特定小電力 超長距離無線モデム

Smart RF modem

MLR-400

シリアル通信

マニュアル

Version 1.0 (Aug. 2026)

- 本製品の取扱いには、電気および無線の専門知識を必要とします。
- ご使用の前に、本書を必ずお読みになり、内容を理解したうえで正しく安全にお使いください。
- 本書は必ず保管してください。

製造販売元

株式会社 サーキットデザイン

長野県安曇野市穂高 7557-1

Tel: 0263-82-1024

Fax: 0263-82-1016

e-mail: sales@circuitdesign.jp

https://www.circuitdesign.jp

目次

1. 概要 4
2. コントロールコマンド＆コントロールレスポンスについて 4
2.1 コントロールコマンドおよびコントロールレスポンスの基本書式 4
2.2 "@CH" 周波数チャネル設定コマンド 5
2.3 "@MO" 無線通信モード設定コマンド 5
2.4 "@SF" LoRa®変調方式時の chip 数(拡散率)設定コマンド 6
2.5 "@EI" 機器 ID 設定コマンド 6
2.6 "@DI" 目的局 ID 設定コマンド 6
2.7 "@GI" グループ ID 設定コマンド 7
2.8 "@UI" ユーザーID 設定コマンド 7
2.9 "@RS" 最後に受信した時の RSSI 取得コマンド 7
2.10 "@RA" 現在の RSSI 取得コマンド 7
2.11 "@CI" キャリアセンス時 RSSI 出力機能 ON/OFF コマンド 8
2.12 "@FV"・"@VR" ファームウェアバージョン取得コマンド 8
2.13 "@SN" シリアルナンバー取得コマンド 8
2.14 "@IZ" 工場出荷時設定コマンド 9
2.15 "@BR" UART 通信速度設定コマンド 9
2.16 無線局間通信システムの構築について 10
3. コントロールコマンドに対するエラーレスポンスについて 11
3.1 エラーレスポンスの基本書式 11
3.2 "@CH" 周波数チャネル設定コマンドに対するエラーコード 11
3.3 "@MO" 無線通信モード設定コマンドに対するエラーコード 11
3.4 "@SF" LoRa®変調方式時の chip 数 設定コマンドに対するエラーコード 11
3.5 "@EI" 機器 ID 設定コマンドに対するエラーコード 11
3.6 "@DI" 目的局 ID 設定コマンドに対するエラーコード 12
3.7 "@GI" グループ ID 設定コマンドに対するエラーコード 12
3.8 "@UI" ユーザーID 設定コマンドに対するエラーコード 12
3.9 "@RA" 現在の RSSI 取得コマンドに対するエラーコード 12
3.10 "@CI" キャリアセンス時の RSSI 出力機能 ON/OFF コマンドに対するエラーコード 12
3.11 "@BR" UART 通信速度 設定コマンドに対するエラーコード 12
3.12 その他 12
4. 無線によるデータ送信コマンド＆データ送信レスポンスについて 13
4.1 データ送信コマンドおよびデータ送信レスポンスの基本書式 13
5. データ送信コマンドに対するエラーレスポンスについて 14
5.1 エラーレスポンスの基本書式 14
6. インフォメーションレスポンスについて 14
6.1 インフォメーションレスポンスの基本書式 14
6.2 キャリアセンス時のレスポンスについて(チャネル 33ch～42ch を除く) 14
6.3 相関センス時のレスポンスについて(LoRa®モード時のみ、チャネル 33ch～42ch を除く) 15
6.4 データ送信完了レスポンスについて(LoRa®モード時のみ) 15
6.5 送信休止制限時のレスポンスについて 16

7. 目的局からの受信データについて 16
7.1 受信データの基本書式 16
8. コマンド一覧表 17
9. チャネルプラン 20
10. FSK・LoRa®モードデータ送信時間 21
10.1 FSK モードでのデータ送信時間 21
10.2 LoRa®モードでのデータ送信時間 21
10.3 データ送信時間一覧表 22
ご連絡・お問い合わせ先 24

1. 概要

Smart RF modem MLR-400 は、独自のコマンドを使用して、シリアルポート経由で各種パラメータの設定や、無線によるデータの送受信を行うことができます。
本書では、コマンドを使って MLR-400 を操作する方法について説明します。
MLR-400 の詳細については、「MLR-400」マニュアルをお読みください。

MLR-400 は Semtech 社の LoRa® wireless RF IC を使用しております。
LoRa®マークと LoRa®ロゴは Semtech Corporation の登録商標です。

2. コントロールコマンド＆コントロールレスポンスについて

2.1 コントロールコマンドおよびコントロールレスポンスの基本書式

・コントロールコマンド基本書式

プレフィックス ＋ コマンド名 ＋ バリュー ＋ [CR] + [LF]

プレフィックス: コマンド文字列の先頭を示すコードで '@' = 40h です。
コマンド名: 2文字のASCIIコードです。
バリュー: 各コマンドに対応した2文字のASCIIコードです。

・コントロールレスポンス基本書式

プレフィックス ＋ コマンド名 ＋ [=] ＋ バリュー ＋ [CR] + [LF]

プレフィックス: レスポンス文字列の先頭を示すコードで'*'=2Ah です。
コマンド名: 受け付けたコマンドで2文字のASCIIコードです。
バリュー: 各コマンドに対応した2文字のASCIIコードです。

※ /W オプションについて

各コマンドで設定した値は、フラッシュメモリに保存することが可能です。
各コマンドで設定した値を保存した場合は、次回起動時の初期値になります。
値を保存したい場合は、上記のコマンド基本書式に"/W"を付加してください。

プレフィックス + コマンド名 + バリュー + [/] + [W] + [CR] + [LF]

なお、各コマンドで設定した値を保存した場合は、レスポンスとして上記のレスポンス基本書式の前に、下記のレスポンスが出力されます。

[*] + [W] + [R] + [=] + [P] + [S] + [CR] + [LF]

設定した値を保存した場合は、"*WR=PS"レスポンスを待ってから電源を OFF してください。

※ 現在の設定値を取得する場合

コマンド基本書式においてバリューを付加せずにコマンド発行すると、レスポンス基本書式にて現在設定されている値が出力されます。

※ フラッシュメモリの書き換え可能回数について

フラッシュメモリの書き換え可能回数は、8万回です。

2.2 "@CH" 周波数チャネル設定コマンド

使用する周波数チャネルを設定します。
工場出荷時の初期設定は'0"1' (429.1750 MHz)です。
'@CH'に続けて、設定するチャネルを2文字のASCIIコードで入力してください。

バリュー: '0"1' ～ '5"2' (1～82チャネルを示す16進のASCIIコード)

例) 0Ehに変更 (14 chに変更)
コントロールコマンド: @CH0E
コントロールレスポンス: *CH=0E

※ チャネルプランは「9.チャネルプラン」のチャネル表を参照ください。

2.3 "@MO" 無線通信モード設定コマンド

無線通信モードを設定します。
無線通信モードには下記の3種類があります。

モード	内容	バリュー
FSK モード	FSK 変調方式で、独自のコマンドを使ってデータを送受信するモードです。	01
LoRa®モード	LoRa®変調方式で、独自のコマンドを使ってデータを送受信するモードです。	03
エアーモニターモード	各チャネルの RSSI レベルを測定するモードです。 ※ 別途アプリケーションが必要です。	04

