

特定小電力無線モジュール ES920LR2

データシート

Version 1.04

株式会社 EASEL

著作権および商標

この文書には、株式会社EASELが所有権を持つ機密事項が含まれます。この資料のいかなる部分も許可無く複製、使用、公開することを固く禁じます。本書は株式会社EASELの従業員および許可された取引先だけに使用が認められています。

本書で提供されたデータは正確で信頼性の高いものですが、このデータの使用について株式会社EASELは責任を負うものではありません。株式会社EASELは、いつでも無断で資料を変更する権利を有するものとします。

株式会社EASEL

〒226-0018

神奈川県横浜市緑区長津田みなみ台5-7-8

<http://easel5.com>

mail support@easel5.com

tel 045-988-1230

改訂履歴

版数	日付	改訂内容
1.00	2019.12.27	初版
1.01	2020.1.24	ST-LINK/V2 を ES920EB に接続する際に必要な変換アダプタの品番を記載
1.02	2020.6.30	最新の電流値測定結果を反映(4.4) RESET/起動/スリープのタイミング規定を追加(5.3)
1.03	2020.9.7	消費電流の補足を追記(4.4) Tx、Rx 時の消費電流値を訂正(5.) 実装時の注意事項を追記(5.2、5.5) ワイヤーアンテナ位置寸法を追記(5.4)
1.04	2021.4.22	ピンアサイン表にソフトウェア設定可能な機能を追記(5.1)

目次

1. ES920LR2 の概要.....	3
2. ES920LR2 の特徴.....	4
3. 製品説明.....	6
4. ハードウェア概要.....	7
4.1. ブロック図.....	7
4.2. RF トランシーバ・アンテナ.....	8
4.2.1. LoRa/FSK 共通.....	8
4.2.2. LoRa 変調.....	9
4.2.3. FSK 変調.....	11
4.3. MCU・インターフェース.....	12
4.4. 消費電流.....	13
5. ハードウェア仕様.....	14
5.1. ピンアサイン.....	16
5.2. ピン接続例と注意事項.....	17
5.3. タイミング規定.....	20
5.4. 形状・外形寸法.....	21
5.5. ES920LR2 実装時の注意.....	22
6. ソフトウェア仕様.....	23
6.1. ソフトウェア開発環境.....	24

1. ES920LR2 の概要

ES920LR2は、電波法改定に伴い2012年7月より使用が許可された920MHz帯無線モジュールです。920MHz帯は、従来のセンサネットワーク等に使用されていた2.4GHz帯ZigBee等と比較し、長距離通信が可能な周波数帯です。また波長が長いため電波の回り込み特性に優れており、通信障害物の影響を受けづらく、広範囲な無線ネットワークを構築することができます。

ES920LR2は、RFトランシーバにSemtech社のSX1261を使用し、変調方法としてチャープ信号を使ったスペクトラム拡散方式(LoRa変調)を採用する事で、低レベルの信号が復調可能となり超長距離通信を可能とします。

従来マルチホッピングで実現していた広域ネットワークをシンプルなスターネットワークに切り替える事が可能となり、ES920LR2にて堅牢かつ低コストな無線ネットワークを構築できます。

ES920LR2を使用したアプリケーション例

- ・ワイヤレスM2M全般
- ・HEMS(Home Energy Management System)
- ・BEMS(Building Energy Management System)
- ・大規模無線センサネットワーク
- ・無線制御システム
- ・見守りシステム

2. ES920LR2 の特徴

① 超長距離通信

ES920LR2は、RFトランシーバにSemtech社のSX1261を採用しています。

同ICのLoRa変調でチャープ信号を使ったスペクトラム拡散を行うことで、条件のよい見通しエリアでは、最大30Km以上の通信も可能とし、市街地エリアでも半径数Km程度のエリアをカバーします。

② FSK変調による高速通信にも対応

ES920LR2は通信方式として、LoRa変調だけでなくFSK変調にも対応します。

FSKはLoRaよりも通信距離は短くなりますが、高速な通信が可能です。(最大250kbpsまで対応)通信方式はコマンド設定にて切り替えが可能です。F/Wを更新する必要がないので、運用時にLoRaとFSKを必要に応じて切替えて使用することも可能です。

③ 超低消費電力

ES920LR2では、MCUとRFトランシーバの省電力モードを最大限に活かしたソフトウェア設計により、モジュール全体の消費電流を大幅に削減しています。

送信時 : 30mA(13dBm時)/21mA(7dBm時)

