

RAA458100GNP / RAA457100GBM

小電力ワイヤレス充電システム構成例と機能説明

R19AN0040JJ0100

Rev.1.00

2017.03.31

概要

RAA458100 / RAA457100はワイヤレス充電用送電電力制御ICです。RAA458100 / RAA457100は低容量のリチウムイオンバッテリーの充電に適しており、設計柔軟性を考慮した機能設定端子により、様々な形態のバッテリー充電システムを構成することが可能です。

RAA458100 / RAA457100に実装されている双方向ワイヤレス通信機能により、受電側負荷電流に応じた送電電力の自動調整や送電システムからのバッテリー充電制御パラメータの設定(RAA457100のレジスタ設定)を行うことが可能です。また、送電側メインデバイス(TxMCU)から受電側メインデバイス(RxMCU)のレジスタアクセスを行うことも可能です。本資料はRAA458100 / RAA457100により実現可能なバッテリー充電システム構成例、ワイヤレス通信機能の詳細と使用方法、送電電力自動制御機能等に関する技術説明資料です。

目次

- 1 バッテリー充電システム構成
 - 1.1 端子機能概要
 - 1.2 バッテリー充電システム構成例、動作概要および端子設定
 - 1.3 電力送電 開始/停止タイミング
 - 1.4 EEPROM(TxROM)格納データ構成
- 2 WPT通信機能(ワイヤレス電力伝送ラインを使用した通信機能)
 - 2.1 WPT通信 パケット構成
 - 2.2 変復調方式と復調方法詳細
- 3 送電電力自動制御機能とWPT通信実行手順
 - 3.1 送電電力自動制御機能概要
 - 3.2 ATPC ModeにおけるWPT通信パケットデータ構成詳細
 - 3.3 送電電力自動制御タイミング
 - 3.4 コントロールエラーとRECT端子電圧収束電圧
 - 3.5 AD変換出力コード格納レジスタのアップデート
 - 3.6 WPT通信実行手順(バッテリー充電システム構成別)
- 4 エラー検出機能
 - 4.1 エラー検出項目とエラー検出時の処理
 - 4.2 システム構成別 エラー検出項目
 - 4.3 送電電力過電力検出
- 5 テストレジスタ

略記と意味

本資料で使用している略記と意味を下表に示します。

略記	意味
TxIC	ワイヤレス充電システム送電側電力制御IC RAA458100GNP を意味します。
RxIC	ワイヤレス充電システム受電側電力制御IC RAA457100GBM を意味します。
TxROM, EEPROM	送電システムに搭載するEEPROMを意味します。
TxMCU	TxICと2線シリアル通信で接続されるデバイス(主にマイクロコンピュータ)を意味します。
RxMCU	RxICと2線シリアル通信で接続されるデバイス(主にマイクロコンピュータ)を意味します。
Txシステム	送電システムを意味します。TxIC単体あるいはTxICとTxMCU、TxICとEEPROMで構成されます。
Rxシステム	受電システムを意味します。RxIC単体あるいはRxICとRxMCUで構成されます。
WPT通信	ワイヤレス電力伝送ラインを使用した通信を意味します。
Tx2Rx WPT通信	TxICからRxIC方向のWPT通信を意味します。
Rx2Tx WPT通信	RxICからTxIC方向のWPT通信を意味します。
T_Header	Tx2Rx WPT通信パケットのHeaderを意味します。
R_Header	Rx2Tx WPT通信パケットのHeaderを意味します。
T_0xXX D[X]	TxICレジスタアドレスとレジスタデータbitを意味します。 (例: T_0x02 D[4:1] はTxICのレジスタアドレス0x02、レジスタデータbit D4、D3、D2、D1 を意味します。)
R_0xXX D[X]	RxICレジスタアドレスとレジスタデータを意味します。 (例: R_0x10 D[7:5] はRxICのレジスタアドレス0x10、レジスタデータbit D7、D6、D5 を意味します。)

注) 本資料に記載されている数値は参考値であり保証値ではありません。

1 バッテリー充電システム構成

1.1 端子機能概要

TxIC、RxICの機能設定端子によりアプリケーションに合わせたバッテリー充電システムを構成することが可能です。バッテリー充電システムを構成する際に重要となる端子機能を表1.1に示します。

表1.1 TxIC、RxIC 端子機能概要

端子設定	説明	
TxIC	CLKSEL	基準クロック選択端子です。クロック供給方法に関わらず、基準クロック周波数は8[MHz]固定となります。
	H	TxIC内部発振器(8[MHz])が基準クロックとして選択されます。CLKI端子=L、CLKO端子=Openに設定して下さい。
	L	TxMCUからの基準クロック供給あるいはセラミック発振子による基準クロック生成が可能です。
		基準クロック供給 CLKI端子にクロックを入力し、CLKO端子をOpenに設定します。
		基準クロック生成(セラミック発振子) CLKI端子とCLKO端子にセラミック発振子を接続します。
	BRGSEL	送電コイル駆動ブリッジ回路構成選択端子(ハーフブリッジ/フルブリッジ)です。
	H	ハーフブリッジ回路が選択されます。GD1H、GD1L 端子からブリッジゲートパルスが出力されます。
	L	フルブリッジ回路が選択されます。GD1H、GD1L、GD2H、GD2L 端子からブリッジゲートパルスが出力されます。
	GAIN	送電電力自動制御用パラメータ選択端子です。GAINの選択方法については3.4を参照ください。
	H	GAIN=0.250Iに設定されます。
	L	GAIN=0.125Iに設定されます。
	MS	2線シリアル通信マスター/スレーブデバイス選択端子です。
	H	TxICはTxシステムにおける2線シリアル通信マスターデバイスとして動作します。TxICおよびRxICのレジスタ設定をTxROMにより行う場合、MS端子=HIに設定します。
	L	TxICはTxシステムにおける2線シリアル通信スレーブデバイスとして動作します。TxICおよびRxICのレジスタ設定をTxMCUにより行う場合やレジスタ設定が不要である場合、MS端子=Lに設定します。
ATPC	送電電力自動制御機能イネーブル入力端子です。	
H	送電電力自動制御機能を使用する場合、ATPC端子=HIに設定します。	
L	送電電力自動制御機能を使用しない場合、ATPC端子=Lに設定します。	
DUTY6 DUTY7 DUTY8	送電ブリッジドライバ出力パルスデューティ設定端子です。デューティのレジスタ設定(T_0x07 D[1:0]、T_0x06 D[7:0])ができない場合、DUTY6、7、8端子によりデューティを設定します。F_DRIVE設定値(レジスタT_0x05 D[2:0]、T_0x04 D[7:0])およびDUTY端子電圧レベル(Hの時を1、Lの時を0とする)により、下式に従うデューティが設定されます。 Duty=(100 / F_DRIVE) × (256 × DUTY8 + 128 × DUTY7 + 64 × DUTY6) [%] (TxICのレジスタ設定が可能な場合は、レジスタによりデューティを設定します。)	
RxIC	MS	2線シリアル通信マスター/スレーブデバイス選択端子です。
	H	RxICはRxシステムにおける2線シリアル通信マスターデバイスとなります。送電電力自動制御機能を使用する場合、WPT通信を利用してTxシステムからRxICやRxMCUのレジスタをライト/リードすることが可能です。
	L	RxICはRxシステムにおける2線シリアル通信スレーブデバイスとなります。2線シリアル通信により、RxMCUからRxICのレジスタをライト/リードすることが可能です。
	ATPC	送電電力自動制御機能イネーブル入力端子です。
	H	送電電力自動制御機能を使用する場合、ATPC端子=HIに設定します。
	L	送電電力自動制御機能を使用しない場合、ATPC端子=Lに設定します。
	ATCHG	バッテリー充電自動開始イネーブル入力端子です。
	H	RxICがバッテリー充電制御可能状態になった場合、自動でバッテリー充電を開始します。
	L	RxICがバッテリー充電制御可能状態になった場合でも、自動でバッテリー充電を開始しません。レジスタ設定(R_0x01 D[0]=1)により、充電を開始します。
	ATR	整流回路パラメータ自動調整機能イネーブル端子です。受電側負荷電流(VCCレギュレータ出力電流)に応じて整流回路パラメータが調整されます。
	H	ATPC端子=HかつATR端子=Hの時、整流回路パラメータの自動調整機能が有効になります。
	L	整流回路パラメータの自動調整機能が無効になります。
	WRC	ワイヤ充電モード設定端子です。 ^{*1}
	H	ワイヤ充電を行う場合、WRC端子=HIに設定します。ACアダプタ等から直流電圧をRECT端子に直接入力することでワイヤ充電システムを構築することが可能です。
L	ワイヤレス充電システムとして動作させる場合、WRC端子=Lに設定します。	

