AVR-BLE

AVR-BLE ハードウェア使用者の手引き

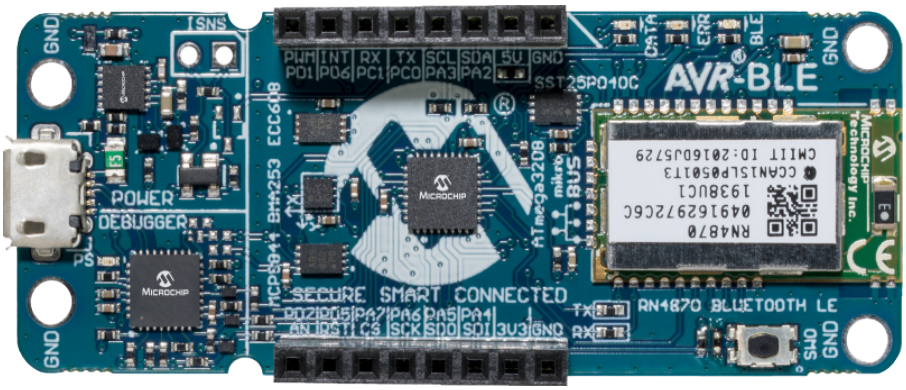
序文

AVR-BLE開発基板はAVR®ﾏｲｸﾛ ｺﾝﾄﾛｰﾗに基づく低電力Bluetooth®(BLE:Bluetooth Low Energy)解決策に対する小さく容易に拡張可能な実演と開発の基盤です。これは次の3つの塊に作業を分割することによって代表的なBLE応用の設計が簡単化されることを実演するように設計されています。

- ATmega3208ﾏｲｸﾛ ｺﾝﾄﾛｰﾗによって表される – 賢さ
- ATECC608Aによって表される – 安全性
- RN4870 BLE単位部によって表される – 接続性

加えて、AVR-BLE開発基板は以下の要素が特徴です。

- 基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ(PKoB nano)はAtmel Studio/Microchip MPLAB® X IDEを通す完全な書き込みとﾃﾞﾊﾞｯｸﾞの支援を供給します。またｼﾘｱﾙ ﾎﾟｰﾄ ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ(ｼﾘｱﾙ-USB橋渡し)と2つの論理分析部ﾁｬﾈﾙ(ﾃﾞﾊﾞｯｸﾞGPIO)へのｱｸｾｽも提供します。
- mikroBUS™ｿｹｯﾄはClick board™の成長する資産経由でMikroElektronika(www.mikroe.com)によって提供される450を超える感知器と作動装置の任意選択からの選択で基板の能力を拡張する能力を許します。



本書は一般の方々の便宜のため有志により作成されたもので、Microchip社とは無関係であることを御承知ください。しおりの[はじめに]での内容にご注意ください。

目次

序文 ····· 1
1. 序説 ····· 3
1.1. 特徴 ····· 3
1.2. 基板概要 ····· 3
2. 開始に際して ····· 5
2.1. 即時開始 ····· 5
2.2. 設計資料と関連ﾘﾝｸ ····· 5
3. ﾊｰﾄﾞｳｪｱ使用者の手引き ····· 6
3.1. 基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ概要 ····· 6
3.2. 電源 ····· 10
3.3. 低電力動作 ····· 11
3.4. 目的対象電流測定 ····· 11
3.5. 周辺機能 ····· 11
4. ﾊｰﾄﾞｳｪｱ改訂履歴と既知の問題 ····· 16
4.1. 製品IDと改訂の識別 ····· 16
4.2. 改訂3 ····· 16
4.3. 改訂2 ····· 16
5. 文書改訂履歴 ····· 16
6. 追補 ····· 17
6.1. 回路図 ····· 17
6.2. 組立図 ····· 20
Microchipｳｪﾌﾞ ｻｲﾄ ····· 21
製品変更通知ｻｰﾋﾞｽ ····· 21
お客様支援 ····· 21
Microchipﾃﾞﾊﾞｲｽ ｺｰﾄﾞ保護機能 ····· 21
法的通知 ····· 21
商標 ····· 22
品質管理ｼｽﾃﾑ ····· 22
世界的な販売とｻｰﾋﾞｽ ····· 23

1. 序説

1.1. 特徴

- ATmega3208ﾏｲｸﾛ ｺﾝﾄﾛｰﾗ
- 2つの使用者LED (ﾃﾞｰﾀと異常)
- 機械的な釦
- RN4870低電力Bluetooth(BLE)単位部
- MCP9844温度感知器
- BMA253加速度感知器
- ATECC608A CryptoAuthentication™ﾃﾞﾊﾞｲｽ
- SST25PF040CT 4Mﾋﾞｯﾄ直列ﾌﾗｯｼｭ ﾒﾓﾘ
- mikroBUSｿｹｯﾄ
- 基板上ﾃﾞﾊﾞｯｸﾞ
  - Atmel Studio/Microchip PLAB® Xでの基板識別
  - 書き込みとﾃﾞﾊﾞｯｸﾞ
  - 仮想ｼﾘｱﾙ ﾎﾟｰﾄ (USB CDC)
  - 2つの論理分析部ﾁｬﾈﾙ (DGI GPIO)
- USBまたは電池での給電

1.2. 基板概要

AVR-BLE開発基板はATmega3208 AVRﾏｲｸﾛ ｺﾝﾄﾛｰﾗとRN4870 BLE単位部を評価するのに使われるﾊｰﾄﾞｳｪｱ基盤です。

図1-1. AVR-BLE開発基板表側

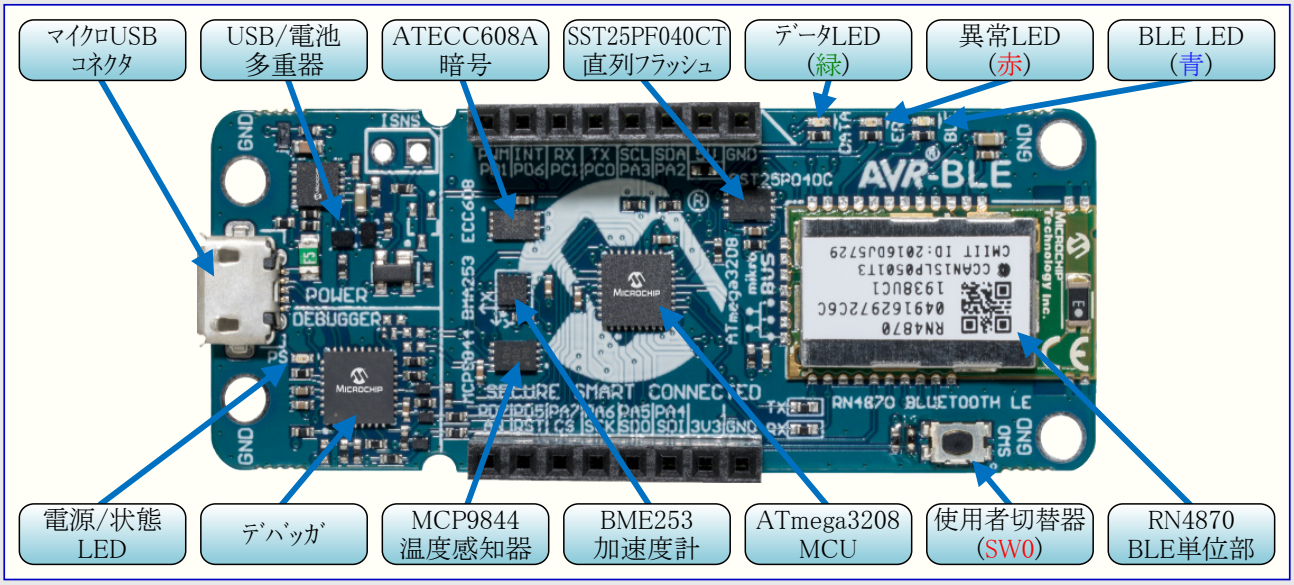


図1-2. AVR-BLE開発基板裏側

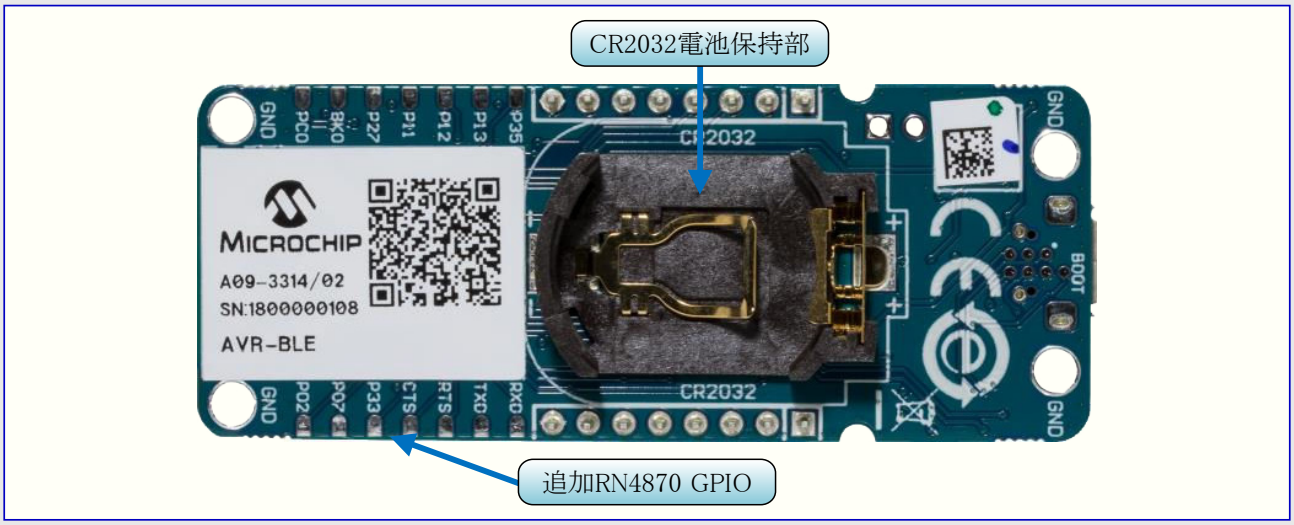
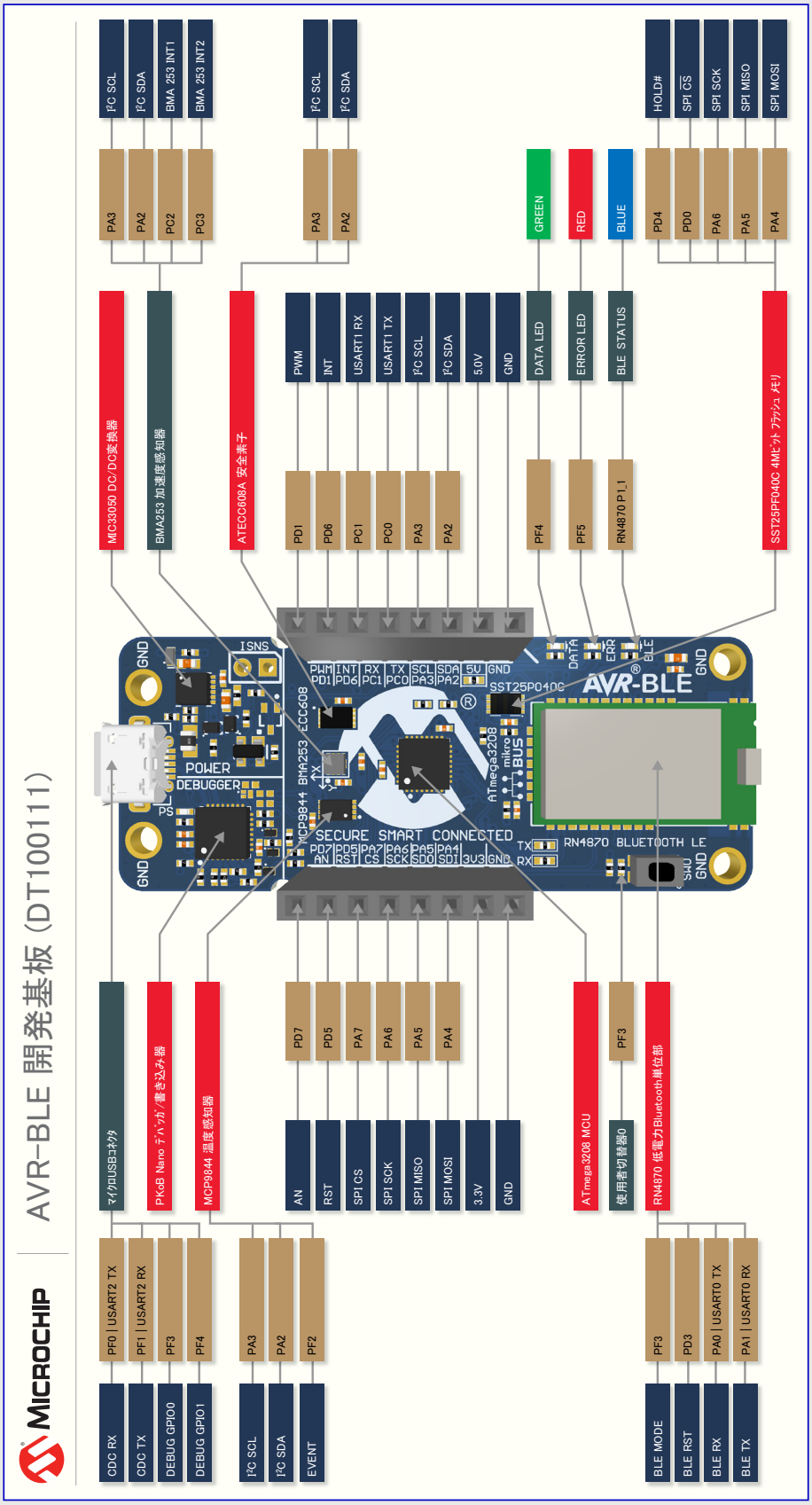


