



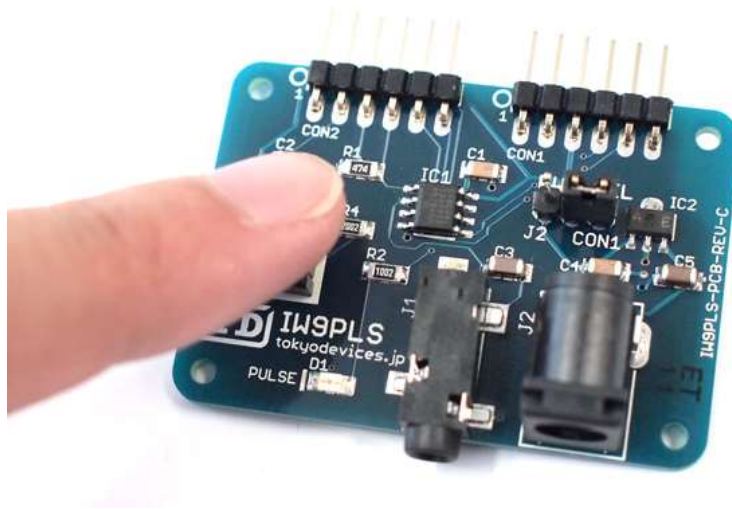
東京デバイスズ

IW9PLS-MP

多機能デジタル心拍センサモジュール

Rev1.9.1

IW9PLS シリーズは、赤外線を用いた心拍(脈波)センサモジュールです。センサ素子、信号処理 IC、電源レギュレータ、コネクタ等が 1 つのモジュールに収められているため簡単に使用できます。アナログ波形やデジタルのパルス信号に加えて、シリアル通信によるバイナリデータや、1 行 1 心拍の ASCII 文字のテキストデータなど、様々な形で心拍の情報を取得できます。



注意事項: 本製品は、取扱いに必要な専門的知識を持つ技術者の研究開発・実験・試作等を利用目的として設計されています。機器への組込や長時間運用の信頼性は未検証です。必要がある場合には十分な試験・検証を行ってください。人命や財産に重大な損害が予想される用途には使用できません。本製品の仕様および本文書の内容は予告なく変更される場合があります。

1 IW9PLS の特徴

IW9PLS は、AGC(オートゲインコントロール)を備え、個人差が大きい脈波を最適な波高値まで自動的に増幅して出力します。拡張ピンには増幅・整形されたアナログ波形、脈に応じた LED 点灯などに応用できるデジタルパルスが出力されます。また TX,RX のシリアル端子から 1 心拍ごとにテキストデータが出力されます。データには脈波の平均周期や信号の信頼度などが含まれています。また、生の波形を AD 変換したバイナリデータをシリアル通信により取得できる RAW モードも備えています。さらに脈波を可聴域の音波として出力する音波モードがあります。

2 使用方法

IW9PLS のモジュール構成を図 1 に示します。CON1 および CON2 のピンアサインを表 1,2 に示します。

2.1 電源の接続

次の 2 種類の電源供給方法から、いずれかを選んでください。

- ① DC ジャック(J2)に 7~15V(推奨 9V)の AC アダプタを接続できます。ジャックは直径 2.1mm のセンターが+極のものが適合します。(東京デバイセズの適合アダプタ 型番 IWAC9-1.3)
J2 は基板上のレギュレータ(IC2)により 5V に安定化され、モジュールの電源として利用されます。この方法を選択する場合、電源選択スイッチ SW1 を”J2”の方にスライドしてください。
- ② 拡張ピン CON1 に直接 5V を供給することも可能です。CON1 の 1 番ピンを GND, 3 番ピンに+5V を供給してください。この方法を選択する場合、電源選択スイッチ SW1 を”CON1”の方にスライドさせてください。

2.2 センサーへの触れ方

モジュール上の Q1 と印刷された部品がセンサ素子です。**指をセンサーの上に柔らかく押し当て、10 秒程度安定させてください。**少しでも指を動かすとノイズが入り、正常に計測できません。指の細かい震えを抑えてください。約 10 秒以上安定させると、LED(D1)が心拍に応じて一定周期で点滅します。

極端に寒い室内や、手の先が冷えている方、冷え性の方、指の皮膚が厚い方は計測できない場合があります。冷えている場合には、指をぬるま湯で温めるなど、血行を良くすることで計測ができる場合があります。