工場出荷時の初期設定は、'0"3' (LoRa®モード)です。

'@MO'に続けて、設定する通信モードを2文字のASCIIコードで入力してください。

バリュー: '0"1' : FSKモード
'0"3' : LoRa®モード
'0"4' :エアーモニターモード

例) 01hに変更(FSKモードに変更)
コントロールコマンド: @MO01
コントロールレスポンス: *MO=01

無線通信モード変更完了後は、シリアルポートに下記の文字列が出力されます。

"FSK MODE" : FSKモードに設定した場合
"LORA MODE" : LoRa®モードに設定した場合
"AIR MONITOR MODE" : エアーモニターモードに設定した場合

2.4 "@SF" LoRa®変調方式時の chip 数(拡散率)設定コマンド

LoRa®変調方式におけるchip数を設定します。

工場出荷時の初期設定は、'0"0' (128 chip)です。

'@SF'に続けて、設定するchip数を2文字のASCIIコードで入力してください。

バリュー: '0"0' : 128 chip (拡散率: 7、実測値:245 bps)
'0"1' : 256 chip (拡散率: 8、実測値:146 bps)
'0"2' : 512 chip (拡散率: 9、実測値:86 bps)
'0"3' : 1024 chip (拡散率:10、実測値:49 bps)

例) 00hに変更(LoRa® 128 chipモードに変更)
コントロールコマンド: @SF00
コントロールレスポンス: *SF=00

※ chip数が大きくなるほど、移動しながらの通信においてドップラー効果の影響を受けやすくなり、通信できなくなることがあります。

2.5 "@EI" 機器 ID 設定コマンド

機器ごとの個別IDを設定します。
工場出荷時の初期設定は、'0"1' です。
'@EI'に続けて、設定するIDを2文字のASCIIコードで入力してください。

バリュー: '0"0' ～ 'F"F' (0～255の値を示す16進のASCIIコード)

例) 0Ahに変更(機器IDを10に設定する)
コントロールコマンド: @EI0A
コントロールレスポンス: *EI=0A

2.6 "@DI" 目的局 ID 設定コマンド

目的局(通信相手)を指定します。
工場出荷時の初期設定は、'0"1' です。
'@DI'に続けて、設定する目的局の機器IDを2文字のASCIIコードで入力してください。

バリュー: '0"0' ～ 'F"F' (0～255の値を示す16進のASCIIコード)

例) 0Ahに変更(目的局IDを10に設定する)
コントロールコマンド: @DI0A
コントロールレスポンス: *DI=0A

※ 目的局IDを'0"0'に設定して送信した場合は、グループ内同報通信になります。

※ 親機が複数の子機と通信(1:N通信)を行う場合は、子機の機器IDを親機の@DIコマンドで目的局に指定することにより、特定の子機と通信することができます。

詳細については、「2.16 無線局間通信システムの構築について」を参照ください。

2.7 "@GI" グループ ID 設定コマンド

ユーザーシステム内のグループを識別するIDです。グループ内のすべての機器を同じグループIDに設定します。グループIDは他のシステムを構築する場合の識別番号として管理してください。
工場出荷時の初期設定は、'0''0' です'。
'@GI'に続けて、設定するIDを2文字のASCIIコードで入力してください。

バリュー: '0''0' ～ 'F''F'　(0～255の値を示す16進のASCIIコード)

例) 0Ahに変更(グループIDを10に設定する)
コントロールコマンド:　@GI0A
コントロールレスポンス:　*GI=0A

2.8 "@UI" ユーザーID 設定コマンド

ユーザーに与えられるユーザー識別用IDです。ユーザーシステム内にあるすべての機器は同じユーザーIDに設定しないと通信できません。1人のユーザーが複数のシステムを構築する場合は、グループIDを使って管理します。

設定コマンドは'@UI+ユーザーID+','+パスワードです。

工場出荷時の初期設定は'0''0''0''0'です。

特にユーザーIDを必要としない場合はそのまま使用することができますが、同一エリア内での混信を避けるためにユーザーIDを設定することをお勧めします。

ユーザーIDを希望される場合は弊社営業部までご請求ください。複数IDの発行も可能です。

'@UI'に続けて、設定するIDを4文字のASCIIコードで入力し、','の後、4文字のパスワードをASCIIコードで入力してください。

例)　コントロールコマンド:　@UI0000,XXXX (XXXX部はパスワード)
コントロールレスポンス:　*WR=PS
*UI=0000　（0000に戻すには、パスワード2367としてください。）

※ ユーザーIDコマンドを設定した場合は、自動的に保存されます(コマンドに/Wを付加しなくても自動的に*WRレスポンスが表示されます)。

2.9 "@RS" 最後に受信した時の RSSI 取得コマンド

このコマンドを実行すると、データを最後に受信した時の受信信号強度(RSSI)を取得することができます。受信レベルの出力書式は下記のとおりです。

*RS=###dBm (###の部分が受信時のRSSI値になります)

例) コントロールコマンド:　@RS
コントロールレスポンス:　*RS=-82dBm

2.10 "@RA" 現在の RSSI 取得コマンド

設定されているチャネルの現在の受信信号強度(RSSI)を取得します。

*RA=###dBm (###の部分が受信時のRSSI値になります)

例) コントロールコマンド:　@RA
コントロールレスポンス:　*RA=-122dBm

2.11 "@CI" キャリアセンス時 RSSI 出力機能 ON/OFF コマンド

キャリアセンス時のRSSI値を自動的にUARTに出力するかしないかを設定します。
出力するに設定した場合、@DTコマンドなどで電波送信を行なった際に通常のレスポンスの後にRSSI値を出力します。(「6.2 キャリアセンス時のレスポンスについて」を参照してください)
工場出荷時の初期設定は、'0"0' (出力しない)です。

'@CI'に続けて、設定する状態を2文字のASCIIコードで入力してください。

バリュー: '0"0' : UARTに出力しない
'0"1' : UARTに出力する

例) 01に変更 (UARTに出力する)
コントロールコマンド: @CI01
コントロールレスポンス: *CI=01

【注意事項】

他の無線装置から約-40dBm以上の妨害電波を受信した場合、受信周波数が違ってもRSSI値が正しく取得できない場合があります。またキャリアセンスNGとなり電波送信できなくなることがありますので無線装置間の距離はできるだけ離して設置してください。

キャリアセンス時のRSSI値取得では妨害電波の影響を軽減する処理を行なっているため、キャリアセンス時のRSSI出力値と@RAコマンドによるRSSI取得値では違う事があります。

2.12 "@FV"・"@VR" ファームウェアバージョン取得コマンド

ファームウェアバージョンを確認することができます。

例1) コントロールコマンド: @FV
コントロールレスポンス: *FV=##R####,MLR-400 (#部にバージョンが入ります。)

例2) コントロールコマンド: @VR
コントロールレスポンス: *VR=U081B04x_V##R#### (#部にバージョンが入ります。)