図1-3. AVR-BLE早見表概要



2. 開始に際して

2.1. 即時開始

実演応用

直ぐに使えるAVR-BLE基板はavr-lightblue-explorer-demoを書かれてやって来ます。この応用はPunch ThroughによるLightBlue®応用を使って基板の特徴のいくつかを実演するのに使うことができます。

1. iOSまたはAndroid用のLightBlue®応用をﾀﾞｳﾝﾛｰﾄﾞしてください。
2. ﾏｲｸﾛUSBｹｰﾌﾞﾙまたはCR2032電池を通して基板に給電してください。
3. LightBlue®応用を開いてAVR-BLE周辺機能を選んでください。
4. 基板を調査するため独自ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽを使ってください。

情報: AVR-BLEはLightBlue®応用でAVR-BLE_xxxxとして現れ、ここでxxxxはRN4870 BLE単位部のBluetooth MACｱﾄﾞﾚｽの最後の2ﾊﾞｲﾄです。これは複数のAVR-BLE基板間を区別することを可能にします。

実演応用とLightBlue®応用間の通信はASCIIﾊﾟｹｯﾄに基づく規約を使うことによって行われます。例を伴う命令の一覧だけでなく、ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄの完全なｿｰｽ ｺｰﾄﾞに対してもavr-lightblue-explorer-demo頁の規約(Protocol)部分を参照してください。

開発要件

MPLAB® X IDE:

- MPLAB X IDE 5.40またはそれ以降版
- XC8ｺﾝﾊﾟｲﾗ 2.10またはそれ以降版

ｲﾝｽﾄｰﾙの手助けについてはMPLAB Xｲﾝｽﾄｰﾙの手引きをご覧ください。

応用構築

開発基板に予め設定された既定ｿｰｽ ｺｰﾄﾞを眺めてください。独自応用を作成するためにこのｿｰｽ ｺｰﾄﾞを調査して変更して作り直してください。

1. avr-lightblue-explorer-demo GitHub頁でｿｰｽ ｺｰﾄﾞを眺めてください。
2. 解決策を拡張する方法のより多くの情報を得るためREADME.mdを通して読んでください。
3. GitHubからﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄをﾀﾞｳﾝﾛｰﾄﾞしてMPLAB® X IDEの最新版でそれを開いてください。
4. Windows、Mac、Linux装置とAVR-BLEのﾃﾞﾊﾞｯｸﾞUSBﾎﾟｰﾄ間にUSBｹｰﾌﾞﾙ(標準AとﾏｲｸﾛBまたはAB)を接続してください。基板がMPLAB® X IDEのｷｯﾄ ｳｨﾝﾄﾞｳで識別されるでしょう。
5. ｿｰｽ ｺｰﾄﾞを調査して変更して作り直してください。
6. 作ってﾃﾞﾊﾞｲｽに書いてください。指示された時にﾃﾞﾊﾞｯｸﾞ ﾂｰﾙとしてPKoB nano通番を選んでください。

ﾄﾞﾗｲﾊﾞ ｲﾝｽﾄｰﾙ

基板が初めてｺﾝﾋﾟｭｰﾀに接続されると、ｵﾍﾟﾚｰﾃｨﾝｸﾞ ｼｽﾃﾑはﾄﾞﾗｲﾊﾞ ｿﾌﾄｳｪｱ ｲﾝｽﾄｰﾙを実行します。ﾄﾞﾗｲﾊﾞ ﾌｧｲﾙはMicrosoft® Windows® XP、Windows Vista®、Windows 7、Windows 8、Windows 10の32と64の両ﾋﾞｯﾄ版を支援します。この基板用のﾄﾞﾗｲﾊﾞはAtmel Studio/Microchip MPLAB® Xに含まれます。

ｷｯﾄ ｳｨﾝﾄﾞｳ

一旦基板が給電されると、緑の状態LEDが点灯し、Atmel Studio/Microchip MPLAB® X IDEはどの基板が接続されたかを自動検出します。Atmel Studio/Microchip MPLAB® X IDEはﾃﾞｰﾀｼｰﾄと基板資料のような関連情報を提示します。AVR-BLE基板上のATmega3208ﾃﾞﾊﾞｲｽは基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞによって書かれてﾃﾞﾊﾞｯｸﾞされ、従って、外部書き込み器やﾃﾞﾊﾞｯｸﾞ ﾂｰﾙが必要とされません。

助言: ｷｯﾄ ｳｨﾝﾄﾞｳはMPLAB® X IDEでﾒﾆｭｰ ﾊﾞｰのWindow(ｳｨﾝﾄﾞｳ)⇒Kit Window(ｷｯﾄ ｳｨﾝﾄﾞｳ)を通して開くことができます。

2.2. 設計資料と関連ﾘﾝｸ

以下の一覧はAVR-BLE基板に最も関連する資料とｿﾌﾄｳｪｱへのﾘﾝｸを含みます。

- **MPLAB® X IDE** – MPLAB® X IDEはMicrochipﾏｲｸﾛ ｺﾝﾄﾛｰﾗとﾃﾞｼﾞﾀﾙ信号制御器用応用を開発するためのPC(Windows®、Max OS®、Linux®)で動くｿﾌﾄｳｪｱ ﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑです。これは組み込みﾏｲｸﾛ ｺﾝﾄﾛｰﾗ用ｺｰﾄﾞを開発するための統合された単一”環境”を提供するため、統合開発環境(IDE:Integrated Development Environment)と呼ばれます。
- **Atmel Studio** – ﾏｲｸﾛ ｺﾝﾄﾛｰﾗ用のC/C++とｱｾﾝﾌﾞﾘ ｺｰﾄﾞの開発用無料IDE
- **AVR®用IAR Embedded Workbench®** – これはAVRﾏｲｸﾛ ｺﾝﾄﾛｰﾗに利用可能な商用C/C++ｺﾝﾊﾟｲﾗです。30日評価版だけでなくそれらのｳｪﾌﾞｻｲﾄから入手可能な4Kﾊﾞｲﾄ ｺｰﾄﾞ量制限始動版もあります。
- **MPLAB® Xpressｸﾗｳﾄﾞに基づくIDE** – MPLAB Xpressｸﾗｳﾄﾞに基づくIDEは当社の受賞歴のあるMPLAB X IDEの最も一般的な機能を含むｵﾝﾗｲﾝ開発環境です。この簡単化されて抽出された応用は当社のﾃﾞｽｸﾄｯﾌﾟに基づくﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑに忠実な再現品で、使用者に2つの環境間の容易な移行を許します。

- **MPLAB®ｺｰﾄﾞ構成部** – MPLABｺｰﾄﾞ構成部(MCC:Minrochip Code Configurator)はあなたの応用に特化した周辺機能と関数を構成設定するための図画的ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽを提供する無料のｿﾌﾄｳｪｱ ﾌﾟﾗｸﾞｲﾝです。
- **Atmel START** – Atmel STARTは使い易く最適化された規則でｿﾌﾄｳｪｱ構成部品を選んで構成設定してあなたの組み込み応用を誂えて使用者を助けるｵﾝﾗｲﾝ ﾂｰﾙです。
- **Microchip試供品店** – ﾃﾞﾊﾞｲｽの試供品を注文することができるMicrochip試供品店です。
- **MPLAB Data Visualizer** – MPLABﾃﾞｰﾀ可視器(Data Visualizer)はﾃﾞｰﾀを処理して可視化するのに使われるﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑです。ﾃﾞｰﾀ可視器はCuriosity NanoとXplained Proの基板で見つかるようなｼﾘｱﾙ ﾎﾟｰﾄと基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞのﾃﾞｰﾀ交換器ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽのような様々な供給元からﾃﾞｰﾀを受け取ることができます。
- **Studio Data Visualizer** – Studioﾃﾞｰﾀ可視器(Data Visualizer)はﾃﾞｰﾀを処理して可視化するのに使われるﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑです。ﾃﾞｰﾀ可視器はCuriosity NanoとXplained Proの基板で見つかるようなｼﾘｱﾙ ﾎﾟｰﾄと基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞのﾃﾞｰﾀ交換器ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽのような様々な供給元からのﾃﾞｰﾀとPowerﾃﾞﾊﾞｯｶﾞからの電力ﾃﾞｰﾀを受け取ることができます。
- **Microchip PIC®とAVR®の例** – MicrochipのPICとAVRﾃﾞﾊﾞｲｽ例はPICとAVRﾃﾞﾊﾞｲｽの周辺機能の使い方を披露するためにMicrochip開発基板を使う例と実験室の集合です。
- **Microchip PIC®とAVR®の解決策** – MicrochipのPICとAVRﾃﾞﾊﾞｲｽ解決策は適応され拡張される準備が整ったMicrochip開発基板で使うための完全な応用を含みます。
- **AVR-BLEｳｪﾌﾞｻｲﾄ** – ｷｯﾄ情報、最新使用者の手引き、設計資料
- **Microchip直販でのAVR-BLE** – Microchip直販でこのｷｯﾄを購入

3. ﾊｰﾄﾞｳｪｱ使用者の手引き

3.1. 基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ概要

AVR-BLEは書き込みとﾃﾞﾊﾞｯｸﾞ用の基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞを含みます。基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞは以下のいくつかのｲﾝﾀｰﾌｪｰｽから成る複合USB装置です。

- Atmel Studio/Microchip MPLAB® X IDEでATmega3208の書き込みとﾃﾞﾊﾞｯｸﾞをすることができるﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ
- ATmega3208のﾄﾞﾗｯｸﾞ&ﾄﾞﾛｯﾌﾟ書き込みを許す大容量記憶装置
- ATmega3208の万能非同期送受信器(UART)に接続され、端末ｿﾌﾄｳｪｱを通して目的対象応用と通信する容易な方法を提供する仮想ｼﾘｱﾙ ﾎﾟｰﾄ(CDC)
- ﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑの流れを可視化するための論理分析部ﾁｬﾈﾙ(ﾃﾞﾊﾞｯｸﾞGPIO)でのｺｰﾄﾞ計装用ﾃﾞｰﾀ中継器ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ(DGI)

基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞはAVR-BLE基板上の(PSと記された)電力と状態のLEDを制御します。下表は各種動作形態でLEDがどう制御されるかを示します。

表3-1. 基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞLED制御

動作形態	電力と状態のLED
ﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞ動作	電源投入の間、LEDが低速点滅
電源投入	LEDがON
標準動作	LEDがON
書き込み	活動表示部: 書き込み/ﾃﾞﾊﾞｯｸﾞの間、LEDが低速点滅
ﾄﾞﾗｯｸﾞ&ﾄﾞﾛｯﾌﾟ書き込み	**成功**: LEDが2秒間低速点滅 **失敗**: LEDが2秒間高速点滅
障害	電力障害が検出された場合にLEDが高速点滅
休止/OFF	LEDがOFF。基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞは休止動作か電力断のどちらか。これはｷｯﾄが外部給電される場合に起き得ます。

情報: 低速点滅は概ね1Hzで、高速点滅は概ね5Hzです。

3.1.1. ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ

AVR-BLEの基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞはﾎｽﾄ ｺﾝﾋﾟｭｰﾀのUSBｻﾌﾞｼｽﾃﾑで人ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ装置(HID:Human Interface Device)として現れます。このﾃﾞﾊﾞｯｶﾞはAtmel Studio/Microchip MPLAB® X IDEだけでなくいくつかの第三者IDEを使ってもATmega3208の完全な機能の書き込みとﾃﾞﾊﾞｯｸﾞを支援します。

留意: ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞのﾌｧｰﾑｳｪｱを最新に保ってください。ﾌｧｰﾑｳｪｱ更新はAtmel Studio/Microchip MPLAB® X IDE使用時に自動的に行われます。