受信時 : 5.5mA

スリープ時 : 0.9uA

※ 送信時の電流値は、アンテナの取り付け状態によって±10mA程度変動する場合があります。

④ 様々なインターフェースに対応

ES920LR2は、MCUにSTマイクロエレクトロニクス社製STM32L072CZYを採用しています。

CPU : ARM Cortex-M0+ (32bit)

FlashROM : 192KB、SRAM : 20KB、EEPROM : 6KB

また、UART・SPI・I2C・ADC・DAC・GPIOの様々なインターフェースを使用することで、外部デバイス(センサー等)を制御する事が可能です。

⑤ 従来品(ES920LR)との互換性維持

ES920LR2は従来品のLoRaモジュール(ES920LR)と互換性を維持しており、ES920LRの全ての機能を使用可能です。

また、ピン配置を変えることなく従来品からのモジュールの置き換えが可能です。

従来品のLoRaモジュール(ES920LR)と相互通信することも可能です。

⑥ コストパフォーマンスに優れた設計

ES920LR2は、回路設計の最適化により周辺部品の削減及び汎用部品の採用を行い、部品コスト/調整コストの低減を図っています。

リーズナブルな価格で提供可能なES920LR2であれば、大規模な無線ネットワークであってもトータルシステムコストを低減できます。

⑦ 柔軟なアンテナの選択

ES920LR2は、用途により複数アンテナから最適なアンテナ選択ができるようになっています。

外付けアンテナタイプ : U.FLコネクタ+同軸ケーブル+920MHz用アンテナ
(ダイポールアンテナ)

カスタムアンテナタイプ : ワイヤアンテナ

通信距離が多少短くても良い場合、ユーザー製品の筐体に収まるサイズでのカスタム化が可能です。

形状の自由度が高く、アンテナコストも大幅に低減できます。

※ カスタムアンテナについては、別途お問い合わせください。


⑧ 安心なサポート体制

ES920LR2を使用した製品化や無線ネットワークシステムの構築までの十分なサポート体制を用意しています。

- ・メール・電話による各種質問(無線全般、製品情報、ソフト開発)への無償対応
- ・ユーザー訪問による説明/デモ
- ・システム全般の総合アドバイス
- ・無線モジュール搭載製品/ソフトウェア開発の対応

3. 製品説明

ES920LR2無線モジュール製品および関連製品について説明します。

製品型番	製品名	製品説明
ES920LR2	920MHz 帯無線モジュール	外付けアンテナ搭載タイプ (U.FL コネクタ搭載)
ES920LR2A1	920MHz 帯無線モジュール	ワイヤーアンテナ搭載タイプ
ES920EB	評価・開発ボード	評価・開発ボード (PC 接続用 miniUSB ケーブル付)
		
ES920ANT	920MHz 帯アンテナ	ダイポールアンテナ
ES920H	アンテナ用 U.FL+同軸ケーブル	ES920 とアンテナ接続用同軸ケーブル (約 9.5cm)
ES920LR2SDK	ES920LR2 通信評価・無線ソフトウェア開発キット	ES920LR2-SDK の構成 <ul style="list-style-type: none"> ・ ES920LR2×2 ・ ES920EB×2 ・ USB ケーブル×2 ・ 920MHz アンテナ×2 ・ アンテナ用同軸ケーブル×2 ・ コマンド仕様ソフト 1式

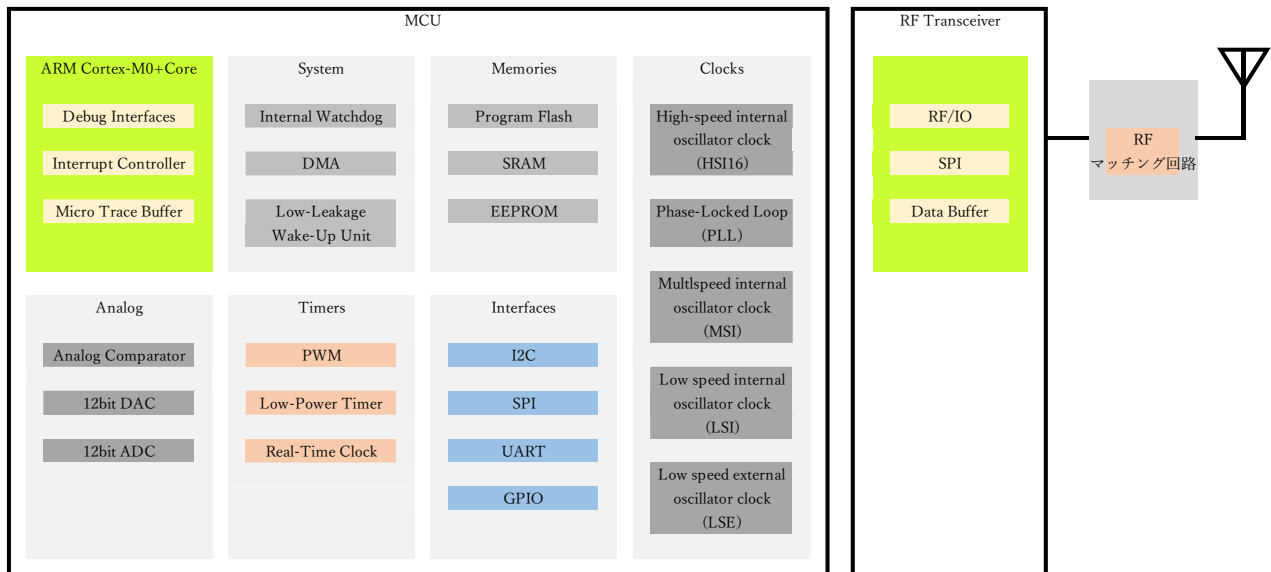
※ ES920LR2 無線モジュール製品および関連製品の価格については、別途お問い合わせください。

