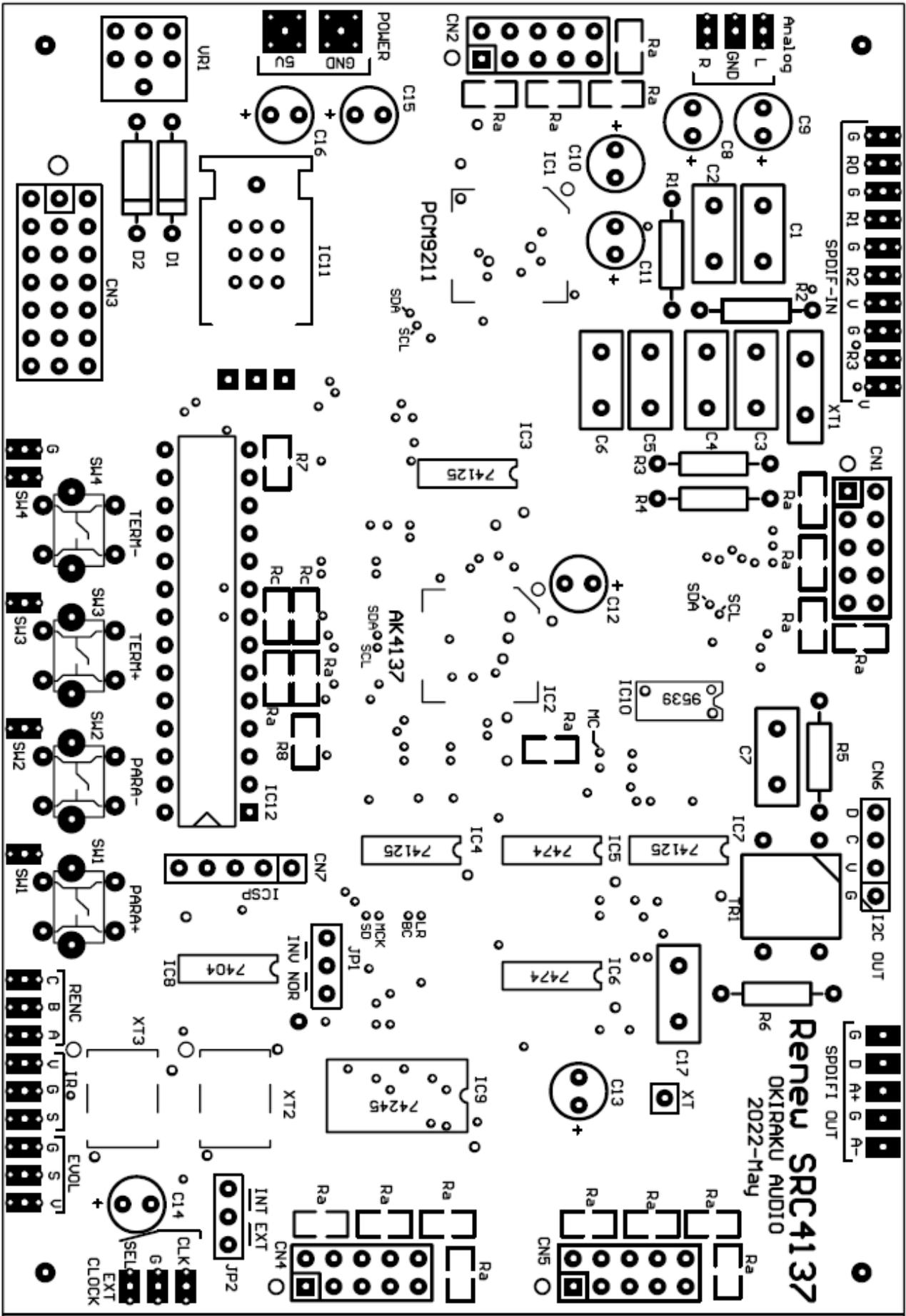


図 操作関係の接続

8. 基板パターン

(1) シルク



☒ シルク

(2) 配線パターン (部品面)