2.3 心拍の波形（アナログ波形）を取得する場合

CON2 の A_OUT ピンに、0V~5V で心拍のアナログ波形が出力されます。マイコンの A/D 入力に接続することで波形の解析が可能です。

2.4 心拍のパルス（デジタルパルス）を取得する場合

CON2 の D_OUT ピンに、心拍と同期した 5V の矩形波が出力されます。この矩形波は LED の点灯にも利用されます。

2.5 パソコンやマイコンにつないで取得する場合

シリアル通信の信号(TTL 5V レベル)が CON1 に引き出されています。外部のマイコンから制御に使用できるほか、別売の USB シリアル変換ケーブル(東京デバイセズ 品番 TC-0007)を使用することで、パソコン上の COM ポート(シリアル通信ポート)からモジュールを制御できます。

シリアル通信によって得られるデータは、IW9PLS の動作モードによって異なります。詳しくはこの後の章を参照し

てください。

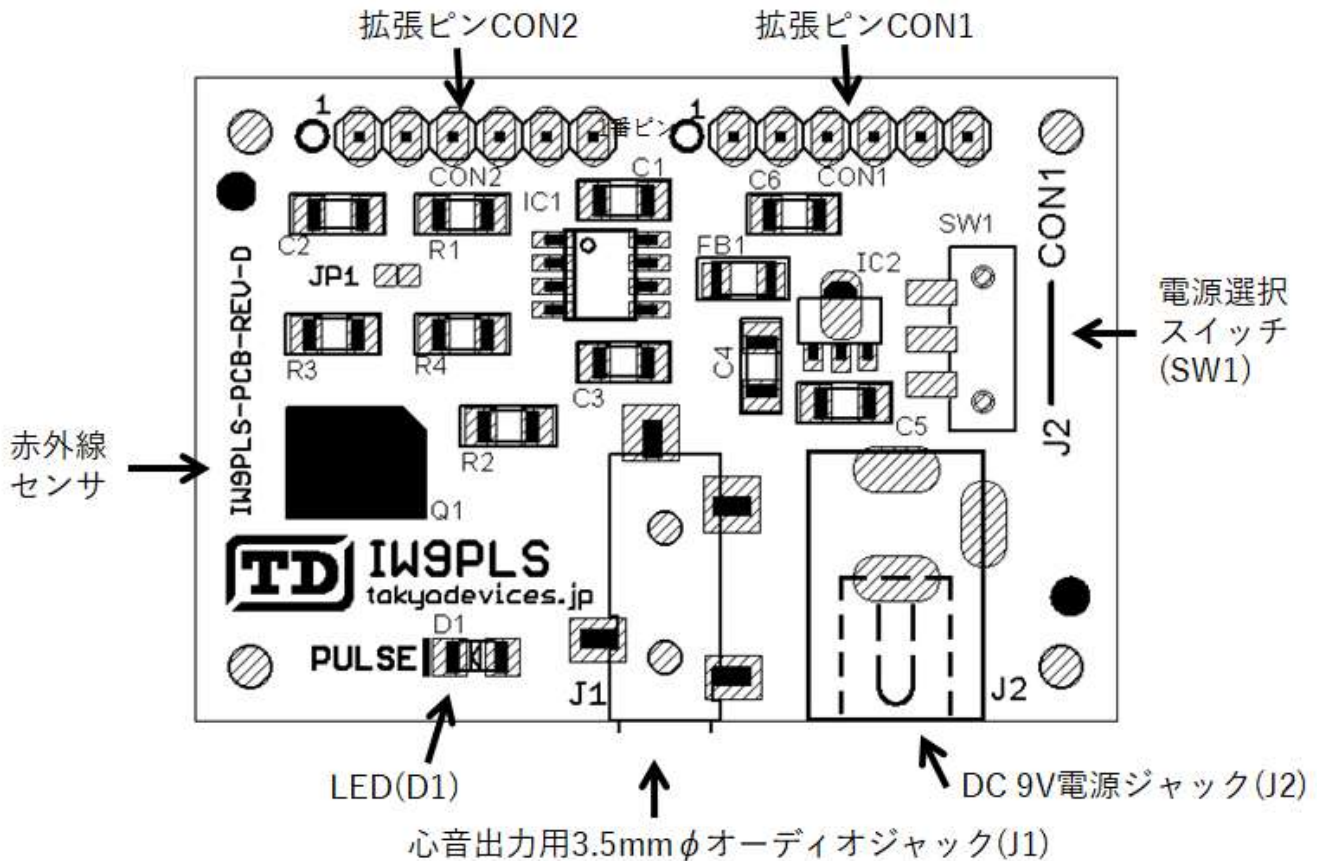


図 1 IW9PLS モジュール構成

3 動作モード

IW9PLS の動作モードには「通常モード」「RAW モード」「音波モード」の 3 種類があります。モードの切り替えはシリアル通信によって行います。電源投入時は「通常モード」です。

