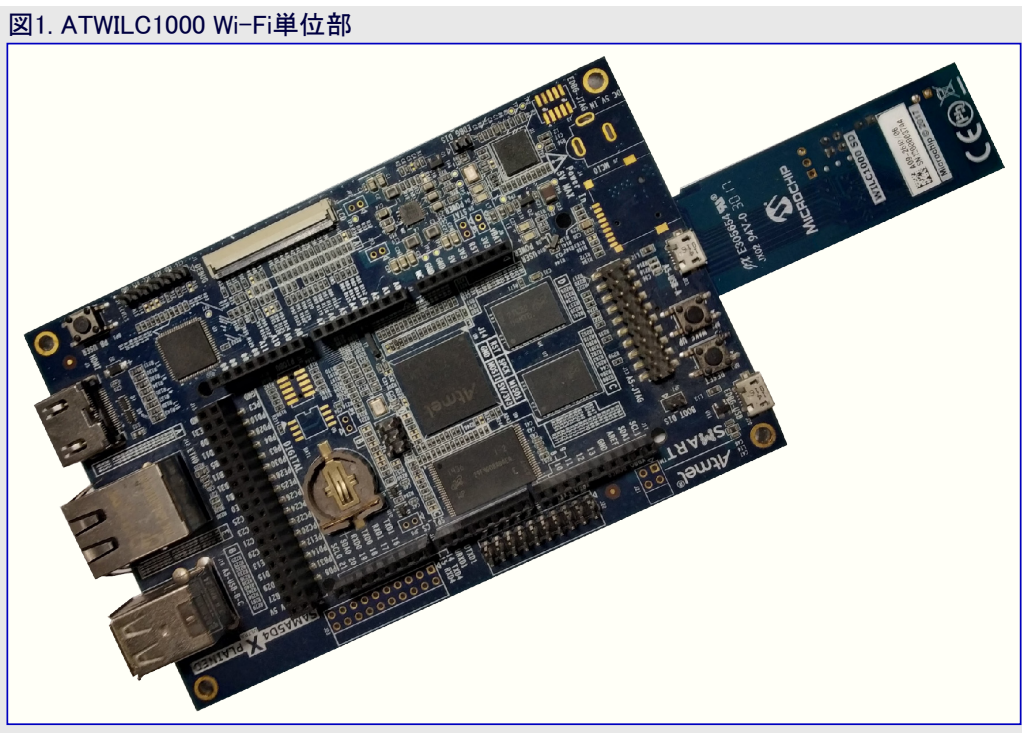


Wi-Fi®接続制御単位部用ATWILC1000電力測定

序説

この応用記述はATWILC1000 Wi-Fi単位部で電流測定を実行する方法についての情報を提供します。



事前要件

以下はATWILC1000 Wi-Fi単位部に対して電流測定を始めるためのハードウェアとソフトウェアの事前要件です。

ハードウェア事前要件

- 支援される[Xplained Pro評価キット](#)
注: ATWILC1000 Wi-Fi単位部の電流測定にSAMA5D4 Xplained Ultraが使われます。
- [ATWILC1000-SD評価キット](#)
- USBマイクロケーブル (A型/マイクロB型)
- FDTI USB-シリアルケーブル
- オシロスコープまたは[Power Debugger](#)
- デジタルマルチメータ

ソフトウェア事前要件

- Linux®ホストマシン
- Buildroot一括
- Linuxカーネルイメージ
- GitHubからのATWILC1000ドライバ
- Atmel Studioデータ可視器(Data Visualizer)ツール
- SAM-BA v2.17フラッシュダウンロードツール

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

序説	1
事前要件	1
1. ATWILC1000電力測定構成設定	3
1.1. ハードウェア構成設定	3
1.2. 測定値の解釈	3
2. ATWILC1000インターフェースと節電動作	4
3. 電力特性分析用ATWILC1000 WLAN動作構成設定	4
3.1. ステーション(子機)動作構成設定	4
4. ATWILC1000電力特性分析の筋書き	5
4.1. SDIOカードとカーネル単位の初期化	5
4.2. Wpa_supplicant初期化と走査動作	5
4.3. 接続時間電力特性分析	6
4.4. 自動休止動作	8
4.5. 電力断動作	10
5. 測定の要約	10
6. 追補	10
6.1. 標識間隔	10
6.2. DTIM	10
6.3. 聴取間隔	10
6.4. スルフレーム	10
6.5. 探針の要求と応答のフレーム	10
7. 資料改訂履歴	11
Microchipウェブサイト	12
お客様への変更通知サービス	12
お客様支援	12
Microchipデバイスコード保護機能	12
法的通知	12
商標	13
DNVによって認証された品質管理システム	13
世界的な販売とサービス	14