4. ハードウェア概要

ES920LR2 無線モジュールのハードウェア概要について説明します。

4.1. ブロック図

ES920LR2 のブロック図を示します。



4.2.RF トランシーバ・アンテナ

4.2.1. LoRa/FSK 共通

① アンテナ

アプリケーションの使用環境により最適なアンテナの選択が可能です。

外付けアンテナタイプ : U.FLコネクタ+同軸ケーブル+920MHz用アンテナ
(ダイポールアンテナ)

カスタムアンテナタイプ : ワイヤーアンテナ

本来の通信距離を確保するためには、外付けアンテナが必要ですが、通信距離が短くても良い用途では、ワイヤーアンテナタイプの使用も可能です。

アンテナタイプ	通信距離の目安	
	LoRa変調使用時	FSK変調使用時
外付けアンテナ — 外付けアンテナ	見通し30km	見通し1200m
外付けアンテナ — ワイヤーアンテナ	見通し10km	見通し400m
ワイヤーアンテナ — ワイヤーアンテナ	見通し5km	見通し200m

※ワイヤーアンテナは、ユーザー側筐体の形状により折り曲げて搭載することができます。

但し、メイン基板のグランド状態、ワイヤーの折り曲げ状態、アンテナ位置、その他金属物の影響により、アンテナの放射特性に影響を受けるため、製品搭載後の通信評価が必要です。



外付けアンテナ



ワイヤーアンテナ

② 送信出力

ARIB STD-T108の規定により13dBm(20mW)以下の設定となっています。

送信出力は、ソフト設定により1dBステップでの変更が可能であり、消費電流も低減できます。

送信出力値	消費電流(送信時)
13dBm	30mA(省電力モード時)
7dBm	21mA

③ 通信距離

通信距離は、アンテナの状態、障害物の状況、設置の高さ、反射物の状況等により、大きく変動します。

通常、通信距離は障害物の無い見通しの良い場所にて定義しますが、通信に影響を及ぼすパラメータは様々であり、通信距離の保障はできません。

よって、ノードの設置は受信感度に余裕のある状態で設置を行ってください。

4.2.2. LoRa 変調

① 帯域幅・チャンネル

ARIB STD-T108の規定により、920.6～928.0MHzの帯域を使用します。

LoRa帯域幅	チャンネル数	備考
125kHz以下	38ch	920.6MHzから200kHz間隔
250kHz	19ch	920.7MHzから400kHz間隔
500kHz	12ch	920.8MHzから600kHz間隔

② 受信感度

PER(パケットエラーレート)1%未満時の受信感度(RSSI)は、最小レベルとして-142dBm程度となります。

また、受信感度は拡散率と帯域幅設定にて変動します。

③ 伝送レートと送信時間

送信時間は、帯域幅と拡散率の設定に依存します。

下表に、帯域幅と拡散率に応じた伝送レートと送信時間(ペイロード 10byte、50byte とした場合)を示します。

[Equivalent Bitrate] : 伝送レート

		SF							
		5	6	7	8	9	10	11	12
BW	62.5	7,813	4,688	2,734	1,563	879	488	269	146
	125	15,625	9,375	5,469	3,125	1,758	977	537	293
	250	31,250	18,750	10,938	6,250	3,516	1,953	1,074	586
	500	62,500	37,500	21,875	12,500	7,031	3,906	2,148	1,172