3.1 通常モード

通常モードにおける動作は次の通りです。

- アナログ波形の出力
 - 増幅された脈波が CON2 5 番ピンに出力されます。
- デジタル出力・LED 表示
 - 心拍が検出された際に CON2 6 番ピンにパルスが出力されます。
 - パルス出力のタイミングは、心拍波形の立ち上がりエッジが検出されたタイミングです。
- シリアル通信出力
 - 心拍が検出されたタイミングで、その時点の平均周期、信号品質、エッジ角度の 3 つの情報が ASCII 文字列で出力されます。図 2 に例を示します。1 つのデータはカンマ区切りの文字列として表さ



図 2

れ、"¥r¥n"文字で改行されます。最初のフィールドは ASCII 文字の"P"の 1 文字固定です。2 番目は平均周期、3 番目は信号品質、4 番目にエッジ角度の値が続きます。

- **平均周期** 心拍と心拍の間の時間です。単位は $1 / (24,000,000/109,824) =$ 約 4.5 ミリ秒です。搭載されているマイコンの個体差がありますので実際に心拍数に換算するには、基準となる心拍計や一般の時計を使用してクロック数と心拍数の換算式を求めてください。
- **信号品質** 平均周期の分散を元に計算されています。0 に近ければ近いほど、心拍周期のゆらぎが少なく、安定した心拍の検出がされていることを意味します。おおよそ 10 以下の場合には安定しています。大きな値の場合には心拍周期のゆらぎが大きくノイズが影響している可能性があり、信頼性は低くなります。
- **エッジ角度** 検出された波形の立ち上がりの微分値(=速度)を表します。ゆっくりと波形が立ち上がる時には小さく、素早く立ち上がる時には大きくなります。波形には個人差や指の位置による差異が大きくなりますので同じ測定の中での相対的な参考値としてご利用ください。

3.2 RAW モード

RAW モードは、アナログ出力の波形を 11 ビットで AD 変換し、得られた数値を常にシリアル通信から出力し続けるモードです。11 ビットの数値は、上位バイトと下位バイト 2 バイトに分割されて交互に送信されます。上位バイトには、11 ビットのうち上位 3 ビットが右詰めで格納されます。(例 00000111)。下位バイトには、11 ビットのうち下位 8 ビットが格納されます。

サンプリング周波数は $(24,000,000/109,824)$ Hz です。

なお、RAW モードではデジタル出力・LED 表示は停止します。

3.3 音波モード

音波モードにおけるアナログ出力は、増幅された脈波を AM 変調した音波(キャリア周波数は約 600Hz 固定)となります。IW9PLS モジュールの 3.5mm ジャック(J1)は、カップリング用の $1\mu\text{F}$ コンデンサを経由してアナログ出力に接続されています。この出力を加工することで他の機器への音声入力として扱うことができます。

IW9PLS からの出力はそれほど強力ではないため、受け側のインピーダンスが低い場合や電圧の幅を調整するためにアンプを接続する必要があります。

なお、音波モードでは、デジタル出力・LED 表示およびシリアル出力は停止します。

4 IW9PLS のコマンド操作

IW9PLS のモードを切り替えるには、シリアル通信によって IW9PLS にコマンドを送信します。シリアル通信は CON1 の TX,RX ピンを使用します。CON1 は、別売りの USB シリアル変換ケーブル(型番 TTL-232R-5V)を接続することでパソコンから直接操作できます。また、TX,RX,GND を他のマイコンに接続してコマンドを送信することもできます。

通信条件: 速度 19,200bps データ長 8bit、パリティなし、ストップビット 1、フロー制御なし

4.1 モードの変更

モードを変更するには、ASCII コードで「Q」の 1 バイトをシリアル通信で送信します。Q を送信すると、IW9PLS は

エスケープ状態になり、シリアルコンソールに">"プロンプトが表示されます。エスケープ状態では脈波の検出は停止します。エスケープ状態を抜けるには「Q¥n」の 2 バイトを送信してください。