1. ATWILC1000電力測定構成設定

本章は電力測定用ハードウェアの構成設定と測定値をどう解釈するかを実演します。

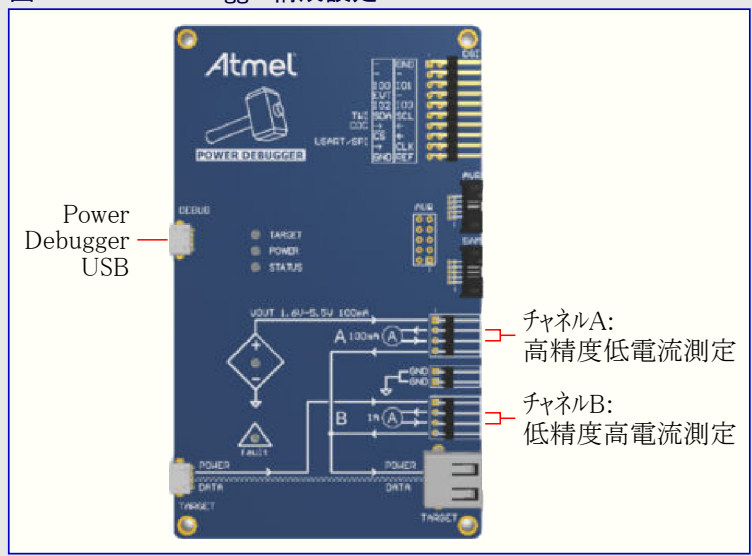
1.1. ハードウェア構成設定

ATWILC1000-SD評価キットのタイミングと電力消費のパラメータを測定するのにデータ可視器(Data Visualizer)と共にPower Debuggerが使われます。電流測定のいくつかは測定時間の殆どの間に電流が一定ならばデジタルマルチメータ(DMM:Digital MultiMeter)を使って実行することができます。右下の図はこの応用記述で測定するのに使われる測定構成設定を図解します。

電力測定構成を組み立てるには以下を実行してください。

- 汎用信号線を使ってPower DebuggerのチャンネルBをATWILC1000-SD評価キットの電流測定ヘッダ(J102)ピンに接続してください。
- SAMA5D4 Xplained Pro基板SD拡張をATWILC1000-SD評価キットに接続してください。
- LinuxカーネルをSAMA5D4 Xplained Pro基板に設定してSAMA5D4 ARM MPU用ルートファイルシステムをクロスコンパイルしてください。
- カーネルとルートファイルシステムでブート後、[ATWILC Linux使用者の手引き](#)で言及されるように更新されたATWILC1000ホストドライバ単位部をそれら各々の位置に複製してください。

図1-1. Power Debugger構成設定



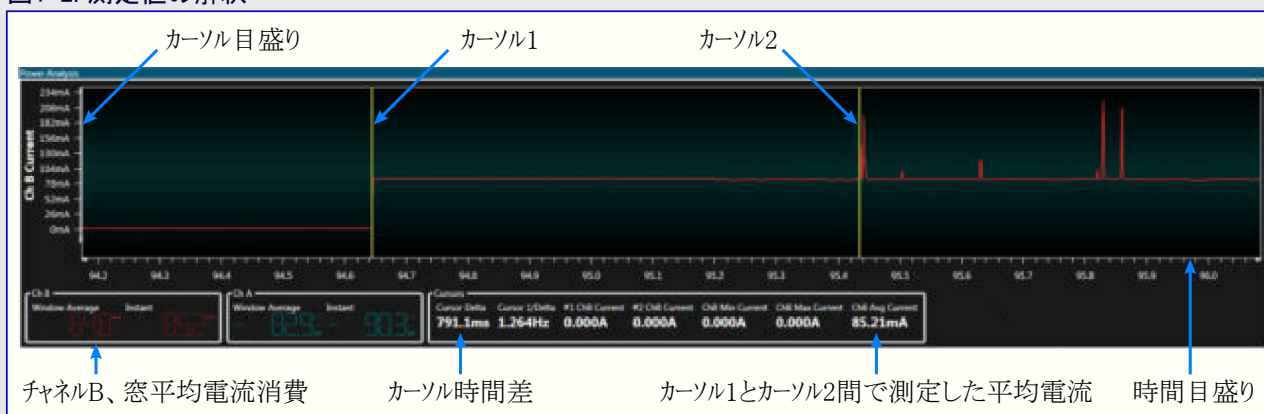
更新されたATWILC1000ファームウェアイメージはBuildrootカーネルファイルシステム `/lib/firmware`の一部で、GitHub貯蔵庫でも入手可能です。SAMA5D4 Xplained Pro基板とそれで支援されるカーネルのより多くの情報については[ATWILC Linux使用者の手引き](#)を参照してください。

- 注:
- WILC1000 Linuxドライバ版番号 : 15.00
 - WILC1000 Linuxファームウェア版番号 : 15.00
 - Linuxカーネル版番号 : 4.9
 - 電圧条件 : 3.3V
 - 温度 : 26°C

1.2. 測定値の解釈

下図は図表内の測定値をどう解釈するかを説明します。

図1-2. 測定値の解釈



2. ATWILC1000インターフェースと節電動作

次表は利用可能なATWILC1000インターフェースとそれで支援される節電(PS:Power Save)動作を提供します。

表2-1. ATWILC1000インターフェースと節電動作

通番	ATWILC1000インターフェース	支援する節電(PS)動作	既定PS動作
1	ステーション動作	自動PS動作とPSなし動作	自動
2	ソフトAP動作	PSなし動作	PSなし動作
3	P2P動作	PSなし動作	PSなし動作
4	コンカレント動作	PSなし動作	PSなし動作