*1 ワイヤ充電システムとワイヤレス充電システムの混在はできません。

1.2 バッテリー充電システム構成例、動作概要および端子設定

TxIC、RxICを使用したバッテリー充電システム構成例と端子設定を表1.2.1、表1.2.2に示します。図1.2にワイヤレス充電システム構成図(AT1)を示します。用途に応じて充電システムの動作モードをTxICおよびRxICの端子設定により選択します。

TxICおよびRxICのレジスタを設定することによりブリッジドライバ出力パルスデューティ、各種エラー検出しきい値、WPT通信関連パラメータ、バッテリー充電制御パラメータを変更することが可能です。また、レジスタをリードすることによって、各種エラー状態やAD変換値等をモニタすることが可能です。TxシステムにTxROM(EEPROM)やTxMCUを導入することで2線シリアル通信によるTxICのレジスタライト/リードを実行することが可能です。RxICのレジスタライト/リードはTxシステムからTx2Rx WPT通信により実行する方法とRxMCUから2線シリアル通信により実行する方法があります。RxICを2線シリアル通信マスターデバイスに設定した場合、RxICのレジスタライト/リードはTxシステムからTx2Rx WPT通信により実行することが可能です(AT1, AT2, AT3)。RxICを2線シリアル通信スレーブデバイスに設定した場合、RxICのレジスタライト/リードはRxMCUから2線シリアル通信により実行することが可能です(AT4, MC1)。

表1.2.1 バッテリー充電システム構成例と動作概要

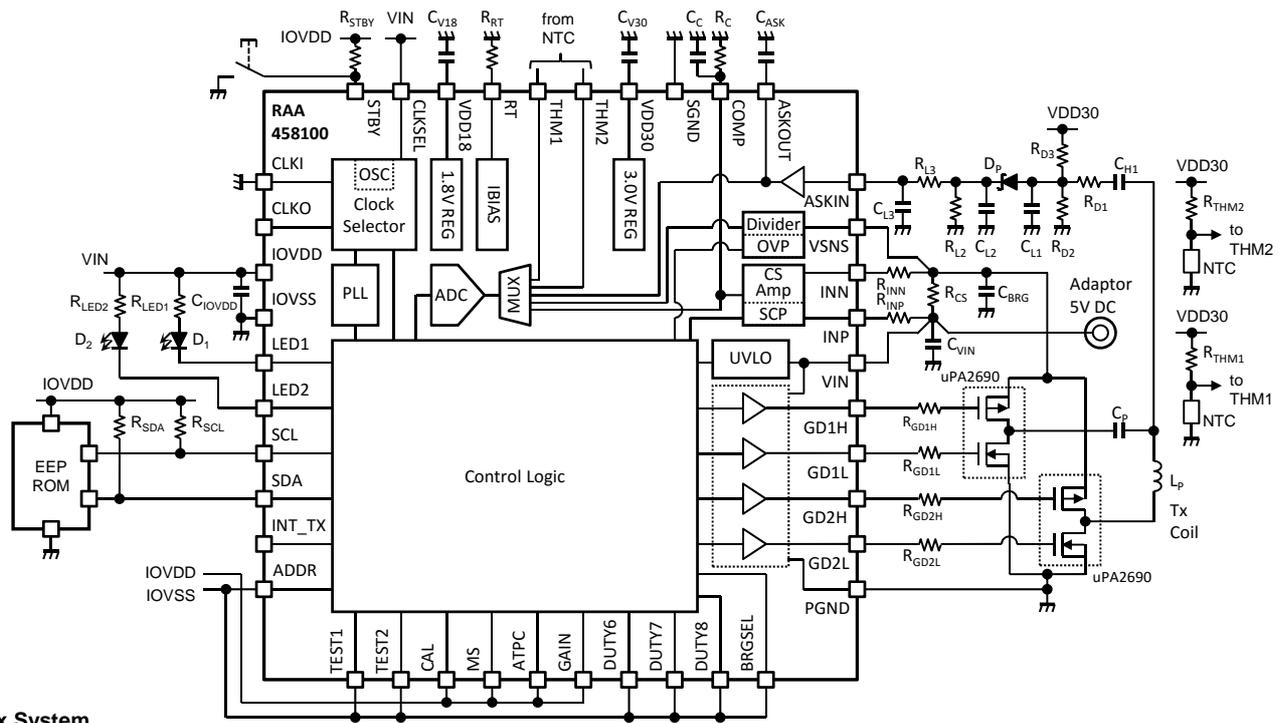
動作モード 充電方式 / 送電電力制御					動作概要							
No.	Txシステム ^{*1}		Rxシステム ^{*1}		TxICレジスタ値 設定デバイス		RxICレジスタ値 設定デバイス			Tx2Rx WPT通信	Rx2Tx WPT通信	送電電力 自動制御
	Master	Slave	Master	Slave	TxROM	TxMCU	TxROM	TxMCU	RxMCU			
Stand Alone Mode ワイヤレス充電 / ブリッジ周波数、Duty固定					WPT通信を行わず、固定のブリッジドライバ出力周波数、パルスデューティで電力を送電します。TxROMを導入することにより、TxICのレジスタ設定を行うことが可能です(SA2)。							
SA1	-	TxIC	RxIC	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SA2	TxIC	TxROM	RxIC	-	0 ^{*2}	-	-	-	-	-	-	-
ATPC Mode ワイヤレス充電 / 自動制御					TxICおよびRxICに実装されているWPT通信機能により、送電電力を調整しながらバッテリー充電を行うことが可能です。TxシステムにTxROMやTxMCUを導入することで、TxICのレジスタライト/リードだけでなく、Tx2Rx WPT通信によるRxICのレジスタライト/リードを行うことも可能です(AT1, AT2, AT3)。RxICを2線シリアル通信スレーブデバイスに設定した場合、Tx2Rx WPT通信を実行することはできません(AT4)。							
AT1	TxIC	TxROM	RxIC	-	0 ^{*2}	-	0 ^{*2}	-	-	0	0	0
AT2	TxMCU	TxIC	RxIC	-	-	0	-	0	-	0	0	0
AT3	TxMCU	TxIC	RxIC	RxMCU	-	0	-	0	-	0	0	0
AT4	TxMCU	TxIC	RxMCU	RxIC	-	0	-	-	0 ^{*3}	-	0	0
MCU Control Mode ワイヤレス充電 / 外部MCU制御					TxMCUによるTxICのレジスタライト/リード、RxMCUによるRxICのレジスタライト/リードを行うことが可能です。TxMCUがTxICのWPT通信用レジスタを、RxMCUがRxICのWPT通信用レジスタを利用してTx2Rx WPT通信、Rx2Tx WPT通信を行い、ユーザー独自の送電電力制御やデータ通信機能をシステムに実装することが可能です。Tx2Rx WPT通信によるRxICのレジスタライト/リードを実行することはできません。							
MC1	TxMCU	TxIC	RxMCU	RxIC	-	0	-	-	0 ^{*3}	0	0	-
Wired Charging Mode ワイヤ充電					ACアダプタ等の直流電圧源によりバッテリー充電を行うことが可能です。直流電圧源をRxICのRECT端子に入力します。レジスタ初期設定での動作に限定されます。							
WC1	-	-	RxIC	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*1 Masterは2線シリアル通信のマスターデバイス、Slaveは2線シリアル通信のスレーブデバイスを意味します。
 *2 TxROMに予めTxICおよびRxICのレジスタ設定値をライトしておく必要があります。TxROMの設定方法詳細は1.4を参照下さい。
 *3 RxICがバッテリー保護検出状態および最大接合部温度保護検出状態にある場合、SDA、SCL端子機能が停止するため、RxICのレジスタライト/リードを実行することができません。また、アドレスR_0x00からR_0x0Fレジスタにデータをライトする場合、R_0x40 D[0]=1に設定する必要があります。

表1.2.2 バッテリー充電システム構成例と端子設定

動作モード					TxIC 端子設定					RxIC 端子設定				
No.	Txシステム		Rxシステム		MS	ATPC	DUTY6	DUTY7	DUTY8	MS	ATPC	ATCHG	ATR	WRC
	Master	Slave	Master	Slave										
Stand Alone Mode														
SA1	-	TxIC	RxIC	-	L	L	1つ以上の端子をHに設定			H	L	H	L	L
SA2	TxIC	TxROM	RxIC	-	H	L	1つ以上の端子をHに設定			H	L	H	L	L
ATPC Mode														
AT1	TxIC	TxROM	RxIC	-	H	H	L	L	L	H	H	L	X	L
AT2	TxMCU	TxIC	RxIC	-	L	H	L	L	L	H	H	L	X	L
AT3	TxMCU	TxIC	RxIC	RxMCU	L	H	L	L	L	H	H	L	X	L
AT4	TxMCU	TxIC	RxMCU	RxIC	L	H	L	L	L	L	H	H	X	L
MCU Control Mode														
MC1	TxMCU	TxIC	RxMCU	RxIC	L	L	L	L	L	L	L	H	L	L
Wired Charging Mode														
WC1	-	-	RxIC	-	-	-	-	-	-	H	L	H	L	H