2.13 "@SN" シリアルナンバー取得コマンド

シリアルナンバーを確認することができます。

例) コントロールコマンド: @SN
コントロールレスポンス: *SN=E####### (#######部に7桁の数値のシリアルナンバーが入ります。)

2.14 "@IZ" 工場出荷時設定コマンド

下記のパラメータを工場出荷時の状態に設定することができます。

- 周波数チャネル
- 機器ID
- 目的局ID
- グループID
- ユーザーID
- LoRa® 変調方式時のchip数(拡散率)
- 無線通信モード
- キャリアセンス時のRSSI出力機能ON/OFF

例) コントロールコマンド: @IZ
コントロールレスポンス: *WR=PS
*IZ=OK
LORA MODE

※エラーが発生した場合には、*IZ=NG が表示されます。その場合は、電源を入れ直したあとで再度設定を行ってください。
※UART の通信速度は、現在の設定を保持します（工場出荷時の 19200bps には設定されません）。
※/W オプションを指定する必要はありません。上記パラメータは保存され、次回起動時の初期値となります。

2.15 "@BR" UART 通信速度設定コマンド

UARTの通信速度を設定します。

工場出荷時の初期設定は、'1"9' (19200bps)です。

'@BR'に続けて、設定する通信速度を2文字のASCIIコードで入力してください。

バリュー: '1"2' : 1200bps
'2"4' : 2400bps
'4"8' : 4800bps
'9"6' : 9600bps
'1"9' : 19200bps

例) 96に変更(9600bpsに変更)
コントロールコマンド: @BR96
コントロールレスポンス: *BR=96

2.16 無線局間通信システムの構築について

MLR-400を使って、1:1システムや1:Nシステム、M:Nシステムを構築することができます。
機器IDは00～FFhまで指定でき、1つのグループには最大255台の機器を接続することができます。
1:1(1:N)の通信には@DIコマンドで目的局IDを指定して、データ送信コマンド(@DT)で送信します。

- グループ内通信1:1システム
  グループIDを同じにし、目的局IDと機器IDを対に設定することで1:1システムが構築できます。
  ※目的局IDは、00h以外に設定してください。

設定例)

各ID	機器1	機器2
グループID	02h	02h
目的局ID	03h	05h
機器ID	05h	03h

- グループ内通信1:Nシステム/M:Nシステム
  グループIDを同じに設定し、自局で指定した目的局IDが目的局の機器IDに一致した時に、目的局にデータが出力されます。なお、1：Nシステムにおいて、すべての機器が対等な関係にあるM:Nシステムを構築することも可能です。

設定例)　親機1台に対し子機3台と通信を行う場合の設定例です。

各ID	親機	子機1	子機2	子機3
グループID	02h	02h	02h	02h
目的局ID	02h,03h,04h※	01h	01h	01h
機器ID	01h	02h	03h	04h

※ 親機は子機3台の内の1台を指定して通信します。目的局ID設定コマンドで各子機に設定されている機器IDを指定してから、データ送信コマンドで送信してください。

- グループ内同報通信
  自局で目的局IDに00hを指定してデータを送信すると、グループ内のすべての目的局は、その機器IDにかかわらずデータを同時に受信します。

- グループ間通信
  目的局IDと機器IDを対に設定したグループを複数構築した場合は、送信のたびにグループIDを変えることで、他のグループと通信ができます。

設定例1)　グループ1

各ID	機器1	機器2
グループID	02h	02h
目的局ID	05h	03h
機器ID	03h	05h

グループ2

各ID	機器1	機器2
グループID	03h	03h
目的局ID	05h	03h
機器ID	03h	05h

設定例2)　グループ1

各ID	親機	子機1	子機2	子機3
グループID	02h	02h	02h	02h
目的局ID	02h,03h,04h※	01h	01h	01h
機器ID	01h	02h	03h	04h

グループ2

各ID	親機	子機1	子機2	子機3
グループID	03h	03h	03h	03h
目的局ID	02h,03h,04h※	01h	01h	01h
機器ID	01h	02h	03h	04h

3. コントロールコマンドに対するエラーレスポンスについて

3.1 エラーレスポンスの基本書式

プレフィックス + エラー文字列 + [=] + エラーコード + [CR] + [LF]

プレフィックス: エラーレスポンス文字列の先頭を示すコードで'*'=2Ah です。
エラー文字列: 'E''R'の2文字のASCIIコードです。
エラーコード: 各コントロールコマンドに対するエラーコードを示す2文字のASCIIコードです。

例) [*] + [E] + [R] + [=] + [0] + [4] + [CR] + [LF]

3.2 "@CH" 周波数チャネル設定コマンドに対するエラーコード

エラーコードには下記の 3 種類があります。

エラーコード	内容
"02"	未定義のチャネルが指定された場合に出力されます。
"03"	周波数チャネル設定コマンドの書式に誤りがある場合に出力されます。
"01"	エラーコードが"02"、"03"以外の時に出力されます。

3.3 "@MO" 無線通信モード設定コマンドに対するエラーコード

エラーコードには下記の 3 種類があります。

エラーコード	内容
"02"	未定義の通信モードが指定された場合に出力されます。
"03"	通信モード設定コマンドの書式に誤りがある場合に出力されます。
"01"	エラーコードが"02"、"03"以外の時に出力されます。

3.4 "@SF" LoRa®変調方式時の chip 数 設定コマンドに対するエラーコード

エラーコードには下記の 3 種類があります。

エラーコード	内容
"02"	未定義の chip 数 が指定された場合に出力されます。
"03"	chip 数設定コマンドの書式に誤りがある場合に出力されます。
"01"	エラーコードが"02"、"03"以外の時に出力されます。

3.5 "@EI" 機器 ID 設定コマンドに対するエラーコード

エラーコードには下記の 2 種類があります。

エラーコード	内容
"03"	機器 ID 設定コマンドの書式に誤りがある場合に出力されます。
"01"	エラーコードが"03'以外の時に出力されます。

3.6 "@DI" 目的局 ID 設定コマンドに対するエラーコード

エラーコードには下記の 2 種類があります。

エラーコード	内容
"03"	目的局 ID 設定コマンドの書式に誤りがある場合に出力されます。
"01"	エラーコードが"03'以外の時に出力されます。

3.7 "@GI" グループ ID 設定コマンドに対するエラーコード

エラーコードには下記の 2 種類があります。

エラーコード	内容
"03"	グループ ID 設定コマンドの書式に誤りがある場合に出力されます。
"01"	エラーコードが"03'以外の時に出力されます。

3.8 "@UI" ユーザーID 設定コマンドに対するエラーコード

エラーコードには下記の 2 種類があります。

エラーコード	内容
"03"	ユーザーID 設定コマンドの書式に誤りがある場合に出力されます。
"04"	パスワードが一致しない場合に出力されます。

3.9 "@RA" 現在の RSSI 取得コマンドに対するエラーコード

エラーコードには下記があります。

エラーコード	内容
"05"	受信状態でないときに出力されます

3.10 "@CI" キャリアセンス時の RSSI 出力機能 ON/OFF コマンドに対するエラーコード

エラーコードには下記の 3 種類があります。

エラーコード	内容
"02"	未定義の設定値が指定された場合に出力されます。
"03"	設定コマンドの書式に誤りがある場合に出力されます。
"01"	エラーコードが"02"、"03"以外の時に出力されます。