3. 電力特性分析用ATWILC1000 WLAN動作構成設定

ATWILC1000 WLAN単位部電流測定手順は「[表2-1. ATWILC1000インターフェースと節電動作](#)」で言及されるように各種の仮想インターフェースを使って実行されます。電力消費値は全てのWLANインターフェースに対して個別に測定されます。

次の項は電力特性分析用にLinuxドライバでのステーション動作構成設定を詳述します。他の動作については[ATWILC Linux使用者の手引き](#)を参照してください。

3.1. ステーション(子機)動作構成設定

ステーション動作でATWILC1000単位部を構成設定するために以下の手順を実行してください。

1. 利用可能なATWILC装置カーネル単位部と共にLinuxイメージとルートファイルシステムを含む実演一括をダウンロードしてください。ホストMPU SAMA5D4目的対象基板用のルートファイルシステムと共にLinuxカーネル4.9と4.12実演イメージが[GitHub](#)で入手可能です。

注: ATWILC1000カーネル単位部がルートファイルシステムの一部のため、単位部を個別に複製しないでください。

2. 目的対象基板にカーネルイメージとルートファイルシステムをダウンロードするのにSAMA5D4 [SAM-BAフラッシュダウンローダ](#) ツールを使ってください。
3. 目的対象基板にイメージを書いてください。詳細情報については[ATWILC Linux使用者の手引き](#)で目的対象基板へのバイナリとシステムイメージの更新を参照してください。
4. カーネルイメージとルートファイルシステムの成功裏の書き込み後、ルートファイルシステムにカーネル単位部を読み込んでください。
5. [wilc.ko](#)と[wilc-sdio.ko](#)のドライバ単位部を使って安全デジタル入出力(SDIO:Secure Digital Input/Output)カーネルドライバでホストドライバとレジスタを初期化してください。この単位部はネットワークドライバを初期化してwlan0ネットワークインターフェースを作成します。
6. wlan0ネットワークインターフェースはATWILC1000 WLAN単位部を初期化してSDIOインターフェースを使ってファームウェアをダウンロードするためにwpa_supplicantによって使われます。

成功裏のダウンロードとファームウェアの初期化後、ATWILC1000単位部はホストドライバAPIを通してwpa_supplicantから走査、接続の操作などのようなWLAN命令を受け取る準備が整います。

7. Wpa_cli命令インターフェース応用を使い、ATWILC1000 WLAN単位部に命令を発行してください。Wpa_cli命令詳細でのより多くの情報については[ATWILC Linux使用者の手引き](#)を参照してください。
8. 一旦ATWILC1000 WLANインターフェースが望むアクセスポイント(AP:Access Point)に接続されると、使用者は各種の筋書きに対して電力消費値を測定することができます。

この応用記述で使われる送信制御規約(TCP:Transmission Control Protocol)と使用者データグラム規約(UDP:User Datagram Protocol)の見本応用は[GitHubリンク見本応用](#)で入手可能です。

注: カーネルをコンパイルしてSAMA5D4 MPUを書くためのより多くの情報については[ATWILC Linux使用者の手引き](#)を参照してください。

3.1.1. 節電動作

ATWILC1000ファームウェアは「[ATWILC1000インターフェースと節電動作](#)」の表で言及したように各種のインターフェース動作で自動節電動作または節電なし動作のどちらかだけを支援します。受信と送信の電流消費は全ての動作に対してデータシートでの値のとおりです。ステーション動作でのATWILC1000は以下の節電動作を支援します。

1. 自動節電動作 - 装置がAPに接続されてIPアドレスを得ると、ATWILC1000は自動節電動作に切り替わります。この動作では標識(Beacon)と標識間隔に基づく一斉同報(Broadcast)パケットを受信するために装置は周期的に起き上がり、装置は再び休止に戻って行きます。既定により、DTIM間隔は1で標識周期は100msです。
2. 電力断動作 - この動作では無線とデジタルコアの電力がOFFに切り替えられます。
3. PSなし動作 - 節電動作に於いて、RF受信部は常にONです。

4. ATWILC1000電力特性分析の筋書き

本章はATWILC1000に対する各種電力特性分析の筋書きを詳述します。電流と時間の測定の要約でのより多くの詳細については「表5-1. ATWILC1000の電流と時間の測定」をご覧ください。

4.1. SDIOカードとカーネル単位の初期化

事前要件

- Linuxカーネル イメージを成功裏にブート
- 目的対象基板(SAMA5D4)にルート ファイル システムを組み込み設定

これはカーネルがATWILC1000-SD評価キットを検出して同様に初期化することを保証します。

SDIOカードとカーネル単位の初期化のために以下の手順を実行してください。

- カーネルブート後にATWILC1000-SD評価キットを挿入するか、または基板ブート前にカードを挿入してください。SDIOカード初期化とカーネル単位の読み込み(wilc.koとwilc-sdio.ko)に対する電流消費は同じです。

注: この場合、電流消費はデジタル インターフェース電力消費にだけ関係します。

- 以下の命令を使ってATWILC1000カーネル単位の読み込んでください。

```
# insmod wilc.ko
# insmod wilc-sdio.ko
(または)
# modprobe wilc.ko
# modprobe wilc-sdio.ko
```

単位部が成功裏に読み込まれると、ATWILC1000ホストドライバはネットワークドライバを初期化して”wlan0”と”p2p0”のWLANインターフェースを作成します。