X: 任意にHあるいはLを選択可能です。



Tx System

Rx System

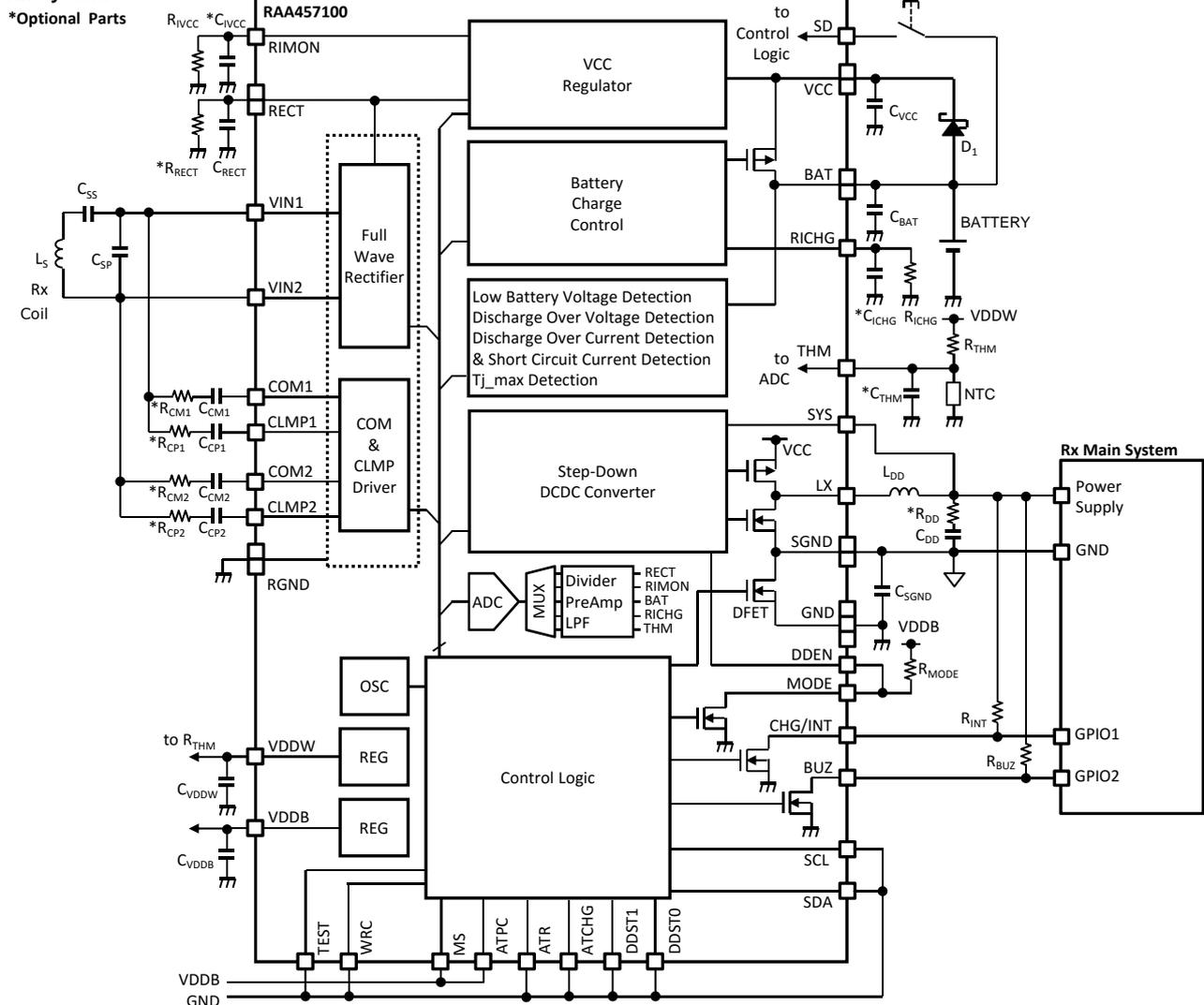


図1.2 ワイヤレス充電システム構成図(AT1)

1.3 電力送電 開始 / 停止タイミング

図1.3にTxICの電力送電開始/停止タイミング(送電ブリッジドライバGD1H, GD1L, GD2H, GD2L出力開始/停止タイミング)を示します。Stand Alone ModeではTxICの起動時処理(Initial Mode)が完了すると送電を開始します。ATPC ModeではTxIC起動時処理完了後、送電を開始し、R_Header 0x01 パケットを受信するまで間欠的に電力を送電します。MCU Control ModeではTxMCUの制御(TxICのレジスタ設定)により、任意のタイミングで送電の開始・停止を実行することが可能です。

TxICの動作状態がDrive Modeに遷移すると、送電タイマーが開始されます。Stand Alone ModeとATPC Modeでは送電タイマーのタイムアウト時間経過後、送電が停止されます。タイムアウト時間はレジスタにより設定することが可能です。他のエラー状態(4.1参照)が検出された場合も送電が停止されますが、送電タイマーはリセットされません。

RxICによるバッテリー充電が完了しても、TxMCUによる送電停止処理(MCU Control Mode)あるいは送電タイマーや他のエラー検出による送電停止が生じない限り、TxICは送電を継続するためRxICは送電電力により動作します。この状態においては、RxIC内のバッテリー電圧を検出する回路(ADC等)により10[uA]程度の電流がバッテリーから消費されます。