単位 bps

[Time On Air] : ペイロード10byte時のデータ送信時間

		SF							
		5	6	7	8	9	10	11	12
BW	62.5	52	84	144	247	453	823	1,483	2,966
	125	26	42	72	123	226	412	741	1,483
	250	13	21	36	62	113	206	371	741
	500	7	11	18	31	57	103	185	371

単位 ms

[Time On Air] : ペイロード50byte時のデータ送信時間

		SF							
		5	6	7	8	9	10	11	12
BW	62.5	121	187	308	534	903	1,642	2,957	5,587
	125	61	93	154	267	452	821	1,479	2,793
	250	30	47	77	133	226	411	739	1,397
	500	15	23	38	67	113	205	370	698

単位 ms

4.2.3. FSK 変調

① データレート・チャンネル(FSK変調)

ARIB STD-T108の規定により、920.6~928.0MHzの帯域を使用します。

データレート	チャンネル数	備考
50kbps	38ch	920.6MHzから200kHz間隔
100kbps 150kbps	19ch	920.7MHzから400kHz間隔
150kbps 250kbps	12ch	920.8MHzから600kHz間隔

② 受信感度(FSK変調)

PER(パケットエラーレート)1%未満時の受信感度(RSSI)は、最小レベルとして-105dBm程度となります。

安定した通信を行う場合は、-85dBm以上となるようノード間の設置位置を調整する必要があります。

③ 伝送レートと送信時間(FSK変調)

送信時間は、伝送速度の設定に依存します。

下表に、各伝送速度における送信時間(ペイロード 10byte、50byte とした場合)を示します。

[Time On Air] : ペイロード10byte時のデータ送信時間

		Time
DR	50 kbps	9.44
	100 kbps	4.72
	150 kbps	3.15
	200 kbps	2.36
	250 kbps	1.89

単位 ms

[Time On Air] : ペイロード50byte時のデータ送信時間

		Time
DR	50 kbps	15.84
	100 kbps	7.92
	150 kbps	5.28
	200 kbps	3.96
	250 kbps	3.17

単位 ms

4.3.MCU・インターフェース

MCU部分は32bitプロセッサARM Cortex-M0+を使用しています。

① メモリ

ES920LR2・ES920LR2A1は、下記のメモリを搭載しています。

(1) FlashROM : 192KB

使用量の目安としてコマンド仕様ソフトウェアのメモリマップを記載します。

0x08000000	Application
0x08010FFF	
0x08011000	未使用
0x0802FFFF	

(2) SRAM : 20KB

使用量の目安としてコマンド仕様ソフトのメモリマップを記載します。

0x20000000	Data
0x20000017	
0x20000018	Stack
0x20000617	
0x20000618	Data
0x200013FF	
0x20001400	未使用
0x20004FFF	

(3) EEPROM : 6KB

使用量の目安としてコマンド仕様ソフトのメモリマップを記載します。

0x08080000	Configuration Parameter
0x080801FF	
0x08080200	未使用
0x080817FF	

② インターフェース

ES920LR2無線モジュールは、26pinにて外部と接続ができ、各pinはソフトウェアの設定により、様々な機能を使用する事ができます。

インターフェース例

UART : ホストマイコン用インターフェース
SPI : センサ接続等
I2C : センサ接続等
ADC : センサ接続等
GPIO : 汎用ポート

4.4.消費電流

モジュールのモードによる消費電流は、下記の通りです。

送信時 : 30mA(13dBm時) / 21mA(7dBm時) / 18mA(4dBm時) /
14mA(0dBm時) / 12mA(-4dBm時)

※ 送信出力のソフトウェア設定により変動します。

※ アンテナの取り付け状態によっては±10mA程度変動する場合があります。

※ 上記は低消費電流モード時の値となり、非低消費電流モード時は8mA程度増加します。

受信時 : 5.5mA

※ 上記は低消費電流モード時の値となり、非低消費電流モード時は8mA程度増加します。

スリープ時 : 0.9uA

※ スリープモードは、各状態により別途設定が可能です。

5. ハードウェア仕様

ES920LR2 無線モジュールのハードウェア仕様について説明します。

製品仕様

項目	仕様内容
型名	ES920LR2
準拠法	ARIB STD-T108
周波数	920.6~928.0MHz
変調方式	LoRa 変調(スペクトラム拡散) / GFSK 変調
MCU 部	STM32L072CZY (ARM Cortex-M0+)
メモリ	FlashROM : 192KB、RAM : 20KB、EEPROM : 6KB
消費電流(3.3V 時)	Tx 時 : 30mA(低消費電流モード時)、38mA(非低消費電流モード時)
	Rx 時 : 5.5mA(低消費電流モード時)、13.5mA(非低消費電流モード時)
	Sleep 時 : 0.9uA (タイマー起動時)
インターフェース	UART、SPI、I2C、ADC、GPIO
アンテナ	ワイヤアンテナ、外付けアンテナ
電源電圧	2.4~3.6V
動作温度範囲	-40~+85°C
接続端子	26QFN
基板搭載	SMT 実装タイプ
外形寸法	24.0×17.0×2.3mm
工事設計認証	取得済 (認証番号 : 006-000826)