この筋書きでは、節電動作が適用され、SDカード初期化に対してだけ標準電流が消費され、ATWILC1000 WLAN単位部でのファームウェアダウンロードが完了されるまで同じ電流を維持します。

SDIOカードとカーネル単位の初期化に対する電流消費は31.81mAです。

図4-1. SDIOカードとカーネル単位の挿入と初期化



4.2. Wpa_supplicant初期化と走査動作

”wlan0”と”p2p0”のインターフェースはwpa_supplicantを初期化してATWILC1000単位部にファームウェアをダウンロードするのに使われます。

- 以下の命令を使ってwpa_supplicantを読み込んでください。

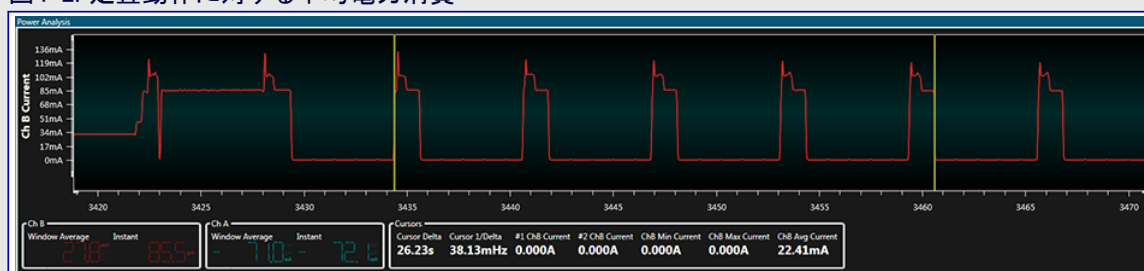
```
# wpa_supplicant -i wlan0 -D nl80211 -c /etc/wpa_supplicant.conf -B &
```

ファームウェアが成功裏に読み込まれてwpa_supplicant命令に対する応答を開始すると、ATWILC1000 WLAN単位部は2.4GHz WLAN無線をONに切り替えてwpa_supplicantからの命令を走査します。wpa_supplicantは周期的走査動作を実行してそれが接続命令を受け取るまで5秒の周期的間隔に帰着する走査になります。

使用者はwpa_cli応用命令を使うことによって走査動作を開始することもできます。

5回の走査動作に対する平均電流消費は22.41mAです。

図4-2. 走査動作に対する平均電力消費



単一走査動作は概ね12400msで完了します。この動作で、ATWILC1000単位部は全てのチャンネルで探針要求(Probe-request)を送り、近くのアクセスポイント(AP)からの探針応答(Probe-response)を待ちます。

注: 各チャンネルに対する切り替えと待機の時間はファームウェアで予め定義されています。

単一走査動作に対する平均電流消費は93.83mAです。

図4-3. 単一走査動作に対する電力消費

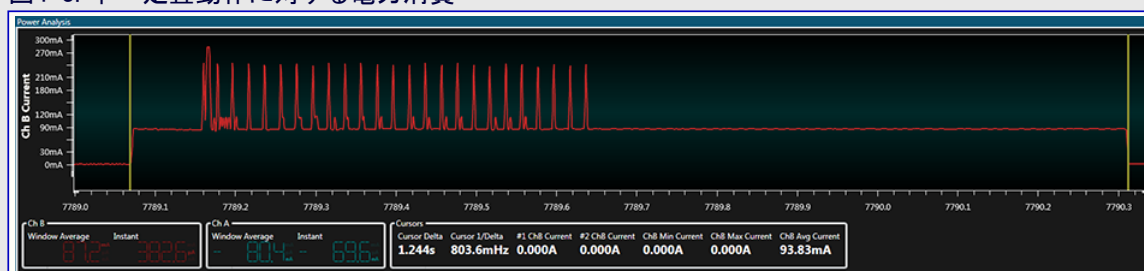


図4-4. 走査動作間のアイドル時間



周期的走査間、WLAN単位部は5秒間休止に切り替わって別の走査動作を開始します。

走査動作間のアイドル時間の電流消費は327.2µsです。

4.3. 接続時間電力特性分析

wpa_supplicantとファームウェアのダウンロードの成功裏の完了後、“wpa_cli”命令を使って必要とされるAPとの連携を始めてください。命令のより多くの情報についてはATWILC Linux使用者の手引きを参照してください。

以下はAP連携命令です。

```
wpa_cli -p/var/run/wpa_supplicant ap_scan 1
wpa_cli -p/var/run/wpa_supplicant add_network
wpa_cli -p/var/run/wpa_supplicant set_network 0 ssid "WSG_TPLINK"
wpa_cli -p/var/run/wpa_supplicant set_network 0 key_mgmt WPA-PSK
wpa_cli -p/var/run/wpa_supplicant set_network 0 psk "12345678"
wpa_cli -p/var/run/wpa_supplicant select_network 0
```