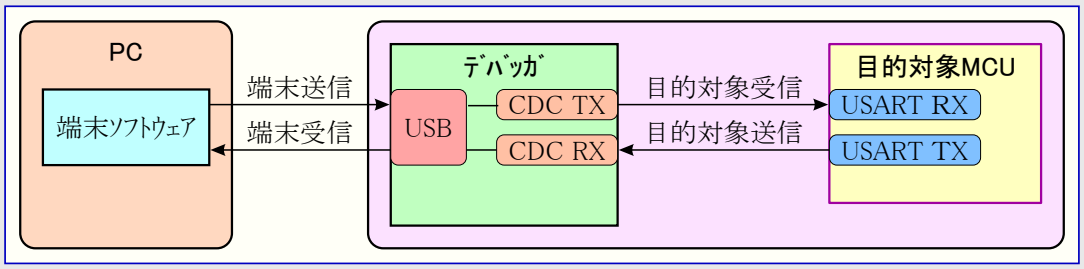
3.1.2. 仮想ｼﾘｱﾙ ﾎﾟｰﾄ (CDC)

仮想ｼﾘｱﾙ ﾎﾟｰﾄ(CDC)はﾎｽﾄPCと目的対象ﾃﾞﾊﾞｲｽ間の汎用ｼﾘｱﾙ橋渡しです。

3.1.2.1. 概要

基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞはﾎｽﾄで仮想ｼﾘｱﾙ ﾎﾟｰﾄとして現れる標準通信装置ｸﾗｽ(CDC:Communications Device Class)を含む複合USB装置を実装します。CDCはﾎｽﾄ ｺﾝﾋﾟｭｰﾀと目的対象間の両方向で任意ﾃﾞｰﾀを流すのに使うことができます。ﾎｽﾄ ｺﾝﾋﾟｭｰﾀで仮想ｼﾘｱﾙ ﾎﾟｰﾄを通して送られた全ての文字はﾃﾞﾊﾞｯｶﾞのCDC TXﾋﾟﾝでUARTとして送られ、ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞのCRC RXﾋﾟﾝで捕獲されたUART文字は仮想ｼﾘｱﾙ ﾎﾟｰﾄを通してﾎｽﾄ ｺﾝﾋﾟｭｰﾀに返されます。

図3-1. CDC接続



情報: 図3-1.で示されるように、ﾎｽﾄ ｺﾝﾋﾟｭｰﾀから受け取る文字に対してﾃﾞﾊﾞｯｶﾞのCDC TXﾋﾟﾝは目的対象のUSART RXﾋﾟﾝに接続されます。同様に、ﾎｽﾄ ｺﾝﾋﾟｭｰﾀへ送られる文字に対してﾃﾞﾊﾞｯｶﾞのCDC RXﾋﾟﾝは目的対象のUSART TXﾋﾟﾝに接続されます。

3.1.2.2. ｵﾍﾟﾚｰﾃｨﾝｸﾞ ｼｽﾃﾑ支援

Windows機ではCDCがCuriosoty Virtual COM Port(Curiosity仮想COMﾎﾟｰﾄ)として列挙(接続認識)され、Windowsﾃﾞﾊﾞｲｽ ﾏﾈｰｼﾞｬのﾎﾟｰﾄ部分に現れます。COMﾎﾟｰﾄ番号はそこで見つけることもできます。

情報: 古いWindowsｼｽﾃﾑではCDCに対してUSBﾄﾞﾗｲﾊﾞが必要とされます。このﾄﾞﾗｲﾊﾞはAtmel Studio/MPLAB® X IDEのｲﾝｽﾄｰﾙに含まれます。

Linux機ではCDCが/dev/ttyACM#として列挙(接続認識)されて現れます。

情報: Linuxでtty*装置は"dialout"群に属し、故にCDCｱｸｾｽする許可を持つ群の一員になることが必要かもしれません。

MAC機ではCDCが/dev/tty.usbmodem#として列挙(接続認識)されて現れます。どの端末ﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑが使われるかに依存して、usbmodem#として利用可能なﾓﾃﾞﾑの一覧で現れます。

情報: 全てのｵﾍﾟﾚｰﾃｨﾝｸﾞ ｼｽﾃﾑに対して：DTR信号を支援する端末模倣部を使うことに注意してください。「3.1.2.4. 合図」項をご覧ください。

3.1.2.3. 制限

基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞのCDCで全てのUART機能が実装される訳ではありません。制限は以下のようにここで概説されます。

- **ﾎﾞｰﾚｰﾄ:** 1200bps～500kbpsの範囲でなければなりません。この範囲外のどのﾎﾞｰﾚｰﾄも警告なしに最も近い限度に設定されます。ﾎﾞｰﾚｰﾄは実行中に変えることができます。
- **文字形式:** 8ﾋﾞｯﾄ文字だけが支援されます。
- **ﾊﾟﾘﾃｨ:** 奇数、偶数、なしにすることができます。
- **ﾊｰﾄﾞｳｪｱ流れ制御:** 支援なし
- **停止ﾋﾞｯﾄ:** 1または2のﾋﾞｯﾄが支援されます。

3.1.2.4. 合図

USB列挙(接続認識)の間、ﾎｽﾄOSはCDCｲﾝﾀｰﾌｪｰｽの通信とﾃﾞｰﾀの両ﾊﾟｲﾌﾟを開始します。この時点で、CDCのﾎﾞｰﾚｰﾄと他のUARTﾊﾟﾗﾒｰﾀを設定して読み戻すことが可能ですが、ﾃﾞｰﾀの送出と受け取りは許可されません。

ﾎｽﾄで端末が接続される時にDTR信号が活性にされなければなりません。これがUSBｲﾝﾀｰﾌｪｰｽで実装される仮想制御信号のため、基板には物理的に存在しません。ﾎｽﾄからのDTR活性化は基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞにCDC作業が活性であることを示します。ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞは(利用可能ならば)それの水準移動器(ﾚﾍﾞﾙｼﾌﾀ)を許可してCDCﾃﾞｰﾀの送受信機構を開始します。

DTR信号の不活性化は水準移動器を禁止しませんが、受信部を禁止し、故に更なるﾃﾞｰﾀはﾎｽﾄへ流されません。目的対象へ送るため既に待ち行列化されたﾃﾞｰﾀ ﾊﾟｹｯﾄは送出を続けますが、更なるﾃﾞｰﾀは全く受け入れられません。

留意: 端末模倣部をDTR信号有効に設定してください。その信号なしでは基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞがそれのUARTを通すどのﾃﾞｰﾀの送信も受信もしません。

助言: 基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞのCDC TXﾋﾟﾝはﾎｽﾄによってCDCｲﾝﾀｰﾌｪｰｽが許可されるまで駆動されません。また、ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞと目的対象に接続しているCDC線上に外部ﾌﾟﾙｱｯﾌﾟ抵抗がなく、これは電源投入中にそれらの線が浮いていることを意味します。ﾌﾚｰﾐﾝｸﾞ異常などのような予測不能な動きに帰着するどんな不具合も避けるため、目的対象ﾃﾞﾊﾞｲｽはﾃﾞﾊﾞｯｶﾞのCDC TX線に接続されたﾋﾟﾝで内部ﾌﾟﾙｱｯﾌﾟを許可すべきです。

3.1.2.5. 高度な使い方

CDC置き換え動作

標準動作では、基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞはﾎｽﾄとﾃﾞﾊﾞｲｽ間の真のUART橋渡しです。けれども、或る使用事例で、基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞは基本動作形態を置き換えて他の目的のためにCDC TXとRXのﾋﾟﾝを使うことができます。

ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞのCDC TXﾋﾟﾝの出力に文字を送るのに、基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞの大容量記憶ﾄﾞﾗｲﾌﾞへの文書ﾌｧｲﾙ引き摺りを使うことができます。ﾌｧｲﾙ名と拡張子は普通ですが、文書ﾌｧｲﾙは次のような文字で始まらなければなりません。

```
CMD:SEND_UART=
```

最大ﾒｯｾｰｼﾞ長は50文字で、ﾌﾚｰﾑ内の全ての残りﾃﾞｰﾀは無視されます。

この動作で使われる既定ﾎﾞｰﾚｰﾄは9600bpsですが、CDCが既に活性、または構成設定されていた場合、以前に使われたﾎﾞｰﾚｰﾄが未だ適用されます。

USBﾚﾍﾞﾙのﾌﾚｰﾑの考慮

ﾎｽﾄからCDCへ送るﾃﾞｰﾀはﾊﾞｲﾄ単位、または64ﾊﾞｲﾄUSBﾌﾚｰﾑ内に切り分けられる塊で行うことができます。このような各々のﾌﾚｰﾑはﾃﾞﾊﾞｯｶﾞのCDC TXﾋﾟﾝへ送るため、待ち行列にされます。ﾌﾚｰﾑ毎に少量のﾃﾞｰﾀを転送すると、基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞがﾊﾞｲﾄではなくﾌﾚｰﾑを緩衝するため、特に低ﾎﾞｰﾚｰﾄで非効率になり得ます。最大4つの64ﾊﾞｲﾄ ﾌﾚｰﾑを何時でも活性にすることができます。基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞはそれによってやって来るﾌﾚｰﾑを調整します。ﾃﾞｰﾀを含む完全な64ﾊﾞｲﾄ ﾌﾚｰﾑの送信が最も効率的な方法です。

ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞのCDC RXﾋﾟﾝでﾃﾞｰﾀを受け取る時に、基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞはやって来るﾊﾞｲﾄを64ﾊﾞｲﾄ ﾌﾚｰﾑへ一列に並べ、それらが満たされた時にﾎｽﾄへ送るためにUSB待ち行列に送られます。不完全なﾌﾚｰﾑも概ね100ms間隔でUSB待ち行列へ押し込まれ、USBﾌﾚｰﾑ開始通票によって起動されます。何時でも最大8つの64ﾊﾞｲﾄ ﾌﾚｰﾑを活性にすることができます。

ﾎｽﾄ(またはそれ上で走行しているｿﾌﾄｳｪｱ)が充分速くﾃﾞｰﾀを受け取ることに失敗した場合、ｵｰﾊﾞｰﾗﾝが発生します。これが起きると、USB待ち行列に送られつつあるものに代わって最後に満たされた緩衝部ﾌﾚｰﾑが再使用され、完全なﾌﾚｰﾑ ﾃﾞｰﾀが失われます。この発生を防ぐため、使用者はCDCﾃﾞｰﾀ ﾊﾟｲﾌﾟが継続的に読まれることを保証するか、またはやって来るﾃﾞｰﾀ速度が減らされなければなりません。

3.1.3. 大容量記憶装置

基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞはそれが接続されるﾎｽﾄ ｵﾍﾟﾚｰﾃｨﾝｸﾞ ｼｽﾃﾑ経由で読み書き操作に対してｱｸｾｽができる簡単な大容量記憶装置実装を含みます、

これは以下を提供します。

- ｷｯﾄの情報と支援を詳述するための基本的な文書とHTMLのﾌｧｲﾙに対する読み込みｱｸｾｽ
- Intel® HEX形式ﾌｧｲﾙを目的対象ﾃﾞﾊﾞｲｽのﾒﾓﾘに書くための書き込みｱｸｾｽ
- 有用な目的用の簡単な文書ﾌｧｲﾙのための書き込みｱｸｾｽ

3.1.3.1. 大容量記憶装置実装

基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞは部分的にFAT12それ自身の特質とそれの組み込み応用に対する目的を満たすための最適化のため、いくつかの制限を持ち高く最適化されたFAT12ﾌｧｲﾙ ｼｽﾃﾑの変種を実装します。

Curiosity Nano USB装置は大容量記憶装置としてUSB第9節適合ですが、汎用大容量記憶装置で期待するものを多少なりとも満たしません。この動きは意図的です。

Windowsｵﾍﾟﾚｰﾃｨﾝｸﾞ ｼｽﾃﾑ使用時、基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞはﾃﾞﾊﾞｲｽ ﾏﾈｰｼﾞｬのﾃﾞｨｽｸ部分で見つけることができるCuriosity Nano USB装置として列挙(認識)されます。CURIOSITYﾄﾞﾗｲﾌﾞはﾌｧｲﾙ ﾏﾈｰｼﾞｬに現れ、ｼｽﾃﾑで次に利用可能なﾄﾞﾗｲﾌﾞ文字を獲得します。

CURIOSITYﾄﾞﾗｲﾌﾞは概ね1Mﾊﾞｲﾄの空き空間を含みます。これは決して目的対象ﾃﾞﾊﾞｲｽのﾌﾗｯｼｭ ﾒﾓﾘの大きさを反映しません。Intel® HEXﾌｧｲﾙ書き込み時、大きな付随負荷を与える付加ﾃﾞｰﾀを持つASCIIで符号化され、故に1Mﾊﾞｲﾄはﾃﾞｨｽｸの大きさ用に適当に選ばれた値です。