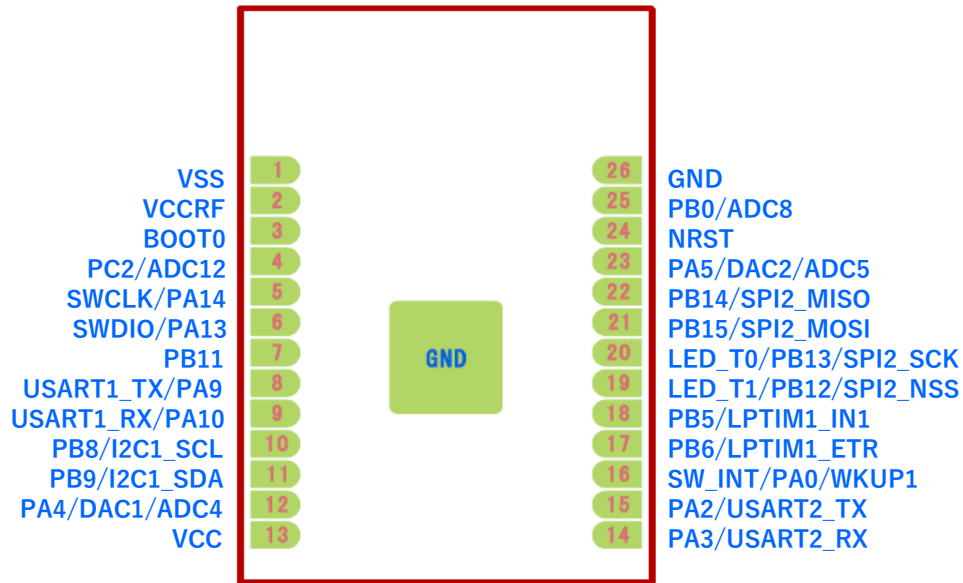
無線通信仕様

項目	仕様内容	
	LoRa 変調	GFSK 変調
周波数	920.6～928.0MHz	
チャンネル数	38ch (帯域幅 125kHz 以下)	38ch (伝送速度 50kbps 時)
	19ch (帯域幅 250kHz 時)	19ch (伝送速度 100kbps～150kbps 時)
	12ch (帯域幅 500kHz 時)	12ch (伝送速度 200kbps～250kbps 時)
帯域幅	62.5kHz～500kHz	200kHz～600kHz
LoRa 拡散率	5～12	-
伝送速度	146bps～62kbps	50kbps～250kbps
送信出力	13dBm(20mW)以下 ※ソフトウェアによる変更可	
受信感度	-118dBm～-142dBm	-105dBm

5.1. ピンアサイン

ES920LR2 無線モジュールのピンアサインを説明します。

[TOP View]



各ピンの機能は、ソフトウェアのカスタマイズにより変更することが可能です。

ピン番号	ピン名称	基本機能	ソフトウェア設定可能な機能
1	VSS		
2	VCCRF		
3	BOOT0		
4	PC2		SPI2_MISO, ADC_IN12
5	PA14	SWCLK	LPUART1_TX, USART2_TX (※1)
6	PA13	SWDIO	LPUART1_RX (※1)
7	PB11		LPUART1_RX, I2C2_SDA, LPUART1_TX
8	PA9	USART1_TX	I2C1_SCL
9	PA10	USART1_RX	I2C1_SDA
10	PB8		I2C1_SCL
11	PB9		I2C1_SDA, SPI2_NSS
12	PA4		ADC_IN4, DAC_OUT1
13	VCC		
14	PA3		ADC_IN3, USART2_RX, LPUART1_RX
15	PA2		ADC_IN2, USART2_TX, LPUART1_TX

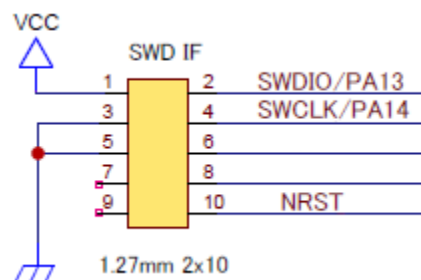
16	PA0	GPIO(IN)	ADC_IN0
17	PB6		USART1_TX, LPTIM1_ETR
18	PB5		LPTIM1_IN1
19	PB12	GPIO(OUT)	SPI2_NSS
20	PB13	GPIO(OUT)	SPI2_SCK, I2C2_SCL
21	PB15		SPI2_MOSI
22	PB14		SPI2_MISO, I2C2_SDA
23	PA5		ADC_IN5, DAC_OUT2
24	NRST	NRST	
25	PB0		ADC_IN8
26	GND		