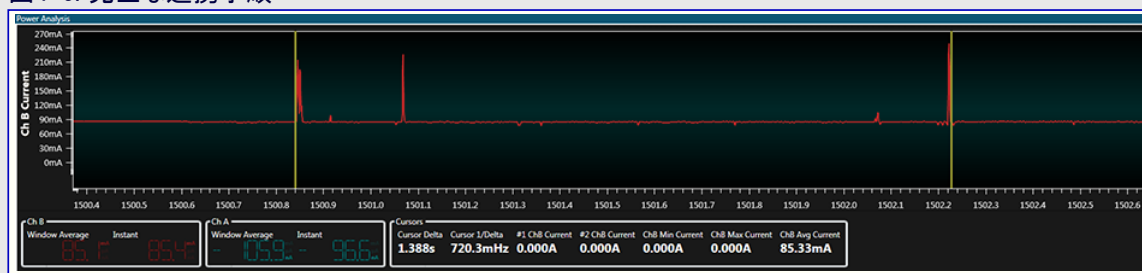
図4-5. 連携開始前のアナログRF初期化



使用者がAPとの接続を開始すると、ファームウェアとアナログRF初期化手順を始めて無線が概ね800ms間ONで、連携手順を完了するために特別な走査動作を始めます。

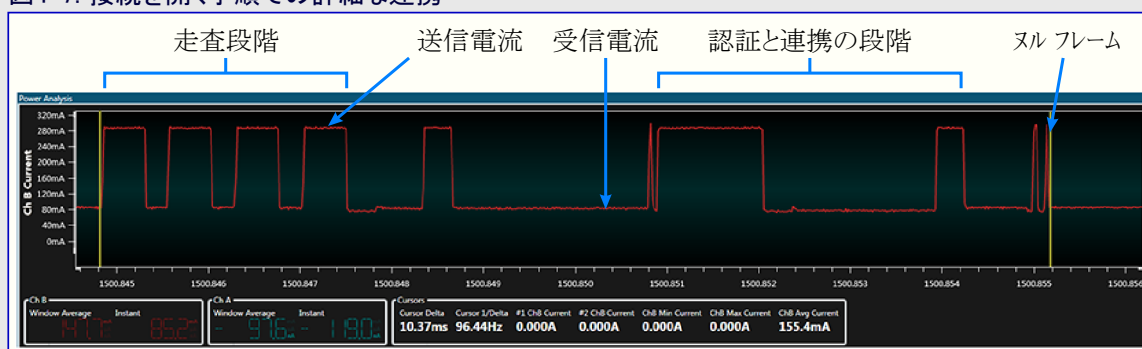
WPA鍵ハンドシェイクへの接続を開くのを含めて連携を完了する合計時間は1.4秒です。

図4-6. 完全な連携手順



完全な連携に対する平均電力消費は85.33mAです。

図4-7. 接続を開く手順での詳細な連携



連携処理は望むAPに対する走査と、認証と連携のフレームでの処理を始めます。

連携に対する電力消費は155.4mAです。

図4-8. 4方向WPA鍵ハンドシェイク



ATWILC1000は開放認証でAPと接続され、望むAPとの接続を完了するために4方向鍵ハンドシェイクによって後続されます。

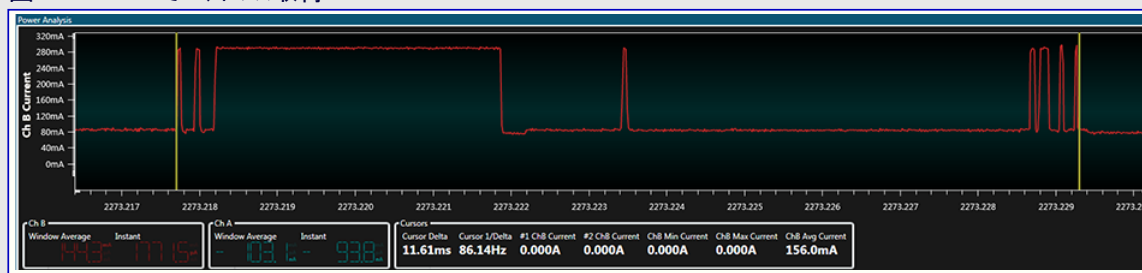
4方向鍵ハンドシェイクに対する電力消費は187mAです。

ATWILC1000単位部が望むAPとの接続を完了すると、使用者は”wlan0”インターフェースでDHCPクライアントを動かすことができます。以下の命令を使ってDHCPクライアントを動かしてください。

```
dhcpcd wlan0 &
```

このLinux応用はネットワーク内のDHCPサーバーとのDHCP通信を始めてATWILC1000の”wlan0”インターフェースに対するIPアドレスを得ます。

図4-9. DHCPでIPアドレス取得



DHCP動作に対する電力消費は156mAです。

4.4. 自動休止動作

DTIM周期と標識(Beacon)間隔のようなAP構成設定に基づき、装置は標識を受信するために周期的に休止から起き上がります。DTIM周期が1、標識間隔が100として設定されると、装置は100ms毎に起き上がります。DTIM周期が'n'で標識間隔が100の場合、装置は複数同報(Multicast)フレームを受信するために300ms毎に起き上がります。DTIM周期に関係なく、装置は複数同報を受信するために標識間隔の3倍で起き上がります。自動休止動作の筋書きは次のとおりです。

- ・ 自動節電動作
- ・ DTIM周期が1でデータを受信または送信されていない(接続アイドル)時
- ・ DTIM周期が3でデータを受信または送信されていない(接続アイドル)時
- ・ ATWILC1000が周期的な起床と休止動作の時