CURIOSITYﾄﾞﾗｲﾌﾞをﾌｫｰﾏｯﾄすることは不能です。目的対象へのﾌｧｲﾙ書き込み時、ﾌｧｲﾙ名がﾃﾞｨｽｸ ﾃﾞｨﾚｸﾄﾘ一覧に現れるかもしれません。これは単にｵﾍﾟﾚｰﾃｨﾝｸﾞ ｼﾝｽﾃﾑのﾃﾞｨﾚｸﾄﾘ表示にすぎず、現実には更新されません。そのﾌｧｲﾙ内容を読み出すことは不可能です。基板を取り外して再接続すると、ﾌｧｲﾙ ｼｽﾃﾑをそれの元の状態に戻しますが、目的対象は未だ直前に書かれた応用を含みます。

目的対象ﾃﾞﾊﾞｲｽを消去するにはﾃﾞｨｽｸに"CMD:ERASE"で始まる文字ﾌｧｲﾙを複写してください。

既定でCURIOSITYﾄﾞﾗｲﾌﾞはｱｲｺﾝ生成だけでなく、状態と更なる情報へのﾘﾝｸを報告するための次のようないくつかの読み込み専用ﾌｧｲﾙを含みます。

- AUTORUN.ICO – Microchipﾛｺﾞ用ｱｲｺﾝ ﾌｧｲﾙ
- AUTORUN.INF – ｱｲｺﾝ ﾌｧｲﾙを表示するためにWindowsのｴｸｽﾌﾟﾛｰﾗに対して必要とされるｼｽﾃﾑ ﾌｧｲﾙ
- CLICK-ME.HTM – AVR-BLEｳｪﾌﾞ実演応用への向け直し
- KIT-INFO.HTM – 開発基板ｳｪﾌﾞｻｲﾄへの向け直し
- KIT-INFO.TXT – 基板のﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ ﾌｧｰﾑｳｪｱ版、基板名、USB通番、ﾃﾞﾊﾞｲｽ、ﾄﾞﾗｯｸﾞ&ﾄﾞﾛｯﾌﾟ支援についての詳細を含む文字ﾌｧｲﾙ
- STATUS.TXT – 基板の書き込み状態を含む文字ﾌｧｲﾙ

情報: STATUS.TXTが基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞによって動的に更新されます。その内容はOSによってｷｬｯｼｭされ、従って、正しい状態を反映しないかもしれません。

3.1.3.2. ﾋｭｰｽﾞ ﾊﾞｲﾄ

ﾋｭｰｽﾞ ﾊﾞｲﾄ (AVR® MCU目的対象)

ﾄﾞﾗｯｸﾞ&ﾄﾞﾛｯﾌﾟ書き込みを行う時に、ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞは統一ﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑ/ﾃﾞﾊﾞｯｸﾞ ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ(UPDI:Tnified Program and Debug Interface)を禁止しようとするﾋｭｰｽﾞ ﾋﾞｯﾄを遮蔽します。これはそれのﾘｾｯﾄまたはGPIO動作でUPDIを使うことができないことを意味し、UPDIﾋﾟﾝでの代替機能の1つを選ぶと、高電圧UPDI有効化能力がある外部ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞを使うことを除き、ﾃﾞﾊﾞｲｽをｱｸｾｽ不能にします。

3.1.3.3. ﾄﾞﾗｯｸﾞ&ﾄﾞﾛｯﾌﾟ書き込みの制限

施錠ﾋﾞｯﾄ

Hexﾌｧｲﾙに含まれる施錠ﾋﾞｯﾄはﾄﾞﾗｯｸﾞ&ﾄﾞﾛｯﾌﾟ書き込みを使う時に無視されます。施錠ﾋﾞｯﾄを書くにはAtmel Studio/MPLAB® X IDEを使ってください。

ﾋｭｰｽﾞでのCRC検査許可

ﾄﾞﾗｯｸﾞ&ﾄﾞﾛｯﾌﾟ書き込みを使う時にﾃﾞﾊﾞｲｽのﾋｭｰｽﾞでCRC検査を許可することはお勧めできません。これは(ﾋｭｰｽﾞ ﾋﾞｯﾄに影響を及ぼさない)後続するﾁｯﾌﾟ消去がCRC不整合をもたらし、応用が起動に失敗するからです。この状態から目的対象を回復するにはAtmel Studio/MPLAB® X IDEを使ってﾁｯﾌﾟ消去が行われなければならず、これは消去後、自動的にCRCﾋｭｰｽﾞを解消します。

3.1.3.4. 特殊命令

大容量記憶装置への文字ﾌｧｲﾙ複写によっていくつかの有用な命令が支援されます。ﾌｧｲﾙ名と拡張子は無関係で、命令処理部は内容だけに反応します。

表3-2. 特殊ﾌｧｲﾙ命令

命令内容	説明
CMD:ERASE	目的対象のﾁｯﾌﾟ消去を実行
CMD:SEND_UART=	CDC UARTに文字列を送信。「CDC置き換え動作」をご覧ください。
CMD:RESET	書き込み動作へ入ってその後直ちに書き込み動作を抜け出すことによって目的対象をﾘｾｯﾄ。正確なﾀｲﾐﾝｸﾞは目的対象ﾃﾞﾊﾞｲｽの書き込みｲﾝﾀｰﾌｪｰｽに従って変わり得ます。(ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ ﾌｧｰﾑｳｪｱ1.16版またはより新しい版)
CMD:POWERTOGGLE	目的対象の電力を切り、100ms遅れ後に電力を回復。外部電源が供給される場合、これは無効です。(ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ ﾌｧｰﾑｳｪｱ1.16版またはより新しい版)

情報: ここの命令一覧は大容量記憶模倣ﾃﾞｨｽｸに送られつつある内容によって起動され、成功と失敗のどちらの場合も反応は提供されません。

3.1.4. ﾃﾞｰﾀ中継器ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ (DGI)

ﾃﾞｰﾀ中継器ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ(DGI:Data Gateway Interface)は基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞとﾎｽﾄ ｺﾝﾋﾟｭｰﾀに基づく可視化ﾂｰﾙ間で生と時刻印されたﾃﾞｰﾀを転送するためのUSBｲﾝﾀｰﾌｪｰｽです。ﾎｽﾄ ｺﾝﾋﾟｭｰﾀでﾃﾞﾊﾞｯｸﾞGPIOﾃﾞｰﾀを表示するのにMPLAB Data Visualizer(ﾃﾞｰﾀ可視器)が使われます。これはMPLAB® X IDE用ﾌﾟﾗｸﾞｲﾝまたはAtmel Studio/MPLAB® X IDEと並行して使うことができる独立型応用として利用可能です。

DGIがいくつかの物理的なﾃﾞｰﾀ ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽを包含するとは言え、AVR-BLE実装は次のような論理回路分析部ﾁｬﾈﾙを含みます。

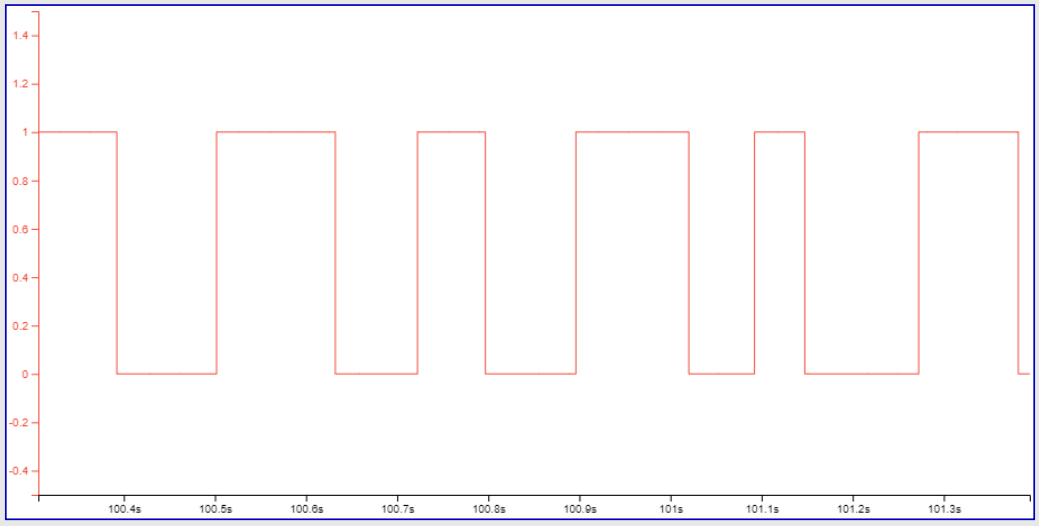
- (DGI GPIOとしても知られる)2つのﾃﾞﾊﾞｯｸﾞGPIOﾁｬﾈﾙ

3.1.4.1. ﾃﾞﾊﾞｯｸﾞGPIO

ﾃﾞﾊﾞｯｸﾞGPIOﾁｬﾈﾙは目的対象応用をﾎｽﾄ ｺﾝﾋﾟｭｰﾀ可視化応用に接続する時刻印されたﾃﾞｼﾞﾀﾙ信号線です。これらは代表的に時間軸での低周波数事象の発生、例えば、或る応用状態遷移が起きた時を作図するのに使われます。

下図はMPLABﾃﾞｰﾀ可視器(Data Visualizer)でﾃﾞﾊﾞｯｸﾞGPIOに接続された機械的な切替器のﾃﾞｼﾞﾀﾙ状態の監視を示します。

図3-2. MPLAB®ﾃﾞｰﾀ可視器でのﾃﾞﾊﾞｯｸﾞGPIO監視



ﾃﾞﾊﾞｯｸﾞGPIOﾁｬﾈﾙは時刻印され、故にDGI GPIO事象の分解能はDGI時刻印単位部の分解能によって決められます。

重要: より高い周波数信号の集中を捕獲することができても、GPIOが使える有用な信号の周波数範囲は最大約2kHzです。この周波数を超える信号を捕獲する試みはﾃﾞｰﾀの飽和と溢れに帰着し、DGI作業を中断させるかもしれません。

3.1.4.2. 時刻印

DGI供給元はそれらがﾃﾞﾊﾞｯｶﾞによって捕獲されるため時刻印されます。Curiosity Nanoﾃﾞﾊﾞｯｶﾞで実装される時刻印計数器は0.5µsの時刻印分解能を提供する2MHzの周波数で増されます。

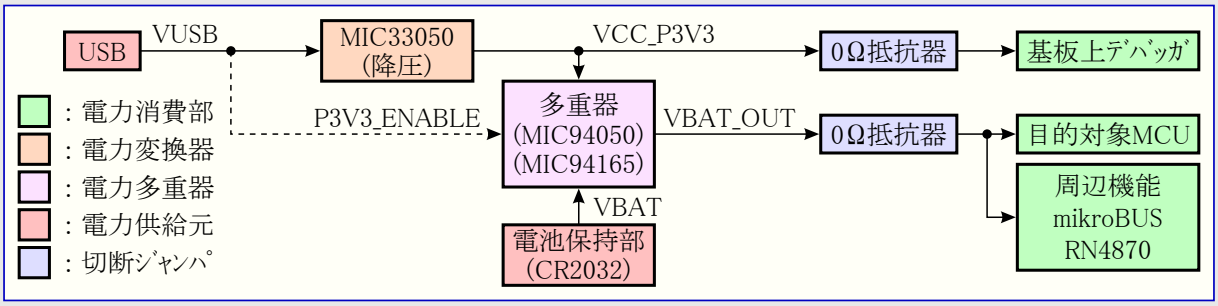
3.2. 電源

基板はUSBﾎﾟｰﾄを通して、またはCR2032電池によって給電され、USB電力が利用不能の場合に自動的に電池へ切り替えます。USBを通して給電される間、基板はﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ、ATmega3208、周辺機能用に3.3Vを生成します。電池動作の間、ATmega3208と周辺機能は電池電圧で直接走行する一方で、ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞは給電されません。

USBﾎﾟｰﾄから引き出される電流はPTCﾘｾｯﾄ可能ﾋｭｰｽﾞによって500mAに制限されます。

重要: CR2032電池でAVR-BLEを給電する時はCDC UARTに繋がるATmega3208ﾋﾟﾝをHi-Z(入力)動作のままにすることが重要です。これはそのGPIOを通してﾃﾞﾊﾞｯｶﾞが給電されるのを防ぐためです。

図3-4. 電源部構成図



情報: mikroBUSｿｹｯﾄで+5V経路はUSBﾎﾟｰﾄから給電されます。結果として、基板が電池から給電される時に+5Vは利用できません。

3.3. 低電力動作

基板の最低消費電力を達成するため、以下の考慮が取られなければなりません。

- MCP9844をｼｬｯﾄﾀﾞｳﾝ動作に設定してください。
  - 16ﾋﾞｯﾄCONFIGﾚｼﾞｽﾀ(ｱﾄﾞﾚｽ$01)でﾋﾞｯﾄ8(SHDN)を設定(1)してください。
- BMA253を深い一時停止動作に設定してください。
  - 8ﾋﾞｯﾄPMU_LPWﾚｼﾞｽﾀ(ｱﾄﾞﾚｽ$11)でﾋﾞｯﾄ5(deep suspend)を設定(1)してください。
- RN4870を休止動作に設定してください。
  - RX_IND(ATmega3208のPD2)ﾋﾟﾝをHighに設定してください。
  - RN4870に"O,0¥r"命令を送ってください。
- ATmega3208の未使用入出力ﾋﾟﾝを入力として設定し、ﾃﾞｼﾞﾀﾙ入力緩衝部を禁止してください。