※1 5番ピン/6番ピンをUARTに割当てて使用する場合は、SWD(デバッグ用ポート)が使用不可となりますのでご注意ください。

5.2. ピン接続例と注意事項

[SWD IF 接続例]

ES920LR2 無線モジュールのソフトウェア書き込みに使用します。



ES920LR2 ピン番号	ES920LR2 ピン名称	SWD IF ピン名称
13	VCC	VCC
5	PA14	SWCLK/TMS
6	PA13	SWDIO/TCK
24	NRST	RESET_N

[基本接続例]

ES920LR2 ピン番号	ES920LR2 ピン名称	機能名	接続先
1	GND		GND
2	VCCRF		VCC
3	BOOT0	BOOT0	※注 1
5	PA14	SWCLK	SWD IF SWCLK
6	PA13	SWDIO	SWD IF SWDIO
8	PA9	USART1_TX	Host MCU UART_RX ※注 2
9	PA10	USART1_RX	Host MCU UART_TX ※注 2
13	VCC		VCC
16	PA0	GPIO(IN)	Host MCU GPIO(OUT) ※注 3
24	NRST	RESET	Host MCU GPIO(OUT) ※注 4
26	GND		GND

他のピンはオープンのままで構いません。

※注 1 ES920LR2 無線モジュールのソフトウェアを UART 経由で書き込む際にブートモードを切替えるために使用します。通常起動時はオープン又はプルダウンしてください。

(UART 経由のアップデートが不要であればオープンのままで構いません)

※注 2 UART の TX、RX(ES920LR 側入力)を予めプルアップ抵抗を接続して High にしてください。

※注 3 ES920LR2 無線モジュールの Sleep モード制御に使用します。未使用時はプルアップ抵抗を接続してください。

※注 4 外部から RESET コントロールを行う場合、オープンコレクタ(ドレーン)タイプの接続とし、プルアップ抵抗を接続してください。また、パワー-OFF 時はハイインピーダンスの状態にしてください。パワー-OFF 時に High に固定されている場合、内部 RESET が正常に動作せず、内部のマイコンが破損する可能性があります。

また、ノイズ対策のため、コンデンサ(0.01uF 程度)を GND 間に接続する事を推奨します。

[I2C 使用時の接続例]

ES920LR2 ピン番号	ES920LR2 ピン名称	機能名	接続先
10	PB8	I2C1_SCL	I2C_SCL
11	PB9	I2C1_SDA	I2C_SDA

[ADC 使用時の接続例]

ES920LR2 ピン番号	ES920LR2 ピン名称	機能名	接続先
12	PA4	ADC4	Sensor

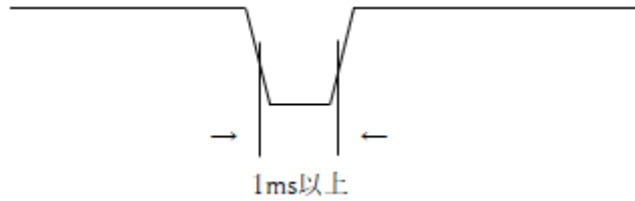
[SPI 使用時の接続例]

ES920LR2 ピン番号	ES920LR2 ピン名称	機能名	接続先
19	PB12	SPI2_NSS	SPI_PCS
20	PB13	SPI2_SCK	SPI_SCK
21	PB15	SPI2_MOSI	SPI_MOSI
22	PB14	SPI2_MISO	SPI_MISO

5.3. タイミング規定

[RESET]

24 番ピン NRST を 1ms 以上 Low としてください。

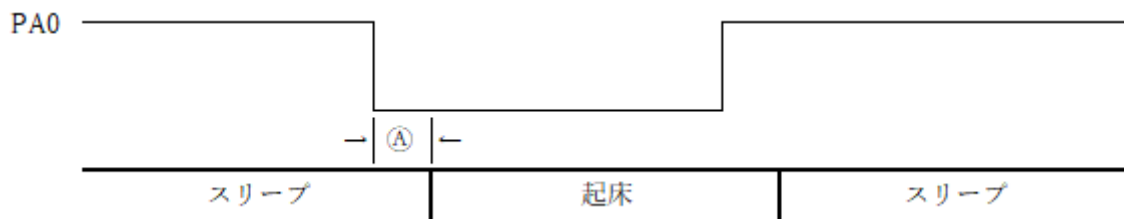


[起動]