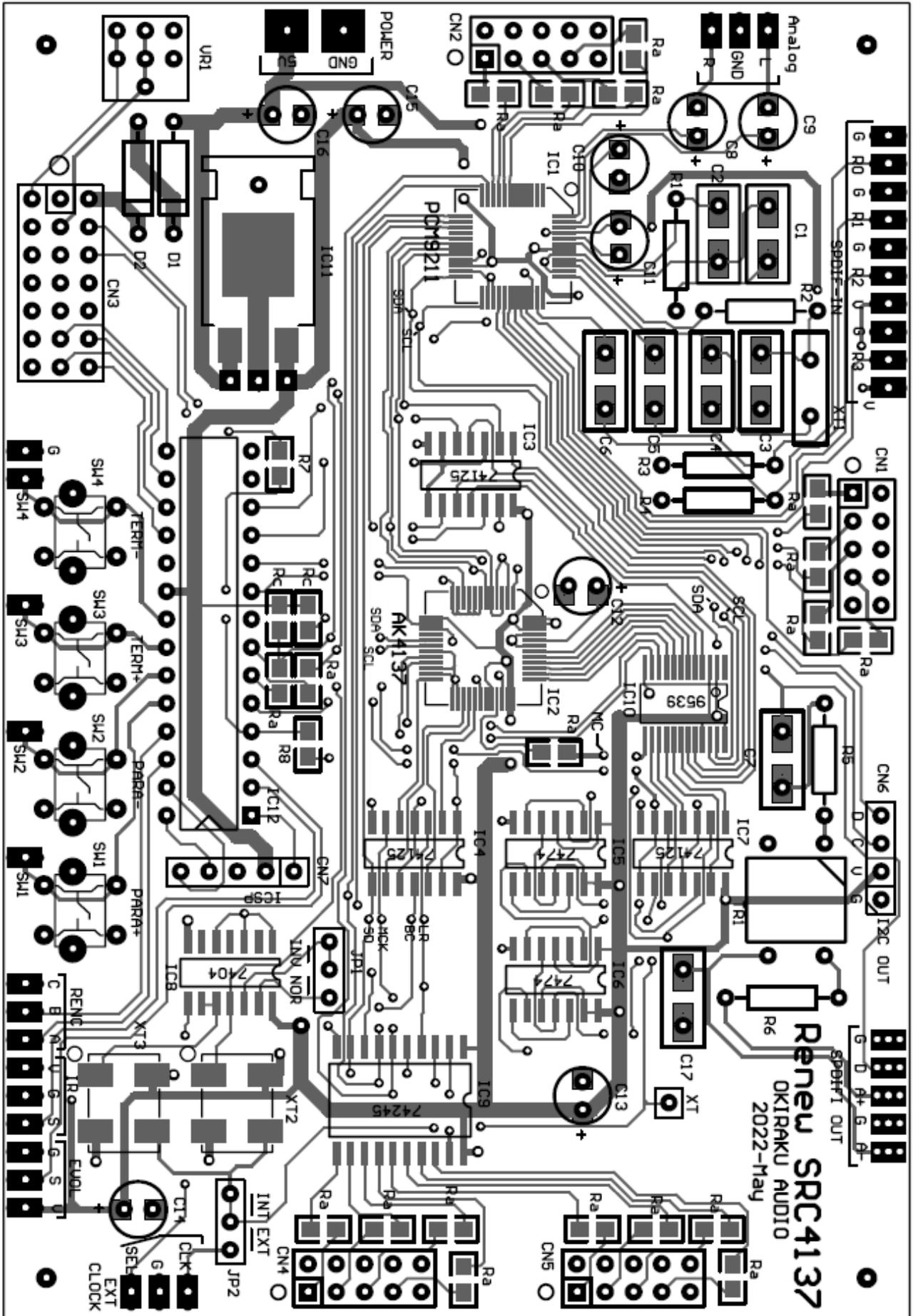


図 部品面パターン

(3) 配線パターン (半田面：部品面より透視)