重要: USARTﾋﾟﾝのPF0とPF1は基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞに直接的に接続されます。基板がCR2032電池から給電される時にその入出力ﾋﾟﾝを通してﾃﾞﾊﾞｯｶﾞへ給電するのを防ぐため、USARTﾋﾟﾝをHi-Zにすることが重要です。それを行うと、消費電力が増え、基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞで未定義の動きを引き起こします。

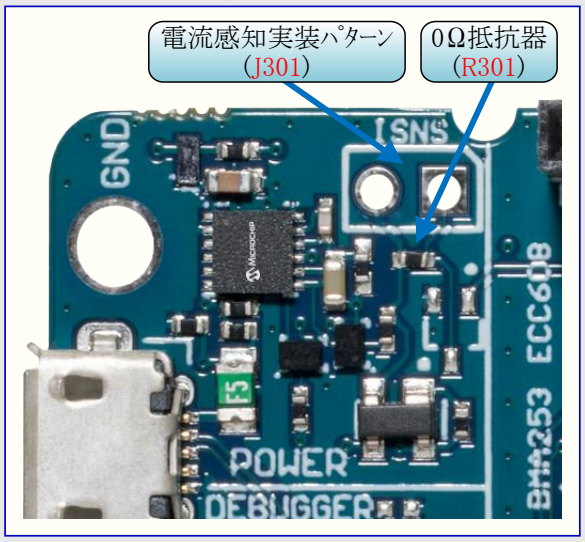
情報: 電力多重部のU300負荷開閉器は基板が電池から給電される時に最大1µAの漏れ電流が有り得ます。基板を変更してR303(0Ω)抵抗器を取り去ることにより、U300を切断することができます。この方法で変更した基板はもはやUSBから給電することができず、0Ω抵抗器が再接続されるまで基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞを使って書き込みとﾃﾞﾊﾞｯｸﾞのどちらも行えないことに注意してください。

3.4. 目的対象電流測定

ATmega3208とその周辺機能への電力はｼﾙｸ ｽｸﾘｰﾝで"ISNS"と記された100mil(2.54mm)電流感知ﾋﾟﾝ ﾍｯﾀﾞ(J301)と並列で0Ω抵抗器(R301)を通して基板上電源から接続されます。基板上のATmega3208とその周辺機能の消費電力を測定するには0Ω抵抗器の半田を外して電流感知実装ﾊﾟﾀｰﾝを渡して電流計を接続してください。

助言: 電流計の容易な接続のために100mil(2.54mm)ﾋﾟﾝ ﾍｯﾀﾞを電流感知(J301)実装ﾊﾟﾀｰﾝに半田付けすることができます。一旦電流計がもう必要なくなったなら、ﾋﾟﾝ ﾍｯﾀﾞにｼﾞｬﾝﾊﾟを配置してください。

図3-4. 電流感知実装ﾊﾟﾀｰﾝ



3.5. 周辺機能

3.5.1. ATmega3208

Microchip ATmega3208は28または32ﾋﾟﾝ外囲器で32Kﾊﾞｲﾄのﾌﾗｯｼｭ ﾒﾓﾘ、4KﾊﾞｲﾄのSRAM、256ﾊﾞｲﾄの電気的消去可能で書き込み可能な読み込み専用ﾒﾓﾘ(EEPROM)を持ち最大20MHzで走行するﾊｰﾄﾞｳｪｱ乗算器付きAVR®ﾌﾟﾛｾｯｻを特徴とするﾏｲｸﾛ ｺﾝﾄﾛｰﾗです。これは事象ｼｽﾃﾑ、正確なｱﾅﾛｸﾞ機能、高度な周辺機能を含み、低電力機能を持つ最新のｺｱから独立した周辺機能(CIP:Core Independent Peripherals)を使います。

3.5.2. mikroBUSソケット

AVR-BLE基板はMikroElektronika Click基板とmikroBUSアドオン基板を使って開発基板の機能を拡張するためのmikroBUSソケットが特徴です。このソケットは1×8 2.54mm間隔雌ヘッダが取り付けられアドオン基板を装着する準備が整っています。

図3-5. mikroBUSソケット ピン配列

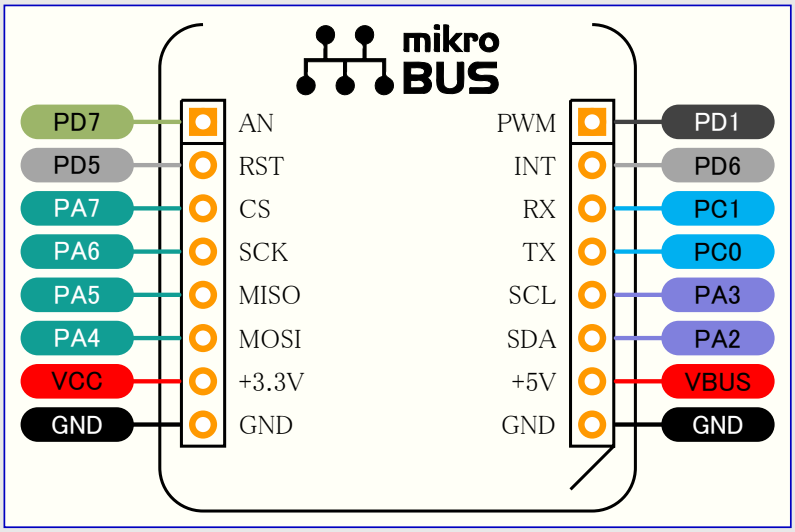


表3-3. mikroBUSソケット ピン配列

mikroBUSソケット ピン	ATmega3208ピン	機能	共有機能
AN	PD7	ADC AIN7	–
RST	PD5	GPIO	–
CS	PA7	SPI0 CS	–
SCK	PA6	SPI0 SCK	SST25PF040T
MISO	PA5	SPI0 MISO	SST25PF040T
MOSI	PA4	SPI0 MOSI	SST25PF040T
+3.3V	VDD	VCC_TARGET	–
GND	GND	接地	–
PWM	PD1	TCA0 WO1	–
INT	PD6	GPIO	–
RX	PC1	UART1 RX	–
TX	PC0	UART1 TX	–
SCL	PA3	TWI10 SCL	MCP9844、BMA253、ATECC608A
SDA	PA2	TWI10 SDA	MCP9844、BMA253、ATECC608A
+5V	–	VBUS	–
GND	GND	接地	–

情報: VBUSはUSBから給電されます。結果として、+5Vは基板が電池から給電されてる間、利用できません。

情報: VCC_TARGETは基板が電池から給電される時に電池電圧を持ち、それは+3.3V未満かもしれません。

3.5.3. RN4870 BLE単位部

RN4870は1つの解決策内にBluetooth® 5.0基準帯制御器、基板上Bluetooth階層、デジタルとアナログの入出力、RF電力増幅器を統合した低電力Bluetooth®(BLE)単位部です。

付加的特徴:

- 最大50mの範囲
- 動作電圧範囲　　: 1.9～3.6V
- 送受信動作尖頭電流 : 10mA (代表値)
- 低電力動作電流　　: 60µA (代表値)
- 活動停止電流　　: 2.9µA (最大値)

RN4870 BLE単位部はUARTだけでなく、単位部の制御と構成設定のために3つの汎用入出力(GPIO)を通してATmega3208に接続されます。RST信号が単位部をﾘｾｯﾄする一方で、RX_IND信号は低電力動作から単位部を起こすのに使われます。ATmega3208から利用可能なMODE信号、ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞだけでなく、物理的な切替器によっても、RN4870ﾌｧｰﾑｳｪｱを更新することができる"試験動作"に置くことを単位部に許します。

単位部はLEDに接続されたそれのGPIOの1つを持ちます。既定で、これは接続状態を示しますが、使用者はいくつかの他の機能用に構成設定することができます。RN4870の他のGPIOﾋﾟﾝの多くは、図1-2.で見ることができるように、AVR-BLE基板の裏側の張り紙周辺のﾊﾟｯﾄﾞとして利用可能です。

情報: いくつかのRN4870設定はAVR-BLEの製造中に変更されています。s-命令を使い、装置名は"AVR-BLE"に変更されています。加えて、通信設定は9600,8,N,1のATmega3208 UART0設定に変更されています。

表3-4. RN4870接続

RN4870ﾋﾟﾝ	ATmega3208ﾋﾟﾝ	機能	共有機能
RX	PA0	UART0 TX	-
TX	PA1	UART0 RX	-
RST	PD3	GPIO	-
P2_0/MODE	PF3	GPIO	SW0、基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ
P3_3/RX_IND	PD3	GPIO	-
P1_1/STATUS1	-	BLE接続表示LED	BLE LED

情報: RSTとMODEの信号は外部抵抗器によってﾌﾟﾙｱｯﾌﾟされています。

3.5.4. ATECC608A安全素子

ATECC608Aは高度な楕円曲線暗号(ECC:Elliptic Curve Cryptography)機能を持つMicrochip CryptoAuthentication資産からの安全素子です。組み込まれているECDHとECDSAで、暗号化/復号の算法が走っているMCUやMPUを持つｼｽﾃﾑに対して機密性、ﾃﾞｰﾀ完全性、認証のような完全な安全の範囲を容易に提供することにより、急激に成長するIoT市場に対してこのﾃﾞﾊﾞｲｽは理想的です。Microchpの全てのCryptoauthentication製品と同様にATECC608Aはｿﾌﾄｳｪｱの弱点に繋がった潜在的などの裏口も除去する、超安全性、ﾊｰﾄﾞｳｪｱに基づく暗号化鍵記憶と暗号化対策を使います。

AVR-BLE基板上のATECC608A CryptoAuthenticationﾃﾞﾊﾞｲｽはIoT通信を安全にするために他のﾊｰﾄﾞｳｪｱで基板を認証するのに使うことができます。

情報: 7ﾋﾞｯﾄI²Cｱﾄﾞﾚｽ：$58

表3-5. ATECC608A接続

ATECC608Aﾋﾟﾝ	ATmega3208ﾋﾟﾝ	機能	共有機能
SDA	PA2	TWI0 SDA	MCP9844、BMA253、mikroBUS
SCL	PA3	TWI0 SCL	MCP9844、BMA253、mikroBUS

3.5.5. SST25PF040CT直列ﾌﾗｯｼｭ ﾒﾓﾘ

SST25PF040CTは広い動作電圧と低消費電力を持つ4Mﾋﾞｯﾄの直列ﾌﾗｯｼｭ ﾒﾓﾘです。

付加的特徴

- 動作電圧範囲　　：2.3～3.6V
- 活発な読み込み電流：5mA (代表値)
- ﾊﾟﾜｰﾀﾞｳﾝ待機電流　：3µA (代表値)

SST25PF040CT直列ﾌﾗｯｼｭ ﾒﾓﾘはSPIとHOLD信号用のGPIOを通してATmega3208に接続されます。

情報: ﾌﾗｯｼｭ ﾒﾓﾘはSPIS動作種別0と3に適合で、40MHzまでのｸﾛｯｸ速度を支援します。

表3-6. SST25PF040CT接続

SST25PF040CTﾋﾟﾝ	ATmega3208ﾋﾟﾝ	機能	共有機能
CS	PD0	GPIO	-
SCK	PA6	SPI0 SCK	mikroBUS
MISO	PA5	SPI0 MISO	mikroBUS
MOSI	PA4	SPI0 MOSI	mikroBUS
HOLD#	PD4	GPIO	-

3.5.6. MCP9844温度感知器

MCP9808ﾃﾞｼﾞﾀﾙ温度感知器は-40～+125℃間の回路基板温度を±1℃/±3℃(代表値/最大値)の精度でﾃﾞｼﾞﾀﾙの世界へ変換します。

付加的特徴

- 精度 : +75～+95℃で±0.2℃/±1℃ (代表値/最大値)
  +40～+125℃で±0.5℃/±2℃ (代表値/最大値)
  -40～+125℃で±1℃/±3℃ (代表値/最大値)
- 使用者選択可能な測定分解能 : 0.5℃、0.25℃、0.125℃、0.0625℃
- 使用者設定可能な温度限度 : 温度窓限度
  重要な温度限度
- 使用者選択可能な温度警報出力
- 動作電圧範囲 : 1.7～3.6V
- 動作電流 : 100µA (代表値)
- 停止電流 : 0.2µA (代表値)