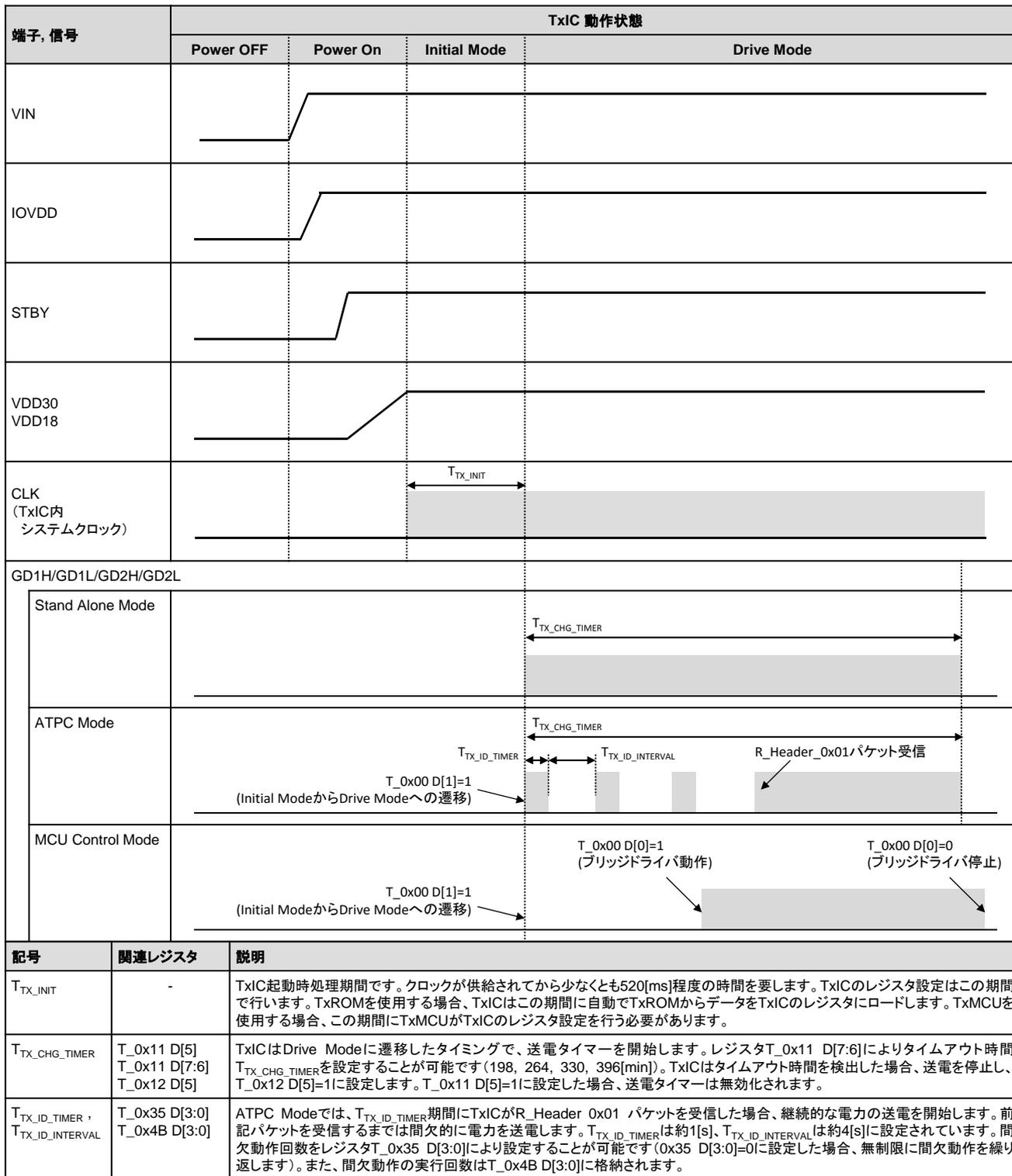


図1.3 電力送電 開始/停止タイミング

1.4 EEPROM(TxROM)格納データ構成

TxシステムにEEPROM(TxROM)を導入することによって、TxICのレジスタ設定が可能となります。また、ATPC Mode(AT1)ではTx2Rx WPT通信によりRxICのレジスタ設定を行うことも可能となります。TxICは起動時(Initial Mode)にEEPROMに格納されたデータをリードし、それをTxICのレジスタにロードします。RxICのレジスタ設定を実行する場合、TxICはEEPROMに格納されたRxICのレジスタ設定データをリードし、Tx2Rx WPT通信によりデータをRxICに送信します。Tx2Rx WPT通信はRx2Tx WPT通信に影響を与えないようなタイミングで実行されます。

表1.4にEEPROMの格納データ構成を示します。EEPROMのデバイススレーブアドレスは7'b1010000あるいは7'b1010001に設定する必要があります。EEPROMからのデータリードはEEPROMワードアドレス"0"から完了コードがリードされるまで、ワードアドレスを"+1"ずつインクリメントして実行されます(リードはランダムリードサイクルで実行されます)。尚、TxICはEEPROMに格納されたデータをリードすることは可能ですが、EEPROMにデータをライトすることはできません。

表1.4 EEPROM(TxROM) スレーブアドレス、リード方法、格納データ構成

項目	内容	
通信方式	2線シリアル通信(SCL周波数は64kHz固定)	
EEPROM デバイススレーブアドレス	ADDR端子設定=L	7'b1010000
	ADDR端子設定=H	7'b1010001
EEPROMリード方法	ランダムリードサイクル(TxICはEEPROMアドレス"0"からアドレスを+1ずつインクリメントしてリードします)	
EEPROMワードアドレス	0から255のワードアドレスに対応(2KbitまでのEEPROMに対応)	
EEPROM格納データ構成		
EEPROM ワードアドレス	EEPROM データ	説明
0	TxIC レジスタアドレス	TxIC レジスタ設定領域。 EEPROM偶数アドレスにTxレジスタアドレスを指定し、 EEPROM奇数アドレスにTxレジスタデータを指定します。
1	TxIC レジスタデータ	
2	TxIC レジスタアドレス	
3	TxIC レジスタデータ	
⋮	⋮	
2n-6	0x48	Tx2Rx WPT通信により、TxICからRxICのレジスタ設定を行う場合、 T_0x48 D[7:0]=0x04を指定します(Tx2Rx WPT通信パケットHeaderの指定)。
2n-5	0x04	
2n-4	0x00	
2n-3	0x02	
2n-2	0xFF	
2n-1	0x00	データリード完了コード。EEPROM偶数アドレスに0xFF、EEPROM奇数アドレスに0x00を指定することで、TxICレジスタ設定用データリードが完了します。
2n	0xFE	Rx2Tx WPT通信パケット受信回数設定。EEPROM偶数アドレスに0xFE、EEPROM奇数アドレスにRx2Tx WPT通信パケット受信回数設定値を指定します。 ^{*1}
2n+1	パケット受信回数設定	
2n+2	RxIC レジスタアドレス	RxIC レジスタ設定領域。 EEPROM偶数アドレスにRxレジスタアドレスを指定し、 EEPROM奇数アドレスにRxレジスタデータを指定します。 RxICのレジスタ設定を行わない場合、データリード完了コードを指定します(偶数アドレスに0xFF、 奇数アドレスに0x00を指定)。
2n+3	RxIC レジスタデータ	
2n+4	RxIC レジスタアドレス	
2n+5	RxIC レジスタデータ	
⋮	⋮	
2m-4	0x01	データリード完了コード。EEPROM偶数アドレスに0xFF、EEPROM奇数アドレスに0x00を指定することで、RxICレジスタ設定用データリードが完了します。
2m-3	0x01	
2m-2	0xFF	
2m-1	0x00	

*1 この設定を行った場合、TxICはRx2Tx WPT通信パケットを『パケット受信回数設定値+1』回受信した後、次のEEPROMワードアドレスからリードを再開します。これは送電開始タイミングにおける送電電力過電力検出を実行するための設定です。送電電力過電力検出機能を使用しない場合は設定不要です。

2 WPT通信機能(ワイヤレス電力伝送ラインを使用した通信機能)

2.1 WPT通信パケット構成

WPT通信で使用するデータパケットは図2.1に示すようにPreamble, Header, Message1, Message2, Checksumから構成される固定データ長(55bit)のパケットとなります。Header, Message1, Message2は奇数パリティビットを1bit持ち、パケットの最後に排他的論理和で生成されるChecksumが付加されます。

Preamble (11bit)	St	Header (8bit)	Pr	Sp	St	Message1 (8bit)	Pr	Sp	St	Message2 (8bit)	Pr	Sp	St	Checksum (8bit)	Pr	Sp
------------------	----	---------------	----	----	----	-----------------	----	----	----	-----------------	----	----	----	-----------------	----	----

St : Start bit(1bit), Pr : Parity bit(1bit), Sp : Stop bit(1bit)

図2.1 WPT通信パケット構成

2.2 変復調方式と復調方法詳細

Tx2Rx WPT通信、Rx2Tx WPT通信共に振幅変調・復調方式により行われます。パケットデータはバイフェーズエンコードされます。表2.2、図2.2にそれぞれWPT通信変復調方法と復調パラメータの説明、復調方法詳細(概念図)を示します。復調パラメータを含むWPT通信関連レジスタの設定(初期値からの変更)はTxICに対してはTxMCUあるいはTxROM、RxICに対してはRxMCUにより設定する必要があります。通信パケットの復調は変調信号(Tx2Rx WPT通信ではRECT端子電圧、Rx2Tx WPT通信ではASKOUT端子電圧)のAD変換値と復調論理回路により行われます。変調信号は直流電圧を含めてADコンバータの入力ダイナミックレンジ内の電圧とする必要があります。