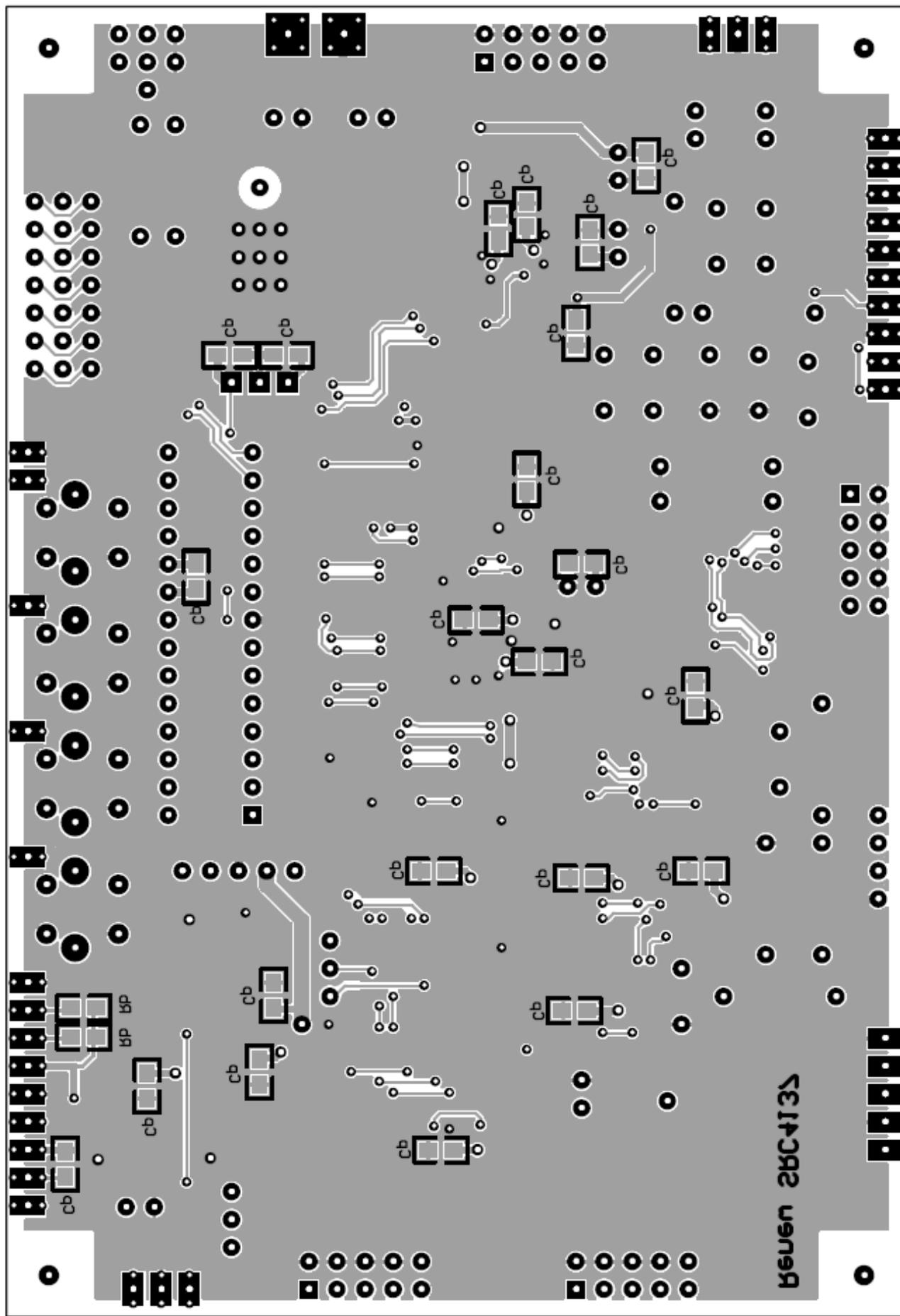


図 半田面パターン

9. 操作方法

この基板の制御ソフトはセッティングオリエンテッドな構造になっています。すなわち、セッティング番号が1～8まであり、それぞれのセッティングに個別のパラメータが与えられています。パラメータには入力信号、変換方法及び変換周波数などが含まれます。この構造のためセッティング番号のすべてを同じ入力（例えば SPDIF-RX0）として、セッティング番号で変換周波数だけを変更するといった使い方が可能です。

以下に、パラメータ項目とパラメータ値の変更方法について説明します。

1) 基本操作

基本的な操作方法は4つのスイッチ (TERM+, TERM-, PARA+, PARA-) を使用して行います。4つのスイッチの機能は下記になります。項目は1～20まであります。パラメータ数は項目によって異なります。

- *パラメータ変更 : SW1/PARA+(INC), SW2/PARA-(DEC)
- *項目変更 : SW3/TERM+(INC), SW4/TERM-(DEC)