3.11 "@BR" UART 通信速度 設定コマンドに対するエラーコード

エラーコードには下記の 2 種類があります。

エラーコード	内容
"02"	未定義の通信速度が指定された場合に出力されます。
"01"	エラーコードが"02'以外の時に出力されます。

3.12 その他

未定義のコントロールコマンドがある場合は、エラーコード"01"が出力されます。

4. 無線によるデータ送信コマンド＆データ送信レスポンスについて

データ送信コマンドを使用することで、無線を使って任意のデータを送信することができます。
送信データが正しくセットされた場合は、データ送信レスポンスが返送されます。

4.1 データ送信コマンドおよびデータ送信レスポンスの基本書式

・データ送信コマンド基本書式

プレフィックス + コマンド名 + 送信データバイト数 + 送信データ + [CR] + [LF]

プレフィックス: コマンド文字列の先頭を示すコードで '@' = 40H です。
コマンド名: 'D"T'の2文字のASCIIコードです。
送信データバイト数: ユーザーデータのバイト数を16進数('0"0' ～ 'F"F')で指定します
送信データ: ユーザーデータのバイト列です。00h～FFh 全てのバイナリデータを設定できます。

例) "ABCDEF"の文字列を送信する場合
[@] + [D] + [T] + [0] + [6] + [A] + [B] + [C] + [D] + [E] + [F] + [CR] + [LF]

例) 00h,01h,02h,03h,04hのバイナリデータを送信する場合
[@] + [D] + [T] + [0] + [5] + [00h] + [01h] + [02h] + [03h] + [04h] + [CR] + [LF]

例) 255バイトのデータを送信する場合
[@] + [D] + [T] + [F] + [F] + ・・・・・・ + [CR] + [LF]

・データ送信コマンドに対するレスポンス基本書式

プレフィックス + レスポンス名 + [=] + 送信データバイト数 + [CR] + [LF]

プレフィックス: レスポンス文字列の先頭を示すコードで'*'=2Ah です。
レスポンス名: 'D"T'の2文字のASCIIコードです。
データバイト数: 送信データコマンドで設定したデータバイト数と同じ値が設定されます。

例) データ送信コマンド
[@] + [D] + [T] + [0] + [6] + [A] + [B] + [C] + [D] + [E] + [F] + [CR] + [LF]

データ送信レスポンス
[*] + [D] + [T] + [=] + [0] + [6] + [CR] + [LF]

【補足】

無線通信においてはデータ長が長くなるほど通信エラー発生率が高くなるので、できるだけ短いデータ長で通信してください、FSK モードの場合、45 バイト以下にすることを推奨します（FSK モードの場合に送信データバイト数が 45 バイト以上の場合は複数回のパケットに分けて送信しています。）

※ **40 秒送信制限により** LoRa®**モードでは送信可能なデータバイト数は下表になります。**

SF 値	データバイト数
00～02	255
03	170

5. データ送信コマンドに対するエラーレスポンスについて

5.1 エラーレスポンスの基本書式

プレフィックス + エラー文字列 + [=] + エラーコード + [CR] + [LF]

プレフィックス: エラーレスポンス文字列の先頭を示すコードで'*'=2Ah です。
エラー文字列: 'E''R'の2文字のASCIIコードです。
エラーコード: 各コントロールコマンドに対するエラーコードを示す2文字のASCIIコードです。

例) [*] + [E] + [R] + [=] + [0] + [3] + [CR] + [LF]

エラーコードの詳細は下表のとおりです。

エラーコード	内容
"03"	データ送信コマンドの書式に誤りがある場合に出力されます。
"01"	エラーコードが"03"以外の時に出力されます。

6. インフォメーションレスポンスについて

キャリアセンス・相関センスによって電波を送信することができなかったとき、および電波送信が完了したときに、インフォメーションレスポンスが出力されます。

6.1 インフォメーションレスポンスの基本書式

プレフィックス + インフォメーション文字列 + [=] + レスポンスコード + [CR] + [LF]

プレフィックス: インフォメーションレスポンス文字列の先頭を示すコードで'*'=2Ah です。
インフォメーション文字列: 'I''R'の2文字のASCIIコードです。
レスポンスコード: 各レスポンスを示す2文字のASCIIコードです。

例) [*] + [I] + [R] + [=] + [0] + [3] + [CR] + [LF]

6.2 キャリアセンス時のレスポンスについて(チャネル 33ch～42ch を除く)

特定小電力無線機は、電波法のキャリアセンス規定に従って電波を発射しなければなりません。
同一エリアに同じチャネルの電波が混在すると、双方のシステムが通信できなくなる可能性があります。
MLR-400 で使用する周波数帯の場合、選択したチャネルが他のシステムで使用されていた場合は電波を発射することができません。このため MLR-400 は、電波の送信を開始する前にそのチャネルが空いているかどうかキャリアセンス(電波強度:RSSI レベルの測定)を行ないます。
キャリアセンスの判定は電波法に定められた基準値以下(-100dBm)で行なっています。

キャリアセンスの結果、データを送信できなかった場合は、データ送信レスポンスの後、"*IR=01"の文字列を出力します。
なお、データ送信できなかった場合に再送信は行いません。

例) データ送信コマンド
[@] + [D] + [T] + [0] + [6] + [A] + [B] + [C] + [D] + [E] + [F] + [CR] + [LF]

データ送信レスポンス
[*] + [D] + [T] + [=] + [0] + [6] + [CR] + [LF]

データを送信できなかったとき
[*] + [I] + [R] + [=] + [0] + [1] + [CR] + [LF]

コントロールコマンド "@CI01"でキャリアセンス時 RSSI 出力 ON の設定を行なっている場合は、
上記レスポンスの後にキャリアセンスでの RSSI 値を出力します。

例) RSSI 値= -110dBm のとき
[R] + [S] + [S] + [I] + [=] + [-] + [1] + [1] + [0] + [d] + [B] + [m] + [CR] + [LF]

6.3 相関センス時のレスポンスについて(LoRa®モード時のみ、チャネル 33ch～42ch を除く)

LoRa®変調方式の場合、都市雑音以下のレベルで通信を行うことができるので、6.2 項のキャリアセンスだけでは電波を発射する前に他の LoRa®変調方式の電波の存在有無をチェックすることができません。
そこで、MLR-400 は独自の方法で、電波を発射する前に他の LoRa®変調方式の電波の存在有無のチェックを行っています(相関センス)。
相関センスの結果、他の LoRa®変調方式の電波が存在しデータを送信できなかった場合は、データ送信レスポンスの後、"*IR=02"の文字列を出力します。
なお、データ送信できなかった場合に再送信は行いません。

例) データ送信コマンド
[@] + [D] + [T] + [0] + [6] + [A] + [B] + [C] + [D] + [E] + [F] + [CR] + [LF]

データ送信レスポンス
[*] + [D] + [T] + [=] + [0] + [6] + [CR] + [LF]

データを送信できなかったとき
[*] + [I] + [R] + [=] + [0] + [2] + [CR] + [LF]