表2.2 WPT通信変復調方法と復調パラメータ

通信方向	変復調方法		
Tx2Rx WPT通信	TxICは通信パケットに応じてブリッジドライバ出力パルスデューティを変化(送電電力を変化)します。送電電力が変化するため、RxICのRECT端子電圧が変化します。RxICはRECT端子電圧の変化を12bit ADCと復調論理回路によって検出およびデータ復調を行います。ADCによるRECT端子電圧の最小データ取込間隔は約62.5[us]となります。		
Rx2Tx WPT通信	RxICは通信パケットに応じてCOMドライバのON/OFFを行い、ワイヤレス電力伝送ラインのインピーダンスを変化させます(C _{CM})。送電コイルから見た受電側のインピーダンスが変化するため、送電コイル端電圧に変化が生じます。送電コイル端電圧を減衰回路とピーク電圧検出回路を通してTxICのASKIN端子に入力します。TxICはASKIN端子電圧をバッファアンプによりASKOUT端子に出力します(送電アンテナ端電圧の変化に応じてASKOUT端子電圧が変化します)。TxICはASKOUT端子電圧の変化を12bit ADCと復調論理回路によって検出、データ復調を行います。ADCによるASKOUT端子電圧の最小データ取込間隔は約64[us]となります。		
復調パラメータ	TxIC レジスタ	RxIC レジスタ	説明
変調度	T_0x0D D[6:0]	-	Tx2Rx WPT通信におけるブリッジドライバ出力パルスデューティの変化幅はレジスタT_0x0D D[6:0]で設定します。整流出力電圧の変化幅(変調度)が200[mV]以上(推奨値)得られるように前記レジスタを設定します。Rx2Tx WPT通信ではASKOUT端子電圧の変化幅(変調度)が100[mV]以上(推奨値)得られるようなC _{CM} 値を選択します。
通信レート	T_0x0E D[2:1]	R_0x27 D[1:0]	データ1bitあたりの通信レートはTx2Rx WPT通信では125[bps](1.0T=1/125=8[ms])、Rx2Tx WPT通信では250[bps](1.0T=1/250=4[ms])となります。(レジスタ設定により通信レートを変更することは可能ですが、RxICのWPT通信パラメータの設定はRxMCU(2線シリアル通信)から行う必要があります。)
データ取込間隔(取込間引数)	T_0x30 D[3:0]	R_0x27 D[7:4]	変調信号のデータ取込間隔(データ取込間引数)をレジスタにより0から7の範囲で設定することが可能です(図2.2の例では3を設定)。
差電圧計算対象データ	T_0x30 D[5:4]	R_0x27 D[3:2]	変調信号の差電圧 ΔV_{DIFF} は $V[N] - V[N - (m + 1)]$ により計算されます(Vは変調信号電圧、Nはサンプリング時間、mは整数)。レジスタによりmを0から3の範囲で設定可能です(図2.2の例ではm=3を設定)。
差電圧検出しきい値(ΔV_{DIFF_TH})	T_0x31 D[7:0]	R_0x28 D[7:0]	$\Delta V_{DIFF} > + \Delta V_{DIFF_TH}$ (U:増加(Up)方向)あるいは $\Delta V_{DIFF} < - \Delta V_{DIFF_TH}$ (D:減少(Down)方向)の条件を満たした場合、変調信号の変化を検出します(遷移ポイント検出)。通常、検出しきい値は変調度の25%から50%程度の範囲で設定します(図2.2の例では50%の検出しきい値を設定)。
復調カウント	復調カウントは変調信号のデータを取得する毎にカウントアップされます。変調信号の遷移ポイント検出時のカウント値とカウントしきい値の関係により、データ0/1の判定が行われます。		
データ0/1判定復調カウントしきい値	T_0x33 D[7:0]	R_0x29 D[7:0]	遷移ポイント検出時の復調カウント値がこのしきい値未満である場合、データ1と判定されます。カウント値がしきい値までカウントアップされても遷移ポイントが検出されない場合、データ0と判定されます。通常、0.75Tの近傍でしきい値を設定します(図2.2の例ではカウントしきい値=11を設定)。
データなし判定復調カウントしきい値	T_0x34 D[7:0]	R_0x2A D[7:0]	遷移ポイント検出時の復調カウント値がこのしきい値以上である場合、データなしと判定されます。復調途中でこの判定が生じた場合、パケット受信エラーとなります。通常、1.25Tの近傍でカウントしきい値を設定します。

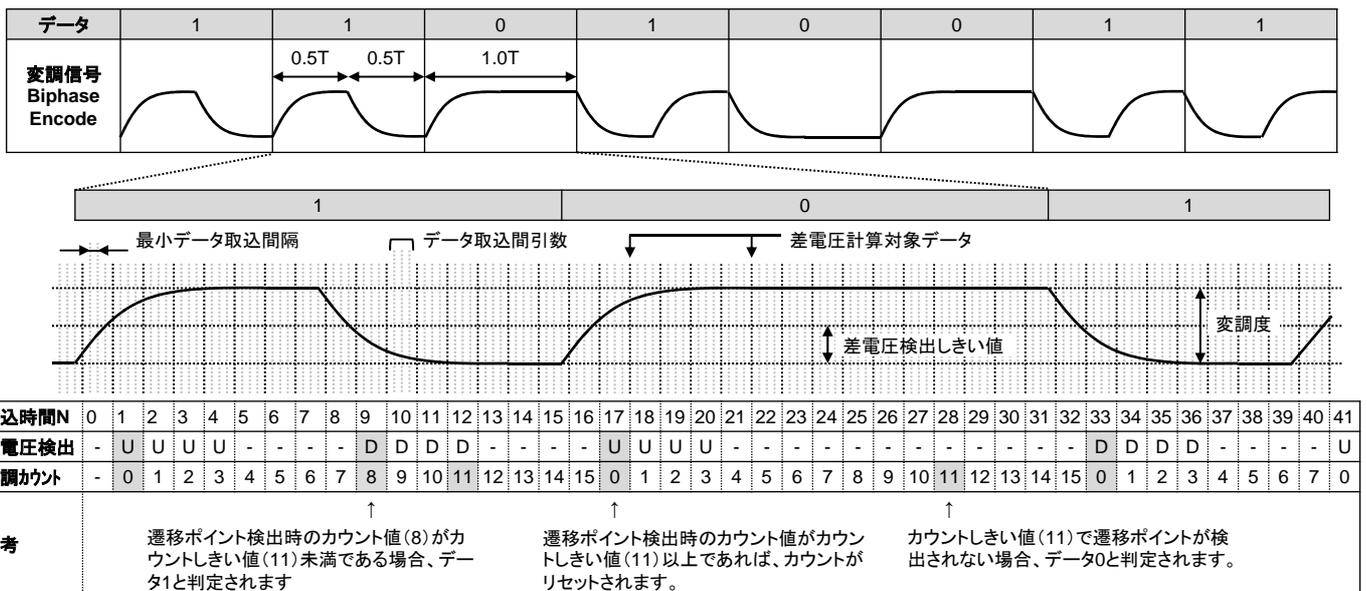


図2.2 WPT通信パケット復調方法詳細(概念図)

3 送電電力自動制御機能とWPT通信実行手順

3.1 送電電力自動制御機能概要

ATPC ModeではRAA458100、RAA457100に実装されている送電電力自動制御機能により、バッテリー電圧に応じて整流出力電圧が自動調整されます。この機能によりバッテリー充電中におけるRxICの消費電力が抑制されます。ATPC Modeでは、Rx2Tx WPT通信により周期的にバッテリー電圧と整流出力電圧の差分情報が送信されます。TxICはその情報に基づいてブリッジドライバ出力パルスデューティを調整し、RxICの整流出力電圧を特定の値に収束させます。

送電電力自動制御実行中の動作状態はATPC Phaseとして定義されます。ATPC PhaseはPing、Identification、Configuration、Battery Chargeの4つのフェーズで構成されます。

3.2 ATPC ModeにおけるWPT通信パッケージデータ構成詳細

ATPC ModeではHeader 0x00から0x0Fで構成されるWPT通信パッケージを使用します(0x00から0x0Fの内、使用していないHeaderもあります)。Rx2Tx WPT通信パッケージはRxICから周期的に送信されます。Tx2Rx WPT通信は送電システムからRxICあるいはRxMCUのレジスタアクセスを実行する場合に使用します(AT1、AT2、AT3)。Tx2Rx WPT通信パッケージに対して返信されるRx2Tx WPT通信パッケージを表3.2.2に示しています。パッケージデータ内容の詳細については表3.2.3、表3.2.4を参照下さい。具体的なTx2Rx WPT通信実行手順については3.6を参照下さい。

MCU Control ModeではHeader 0x10から0xFFで構成されるWPT通信パッケージを使用します。外部MCUの制御によって、Tx2Rx WPT通信およびRx2Tx WPT通信を実行します。

表3.2.1 バッテリー充電システム別 使用可能Header一覧

動作モード					使用可能 Tx2Rx WPT通信 Header (T_Header)						使用可能 Rx2Tx WPT通信 Header (R_Header)					
No.	Txシステム		Rxシステム		0x02	0x03	0x04	0x05	0x06	0x10 to 0xFF	0x00	0x01	0x02	0x03	0x04	0x10 to 0xFF
	Master	Slave	Master	Slave												
ATPC Mode																
AT1	TxIC	TxROM	RxIC	-	-	-	0	-	-	-	0	0	0	0	0	-
AT2	TxMCU	TxIC	RxIC	-	0	0	0	-	-	-	0	0	0	0	0	-
AT3	TxMCU	TxIC	RxIC	RxMCU	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	-
AT4	TxMCU	TxIC	RxMCU	RxIC	-	-	-	-	-	-	0	0	-	0	0	-
MCU Control Mode																
MC1	TxMCU	TxIC	RxMCU	RxIC	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0

0: 使用可能Headerを示します。

表3.2.2 Tx2Rx WPT通信パッケージにตอบสนองするRx2Tx WPT通信パッケージ(ATPC Mode)