2) パラメータの初期設定値

機能としてはフロントページでセッティング番号を1～8で変更します。それぞれのセッティング番号について各々17個のパラメータを有しています。初期値としてはそれぞれのセッティングについて下表の変換となるようなパラメータが設定してあります。

表 セッティング初期値

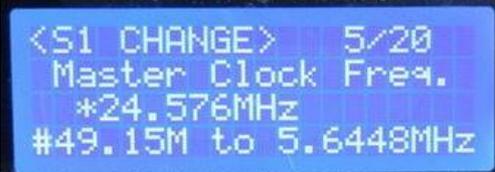
セッティング番号	入力	変換内容
1	RX0 (SPDIF 同軸)	PCM→PCM, I2S フォーマット 192kHz 出力
2	RX0 (SPDIF 同軸)	PCM→DSD256
3	RX0 (SPDIF 同軸)	無変換
4	CN1, PCMO (I2S)	PCM→PCM, I2S フォーマット 192kHz 出力
5	CN1, PCMO (I2S)	PCM→DSD256
6	CN1, PCMO (I2S)	無変換
7	ANALOG	PCM→PCM, I2S フォーマット 96kHz 出力
8	ANALOG	PCM→DSD256

3) 各パラメータの変更方法

各セッティングでのパラメータを変更するには、FRONT PAGEにてセッティング番号を PARA+あるいは PARA-で変更したのち、項目を TERM+あるいは TERM-で設定して、各項目に応じたパラメータを変更します。変更したパラメータはその場で EEPROM に記憶されます。

表 LCD の表示とパラメータの変更方法

No	LCD 表示例	表示 & 設定内容
FRONT PAGE		<p>フロントページ 通常はこの画面が表示されます。セッティング番号と主要な情報が表示されます。左画面例では下記の状態を示しています。</p> <p>セッティング: 1 (S1) (1～8まであります) 変換 (CNV): PCM 入力→PCM 出力 入力 (INP): RX0 (SPDIF 同軸) 周波数は 48kHz 出力 (OUT): マスタクロック (MC) は 24.576MHz 出力 FS0 は x128 フォーマットは I2S, 192kHz 変換</p>
1		<p>セッティング 1 のパラメータ変更 (1/20)</p> <p>変換スタイルを設定。パラメータは下記から選択。</p> <ul style="list-style-type: none"> PCM→PCM PCM→DSD DSD→PCM DSD→DSD DoP→PCM DoP→DSD PCM→(無変換) DSD→(無変換)

2		<p>セッティング1のパラメータ変更(2/20)</p> <p>入力を設定。パラメータは下記から選択。 RX0 (SPDIF 同軸) RX1 (SPDIF 同軸) RX2 (SPDIF デジタル) RX3 (SPDIF デジタル) PCM0 (CN1 入力, PCM, DSD 兼用) PCM1 (CN2 入力, PCM, DSD 兼用) ADC (ANALOG SIGNAL 入力)</p>
3		<p>セッティング1のパラメータ変更(3/20)</p> <p>(SRC)AK4137 の PCM 入力フォーマット設定。パラメータは下記から選択。 I2S LJ (左詰め) RJ24 (右詰め 24 ビット) RJ32 (右詰め 32 ビット)</p>
4		<p>セッティング1のパラメータ変更(4/20)</p> <p>(SRC)AK4137 の DSD 入力 FS 設定。パラメータは下記から選択。 64FS 128FS 256FS</p>
5		<p>セッティング1のパラメータ変更(5/20)</p> <p>マスタークロックの設定。パラメータは下記から選択。 49.152MHz ~ 5.6448MHz まで8段階で設定 (48kHz 系と 44.1kHz 系)</p>
6		<p>セッティング1のパラメータ変更(6/20)</p> <p>マスタークロックの FS 出力設定。パラメータは下記から選択。 64FSO 128FSO 256FSO 384FSO 512FSO 768FSO ※多くは 128 あるいは 256, 512 設定です</p>
7		<p>セッティング1のパラメータ変更(7/20)</p> <p>SRC (AK4137) の PCM 出力フォーマットを設定。パラメータは下記から選択。 I2S LJ RJ ※出力ビットは次で設定します。</p>
8		<p>セッティング1のパラメータ変更(8/20)</p> <p>SRC (AK4137) の PCM 出力ビットを設定。パラメータは下記から選択。 16 20 24 32 #通常は I2S で 32 ビット設定で良いでしょう。 マルチビット DAC (PCM1704 など) を直接つなぐときは該当するビットに設定します (PCM1704 では 24Bit, PCM1702 では 20Bit, PCM56P では 16bit など)</p>