6.4 データ送信完了レスポンスについて(LoRa®モード時のみ)

LoRa®モードでは、データ送信コマンド@DTでの電波送信が完了したときに、下記のレスポンスが出力されます。

[*] + [I] + [R] + [=] + [0] + [3] + [CR] + [LF]

※ 続けてデータを送信する場合は、下記のとおりに送信データを設定してください。

FSK モード: データ送信レスポンスの応答を待ってから。
LoRa®モード:データ送信完了レスポンスの応答を待ってから。

6.5 送信休止制限時のレスポンスについて

MLR-400では、STD-T67の規格に定められた「40秒送信2秒休止の制限」に従い、電波を送信しております。この制限により電波を送信できなかった場合には、下記のレスポンスが出力されます。

[*] + [I] + [R] + [=] + [0] + [4] + [CR] + [LF]

「40 秒送信 2 秒休止の制限」について
連続、または断続的に 40 秒間電波を送信した場合は、2 秒間送信を休止する必要があります。
ただし、40 秒間の間で、2 秒間送信を休止した場合は、再度 40 秒間連続または断続的に電波を送信できます。なお、余裕をみて約 37 秒間送信、約 2.5 秒間休止します。

※ LoRa®モード時は、送信後に必ず約2.5秒間休止します。約2.5秒間休止の間にデータ送信コマンドでデータを送信した場合は、約2.5秒間経過後にデータの送信が開始されます。また、データ送信中にデータ送信完了レスポンスを待たずに、データ送信コマンドでデータを送信した場合は、上記"*IR=04"のレスポンスが出力されます。

※ **MLR-400 の電源を ON/OFF しながら使用する場合は、データ送信完了後、電源 OFF の期間を必ず 2 秒以上設けてください。2秒以内に電源を ON して直ちに送信すると電波法違反になる可能性があります。**

7. 目的局からの受信データについて

MLR-400が目的局からデータを受信した場合、下記の書式に従い受信したデータを出力します。

7.1 受信データの基本書式

プレフィックス + レスポンス名 + [=] + 受信データバイト数 + 受信データ + [CR] + [LF]

プレフィックス:	レスポンス文字列の先頭を示すコードで'*'=2Ah です。
レスポンス名:	'D''R'の2文字のASCIIコードです。
受信データバイト数:	'0''0' ～ 'F''F' (0～255の値を示す16進のASCIIコード)
受信データ:	受信したデータ

例) 送信側のデータ送信コマンド
[@] + [D] + [T] + [0] + [6] + [A] + [B] + [C] + [D] + [E] + [F] + [CR] + [LF]

受信側の受信データ
[*] + [D] + [R] + [=] + [0] + [6] + [A] + [B] + [C] + [D] + [E] + [F] + [CR] + [LF]

8. コマンド一覧表

周波数チャネル設定コマンド(工場出荷設定:"01" 429.1750MHz)

内容	コマンド書式	レスポンス書式	設定値／エラー内容
設定コマンド	@CH##	*CH=##	"01"～"52"
設定コマンド(保存時)	@CH##/W	*WR=PS *CH=##	
設定値取得コマンド	@CH	*CH=##	
エラーレスポンス		*ER=01	コマンドエラー
		*ER=02	設定値エラー
		*ER=03	コマンドフォーマットエラー

無線通信モード設定コマンド(工場出荷設定:"03"LoRa®モード)

内容	コマンド書式	レスポンス書式	設定値／エラー内容
設定コマンド	@MO##	*MO=##	"01":FSK モード "03":LoRa®モード "04":エアーモニターモード
設定コマンド(保存時)	@MO##/W	*WR=PS *MO=##	
設定値取得コマンド	@MO	*MO=##	
エラーレスポンス		*ER=01	コマンドエラー
		*ER=02	設定値エラー
		*ER=03	コマンドフォーマットエラー

LoRa®変調方式時の chip 数設定コマンド(工場出荷設定:"00"128chip)

内容	コマンド書式	レスポンス書式	設定値／エラー内容
設定コマンド	@SF##	*SF=##	"00": 128chip , "03":1024chip "01": 256chip , "02": 512chip ,
設定コマンド(保存時)	@SF##/W	*WR=PS *SF=##	
設定値取得コマンド	@SF	*SF=##	
エラーレスポンス		*ER=01	コマンドエラー
		*ER=02	設定値エラー
		*ER=03	コマンドフォーマットエラー

機器 ID 設定コマンド(工場出荷設定:"01" 機器 ID = 1)

内容	コマンド書式	レスポンス書式	設定値／エラー内容
設定コマンド	@EI##	*EI=##	"00"～"FF"
設定コマンド(保存時)	@EI##/W	*WR=PS *EI=##	
設定値取得コマンド	@EI	*EI=##	
エラーレスポンス		*ER=01	コマンドエラー
		*ER=03	コマンドフォーマットエラー

目的局 ID 設定コマンド(工場出荷設定:"01" 目的局 ID = 1)

内容	コマンド書式	レスポンス書式	設定値／エラー内容
設定コマンド	@DI##	*DI=##	"00"～"FF"
設定コマンド(保存時)	@DI##/W	*WR=PS *DI=##	
設定値取得コマンド	@DI	*DI=##	
エラーレスポンス		*ER=01	コマンドエラー
		*ER=03	コマンドフォーマットエラー

グループ ID 設定コマンド(工場出荷設定："00" グループ ID = 0)

内容	コマンド書式	レスポンス書式	設定値／エラー内容
設定コマンド	@GI##	*GI=##	"00"～"FF"
設定コマンド(保存時)	@GI##/W	*WR=PS *GI=##	
設定値取得コマンド	@GI	*GI=##	
エラーレスポンス		*ER=01	コマンドエラー
		*ER=03	コマンドフォーマットエラー

ユーザーID 設定コマンド(工場出荷設定："0000" ユーザーID = 0000)

内容	コマンド書式	レスポンス書式	設定値／エラー内容
設定コマンド (保存時のみです。)	@UI####,XXXX	*WR=PS *UI=####	"0000"～"FFFF" XXXX はパスワード
設定値取得コマンド	@UI	*UI=####	
エラーレスポンス		*ER=01	コマンドエラー
		*ER=03	コマンドフォーマットエラー
		*ER=04	パスワードエラー

最後に受信した時の RSSI 取得コマンド

内容	コマンド書式	レスポンス書式	設定値／エラー内容
設定値取得コマンド	@RS	*RS=###dBm	

現在の RSSI 取得コマンド

内容	コマンド書式	レスポンス書式	設定値／エラー内容
設定値取得コマンド	@RA	*RA=###dBm	
エラーレスポンス		*ER=05	受信状態でないときに出力されます

キャリアセンス時 RSSI 出力機能 ON/OFF 設定コマンド(工場出荷設定："00"RSSI 出力 OFF)

内容	コマンド書式	レスポンス書式	設定値／エラー内容
設定コマンド	@CR##	*CR=##	"00":RSSI 出力 OFF "FF":RSSI 出力 ON
設定コマンド(保存時)	@CI##/W	*WR=PS *CI=##	
設定値取得コマンド	@CR	*CR=##	
エラーレスポンス		*ER=01	コマンドエラー
		*ER=02	設定値エラー
		*ER=03	コマンドフォーマットエラー