4.2 コマンド一覧

- “MN¥n” → 通常モードに変更。
- “MS¥n” → 音波モードに変更。
- “MR¥n” → RAW モードに変更。
- “V¥n” → ファームウェアバージョンの表示
- “A¥n” → AGC の ON/OFF 切り替え(トグル動作)

5 拡張ピン仕様

5.1 CON1

CON1 のピンアサインを表 1 に示します。CON1 は、シリアル通信用の信号線や、電源供給のためのピンが引き出されています。1 番ピンは基板上に”O”印が印刷された側のピンです。外部から+5V 電源を供給したり、TTLレベル(5V)のマイコンと直接シリアル通信することができます。

表 1 CON1 ピンアサイン

1 番ピン	GND
2 番ピン	未使用
3 番ピン	+5V 供給(ジャンパピンにて外部 DC 入力と切替)
4 番ピン	RX (パソコン⇒IW9PLS) +5V レベル
5 番ピン	TX (IW8PLS⇒パソコン) +5V レベル
6 番ピン	未使用

5.2 CON2

CON2 のピンアサインを表 2 に示します。

表 2 CON2 ピンアサイン

1 番ピン	GND
2 番ピン	S_RAW: センサー素子(RPR-220)の生信号(出力) もしくは、JP1 をオープンにすることで、独自のセンサーからの信号入力として使用可能。
3 番ピン	S_IN: S_RAW に LPF(R1,C2 の RC フィルタ)を経由した信号。
4 番ピン	AGND: 信号グラウンド(GND に対して約 2.5V)
5 番ピン	A_OUT: アナログ波形出力
6 番ピン	D_OUT: デジタルパルス出力 (LED 連動) 5Vp-p 駆動能力: ソース・シンク共に 15mA まで

S_IN は信号入力です。S_IN に、AGND 出力の直流バイアスをかけた脈波を入力します。ほとんどの場合、フォトセンサーからの出力に直列にコンデンサを挿入し、AGND との間に CR ハイパス・フィルタを構成することで実現できます。CR ハイパス・フィルタに関して、コンデンサ C の値と抵抗 R の値は、フィルタとしての性質以上に、波形の観