ATPC Phase	T_Header (Tx2Rx WPT通信)	R_Header (Rx2Tx WPT通信)	説明
Ping	-	-	TxICがR_Header 0x01 パッケージを受信していない状態です。
Identification	-	0x01 RxIC ID & Config.	RxICはWPT通信が可能な状態になった場合、R_Header 0x01 パッケージをTxICに送信します。
Configuration Or Battery Charge	No Send, 0x00, 0x01, 0x07 to 0x0F	0x03 RxIC Status 0x04 Received Power	Tx2Rx WPT通信が無い場合、RxICはR_Header 0x03、0x04 パッケージを交互に送信します。RxICのステータスに変化があった場合は、優先的にR_Header 0x03 パッケージが送信されます。未定義のTx2Rx WPT通信パッケージ(T_Header 0x00, 0x01, 0x07 to 0x0F)がRxICに送信された場合、RxICはそのデータを無視します(実質的にTx2Rx WPT通信なしと同じ)。
	0x02 RxIC Reg. Read Req.	0x02 Response Reg. Read Req.	T_Header 0x02 パッケージ(RxICのレジスタリード要求)をRxICが受信した場合、RxICはR_Header 0x02 パッケージ(要求されたレジスタアドレスのデータ)をTxICに返します。
	0x03 RxIC Reg. Write Req.	0x03 RxIC Status	T_Header 0x03 パッケージ(RxICのレジスタライト要求)をRxICが受信した場合、RxICはR_Header 0x03 パッケージ(RxICステータス)をTxICに返します。レジスタライト処理が正常に実行された場合、R_Header 0x03 パッケージのMessage2 D[0]が"1"に設定されます。
	0x04 RxIC Reg. Write & Read Req.	0x02 Response Reg. Read Req.	T_Header 0x04 パッケージ(RxICのレジスタライトおよびライト後のレジスタデータリード要求)をRxICが受信した場合、RxICはレジスタライト処理を実行し、R_Header 0x02 パッケージ(要求されたレジスタアドレスのデータ)をTxICに返します。
	0x05 RxMCU Reg. Read Req.	0x02 Response Reg. Read Req. 0x03 RxIC Status	T_Header 0x05 パッケージ(RxMCUのレジスタリード要求)をRxICが受信した場合、RxICは2線シリアル通信により、RxMCUの該当レジスタデータをリードし、そのデータをR_Header 0x02 パッケージによりTxICに返します。2線シリアル通信で通信エラーが生じた場合、RxICはR_Header 0x03 パッケージ(RxICステータス)をTxICに送信します。
	0x06 RxMCU Reg. Write Req.	0x03 RxIC Status	T_Header 0x06 パッケージ(RxMCUのレジスタライト要求)をRxICが受信した場合、RxICは2線シリアル通信により、RxMCUの該当レジスタにライト処理を行います。RxICはR_Header 0x03 パッケージ(RxICステータス)をTxICに返します。ライト処理が正常に実行された場合、R_Header 0x03 パッケージのMessage2 D[0]が"1"に設定されます。2線シリアル通信で通信エラーが生じた場合、0x03 Message2 D[0]が"0"に設定されます。
ALL Phase	-	0x00 End Power Transfer	RxICは特定のエラー状態を検出した場合、R_Header 0x00 パッケージをTxICに送信します。

表3.2.3 Tx2Rx WPT通信 パケット構成詳細

Header	Message1: RxIC Register Address	Message2: None
0x02 RxIC Register Read Request	D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0 RxIC レジスタアドレス	D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0 0
Header	Message1: RxIC Register Address	Message2: RxIC Register Data
0x03 RxIC Register Write Request	D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0 RxIC レジスタアドレス	D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0 RxIC レジスタデータ
Header	Message1: RxIC Register Address	Message2: RxIC Register Data
0x04 RxIC Register Write & Read Request	D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0 RxIC レジスタアドレス	D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0 RxIC レジスタデータ
Header	Message1: RxMCU Register Address	Message2: None
0x05 RxMCU Register Read Request	D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0 RxMCU レジスタアドレス	D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0 0
Header	Message1: RxMCU Register Address	Message2: RxMCU Register Data
0x06 RxMCU Register Write Request	D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0 RxMCU レジスタアドレス	D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0 RxMCU レジスタデータ
Header	Message1: Reserved	Message2: Reserved
0x00, 0x01, 0x07 to 0x0F Reserved	D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0 未使用(予約)	D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0 未使用(予約)
Header	Message1: User Specification	Message2: User Specification
0x10 To 0xFF User Spec.	D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0 ユーザ任意	D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0 ユーザ任意

表3.2.4 Rx2Tx WPT通信 パケット構成詳細

Header		Message1: RxIC Error Condition 1 (T_0x3F D[7:6] **1)	Message2: RxIC Error Condition 2
0x00 End Power Transfer	D7		D7
	D6		D6
	D5		D5
	D4		D4
	D3		D3
	D2		D2
	D1	最大接合部温度検出	D1
	D0	Control Error 未収束	D0
Header		Message1: ADC output code in start process (T_0x40 D[7:0] **1)	Message2: RxIC Configuration (T_0x41 D[7:0] **1)
0x01 RxIC ID & Config.	D7		D7
	D6	RxIC RECT端子電圧 (V_{RECT})	D6
	D5	12bit AD変換出力コード 上位4bitデータ	D5
	D4		D4
	D3		D3
	D2	RxIC BAT端子電圧 (V_{BAT})	D2
	D1	12bit AD変換出力コード 上位4bitデータ	D1
	D0		D0
D0		D0	
D5		D5	
D4		D4	
D3		D3	
D2		D2	
D1		D1	
D0		D0	
Header		Message1: Control Error	Message2: RxIC or RxMCU Register Data (T_0x44 D[7:0] **1)
0x02 Response Register Read Request	D7		D7
	D6		D6
	D5		D5
	D4	$V_{BAT} + \Delta V - V_{RECT}$	D4
	D3	2の補数 10.547[mV/code]	D3
	D2	(-1.350[V] to 1.339[V])	D2
	D1		D1
	D0		D0
D5		D5	
D4		D4	
D3		D3	
D2		D2	
D1		D1	
D0		D0	
			Txシステムから読出要求された RxICレジスタアドレスのデータあるいは RxMCUレジスタアドレスのデータ
Header		Message1: Control Error	Message2: RxIC Status (T_0x42 D[7:0] **1)
0x03 RxIC Status & Response Register Write Request	D7		D7
	D6		D6
	D5		D5
	D4	$V_{BAT} + \Delta V - V_{RECT}$	D4
	D3	2の補数 10.547[mV/code]	D3
	D2	(-1.350[V] to 1.339[V])	D2
	D1		D1
	D0		D0
D7		D7	
D6		D6	
D5		D5	
D4		D4	
D3		D3	
D2		D2	
D1		D1	
D0		D0	
			充電ステータス 0:初期 1:強制初期充電 2:トリクル充電 3:急速充電 4:充電完了判定 5:充電完了 6:電池未接続 7:充電エラー1 8:充電エラー2 9:充電エラー3
			ATPC Phase 0:Ping 1:Identification 2:Configuration 3:Battery Charge
			DCDCコンバータON/OFF通知 0: OFF 1: ON
			レジスタライト完了通知(ライト要求時) 0: エラー 1: 完了
Header		Message1: Control Error	Message2: RxIC Received Power (T_0x43 D[7:0] **1)
0x04 Received Power	D7		D7
	D6		D6
	D5		D5
	D4	$V_{BAT} + \Delta V - V_{RECT}$	D4
	D3	2の補数 10.547[mV/code]	D3
	D2	(-1.350[V] to 1.339[V])	D2
	D1		D1
	D0		D0
D7		D7	
D6		D6	
D5		D5	
D4		D4	
D3		D3	
D2		D2	
D1		D1	
D0		D0	
			RxIC 電力値 3.797 [mW/code](max. 968.2[mW]) @ RIVCC=1.2[kΩ] 1.898 [mW/code](max. 484.1[mW]) @ RIVCC=2.4[kΩ] 0.949 [mW/code](max. 242.0[mW]) @ RIVCC=4.8[kΩ]
Header		Message1: Reserved	Message2: Reserved
0x05 to 0x0F Reserved	D7		D7
	D6		D6
	D5		D5
	D4	未使用(予約)	D4
	D3		D3
	D2		D2
	D1		D1
	D0		D0
D7		D7	
D6		D6	
D5		D5	
D4		D4	
D3		D3	
D2		D2	
D1		D1	
D0		D0	
			未使用(予約)
Header		Message1: User Specification	Message2: User Specification
0x10 To 0xFF User Spec.	D7		D7
	D6		D6
	D5		D5
	D4		D4
	D3	ユーザ任意	D3
	D2		D2
	D1		D1
	D0		D0
D7		D7	
D6		D6	
D5		D5	
D4		D4	
D3		D3	
D2		D2	
D1		D1	
D0		D0	
			ユーザ任意