MCP9808温度感知器はI^2Cと使用者構成設定可能な警報出力用GPIOを通してATmega3208に接続されます。

情報: 7ﾋﾞｯﾄI^2Cﾄﾞﾚｽ : $18

表3-7. MCP9844接続

MCP9844ﾋﾟﾝ	ATmega3208ﾋﾟﾝ	機能	共有機能
SDA	PA2	TWI0 SDA	ATECC608A、BMA253、mikroBUS
SCL	PA3	TWI0 SCL	ATECC608A、BMA253、mikroBUS
Event	PF2	非同期外部割り込み	-

3.5.7. BMA253温度感知器

BoschのBMA253は3つの直交軸で加速度を測定するためのﾃﾞｼﾞﾀﾙ出力を持つ低G加速度感知器です。

付加的特徴

- 12ﾋﾞｯﾄ感度
- 使用者選択可能な加速度範囲 : ±2G、±4G、±8G、±16G
- ﾁｯﾌﾟ上32ﾌﾚｰﾑ先入先出(FIFO) : 温度窓限度
- 動き起動割り込み : 新ﾃﾞｰﾀ
  何れかの動き検出
  単一/二重のﾀｯﾌﾟ検知
  方向認識
  平面検出
  低/高G検出
  不活動検出
- 動作電圧範囲 : 1.62～3.6V
- 動作電流 (標準動作) : 130µA (代表値)
- 停止電流 (深い一時停止動作) : 1µA (代表値)

BMA253加速度感知器はI^2Cと使用者構成設定可能な割り込み出力用の2つのGPIOを通してATmega3208に接続されます。

情報: 7ﾋﾞｯﾄI^2Cﾄﾞﾚｽ : $19

表3-8. BMA253接続

BMA253ﾋﾟﾝ	ATmega3208ﾋﾟﾝ	機能	共有機能
SDA	PA2	TWI0 SDA	MCP9844、ATECC608A、mikroBUS
SCL	PA3	TWI0 SCL	MCP9844、ATECC608A、mikroBUS
INT1	PC2	非同期外部割り込み	-
INT2	PC3	外部割り込み	-

3.5.8. LED

GPIOまたはPWMのどちらかにによって制御することができるAVR-BLE基板上で利用可能な2つの使用者LEDがあります。加えて、BLE単位部に直接接続された1つのLEDがあります。LEDはそれらが接続された入出力線をGNDに駆動することによって活性(点灯)にすることができます。

表3-9. LED接続

LED	ATmega3208ﾋﾟﾝ	機能	共有機能
緑 - ﾃﾞｰﾀLED	PF4	TCA0 WO4	基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ
赤 - 異常LED	PF5	TCA0 WO5	-
青 - BLE LED	-	BLE単位部へ接続	RN4870

3.5.9. 機械的な切替器

AVR-BLE基板は1つの機械的な切替器を持ちます。これはそれが押された時に接続された入出力線を接地(GND)に駆動する一般的な使用者構成設定可能な切替器です。切替器が押されていない時に外部抵抗器がこの信号を引っ張ります。

電源投入中の切替器押し続けはBluetooth単位部を構成設定動作にするのに使うことができます。より多くの情報については「3.5.3. RN4870 BLE単位部」をご覧ください。

表3-10. 機械的な切替器接続

切替器	ATmega3208ﾋﾟﾝ	機能	共有機能
SW0	PF3	使用者切替器	RN4870、基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ

情報: SW0信号は外部抵抗器によってﾌﾟﾙｱｯﾌﾟされています。

3.5.10. 基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ実装

AVR-BLEはUPDIを使うATmega3208の書き込みとﾃﾞﾊﾞｯｸﾞに使うことができる基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞが特徴です。基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞはUART上仮想ｼﾘｱﾙ ﾎﾟｰﾄ(CDC)ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽとﾃﾞﾊﾞｯｸﾞGPIOも含みます。書き込みとﾃﾞﾊﾞｯｸﾞのための基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ用前処理部としてAtmel Studio/Microchip MPLAB® X IDEを使うことができます。CDCとﾃﾞﾊﾞｯｸﾞGPIO用前処理部としてMPLABﾃﾞｰﾀ可視器(Data Visualizer)を使うことができます。

3.5.10.1. 基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ接続

下表は目的対象とﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ部分間の接続を示します。目的対象とﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ間の全ての接続はﾃﾞﾊﾞｯｶﾞが積極的にｲﾝﾀｰﾌｪｰｽを使っていない限りHi-Zにされます。従って、小さな信号の混入があるだけなので、ﾋﾟﾝは使用者が望むどれにも構成設定することができます。

基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞの能力をどう使うかの更なる情報については「3.1. 基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ概要」をご覧ください。

表3-11. 基板上ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ接続

ATmega3208ﾋﾟﾝ	ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ ﾋﾟﾝ	機能	共有機能
PF1	CDC TX	UART RX (ATmega3208 RX線)	-
F0	CDC RX	UART TX (ATmega3208 TX線)	-
UPDI	DBG0	UPDI	-
PF4	DBG1	ﾃﾞﾊﾞｯｸﾞGPIO1	ﾃﾞｰﾀLED
PF3	DBG2	ﾃﾞﾊﾞｯｸﾞGPIO0	SW0、RN4870

4. ハードウェア改訂履歴と既知の問題

この使用者の手引きは入手可能な基板の最新版についての情報を提供するように書かれています。以下の項は既知の問題、旧版の改訂履歴、旧版が最新版とどう違うのかについての情報を含みます。

4.1. 製品IDと改訂の識別

AVR-BLE基板の改訂と製品識別子は2つの方法、Atmel Studio/MPLAB® X IDEのキット ウィンドウ利用して、またはPCBの裏側の張り紙を見ることによってのどちらかで見つけることができます。

Atmel Studio/MPLAB® X IDEが走行しているコンピュータにAVR-BLEを接続することにより、キット ウィンドウが飛び出します。キット詳細下で一覧にされる通番の最初の6桁が製品識別子と改訂を含みます。

助言: キット ウィンドウはMPLAB® X IDEでメニュー バーのWindows(ウィンドウ)⇒Kit Windows(キット ウィンドウ)を通して開くことができます。

同じ情報はPCBの裏側の張り紙で見つけることができます。殆どの基板はA09-nnnnrrとして平文で識別子と改訂を持つ張り紙を持ち、ここでの"nnnn"は識別子で、"rr"は改訂です。制限された空間の基板は製品識別子、改訂、通番文字列を含むDataMatrix符号だけの張り紙を持ちます。