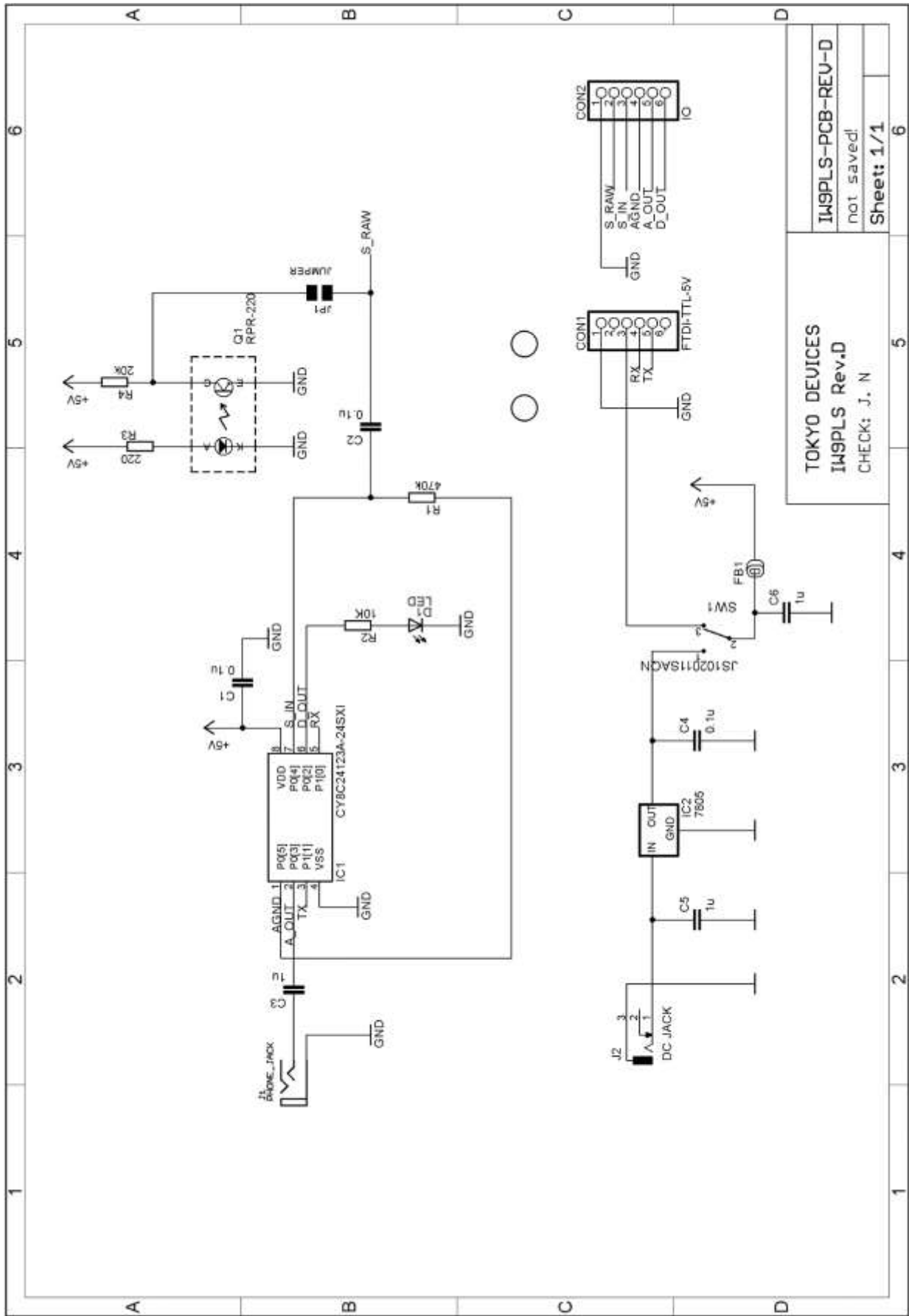
点から慎重に選別しなければなりません。これらの時定数を大きくすると信号レベルは上がりますが、波形がなまることで急峻な変化が見えにくくなります。また、センサー側の出力インピーダンスとの整合も重要です。多くの場合、経験的な最適値は $C=0.1\ \mu\text{F}\sim 1.0\ \mu\text{F}$, $R=100\text{K}\Omega\sim 1\text{M}\Omega$ の組み合わせになります。A_OUTピンからは、IW9PLS内部で増幅・フィルタを通された波形が出力されます。AGC がオンの場合には、常に最適な振幅になるように内部のゲインが一定時間ごとに調整されます。また、音波モードでは、音波に変調された脈波が出力されます。詳しくは「音波モード」をご覧ください。D_OUTピンからは、脈拍が検出された場合にパルスが出力されます。LED と数 K Ω の電流制限抵抗を付けることで、視覚的な脈拍のフィードバックが可能です。また、デジタル信号としてマイコンのトリガに利用することも可能です。

6 注意事項

- 本製品は医療機器ではありません。医療用途には使用できません。
- 一部のノートパソコンの USB バス電源は強いノイズを含むものがあり、センサーの誤動作の原因になります。その場合には CON1 ではなく J2 から AC アダプタもしくは電池から電源を供給してください。

7 IW9PLS-MP 仕様

- 電源電圧 5V $\pm 5\%$ (CON1) もしくは 9V (J2) スイッチ SW1 により切り替え
- 消費電流 約 50mA
- シリアル通信機能
 - 通信速度 19,200bps 固定 / TTL レベル(+5V)
- アナログ波形出力
 - 生波形(オートゲインコントロール付)
 - 音波 (生波形を AM 変調 周波数: 600Hz 固定)
- RAW データ出力
 - ADC 分解能: 11ビット
 - サンプリング周波数: (24,000,000 / 109,824) = 218.5314685314685 Hz
- 基板寸法: 50 × 35 × 15mm