ファームウェアバージョン取得コマンド

内容	コマンド書式	レスポンス書式	設定値／エラー内容
設定値取得コマンド	@FV	*FV=##R####,MLR-400	
	@VR	*VR= U081B04x_V##R####	

シリアルナンバー取得コマンド

内容	コマンド書式	レスポンス書式	設定値／エラー内容
設定値取得コマンド	@SN	*SN=$#######	

工場出荷時設定コマンド

内容	コマンド書式	レスポンス書式	設定値／エラー内容
設定値取得コマンド	@IZ	*WP=PS *IZ=OK LORA MODE	

UART 通信速度設定コマンド(工場出荷設定："19" 19200bps)

内容	コマンド書式	レスポンス書式	設定値／エラー内容
設定コマンド	@BR##	*BR=##	"12": 1200bps , "96": 9600bps "24": 2400bps , "19": 19200bps "48": 4800bps ,
設定コマンド(保存時)	@BR##/W	*WR=PS *BR=##	
設定値取得コマンド	@BR	*BR=##	
エラーレスポンス		*ER=01	コマンドエラー
		*ER=02	設定値エラー

9. チャネルプラン

無線通信で使用する周波数は、ARIB STD-T67 で定められた 400 MHz 帯の下表に示す 82 チャネルです。

チャネル		周波数 (MHz)	チャネル		周波数 (MHz)	チャネル		周波数 (MHz)
NO.	HEX		No.	HEX		No.	HEX	
1	01	429.1750	29	1D	469.4375	57	39	429.4250
2	02	429.1875	30	1E	469.4500	58	3A	429.4375
3	03	429.2000	31	1F	469.4625	59	3B	429.4500
4	04	429.2125	32	20	469.4750	60	3C	429.4625
5	05	429.2250	33	21	426.0250	61	3D	429.4750
6	06	429.2375	34	22	426.0375	62	3E	429.4875
7	07	429.8125	35	23	426.0500	63	3F	429.5000
8	08	429.8250	36	24	426.0625	64	40	429.5125
9	09	429.8375	37	25	426.0750	65	41	429.5250
10	0A	429.8500	38	26	426.0875	66	42	429.5375
11	0B	429.8625	39	27	426.1000	67	43	429.5500
12	0C	429.8750	40	28	426.1125	68	44	429.5625
13	0D	429.8875	41	29	426.1250	69	45	429.5750
14	0E	429.9000	42	2A	426.1375	70	46	429.5875
15	0F	429.9125	43	2B	429.2500	71	47	429.6000
16	10	449.7125	44	2C	429.2625	72	48	429.6125
17	11	449.7250	45	2D	429.2750	73	49	429.6250
18	12	449.7375	46	2E	429.2875	74	4A	429.6375
19	13	449.7500	47	2F	429.3000	75	4B	429.6500
20	14	449.7625	48	30	429.3125	76	4C	429.6625
21	15	449.7750	49	31	429.3250	77	4D	429.6750
22	16	449.7875	50	32	429.3375	78	4E	429.6875
23	17	449.8000	51	33	429.3500	79	4F	429.7000
24	18	449.8125	52	34	429.3625	80	50	429.7125
25	19	449.8375	53	35	429.3750	81	51	429.7250
26	1A	449.8500	54	36	429.3875	82	52	429.7375
27	1B	449.8625	55	37	429.4000			
28	1C	449.8750	56	38	429.4125			

※ 初期出荷設定はチャネル No.1(429.1750 MHz)です。
※ 同一エリア内で複数台の MLR-400 を使用する場合は、3 次相互変調による混信を考慮したチャネルプランで運用してください。

サーキットデザインのホームページでは、3 次相互変調による混信を避けるためのチャネルプランを作成する計算ツールを提供しています。

計算ツール：https://www.circuitdesign.jp/technical/channel-planning/

10. FSK・LoRa®モードデータ送信時間

10.1 FSK モードでのデータ送信時間

FSK モードでの送信時間 Tsend：

≒ Roundup { (データ数 + 7) / 52 ,0 } * (34* 8 /4.8 +0.9) + (データ数 +7) * 8 / 4.8 [ms]

10.2 LoRa®モードでのデータ送信時間

LoRa®モードでの送信時間 Tsend:

(データ数が 1～235Byte の場合)

Nsym= Roundup { (8 * (データ数 + 15) - 4 * SF + 44) / (4 * (SF - 2)), 0 } * 5
Tsend = (20.25 + Nsym) * Tsym [ms]

(データ数が 236～255Byte の場合)

Nsym= Roundup { (8 * (データ数 + 8 - 235) - 4 * SF + 44) / (4 * (SF - 2)), 0 } * 5
Tsend = Tplmax + (20.25 + Nsym) * Tsym [ms]

Chip 数	拡散率 SF	Tsym (ms)	Tplmax (ms)
128	7	16.384	8606
256	8	32.768	14426
512	9	65.536	24920
1024	10	131.072	43942

【補足】

MLR-400 のデータ通信は RF-IC のパケット通信機能を使用しており 1 パケットのペイロード長は、FSK モードの場合は最大 60 バイト、LoRa®モードの場合は最大 250 バイトで送信しています。

送信する場合、ユーザーデータのほかに機器識別コードや制御コマンド等で 15 バイト付加しているため、1 パケットで送信するデータ数は FSK モードの場合 45 バイト、LoRa®モードの場合 235 バイトまでとなります。