4.4.1. 自動節電動作

ATWILC1000電流測定ジャンパを渡る電流消費測定にPower Debuggerが使われます。この動作ではATWILC1000がアクセスポイントに接続されます。これはATWILC1000での最低節電動作です。

アクセスポイントに接続してDHCPクライアントを使ってIPアドレスを得てください。ATWILC1000は自動的に休止に切り替わって標識(Beacon)を受信するために周期定期に起き上がります。

この動作では、標識間隔と配信通行指示メッセージ(DTIM:Delivery Traffic Indication Message)周期に基づいて周期的に一斉同報(Broadcast)と複数同報(Multicast)の packetsを受信するためにもATWILC1000が起き上がります。

線を飛ばして電源断(Power Down)動作を測定するにはチップ許可とリセットのピンをLowに設定するか、または接地に接続してください。

図4-10. 自動節電動作



自動節電動作での平均電流消費は377.2µAです。

4.4.2. DTIM期間1とデータ送受信なし

ATWILC1000はAP接続の成功完了後に自動休止動作に切り替わり、DHCP動作によって後続されます。

この場合、ATWILC1000は一斉同報(Broadcast)と単一通報(Unicast)を受け取るためにDTIM期間毎に起き上がります。Linuxではドライバが一斉同報(Broadcast)や複数同報(Multicast)の packets受信を制御する任意選択を持ちません。ATWILC1000のファームウェアは標識(Beacon)間隔とDTIM期間に基づいて起き上がります。時々、ATWILC1000は一斉同報や複数同報の packets受信に応じてより長い間起きています。

以下の複写画面は続発する周期的な起床とヌル packets転送を示します。

図4-11. 自動節電動作の連続

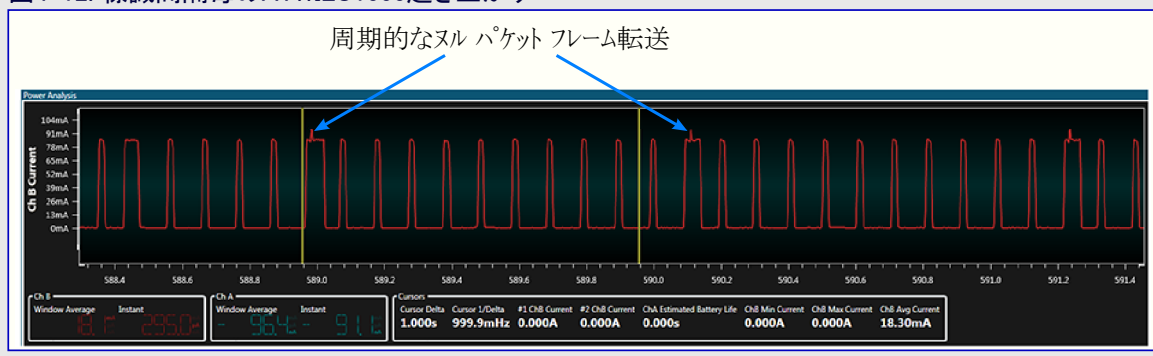


5秒間の平均電力消費は19.96mAです。

ATWILC1000 WLAN単位部はDTIM期間に関係なく一斉同報 packetsを受信するために標識間隔の3倍の時間毎に起き上がります。単一通報 packetsを受信するにはDTIM期間毎に起き上がります。

毎回の周期的間隔に対し、ATWILC1000はAP間の接続を維持するためにヌル packetsを送ります。

図4-12. 標識間隔毎のATWILC1000起き上がり



1秒間の平均電流消費は18.30mAです。

4.4.3. DTIM期間3とデータ送受信なし

DTIM期間が3、標識(Beacon)間隔が100msに設定されると、ATWILC1000は300ms毎に標識と一斉同報(Broadcast)を受信するために起き上がります。これはDTIM期間と標識間隔の乗算です。

例えばDTIM期間が標識間隔の3倍でも、ATWILC1000は一斉同報パケットを受信するために起きます。

図4-13. ATWILC1000はDTIM期間3中に起きています。

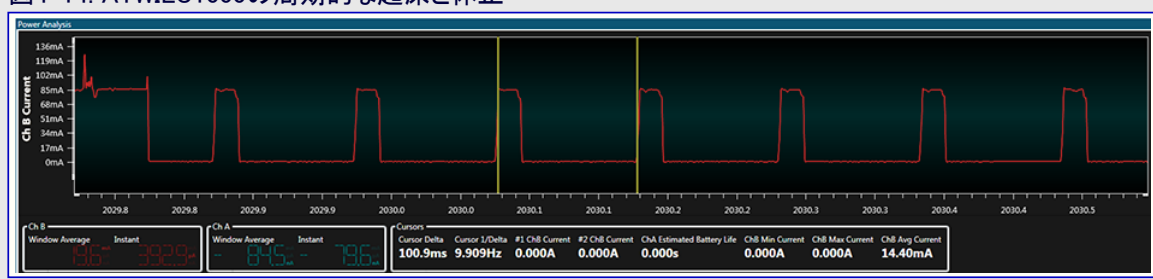


4.4.4. 周期的な起床と休止動作でのATWILC1000

望むAPとの接続後、ATWILC1000は休止動作に切り替わり、標識(Beacon)フレームを受信するためにDTIM間隔毎に起き上がります。ATWILC1000は標識を受信してフレーム検査手順(FCS:Frame Check Sequence)で設定した電力管理ビットを持つヌルフレームを送ります。これはATWILC1000ファームウェアのアイドル接続状態と呼ばれます。何れかのデータ通信がある場合、ATWILC1000は通信が完了するまで起きています。