*1 TxICはパケットを受信した際、該当レジスタに受信データを格納します。

3.3 送電電力自動制御タイミング

図3.3は送電電力自動制御機能を使用したシステム(ATPC Mode)における送電電力開始(受電側整流出力電圧立上り)からバッテリー充電開始までのタイミング図を示しています。RxICが電力を受電し、WPT通信が可能な状態になると、ATPC PhaseはPing PhaseからIdentification Phaseに遷移します。このタイミングでRxICはR_Header 0x01 パケットをTxICに送信します。前記パケット送信後、ATPC PhaseはIdentification PhaseからConfiguration Phaseに遷移し、RxICはR_Header 0x03 パケットあるいはR_Header 0x04 パケットをTxICに送信します。R_Header 0x02、0x03、0x04 パケットはコントロールエラーコードを含みます。TxICはコントロールエラーコードからブリッジドライバ出力パルスデューティを調整します。バッテリー充電が開始されると、ATPC PhaseはConfiguration PhaseからBattery Charge Phaseに遷移します。Battery Charge Phaseにおいては、安定した充電動作を行うため、Tx2Rx WPT通信を頻繁に実行しないことを推奨します。尚、Tx2Rx WPT通信はコントロールエラーコードが一定範囲内に収束している状態に限り実行されます。

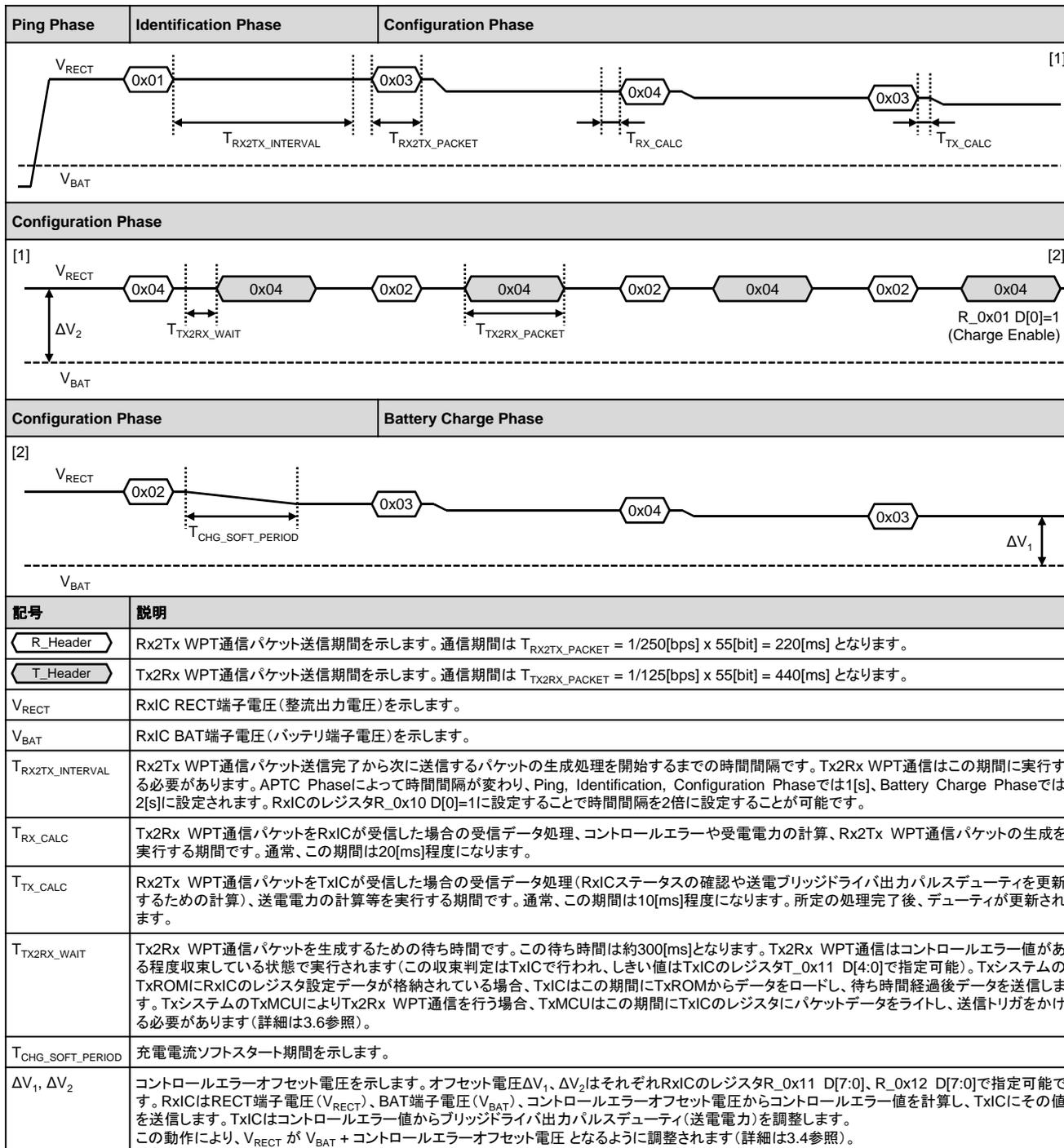


図3.3 送電電力自動制御タイミング

3.4 コントロールエラーとRECT端子電圧収束電圧

送電電力自動制御機能によりRECT端子電圧をBAT端子電圧に一定のオフセットを加算した電圧に収束させることが可能です。TxICはRx2Tx WPT通信により送信されるコントロールエラーコードに基づいてブリッジドライバ出力パルスデューティを調整します。デューティ調整量はコントロールエラーコードにゲイン(ゲインはTxICのGAIN端子で設定します)を乗算することで計算され、現在設定されているデューティにデューティ調整量を加減算されます。デューティ調整はコントロールエラーコードが受信される度に実行されるため、受電側負荷電流(バッテリー充電電流)が変化してもRECT端子電圧を特定の電圧値に収束させることが可能です。

表3.4 コントロールエラー計算式とRECT端子電圧を単調的に目標値に収束させるための条件

記号	説明	レジスタ	V _{RECT} 収束電圧(ターゲット電圧)
ΔV_1	コントロールエラーオフセット電圧1 (RxICのレジスタで指定)	R_0x11 D[7:0]	
ΔV_2	コントロールエラーオフセット電圧2 (RxICのレジスタで指定)	R_0x12 D[7:0]	
V _{RECT}	RxIC RECT端子電圧	-	
V _{BAT}	RxIC BAT端子電圧	-	
I _{CHG}	RxIC バッテリー充電電流	-	
コントロールエラー		条件 (&は論理積、 は論理和を意味します)	
$V_{BAT} + \Delta V_1 - V_{RECT}$	(急速充電状態 & 充電電流 $\geq 0.2 \cdot I_{CHGR}$)		
$V_{BAT} + \Delta V_2 - V_{RECT}$	($V_{BAT} > 3[V]$ & 急速充電以外の状態 (非充電状態含む)) (急速充電状態 & 充電電流 $\leq 0.15 \cdot I_{CHGR}$)		
$3 + \Delta V_2 - V_{RECT}$	$V_{BAT} < 3[V]$		
V_{RECT}を単調的に目標値に収束させるための条件		V_{RECT} - Tx Bridge Duty特性(例)	
GAIN < 10.547[mV] / (S _{RD_MAX} [mV/%] x (100 / F_DRIVE)[%])			
記号	説明		
GAIN	TxIC GAIN端子により選択(L:0.125 H:0.250)。		
F_DRIVE	T_0x05 D[2:0], T_0x04 D[7:0]により指定 (T_0x05 D[7]によりアップデート)。		
S _{RD_MAX}	実使用範囲内におけるV _{RECT} - Duty特性曲線傾き最大値。		

3.5 AD変換出力コード格納レジスタのアップデート

TxIC、RxICにはAD変換出力コード格納レジスタが設けられています。格納レジスタを最新値に更新するためには更新レジスタに1をライトする必要があります。システム構成(動作モード)によって更新タイミングが変わります(表3.5参照)。TxICのCOMP端子電圧(送電ブリッジ電流)やRxICのRECT端子電圧等のAD変換対象電圧はWPT通信中に変動します。ATPC ModeではWPT通信中のAD変換値がレジスタに格納されないようにT_{TX_CALC}・T_{RX_CALC}期間(図3.5参照)におけるAD変換出力コードが取得されます。AT2、AT3ではTxMCUがRxICのAD変換出力コード格納レジスタをリードすることも可能です。TxMCUがRxICのBAT端子電圧のAD変換出力コード(上位8bit)格納レジスタをリードする例を図3.5に示します。