TOKYO DEVICES
 IW9PLS Rev.D
 CHECK: J. N

IW9PLS-PCB-REV-D
 not saved
 Sheet: 1/1

図 3 IW9PLS モジュール回路図

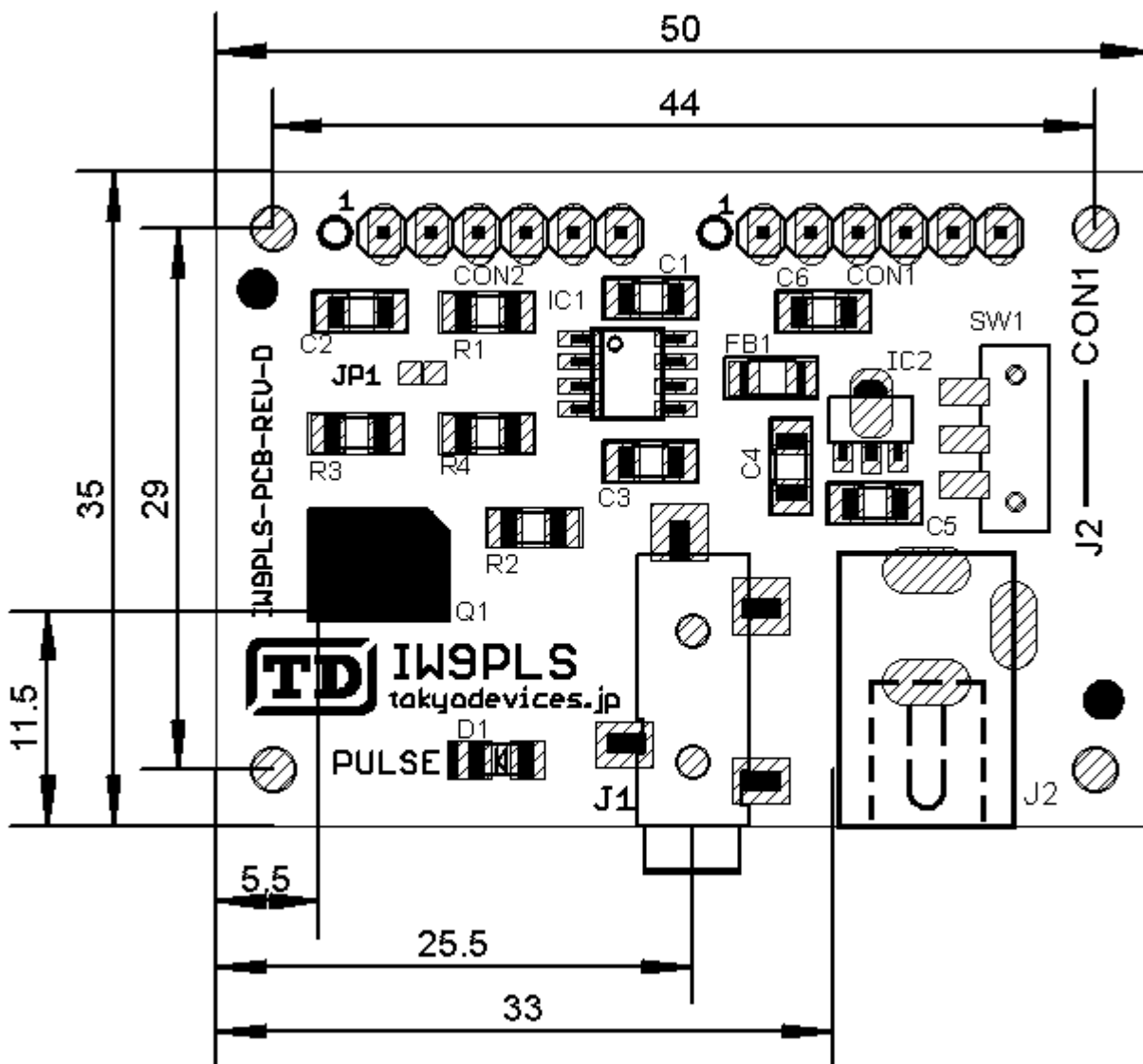


図 4 IWS9PLS 基板寸法図

Rev 1.9.1 2016-12-16

データ仕様の文言を一部修正

Rev 1.9 2016-7-21

Rev.D 基板の表記・図に変更

岩淵技術商事株式会社 東京デバイス事業部 〒305-0047 茨城県つくば市千現 2-1-6
 I.W. Technology Firm, Inc. Tokyo Devices Div. 2-1-6 Sengen, Tsukuba, Ibaraki, 305-0047 JAPAN.
 Copyright © 2016 I.W. Technology Firm, Inc. All rights reserved.
 製品に関する技術的質問および取引に関するお問い合わせ: <https://tokyodevices.jp/contact/new>