通番文字列は以下の形式を持ちます。

"nnnnrrsssssssssss"
n = 製品識別子
r = 改訂
s = 通番

AVR-BLE用の製品識別子はA09-3314です。

4.2. 改訂3

改訂3は機能的に改訂2と同じですが、1.40版ファームウェアを持つRN4870 BLE単位部(部品番号RN4870-I/RM140)が特徴です。

シルク スクリーンで直列フラッシュ メモリ チップの部品番号が間違えています。SST25PF040Cであるべきですが、SST25P040Cを示します。

4.3. 改訂2

改訂2は基板の初回公開版です。これは1.30版ファームウェアを持つRN4870 BLE単位部(部品番号RN4870-I/RM130)が特徴です。

5. 文書改訂履歴

資料改訂	日付	注釈
A	2020年3月	初版文書公開

6. 追補

6.1. 回路図

図6-1. AVR-BLE(目的対象)回路図

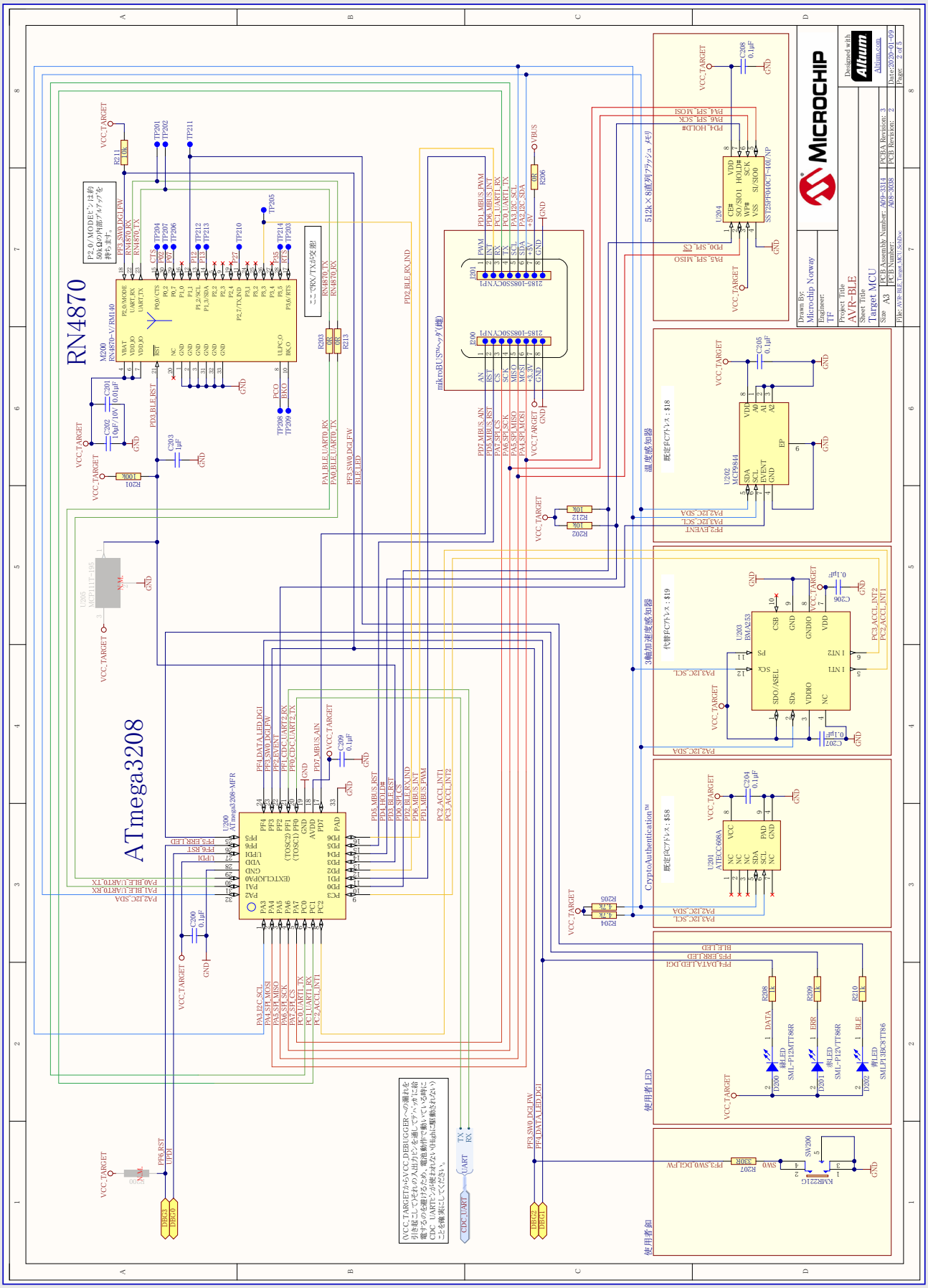


図6-2. AVR-BLE(電力)回路図

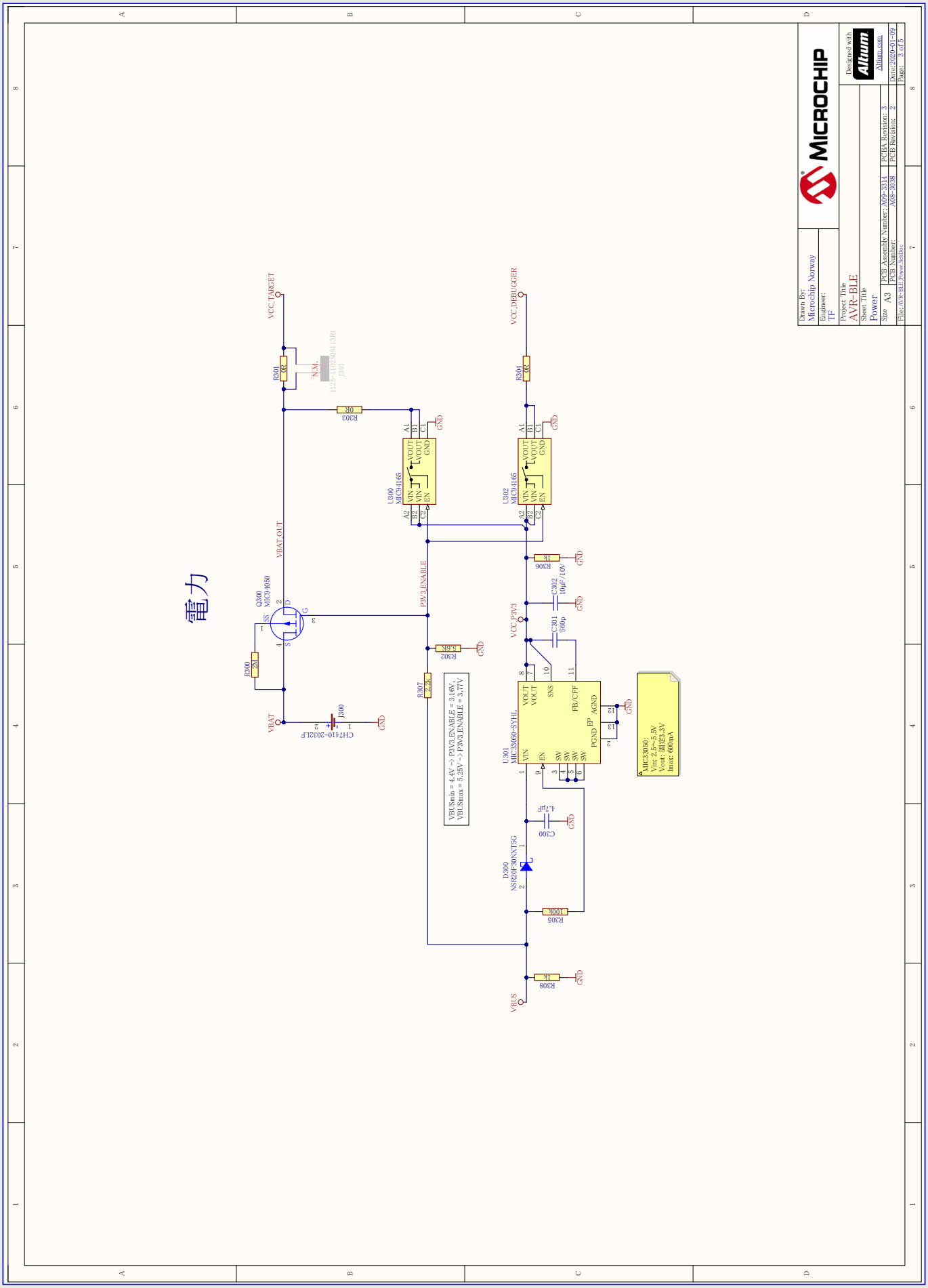
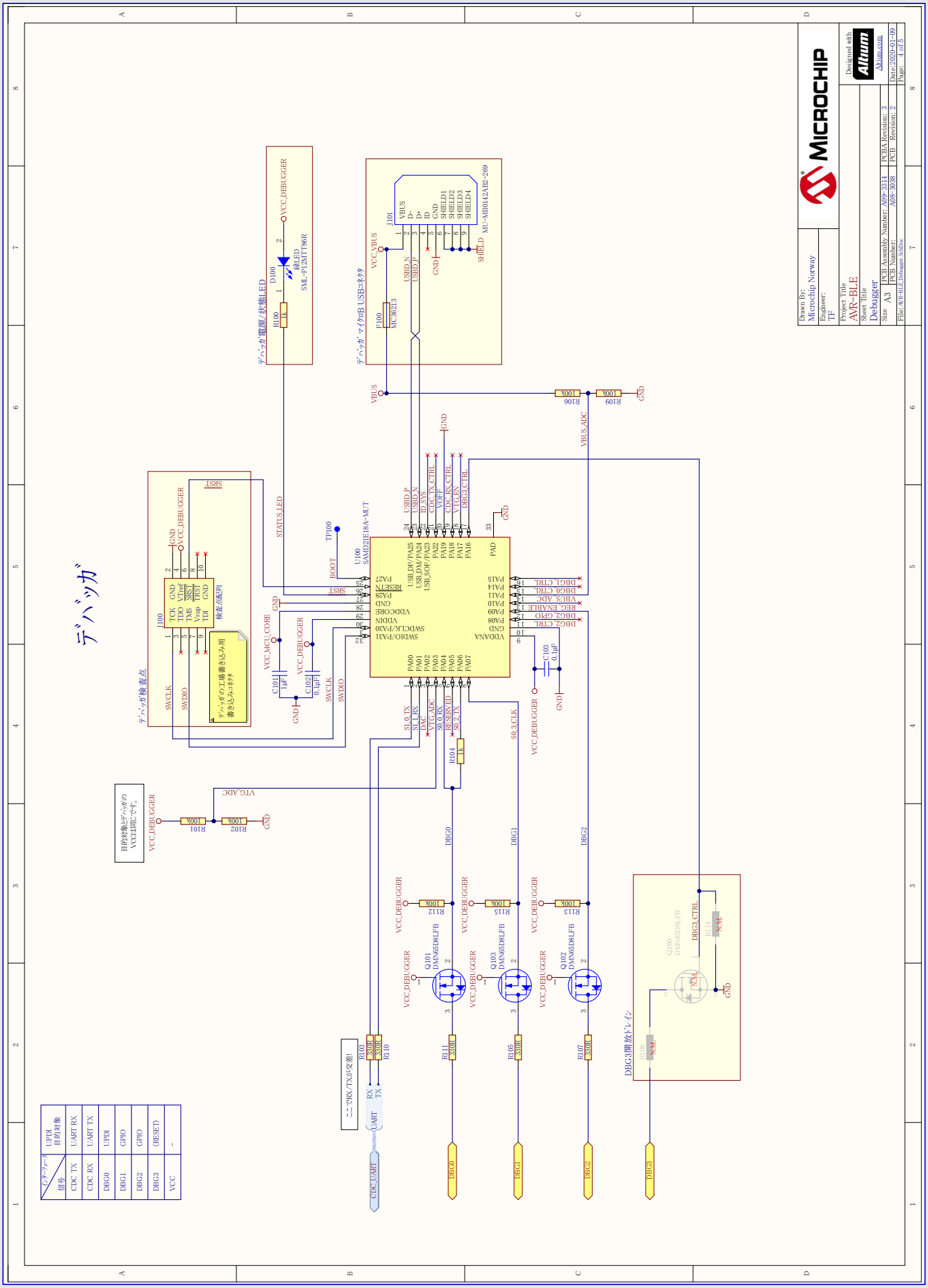


図6-3. AVR-BLE(ﾃﾞﾊﾞｯｶﾞ)回路図



インターフェース / 信号	UPDI 目的対象
CDC TX	UART RX
CDC RX	UART TX
DBG0	UPDI
DBG1	GPIO
DBG2	GPIO
DBG3	(RESET)
VCC	-

6.2. 組立図

図6-4. AVR-BLE組立図(表面)

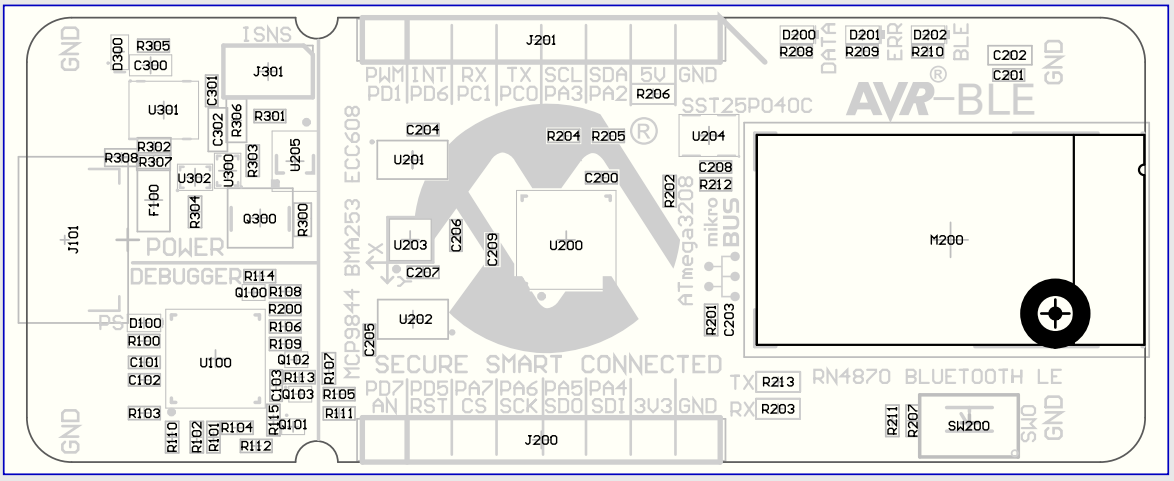
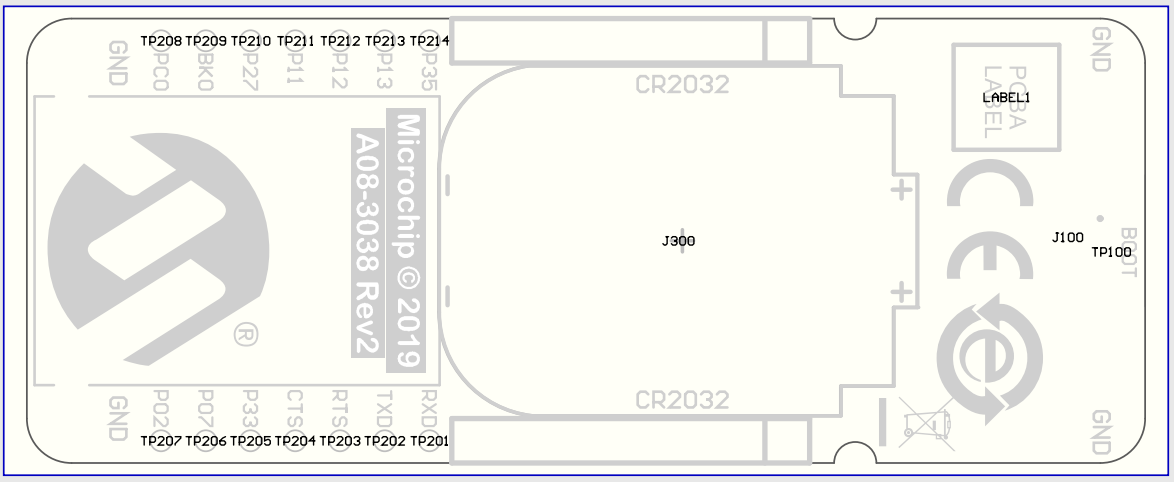


図6-5. AVR-BLE組立図(裏面)



Microchipｳｪﾌﾞ ｻｲﾄ

Microchipはhttp://www.microchip.com/で当社のｳｪﾌﾞ ｻｲﾄ経由でのｵﾝﾗｲﾝ支援を提供します。このｳｪﾌﾞ ｻｲﾄはお客様がﾌｧｲﾙや情報を容易に利用可能にするのに使われます。利用可能な情報のいくつかは以下を含みます。

- **製品支援** – ﾃﾞｰﾀｼｰﾄと障害情報、応用記述と試供ﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑ、設計資源、使用者の手引きとﾊｰﾄﾞｳｪｱ支援資料、最新ｿﾌﾄｳｪｱ配布と保管されたｿﾌﾄｳｪｱ
- **全般的な技術支援** – 良くある質問(FAQ)、技術支援要求、ｵﾝﾗｲﾝ検討ｸﾞﾙｰﾌﾟ、Microchip設計協力課程会員一覧
- **Microchipの事業** – 製品選択器と注文の手引き、最新Microchip報道発表、ｾﾐﾅｰとｲﾍﾞﾝﾄの一覧、Microchip営業所の一覧、代理店と代表する工場

製品変更通知ｻｰﾋﾞｽ

Microchipの製品変更通知ｻｰﾋﾞｽはMicrochip製品を最新に保つのに役立ちます。加入者は指定した製品系統や興味のある開発ﾂｰﾙに関連する変更、更新、改訂、障害情報がある場合に必ず電子ﾒｰﾙ通知を受け取ります。

登録するにはhttp://www.microchip.com/pcnへ行って登録指示に従ってください。

お客様支援

Microchip製品の使用者は以下のいくつかのﾁｬﾈﾙを通して支援を受け取ることができます。

- 代理店または販売会社
- 最寄りの営業所
- 組み込み解決技術者(ESE:Embedded Solutions Engineer)
- 技術支援

お客様は支援に関してこれらの代理店、販売会社、またはESEに連絡を取るべきです。最寄りの営業所もお客様の手助けに利用できます。営業所と位置の一覧はこの資料の後ろに含まれます。

技術支援はhttp://www.microchip.com/supportでのｳｪﾌﾞ ｻｲﾄを通して利用できます。

Microchipﾃﾞﾊﾞｲｽ ｺｰﾄﾞ保護機能

Microchipﾃﾞﾊﾞｲｽでの以下のｺｰﾄﾞ保護機能の詳細に注意してください。

- Microchip製品はそれら特定のMicrochipﾃﾞｰﾀｼｰﾄに含まれる仕様に合致します。
- Microchipは意図した方法と通常条件下で使われる時に、その製品系統が今日の市場でその種類の最も安全な系統の1つであると考えます。
- ｺｰﾄﾞ保護機能を破るのに使われる不正でおそらく違法な方法があります。当社の知る限りこれらの方法の全てはMicrochipのﾃﾞｰﾀｼｰﾄに含まれた動作仕様外の方法でMicrochip製品を使うことが必要です。おそらく、それを行う人は知的財産の窃盗に関与しています。
- Microchipはそれらのｺｰﾄﾞの完全性について心配されているお客様と共に働きたいと思います。
- Microchipや他のどの半導体製造業者もそれらのｺｰﾄﾞの安全を保証することはできません。ｺｰﾄﾞ保護は当社が製品を”破ることができない”として保証すると言うことを意味しません。