モジュールの起動完了には約 5ms 掛かります。

モジュールからの CR+LF (0x0D 0x0A) 出力を待機してください。

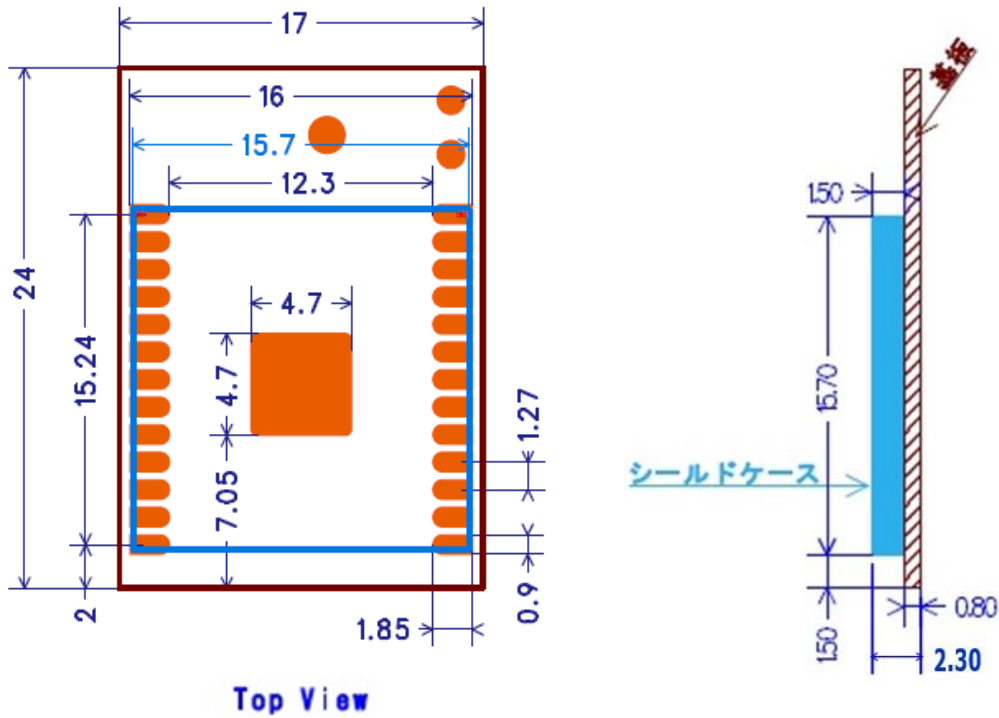
[スリープ]