FSK の例ですと、ユーザーデータ数が 45 バイトまでは 1 パケット、46～90 バイトなら 2 パケット・・・と、ユーザーデータを分割して送信しています。

10.3 データ送信時間一覧表

データ数	FSK	LoRa						データ数	FSK	LoRa					
		128 chip	256 chip	512 chip	1024 chip	2048 chip	4096 chip			128 chip	256 chip	512 chip	1024 chip	2048 chip	4096 chip
	送信時間 Tsend [ms]								送信時間 Tsend [ms]						
1	70.9	987	1647	2966	5931	10551	21103	70	243	3199	5415	9519	17072	30212	55181
2	72.6	987	1810	3293	5931	10551	21103	71	245	3281	5579	9519	17072	31523	57803
3	74.2	987	1810	3293	5931	10551	21103	72	247	3281	5579	9847	17072	31523	57803
4	75.9	1069	1810	3293	5931	11862	21103	73	248	3281	5579	9847	17727	31523	57803
5	77.6	1069	1974	3293	6586	11862	21103	74	250	3363	5743	9847	17727	31523	57803
6	79.2	1151	1974	3621	6586	11862	23724	75	252	3363	5743	9847	17727	31523	57803
7	80.9	1151	1974	3621	6586	11862	23724	76	253	3445	5743	10174	17727	32834	60424
8	82.6	1151	2138	3621	6586	13173	23724	77	255	3445	5906	10174	18383	32834	60424
9	84.2	1233	2138	3949	7242	13173	23724	78	257	3445	5906	10174	18383	32834	60424
10	85.9	1233	2138	3949	7242	13173	23724	79	258	3527	5906	10502	18383	32834	60424
11	87.6	1315	2302	3949	7242	13173	26345	80	260	3527	6070	10502	18383	34144	60424
12	89.2	1315	2302	3949	7242	13173	26345	81	262	3609	6070	10502	19038	34144	63046
13	90.9	1315	2302	4276	7897	14483	26345	82	263	3609	6070	10502	19038	34144	63046
14	92.6	1397	2466	4276	7897	14483	26345	83	265	3609	6234	10830	19038	34144	63046
15	94.2	1397	2466	4276	7897	14483	26345	84	267	3690	6234	10830	19038	34144	63046
16	95.9	1479	2466	4604	7897	14483	28967	85	268	3690	6234	10830	19694	35455	63046
17	97.6	1479	2630	4604	8552	15794	28967	86	270	3772	6398	11158	19694	35455	65667
18	99.2	1479	2630	4604	8552	15794	28967	87	272	3772	6398	11158	19694	35455	65667
19	101	1561	2630	4604	8552	15794	28967	88	273	3772	6398	11158	19694	35455	65667
20	103	1561	2793	4932	8552	15794	28967	89	275	3854	6562	11158	20349	36766	65667
21	104	1642	2793	4932	9208	15794	31588	90	277	3854	6562	11485	20349	36766	65667
22	106	1642	2793	4932	9208	17105	31588	91	278	3936	6562	11485	20349	36766	68289
23	108	1642	2957	5259	9208	17105	31588	92	280	3936	6726	11485	20349	36766	68289
24	109	1724	2957	5259	9208	17105	31588	93	282	3936	6726	11813	21004	36766	68289
25	111	1724	2957	5259	9863	17105	31588	94	283	4018	6726	11813	21004	38076	68289
26	113	1806	3121	5259	9863	18416	34210	95	285	4018	6889	11813	21004	38076	68289
27	114	1806	3121	5587	9863	18416	34210	96	287	4100	6889	11813	21004	38076	70910
28	116	1806	3121	5587	9863	18416	34210	97	288	4100	6889	12141	21660	38076	70910
29	118	1888	3285	5587	10519	18416	34210	98	348	4100	7053	12141	21660	39387	70910
30	119	1888	3285	5915	10519	18416	34210	99	349	4182	7053	12141	21660	39387	70910
31	121	1970	3285	5915	10519	19726	36831	100	351	4182	7053	12468	21660	39387	70910
32	123	1970	3449	5915	10519	19726	36831	101	353	4264	7217	12468	22315	39387	73531
33	124	1970	3449	5915	11174	19726	36831	102	354	4264	7217	12468	22315	39387	73531
34	126	2052	3449	6242	11174	19726	36831	103	356	4264	7217	12468	22315	40698	73531
35	128	2052	3613	6242	11174	21037	36831	104	358	4346	7381	12796	22315	40698	73531
36	129	2134	3613	6242	11174	21037	39453	105	359	4346	7381	12796	22970	40698	73531
37	131	2134	3613	6570	11829	21037	39453	106	361	4428	7381	12796	22970	40698	76153
38	133	2134	3777	6570	11829	21037	39453	107	363	4428	7545	13124	22970	42009	76153
39	134	2216	3777	6570	11829	21037	39453	108	364	4428	7545	13124	22970	42009	76153
40	136	2216	3777	6570	11829	22348	39453	109	366	4510	7545	13124	23626	42009	76153
41	138	2298	3940	6898	12485	22348	42074	110	368	4510	7709	13124	23626	42009	76153
42	139	2298	3940	6898	12485	22348	42074	111	369	4592	7709	13451	23626	42009	78774
43	141	2298	3940	6898	12485	22348	42074	112	371	4592	7709	13451	23626	43319	78774
44	143	2380	4104	7225	12485	23658	42074	113	373	4592	7873	13451	24281	43319	78774
45	144	2380	4104	7225	13140	23658	42074	114	374	4674	7873	13779	24281	43319	78774
46	203	2462	4104	7225	13140	23658	44696	115	376	4674	7873	13779	24281	43319	78774
47	205	2462	4268	7225	13140	23658	44696	116	378	4755	8036	13779	24281	44630	81396
48	207	2462	4268	7553	13140	23658	44696	117	379	4755	8036	13779	24936	44630	81396
49	208	2544	4268	7553	13795	24969	44696	118	381	4755	8036	14107	24936	44630	81396
50	210	2544	4432	7553	13795	24969	44696	119	383	4837	8200	14107	24936	44630	81396
51	212	2626	4432	7881	13795	24969	47317	120	384	4837	8200	14107	24936	44630	81396
52	213	2626	4432	7881	13795	24969	47317	121	386	4919	8200	14434	25592	45941	84017
53	215	2626	4596	7881	14451	26280	47317	122	388	4919	8364	14434	25592	45941	84017
54	217	2707	4596	7881	14451	26280	47317	123	389	4919	8364	14434	25592	45941	84017
55	218	2707	4596	8208	14451	26280	47317	124	391	5001	8364	14434	25592	45941	84017
56	220	2789	4760	8208	14451	26280	49938	125	393	5001	8528	14762	26247	47251	84017
57	222	2789	4760	8208	15106	26280	49938	126	394	5083	8528	14762	26247	47251	86639
58	223	2789	4760	8536	15106	27591	49938	127	396	5083	8528	14762	26247	47251	86639
59	225	2871	4923	8536	15106	27591	49938	128	398	5083	8692	15090	26247	47251	86639
60	227	2871	4923	8536	15106	27591	49938	129	399	5165	8692	15090	26903	47251	86639
61	228	2953	4923	8536	15761	27591	52560	130	401	5165	8692	15090	26903	48562	86639
62	230	2953	5087	8864	15761	28901	52560	131	403	5247	8856	15090	26903	48562	89260
63	232	2953	5087	8864	15761	28901	52560	132	404	5247	8856	15417	26903	48562	89260
64	233	3035	5087	8864	15761	28901	52560	133	406	5247	8856	15417	27558	48562	89260
65	235	3035	5251	9191	16417	28901	52560	134	408	5329	9019	15417	27558	49873	89260
66	237	3117	5251	9191	16417	28901	55181	135	409	5329	9019	15745	27558	49873	89260
67	238	3117	5251	9191	16417	30212	55181	136	411	5411	9019	15745	27558	49873	91881
68	240	3117	5415	9191	16417	30212	55181	137	413	5411	9183	15745	28213	49873	91881
69	242	3199	5415	9519	17072	30212	55181	138	414	5411	9183	15745	28213	49873	91881