9		<p>セッティング1のパラメータ変更(9/20)</p> <p>SRC (AK4137) の PCM 出力のデジタルフィルタを設定。パラメータは下記から選択。 SHARP ROLL-OFF + NORMAL DELAY SHARP ROLL-OFF + SHORT DELAY SLOW ROLL-OFF + NORMAL DELAY SLOW ROLL-OFF + SHORT DELAY #LCD での表記は省略形になります。</p>
10		<p>セッティング1のパラメータ変更(10/20)</p> <p>SRC (AK4137) の DSD 出力 FS を設定。パラメータは下記から選択。 64FS 128FS 256FS #数値が高くなると高いクロックになります。BCK の周波数は $FREQ = \text{マスタクロック周波数}(*1) \times FS0(*2) \times FS(*3)$ (*1)パラメータ変更(5/20) (*2)パラメータ変更(6/20) (*3)このパラメータ</p>
11		<p>セッティング1のパラメータ変更(11/20)</p> <p>SRC (AK4137) の DSD 出力クリップを設定。パラメータは下記から選択。 OFF -6dB -9dB</p>
12		<p>セッティング1のパラメータ変更(12/20)</p> <p>DIR (PCM9211) の出力フォーマットを設定。パラメータは下記から選択。 I2S LJ RJ16 (右詰め 16bit) RJ24 (右詰め 24bit) #SRC と連動させる場合は SRC 入力フォーマットと一致させる必要があります。</p>
13		<p>セッティング1のパラメータ変更(13/20)</p> <p>DIT (PCM9211) の入力フォーマットを設定。パラメータは下記から選択。 I2S LJ RJ16 (右詰め 16bit) RJ24 (右詰め 24bit)</p> <p>#通常は I2S でいいでしょう。SRC (AK4137) の出力であるパラメータ (7, 8/20) との整合性が必要です (PCM 出力のみ)</p>
14		<p>セッティング1のパラメータ変更(14/20)</p> <p>DIT (PCM9211) の入力 FS を設定。パラメータは下記から選択。 128FS 256FS 512FS #通常は I2S でいいでしょう。SRC (AK4137) の出力であるパラメータ (6/20) との整合性が必要です (PCM 出力のみ)</p>

15		<p>セッティング1のパラメータ変更(15/20)</p> <p>ADC (PCM9211) の出力フォーマットを設定。パラメータは下記から選択。</p> <p>I2S LJ RJ16 (右詰め 16bit) RJ24 (右詰め 24bit)</p> <p>#通常は I2S でいいでしょう。SRC と連動させる場合はの SRC 入力フォーマットと一致させる必要があります。</p>
16		<p>セッティング1のパラメータ変更(16/20)</p> <p>ADC (PCM9211) のサンプリング周波数を設定。パラメータは下記から選択。</p> <p>96kHz (256FS) 48kHz (256FS)</p> <p>#どちらも 256FS なので出力システムクロックは下記の通り 96kHz 時で 24.576MHz, 48kHz 時で 12.288MHz.</p>
17		<p>セッティング1のパラメータ変更(17/20)</p> <p>ADC (PCM9211) の入力ゲインを設定。パラメータは下記範囲から 0.5dB ステップで選択。</p> <p>-100dB~20dB</p>
18		<p>デバッグ情報 (参考)</p> <p>入力信号のクロック情報。約 1ms でのクロックのカウント値を表示しています。#厳密な値ではありません。</p>
19		<p>デバッグ情報 (参考)</p> <p>AK4137 の設定レジスター表示。レジスタは 0x00~0x06 までの 7 個あり、すべて表示しています。表示の形式は 4 桁のうち上位 2 桁はアドレス、下位 2 桁が設定値です。最後の EMMNN は MM が EXT-I/O の DI00, NN が DI01 です</p>
20		<p>デバッグ情報 (参考)</p> <p>PCM9211 の設定レジスターです。レジスタは 0x20~0x7E までありますので、PARA スイッチ (SW1, 2) で変更します。表示の形式は 4 桁のうち上位 2 桁はアドレス、下位 2 桁が設定値です。</p>