- Ⓐ 16 番ピン PA0 を Low にしてから UART 受付が可能となるまでの時間
標準 100us 最大 5ms

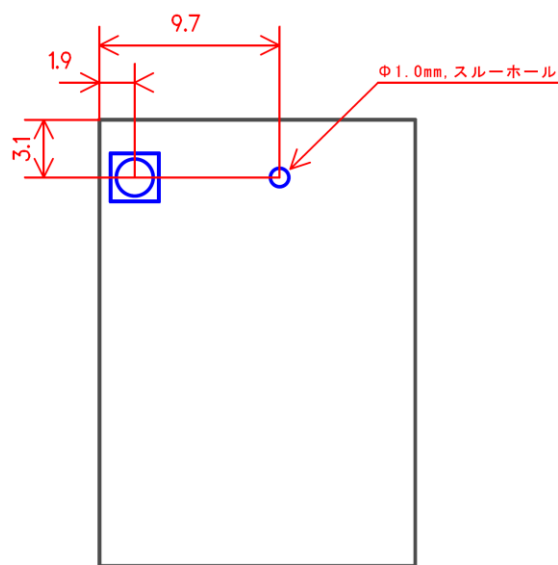
5.4.形状・外形寸法

- ① ES920LR2 は、ユーザー側基板に直接 SMT 実装可能な 26 ピン QFN タイプです。



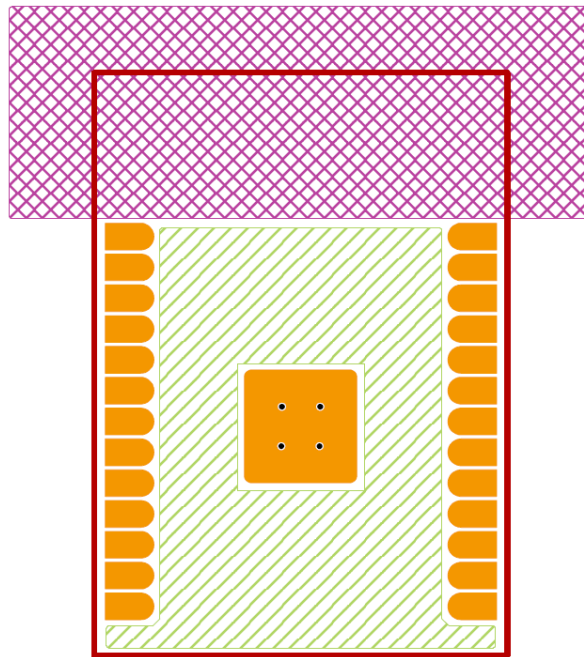
- ② ワイヤアンテナ位置寸法(ES920LR2A1)

ワイヤアンテナ搭載モジュールを使用する場合、ベース基板側にφ4(ノンスルー)の逃げ穴を設けてください。



アンテナ位置寸法図

5.5.ES920LR2 実装時の注意



 マウント層パターン禁止エリア
 全層パターン禁止エリア

①ワイヤーアンテナ搭載モジュールを使用する場合、お客様の基板上で全層パターン禁止エリアと重なる領域にパターンを引かないでください。

また、ワイヤーアンテナの周辺には、極力金属物の配置がないような構造としてください。

外付けダイポールアンテナを使用する際は、パターン禁止エリアは考慮しなくても構いません。

②半田作業は、アース付きの半田ごてを使用してください。

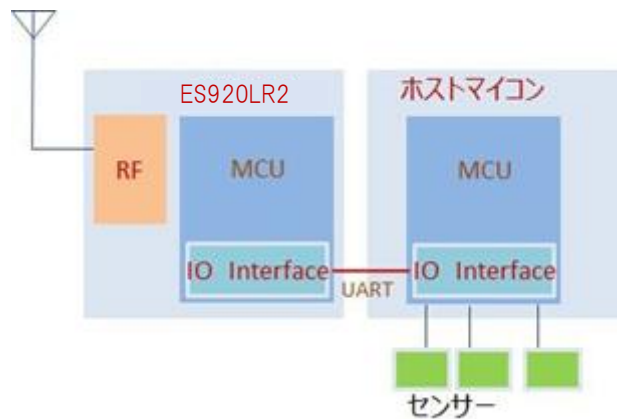
ステーションタイプで高温設定時に漏れ電流が過大となり、モジュールが破損する可能性があります。

6. ソフトウェア仕様

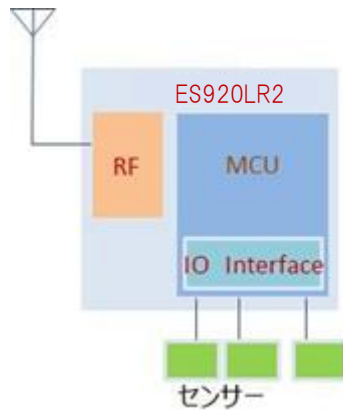
ES920LR2無線モジュールは、RFトランシーバ部とMCU部で構成されています。MCU部には、ARM Cortex-M0+を内蔵しており、UART、SPI、I2C、ADC、DAC、GPIOのインターフェースが用意されています。

ES920LR2無線モジュールは、下記に示すように、ホストマイコンからUARTを介して制御することができます。

① ユーザー側ホストマイコンを使用する場合



② ユーザー側ホストマイコンを使用しない場合



6.1. ソフトウェア開発環境

ES920LR2搭載MCU(ARM Cortex-M0+)にて無線ソフト開発を行う場合、下記の環境が必要となります。

(1) STM32用統合開発環境(下記いずれか)

- ・ IAR Embedded Workbench for Arm(IARシステムズ社製)
- ・ System Workbench(STマイクロエレクトロニクス社製)

(2) デバッガ(下記いずれか)

- ・ I-jet(IARシステムズ社製)
※System Workbench使用不可。
- ・ ST Link/V2(STマイクロエレクトロニクス社製)
※ES920EBを使用して開発を行う場合は、接続ケーブルの変換アダプタが別途必要です。
市販品の「ARM-JTAG-20-10」(Olimex LTD製)にて動作実績があります。

(3) ES920 評価ボード

- ・ ES920EB

お問い合わせ窓口

無線全般、ハードウェア、無線ソフトウェア開発、システム、価格等へのお問い合わせは、下記までご連絡ください。

株式会社EASEL

TEL : 045-988-1230

FAX : 045-988-1221

MAIL : support@easel5.com