DTIM期間と標識間隔はAP構成設定によります。既定により、DTIM期間は1、標識間隔は100msです。ATWILC1000ファームウェアは802.11 b/g/nの自動データ速度を支援します。

図4-14. ATWILC1000の周期的な起床と休止



起き上がりと休止の期間の1つの完全な周回は標識を受信するためにDTIM期間が1の時の標識間隔100msと等価です。ATWILC1000は標識期間を受信するために18ms間起きています。

図4-15. 標識聴取のためのATWILC1000起き上がり



4.5. 電力断動作

ATWILC1000電流測定ジャンパを渡る電流消費を測定するのにデジタルマルチメータが使われます。

この動作では、ATWILC1000がアクセスポイントに接続されません。これはATWILC1000が動作することができる最低電力動作形態です。ATWILC1000チップ許可(CHIP_EN)とリセット(RESETN)のピンはこの動作で禁止されます。

電力断(Power Down)動作を測定するにはチップ許可とリセットのピンをLowに設定してください。これは自由な線を通してCHIP_ENとRESETNのピンをGNDに接続するか、またはホストMCU/MPUのGPIOピンからCHIP_ENとRESETNを制御することによって実行することができます。

平均電流消費は1.25 μ Aです。単位部が電力断動作になると、ATWILC1000はファームウェアダウンロード手順を含めて再初期化します。

5. 測定の要約

次表はATWILC1000の電流と時間の測定値の要約を提供します。

表5-1. ATWILC1000の電流と時間の測定値

ATWILC1000動作形態	平均電流 (mA)	時間 (ms)
起き上がりからAPへ接続電流	85.33	1400
APとの連携を開く	155	10.3
4方向鍵ハントシェイク	187	3.3
DHCP IP取得	156	11.6
連携前のアナログRF初期化	85.21	791
5秒間の平均自動休止動作	19.96	5000
標識間の休止(接続アイドル、100ms標識間隔と仮定)	14.4	100
起き上がり	82	18.36
自動節電動作	0.377	85
電源断動作電流	0.00125	継続

6. 追補

6.1. 標識間隔

標識(Beacon)送信は定期的な間隔で802.11網の存在を告知します。標識フレームはアクセスポイントによって緩衝される基本サービス一式(BSS:Basic Service Set)パラメータとフレームについての情報を運び、故に移動体ステーションは標識を聴取しなければなりません(注2)。

6.2. DTIM

一斉同報(Broadcast)や複数同報(Multicast)のフレームは複数の標識間隔でDTIM期間までアクセスポイントによって緩衝され、そしてそれはDTIM期間で配信されます。ステーション(子機)が一斉同報や複数同報のフレーム受信を意図する場合、それらはDTIM間隔で起きることが必要です(注2)。

6.3. 聴取間隔

聴取間隔はステーション(子機)が標識(Beacon)フレームを聴取している間に待つ標識間隔数です。聴取間隔はステーションがアクセスポイントと連携される時に記録されます。これはそれがお休みしている時にステーションに対してフレームを緩衝することをアクセスポイントに許します(注2)。

6.4. ヌルフレーム

802.11網で、ヌルフレームはどのデータも運びません。それらはステーション(子機)の電力動作での何れか変更についてアクセスポイントに示すためにステーションによって使われます。アクセスポイントはステーションが休止になっていることを示す時にデータを緩衝します。ステーションはアクセスポイントに電力状況を報告するためにフレーム制御領域内の電力管理ビットを使います(注2)。

6.5. 探針の要求と応答のフレーム

ステーション(子機)は802.11網に対して領域を走査するのに探針要求フレームを使います。適合するパラメータを持つアクセスポイントはステーションによって送られた探針要求に探針応答で応じます。

- 注: 1. ATWILC装置Linux使用者の手引き
2. 802.11無線網完全版手引き第2版

7. データシート改訂履歴

改訂A - 2018年10月

部分	変更
文書	初回公開

Microchipウェブ サイト

Microchipは<http://www.microchip.com/>で当社のウェブ サイト経由でのオンライン支援を提供します。このウェブ 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手段として使われます。お気に入りのインターネット ブラウザを用いてアクセスすることができ、ウェブ サイトは以下の情報を含みます。

- **製品支援** – データシートと障害情報、応用記述と試供プログラム、設計資源、使用者の手引きとハードウェア支援資料、最新ソフトウェア配布と保管されたソフトウェア
- **一般的な技術支援** – 良くある質問(FAQ)、技術支援要求、オンライン検討グループ、Microchip相談役プログラム員一覧
- **Microchipの事業** – 製品選択器と注文の手引き、最新Microchip報道発表、セミナーとイベントの一覧、Microchip営業所の一覧、代理店と代表する工場