4) 赤外線リモコンの利用

本機では赤外線リモコンが使用可能です。パラメータ変更(PARA+, PARA-)と項目変更 (TERM+, TERM-) に関わる 4 つのスイッチについて任意の赤外線リモコンのキーを学習して割り当てることができます。

赤外線リモコンの学習をさせて使用可能とするためには、PARA+(SW1)を押しながら電源を投入してください。LCD 画面に“IRR LEARNING MODE”と表示され学習モードとなります。そのあとは、指定された内容のキーを割り当てる赤外線リモコンのキーを押します。なお学習には、“学習”とその“確認”がありますので、同じキーを 2 回づつ押すこととなります。

なお、使用可能なリモコンは国内メーカーの家電協フォーマット、NEC フォーマット、SONY フォーマットのみです。海外メーカーのリモコンは使用できません。また、国内メーカーでも学習できない場合があるかもしれませんが、その場合はリモコンを変更してください。また、リピーターキーには対応していません。ただ最近のリモコンではリピーターコードを出すものはほとんどないと思います。

5) 初期化方法

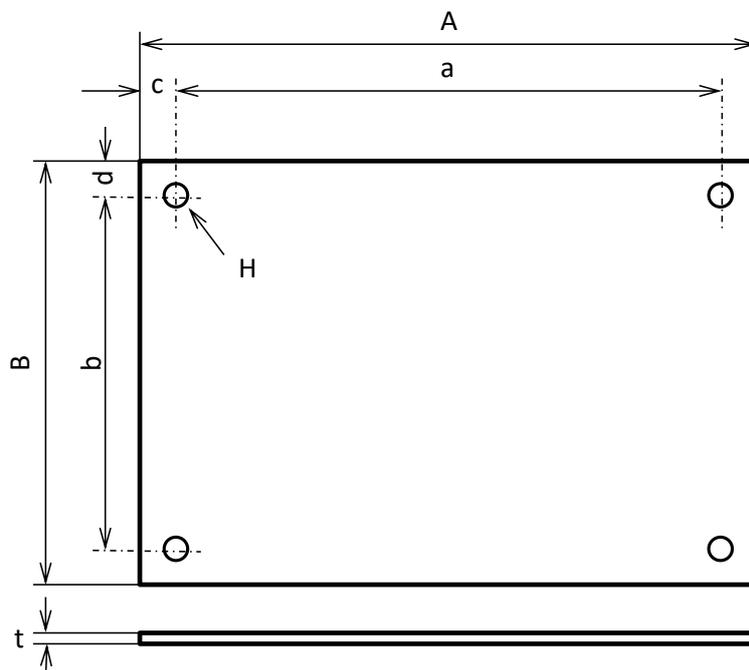
本機では設定情報などを出荷時状態の初期化することができます。TERM-(SW4)を押しながら電源を投入してください。このとき、画面に初期化の確認のメッセージがでますので、PARA+(SW1)を押すと初期化されます。初期化をしない場合は、PARA+(SW1)以外のキーを押してください。設定パラメータが多いので、初期化には確認プロセスを追加しています。なお、初期化を行うと赤外線リモコンの学習内容も破棄されます。

10. 基板寸法

本基板サイズは”STD“になります。なお寸法については誤差が生じる場合があります。必ず現物で確認ください。

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							



11. 注意事項

- 1) PIC 等のソフトウェアについては、その仕様を予告なく変更する場合があります。また、ソフトウェアの瑕疵については、機器全体が動かないなどの重大なものを除き有償での修正及び交換となります。
- 2) 技術的な質問については必ず BBS にて問い合わせください。個別のメールでの問い合わせはご遠慮ください。

12. その他

本基板の使用については従来機の SRC4137 の資料が役に立ちますので、そちらも参照ください。

マニュアル：

<http://www.easyaudiokit.com/bekkan/manual/SRC4137Manual.pdf>

検討記：

<http://www.easyaudiokit.com/bekkan/AK4137/ak4137.html>

<http://www.easyaudiokit.com/bekkan/AK4137/ak4137-2.html>

1 1. 編集履歴

Revision	DATE	CONTENT
R1	2022. 10. 26	初版
R2	2022. 11. 6	部品表修正 (C12 を 10uF に変更)
R3	2022. 11. 7	部品表修正 (C3, 4 を 15~22pF に変更)、互換部品を追加