ｺｰﾄﾞ保護は常に進化しています。Microchipは当社製品のｺｰﾄﾞ保護機能を継続的に改善することを約束します。Microchipのｺｰﾄﾞ保護機能を破る試みはﾃﾞｼﾞﾀﾙ ﾐﾚﾆｱﾑ著作権法に違反するかもしれません。そのような行為があなたのｿﾌﾄｳｪｱや他の著作物に不正なｱｸｾｽを許す場合、その法律下の救済のために訴権を持つかもしれません。

法的通知

ﾃﾞﾊﾞｲｽ応用などに関してこの刊行物に含まれる情報は皆さまの便宜のためにだけ提供され、更新によって取り換えられるかもしれません。皆さまの応用が皆さまの仕様に合致するのを保証するのは皆さまの責任です。**Microchipはその条件、品質、性能、商品性、目的適合性を含め、明示的にも黙示的にもその情報に関連して書面または表記された書面または黙示の如何なる表明や保証もしません。**Microchipはこの情報とそれの使用から生じる全責任を否認します。生命維持や安全応用でのMicrochipﾃﾞﾊﾞｲｽの使用は完全に購入者の危険性で、購入者はそのような使用に起因する全ての損害、請求、訴訟、費用からMicrochipを擁護し、補償し、免責にすることに同意します。他に言及されない限り、Microchipのどの知的財産権下でも暗黙的または違う方法で許認可は譲渡されません。

商標

Microchipの名前とﾛｺﾞ、Mcicrochipﾛｺﾞ、Adaptec、AnyRate、AVR、AVRﾛｺﾞ、AVR Freaks、BesTime、BitCloud、chipKIT、chipKITﾛｺﾞ、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、FlashFlex、flexPWR、HELDO、IGLOO、JukeBlox、KeeLoq、Kleer、LANCheck、LinkMD、maXStylus、maXTouch、MediaLB、megaAVR、Microsemi、Microsemiﾛｺﾞ、MOST、MOSTﾛｺﾞ、MPLAB、OptoLyzer、PackeTime、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32ﾛｺﾞ、PolarFire、Prochip Designer、QTouch、SAM-BA、SenGenuity、SpyNIC、SST、SSTﾛｺﾞ、SuperFlash、Symmetricom、SyncServer、Tachyon、TempTracker、TimeSource、tinyAVR、UNI/O、Vectron、XMEGAは米国と他の国に於けるMicrochip Technology Incor poratedの登録商標です。

APT、ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、FlashTec、Hyper Speed Control、HyperLight Load、IntelliMOS、Libero、motorBench、mTouch、Powermite 3、Precision Edge、ProASIC、ProASIC Plus、ProASIC Plusﾛｺﾞ、Quiet-Wire、SmartFusion、SyncWorld、Temux、TimeCesium、TimeHub、TimePictra、TimeProvider、Vite、WinPath、ZLは米国に於けるMicrochip Technology Incorporatedの登録商標です。

Adjacent Key Suppression、AKS、Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、BlueSky、BodyCom、CodeGuard、CryptoAuthentication、CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、EtherGREEN、In-Circuit Serial Programming、ICSP、INICnet、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、KleerNet、KleerNetﾛｺﾞ、memBrain、Mindi、MiWi、MPASM、MPF、MPLAB Certifiedﾛｺﾞ、MPLAB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、PowerSmart、PureSilicon、QMatrix、REALICE、Ripple Blocker、SAM-ICE、Serial Quad I/O、SMART-I.S.、SQI、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Total Endurance、TSHARC、USBCheck、VariSense、View Sense、WiperLock、Wireless DNA、ZENAは米国と他の国に於けるMicrochip Technology Incorporatedの商標です。

SQTPは米国に於けるMicrochip Technology Incorporatedの役務標章です。

Adaptecﾛｺﾞ、Frequency on Demand、Silicon Storage Technology、Symmcomは他の国に於けるMicrochip Technology Inc.の登録商標です。

GestICは他の国に於けるMicrochip Technology Inc.の子会社であるMicrochip Technology Germany II GmbH & Co. KGの登録商標です。

ここで言及した以外の全ての商標はそれら各々の会社の所有物です。

© 2020年、Microchip Technology Incorporated、米国印刷、不許複製

品質管理ｼｽﾃﾑ

Microchipの品質管理ｼｽﾃﾑに関する情報についてはhttp://www.microchip.com/qualityを訪ねてください。

日本語© *HERO* 2020.

本使用者の手引きはMicrochipのAVR-BLEﾊｰﾄﾞｳｪｱ使用者の手引き(DS50002956A-2020年3月)の翻訳日本語版です。日本語では不自然となる重複する形容表現は省略されている場合があります。日本語では難解となる表現は大幅に意訳されている部分もあります。必要に応じて一部加筆されています。頁割の変更により、原本より頁数が少なくなっています。

必要と思われる部分には( )内に英語表記や略称などを残す形で表記しています。

青字の部分はﾘﾝｸとなっています。一般的に赤字の0,1は論理0,1を表します。その他の赤字は重要な部分を表します。

世界的な販売とサービス

米国	亜細亜/太平洋	亜細亜/太平洋	欧州
本社 2355 West Chandler Blvd. Chandler, AZ 85224-6199 Tel: 480-792-7200 Fax: 480-792-7277 技術支援: http://www.microchip.com/support ｳｪﾌﾞｱﾄﾞﾚｽ: http://www.microchip.com **ｱﾄﾗﾝﾀ** Duluth, GA Tel: 678-957-9614 Fax: 678-957-1455 **ｵｰｽﾁﾝ** TX Tel: 512-257-3370 **ﾎﾞｽﾄﾝ** Westborough, MA Tel: 774-760-0087 Fax: 774-760-0088 **ｼｶｺﾞ** Itasca, IL Tel: 630-285-0071 Fax: 630-285-0075 **ﾀﾞﾗｽ** Addison, TX Tel: 972-818-7423 Fax: 972-818-2924 **ﾃﾞﾄﾛｲﾄ** Novi, MI Tel: 248-848-4000 **ﾋｭｰｽﾄﾝ** TX Tel: 281-894-5983 **ｲﾝﾃﾞｱﾅﾎﾟﾘｽ** Noblesville, IN Tel: 317-773-8323 Fax: 317-773-5453 Tel: 317-536-2380 **ﾛｻﾝｾﾞﾙｽ** Mission Viejo, CA Tel: 949-462-9523 Fax: 949-462-9608 Tel: 951-273-7800 **ﾛｰﾘｰ** NC Tel: 919-844-7510 **ﾆｭｰﾖｰｸ** NY Tel: 631-435-6000 **ｻﾝﾎｾ** CA Tel: 408-735-9110 Tel: 408-436-4270 **ｶﾅﾀﾞ - ﾄﾛﾝﾄ** Tel: 905-695-1980 Fax: 905-695-2078	**ｵｰｽﾄﾗﾘｱ - ｼﾄﾞﾆｰ** Tel: 61-2-9868-6733 **中国 - 北京** Tel: 86-10-8569-7000 **中国 - 成都** Tel: 86-28-8665-5511 **中国 - 重慶** Tel: 86-23-8980-9588 **中国 - 東莞** Tel: 86-769-8702-9880 **中国 - 広州** Tel: 86-20-8755-8029 **中国 - 杭州** Tel: 86-571-8792-8115 **中国 - 香港特別行政区** Tel: 852-2943-5100 **中国 - 南京** Tel: 86-25-8473-2460 **中国 - 青島** Tel: 86-532-8502-7355 **中国 - 上海** Tel: 86-21-3326-8000 **中国 - 瀋陽** Tel: 86-24-2334-2829 **中国 - 深圳** Tel: 86-755-8864-2200 **中国 - 蘇州** Tel: 86-186-6233-1526 **中国 - 武漢** Tel: 86-27-5980-5300 **中国 - 西安** Tel: 86-29-8833-7252 **中国 - 厦門** Tel: 86-592-2388138 **中国 - 珠海** Tel: 86-756-3210040	**ｲﾝﾄﾞ - ﾊﾝｶﾞﾛｰﾙ** Tel: 91-80-3090-4444 **ｲﾝﾄﾞ - ﾆｭｰﾃﾞﾘｰ** Tel: 91-11-4160-8631 **ｲﾝﾄﾞ - ﾌﾟﾈｰ** Tel: 91-20-4121-0141 **日本 - 大阪** Tel: 81-6-6152-7160 **日本 - 東京** Tel: 81-3-6880-3770 **韓国 - 大邱** Tel: 82-53-744-4301 **韓国 - ｿｳﾙ** Tel: 82-2-554-7200 **ﾏﾚｰｼｱ - ｸｱﾗﾙﾝﾌﾟｰﾙ** Tel: 60-3-7651-7906 **ﾏﾚｰｼｱ - ﾍﾟﾅﾝ** Tel: 60-4-227-8870 **ﾌｨﾘﾋﾟﾝ - ﾏﾆﾗ** Tel: 63-2-634-9065 **ｼﾝｶﾞﾎﾟｰﾙ** Tel: 65-6334-8870 **台湾 - 新竹** Tel: 886-3-577-8366 **台湾 - 高雄** Tel: 886-7-213-7830 **台湾 - 台北** Tel: 886-2-2508-8600 **ﾀｲ - ﾊﾞﾝｺｸ** Tel: 66-2-694-1351 **ﾍﾞﾄﾅﾑ - ﾎｰﾁﾐﾝ** Tel: 84-28-5448-2100	**ｵｰｽﾄﾘｱ - ｳﾞｪﾙｽ** Tel: 43-7242-2244-39 Fax: 43-7242-2244-393 **ﾃﾞﾝﾏｰｸ - ｺﾍﾟﾝﾊｰｹﾞﾝ** Tel: 45-4485-5910 Fax: 45-4485-2829 **ﾌｨﾝﾗﾝﾄﾞ - ｴｽﾎﾟｰ** Tel: 358-9-4520-820 **ﾌﾗﾝｽ - ﾊﾟﾘ** Tel: 33-1-69-53-63-20 Fax: 33-1-69-30-90-79 **ﾄﾞｲﾂ - ｶﾞﾙﾋﾝｸﾞ** Tel: 49-8931-9700 **ﾄﾞｲﾂ - ﾊｰﾝ** Tel: 49-2129-3766400 **ﾄﾞｲﾂ - ﾊｲﾙﾌﾞﾛﾝ** Tel: 49-7131-72400 **ﾄﾞｲﾂ - ｶｰﾙｽﾙｰｴ** Tel: 49-721-625370 **ﾄﾞｲﾂ - ﾐｭﾝﾍﾝ** Tel: 49-89-627-144-0 Fax: 49-89-627-144-44 **ﾄﾞｲﾂ - ﾛｰｾﾞﾝﾊｲﾑ** Tel: 49-8031-354-560 **ｲｽﾗｴﾙ - ﾗｰﾅﾅ** Tel: 972-9-744-7705 **ｲﾀﾘｱ - ﾐﾗﾉ** Tel: 39-0331-742611 Fax: 39-0331-466781 **ｲﾀﾘｱ - ﾊﾟﾄﾞﾊﾞ** Tel: 39-049-7625286 **ｵﾗﾝﾀﾞ - ﾃﾞﾙｰﾈﾝ** Tel: 31-416-690399 Fax: 31-416-690340 **ﾉﾙｳｪｰ - ﾄﾛﾝﾊｲﾑ** Tel: 47-72884388 **ﾎﾟｰﾗﾝﾄﾞ - ﾜﾙｼｬﾜ** Tel: 48-22-3325737 **ﾙｰﾏﾆｱ - ﾌﾞｶﾚｽﾄ** Tel: 40-21-407-87-50 **ｽﾍﾟｲﾝ - ﾏﾄﾞﾘｰﾄﾞ** Tel: 34-91-708-08-90 Fax: 34-91-708-08-91 **ｽｳｪｰﾃﾞﾝ - ｲｪｰﾃﾎﾞﾘ** Tel: 46-31-704-60-40 **ｽｳｪｰﾃﾞﾝ - ｽﾄｯｸﾎﾙﾑ** Tel: 46-8-5090-4654 **ｲｷﾞﾘｽ - ｳｫｰｷﾝｶﾞﾑ** Tel: 44-118-921-5800 Fax: 44-118-921-5820