データ数	FSK	LoRa						データ数	FSK	LoRa					
		128 chip	256 chip	512 chip	1024 chip	2048 chip	4096 chip			128 chip	256 chip	512 chip	1024 chip	2048 chip	4096 chip
	送信時間 Tsend [ms]								送信時間 Tsend [ms]						
139	416	5493	9183	16073	28213	51184	91881	198	572	7377	12460	21643	38044	68223	123339
140	418	5493	9347	16073	28213	51184	91881	199	574	7459	12460	21643	38044	68223	123339
141	419	5575	9347	16073	28869	51184	94503	200	575	7459	12624	21643	38044	68223	123339
142	421	5575	9347	16400	28869	51184	94503	201	577	7541	12624	21643	38699	68223	125960
143	423	5575	9511	16400	28869	52494	94503	202	636	7541	12624	21971	38699	69534	125960
144	424	5657	9511	16400	28869	52494	94503	203	638	7541	12788	21971	38699	69534	125960
145	426	5657	9511	16400	29524	52494	94503	204	640	7623	12788	21971	38699	69534	125960
146	428	5738	9675	16728	29524	52494	97124	205	641	7623	12788	22299	39354	69534	125960
147	429	5738	9675	16728	29524	52494	97124	206	643	7705	12952	22299	39354	70844	128582
148	431	5738	9675	16728	29524	53805	97124	207	645	7705	12952	22299	39354	70844	128582
149	433	5820	9839	17056	30179	53805	97124	208	646	7705	12952	22299	39354	70844	128582
150	492	5820	9839	17056	30179	53805	97124	209	648	7786	13115	22626	40010	70844	128582
151	494	5902	9839	17056	30179	53805	99746	210	650	7786	13115	22626	40010	70844	128582
152	495	5902	10002	17056	30179	55116	99746	211	651	7868	13115	22626	40010	72155	131203
153	497	5902	10002	17383	30835	55116	99746	212	653	7868	13279	22954	40010	72155	131203
154	499	5984	10002	17383	30835	55116	99746	213	655	7868	13279	22954	40665	72155	131203
155	500	5984	10166	17383	30835	55116	99746	214	656	7950	13279	22954	40665	72155	131203
156	502	6066	10166	17711	30835	55116	102367	215	658	7950	13443	22954	40665	73466	131203
157	504	6066	10166	17711	31490	56426	102367	216	660	8032	13443	23282	40665	73466	133825
158	505	6066	10330	17711	31490	56426	102367	217	661	8032	13443	23282	41320	73466	133825
159	507	6148	10330	17711	31490	56426	102367	218	663	8032	13607	23282	41320	73466	133825
160	509	6148	10330	18039	31490	56426	102367	219	665	8114	13607	23609	41320	73466	133825
161	510	6230	10494	18039	32145	57737	104989	220	666	8114	13607	23609	41320	74777	133825
162	512	6230	10494	18039	32145	57737	104989	221	668	8196	13771	23609	41976	74777	136446
163	514	6230	10494	18366	32145	57737	104989	222	670	8196	13771	23609	41976	74777	136446
164	515	6312	10658	18366	32145	57737	104989	223	671	8196	13771	23937	41976	74777	136446
165	517	6312	10658	18366	32801	57737	104989	224	673	8278	13935	23937	41976	76087	136446
166	519	6394	10658	18366	32801	59048	107610	225	675	8278	13935	23937	42631	76087	136446
167	520	6394	10822	18694	32801	59048	107610	226	676	8360	13935	24265	42631	76087	139067
168	522	6394	10822	18694	32801	59048	107610	227	678	8360	14098	24265	42631	76087	139067
169	524	6476	10822	18694	33456	59048	107610	228	680	8360	14098	24265	42631	76087	139067
170	525	6476	10985	19022	33456	60359	107610	229	681	8442	14098	24265	43287	77398	139067
171	527	6558	10985	19022	33456	60359	110232	230	683	8442	14262	24592	43287	77398	139067
172	529	6558	10985	19022	33456	60359	110232	231	685	8524	14262	24592	43287	77398	141689
173	530	6558	11149	19022	34111	60359	110232	232	686	8524	14262	24592	43287	77398	141689
174	532	6640	11149	19350	34111	60359	110232	233	688	8524	14426	24920	43942	78709	141689
175	534	6640	11149	19350	34111	61669	110232	234	690	8606	14426	24920	43942	78709	141689
176	535	6722	11313	19350	34111	61669	112853	235	691	8606	14426	24920	43942	78709	141689
177	537	6722	11313	19677	34767	61669	112853	236	693	9347	15745	27230	48562	86639	157549
178	539	6722	11313	19677	34767	61669	112853	237	695	9347	15745	27558	48562	87950	157549
179	540	6803	11477	19677	34767	62980	112853	238	696	9429	15909	27558	48562	87950	160170
180	542	6803	11477	19677	34767	62980	112853	239	698	9429	15909	27558	49218	87950	160170
181	544	6885	11477	20005	35422	62980	115474	240	700	9429	15909	27558	49218	87950	160170
182	545	6885	11641	20005	35422	62980	115474	241	701	9511	16073	27886	49218	89260	160170
183	547	6885	11641	20005	35422	62980	115474	242	703	9511	16073	27886	49218	89260	160170
184	549	6967	11641	20333	35422	64291	115474	243	705	9593	16073	27886	49873	89260	162792
185	550	6967	11805	20333	36078	64291	115474	244	706	9593	16236	28213	49873	89260	162792
186	552	7049	11805	20333	36078	64291	118096	245	708	9593	16236	28213	49873	89260	162792
187	554	7049	11805	20333	36078	64291	118096	246	710	9675	16236	28213	49873	90571	162792
188	555	7049	11969	20660	36078	65602	118096	247	711	9675	16400	28213	50528	90571	162792
189	557	7131	11969	20660	36733	65602	118096	248	713	9757	16400	28541	50528	90571	165413
190	559	7131	11969	20660	36733	65602	118096	249	715	9757	16400	28541	50528	90571	165413
191	560	7213	12132	20988	36733	65602	120717	250	716	9757	16564	28541	50528	91882	165413
192	562	7213	12132	20988	36733	65602	120717	251	718	9839	16564	28869	51184	91882	165413
193	564	7213	12132	20988	37388	66912	120717	252	720	9839	16564	28869	51184	91882	165413
194	565	7295	12296	20988	37388	66912	120717	253	721	9921	16728	28869	51184	91882	168034
195	567	7295	12296	21316	37388	66912	120717	254	780	9921	16728	28869	51184	91882	168034
196	569	7377	12296	21316	37388	66912	123339	255	782	9921	16728	29196	51839	93192	168034
197	570	7377	12460	21316	38044	68223	123339								

ご連絡・お問い合わせ先

各種お問い合わせは、弊社営業部まで下記のいずれかの方法でご連絡ください。
また弊社ホームページ(https://www.circuitdesign.jp/)には技術情報ならびに新しい情報、FAQ などが掲載されていますのでご利用ください。

■ インターネットメール
販売に関するお問い合わせ: sales@circuitdesign.jp
技術的なお問い合わせ: technical@circuitdesign.jp
宛先:株式会社サーキットデザイン　営業部

■ 電話
電話番号:0263-82-1024
担当部署:株式会社サーキットデザイン　営業部
受付時間:9:00 ～ 17:30(平日)

■ FAX
FAX 番号:0263-82-1016
宛先:株式会社サーキットデザイン　営業部

■ 郵便
郵便番号:399-8303
住所:長野県安曇野市穂高 7557-1
宛先:株式会社サーキットデザイン　営業部

改版履歴

Version	Date	Description	Remark
1.0	2026 年 8 月	初版	

本書の著作権は、株式会社サーキットデザインに帰属します。本書の一部または全部を当社に無断で転載、複製、改変などを行うことは禁じられています。
また本マニュアルの内容は予告無く変更する場合があります。