お客様への変更通知サービス

Microchipのお客様通知サービスは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/>でMicrochipのウェブ サイトをアクセスしてください。”Support”下で”Customer Change Notification”をクリックし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
- 現場応用技術者(FAE:Field Application 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、または現場応用技術者(FAE)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>でのウェブ サイトを通して利用できます。

Microchipデバイスコード保護機能

Microchipデバイスでの以下のコード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デ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。
- コード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のデ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はそれらのコード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ドの安全を保証することはできません。コード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。

コード保護は常に進化しています。Microchipは当社製品のコード保護機能を継続的に改善することを約束します。Microchipのコード保護機能を破る試みはデジタル 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

デバ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デバ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の名前とロゴ、Mcirochipロゴ、AnyRate、AVR、AVRロゴ、AVR Freaks、BitCloud、chipKIT、chipKITロゴ、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、FlashFlex、flexPWR、Heldo、JukeBlox、KeeLoq、KeeLoqロゴ、Kleer、LANCheck、LINK MD、maXStylus、maXTouch、MediaLB、megaAVR、MOST、MOSTロゴ、MPLAB、OptoLyzer、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32ロゴ、Prochip Designer、QTouch、SAM-BA、SpyNIC、SST、SSTロゴ、SuperFlash、tinyAVR、UNI/O、XMEGAは米国と他の国に於けるMicrochip Technology Incorporatedの登録商標です。

ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、Hyper Speed Control、HyperLight Load、IntelliMOS、mTouch、Precision Edge、Quiet-Wire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、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ロゴ、memBrain、Mindi、MiWi、motorBench、MPASM、MPF、MPLAB Certifiedロゴ、MPLAB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、PowerSmart、PureSilicon、QMatrix、REAL ICE、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。

Silicon Storage Technology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。

© 2018年、Microchip Technology Incorporated、米国印刷、不許複製

DNVによって認証された品質管理システム

ISO/TS 16949

Microchipはその世界的な本社、アリゾナ州のチャンドラーとテンペ、オレゴン州グラシャムの設計とウェハー製造設備とカリフォルニアとインドの設計センターに対してISO/TS-16949:2009認証を取得しました。当社の品質システムの処理と手続きはPIC[®] MCUとdsPIC[®] DSC、KEELOQ符号飛び回りデバイス、直列EEPROM、マイクロ周辺機能、不揮発性メモリ、アナログ製品用です。加えて、開発システムの設計と製造のためのMicrochipの品質システムはISO 9001:2000認証取得です。

日本語© HERO 2021.

本白書はMicrochipのAN2797応用記述(DS00002797A-2018年10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。



MICROCHIP

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 ウェブアドレス: www.microchip.com	オーストラリア - シドニー 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 - 香港特别行政区 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 - 廈門 Tel: 86-592-2388138 中国 - 珠海 Tel: 86-756-3210040	インド - ハンガロール Tel: 91-80-3090-4444 インド - ニューデリー Tel: 91-11-4160-8631 インド - プネー 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 - クアラルンプール Tel: 60-3-7651-7906 マレーシア - ペナン Tel: 60-4-227-8870 フィリピン - マニラ Tel: 63-2-634-9065 シンガポール 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 - バンコク Tel: 66-2-694-1351 ベトナム - ホーチミン Tel: 84-28-5448-2100	オーストリア - ウェルス Tel: 43-7242-2244-39 Fax: 43-7242-2244-393 デンマーク - コペンハーゲン Tel: 45-4450-2828 Fax: 45-4485-2829 フィンランド - エスポー Tel: 358-9-4520-820 フランス - パリ Tel: 33-1-69-53-63-20 Fax: 33-1-69-30-90-79 ドイツ - ガルピング Tel: 49-8931-9700 ドイツ - ハーン Tel: 49-2129-3766400 ドイツ - ハイムブロン Tel: 49-7131-67-3636 ドイツ - カールスルーエ Tel: 49-721-625370 ドイツ - ミュンヘン Tel: 49-89-627-144-0 Fax: 49-89-627-144-44 ドイツ - ローゼンハイム 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 - ハドバ Tel: 39-049-7625286 オランダ - デルフト Tel: 31-416-690399 Fax: 31-416-690340 ノルウェー - トロンハイム Tel: 47-72884388 ポーランド - ワルシャワ Tel: 48-22-3325737 ルーマニア - ブカレスト Tel: 40-21-407-87-50 スペイン - マドリード Tel: 34-91-708-08-90 Fax: 34-91-708-08-91 スウェーデン - イェテボリ Tel: 46-31-704-60-40 スウェーデン - ストックホルム Tel: 46-8-5090-4654 イギリス - ウォーキングム Tel: 44-118-921-5800 Fax: 44-118-921-5820
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			
ボストン Westborough, MA Tel: 774-760-0087 Fax: 774-760-0088			
シカゴ Itasca, IL Tel: 630-285-0071 Fax: 630-285-0075			
ダラス Addison, TX Tel: 972-818-7423 Fax: 972-818-2924			
デトロイト Novi, MI Tel: 248-848-4000			
ヒューストン TX Tel: 281-894-5983			
インディアナポリス Noblesville, IN Tel: 317-773-8323 Fax: 317-773-5453 Tel: 317-536-2380			
ロサンゼルス 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			
カナダ - トロント Tel: 905-695-1980 Fax: 905-695-2078			