表3.5 AD変換値格納レジスタ アップロード方法

動作モード		説明
Tx/RxIC	レジスタ	
ATPC Mode		
TxIC	T_0x20 D[0] T_0x20 D[1]	T_0x20 D[1]=0に設定します。更新レジスタT_0x20 D[0]=1がライトされた後、AD変換出力コード格納レジスタ(T_0x21からT_0x28)がT _{TX_CALC} 期間(図3.5参照)に取得されたAD変換出力コードに更新されます。更新後、T_0x20 D[0]は0に自動で戻ります。
RxIC	R_0x35 D[0]	更新レジスタR_0x35 D[0]=1がライトされた後、AD変換出力コード格納レジスタ(R_0x36からR_0x3F)がT _{RX_CALC} 期間(図3.5参照)に取得されたAD変換出力コードに更新されます。更新後、R_0x35 D[0]は0に自動で戻ります。Tx2Rx WPT通信によりTxMCUがRxICのAD変換出力コード格納レジスタをリードする場合、更新レジスタのライト要求と格納レジスタのリード要求を別のタイミングで行う必要があります(図3.5参照)。
その他のモード		
TxIC	T_0x20 D[0] T_0x20 D[1]	T_0x20 D[1]=1に設定します。更新レジスタT_0x20 D[0]=1がライトされたタイミングでAD変換出力コード格納レジスタが更新されます。更新後、T_0x20 D[0]は自動で0に戻ります。
RxIC	R_0x35 D[0]	更新レジスタR_0x35 D[0]=1がライトされたタイミングでAD変換出力コード格納レジスタが更新されます。更新後、R_0x35 D[0]は自動で0に戻ります。

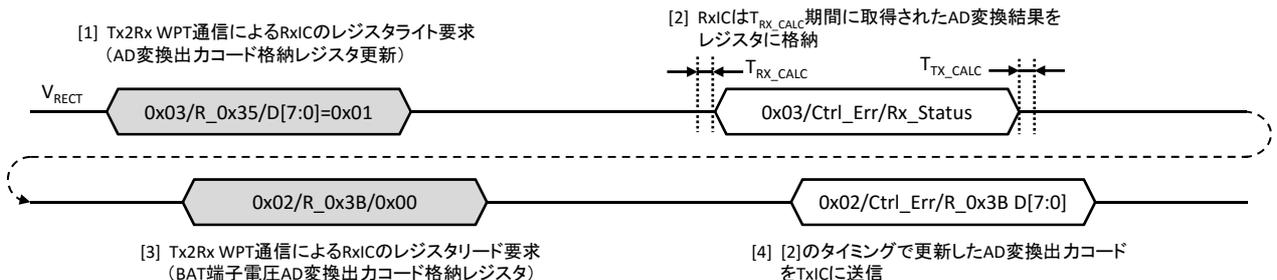


図3.5 TxMCUがRxICのAD変換値をリードする方法(BAT端子電圧のAD変換結果レジスタをリードする例(AT2、AT3))

3.6 WPT通信実行手順(バッテリー充電システム構成別)

表3.6にバッテリー充電システム構成別にWPT通信実行手順を示します。ATPC ModeではRx2Tx WPT通信が周期的に実行されます。Tx2Rx WPT通信はRx2Tx WPT通信に影響を与えないように適切なタイミングで実行されます。MCU Control ModeではTxMCUおよびRxMCUにより任意のタイミングでWPT通信を実行可能ですが、Rx2Tx WPT通信とTx2Rx WPT通信が重ならないように制御する必要があります。

表3.6 バッテリー充電システム構成別 WPT通信実行手順

動作モード					説明
No.	Txシステム		Rxシステム		
	Master	Slave	Master	Slave	
ATPC Mode					特定HeaderのWPT通信パケットを使用します。送電電力自動制御を行いながらTxシステムからRxICおよびRxMCUのレジスタライト/リードが可能です。
AT1	TxIC	TxROM	RxIC	-	<p>RxICのレジスタライト</p> <p>TxICはTxROMから予め格納されたデータを適時ロードし、自動でRxICのレジスタライトを実行します。TxROMのTxICレジスタ設定領域にT_0x48 D[7:0]=0x04(Tx2Rx WPT通信用Header指定レジスタ)を指定する必要があります(表1.4参照)。</p>
AT2	TxMCU	TxIC	RxIC	-	<p>RxICのレジスタライト</p> <ol style="list-style-type: none"> 2線シリアル通信によりTxMCUからTx2Rx WPT通信用レジスタ『Header(T_0x48) / Message1(T_0x49) / Message2(T_0x4A)』に『0x03 or 0x04 / RxICのレジスタアドレス / RxICのレジスタデータ』をライト後、T_0x0E D[5]=1(ATPC Mode時 Tx2Rx WPT通信開始トリガ)をライトします。RxICはTx2Rx WPT通信パケットを受信し、レジスタライト処理実行後、Rx2Tx WPT通信パケット(R_Header 0x03 or R_Header 0x02 パケット)をTxICに返します。 TxICはRx2Tx WPT通信パケットを受信し、正常にライト処理が完了したことを確認後、INT_TX端子をLレベルに遷移します。TxMCUはT_0x1B D[2]=1(ATPC Mode時 ライト完了フラグ)であることを確認します。 TxMCUはT_0x1B D[0]=1をライトし、2で発生したイベント(ATPC Mode時 ライト完了フラグ)をクリアします(T_0x1B D[2]が0に戻り、INT_TX端子をHレベルに遷移します)。 <p>RxICのレジスタリード</p> <ol style="list-style-type: none"> 2線シリアル通信によりTxMCUからTx2Rx WPT通信用レジスタ『Header(T_0x48) / Message1(T_0x49) / Message2(T_0x4A)』に『0x02 / RxICのレジスタアドレス / 0x00』をライト後、T_0x0E D[5]=1(ATPC Mode時 Tx2Rx WPT通信開始トリガ)をライトします。RxICはTx2Rx WPT通信パケットを受信し、所定の処理実行後、Rx2Tx WPT通信パケット(R_Header 0x02 パケット)をTxICに返します。 TxICはRx2Tx WPT通信パケットを受信し、正常に読み出し処理が完了していることを確認後、INT_TX端子をLレベルに遷移します。TxMCUはT_0x1B D[3]=1(ATPC Mode時 リード完了フラグ)であることを確認します。 T_0x44 D[7:0]にRxICのレジスタデータが格納されます。TxMCUは該当レジスタをリードします。 TxMCUはT_0x1B D[0]=1をライトし、2で発生したイベント(リード完了フラグ)をクリアします(T_0x1B D[3]が0に戻り、INT_TX端子をHレベルに遷移します)。
AT3	TxMCU	TxIC	RxIC	RxMCU	<p>RxICのレジスタライト/リード</p> <p>AT2と同様。</p> <p>RxMCUのレジスタライト</p> <ol style="list-style-type: none"> RxMCU用2線シリアル通信スレーブデバイスアドレス設定レジスタ R_0x0C D[6:0]にデータをライトします(ライト方法はAT2 RxICのレジスタライトを参照)。一度RxMCUのスレーブデバイスアドレス設定を行えば、送電停止が生じない限り、RxICはその設定を保持します。 Tx2Rx WPT通信用レジスタ『Header(T_0x48) / Message1(T_0x49) / Message2(T_0x4A)』に『0x06 / RxMCUのレジスタアドレス / RxMCUのレジスタデータ』をライト後、T_0x0E D[5]=1(ATPC Mode時 Tx2Rx WPT通信開始トリガ)をライトします。RxICはTx2Rx WPT通信パケットを受信し、RxMCUのレジスタライト処理実行後、Rx2Tx WPT通信パケット(R_Header 0x03 パケット)をTxICに返します。 TxICはRx2Tx WPT通信パケットを受信し、正常にライト処理が完了したことを確認後、INT_TX端子をLレベルに遷移します。TxMCUはT_0x1B D[2]=1(ATPC Mode時 ライト完了フラグ)であることを確認します。 TxMCUはT_0x1B D[0]=1をライトし、3で発生したイベント(ライト完了フラグ)をクリアします(T_0x1B D[2]が0に戻り、INT_TX端子をHレベルに遷移します)。 <p>RxMCUのレジスタリード</p> <ol style="list-style-type: none"> RxMCU用2線シリアル通信スレーブデバイスアドレス設定レジスタ R_0x0C D[6:0]にデータをライトします(ライト方法はAT2 RxICのレジスタライトを参照)。一度RxMCUのスレーブデバイスアドレス設定を行えば、送電停止が生じない限り、RxICはその設定を保持します。 TxMCUはTx2Rx WPT通信用レジスタ『Header(T_0x48) / Message1(T_0x49) / Message2(T_0x4A)』に『0x05 / RxMCUのレジスタアドレス / 0x00』をライト後、T_0x0E D[5]=1(ATPC Mode時 Tx2Rx WPT通信開始トリガ)をライトします。RxICはTx2Rx WPT通信パケットを受信し、RxMCUのレジスタリード処理実行後、Rx2Tx WPT通信パケット(R_Header 0x02 パケット)をTxICに返します。 TxICはRx2Tx WPT通信パケットを受信し、正常にリード処理が完了したことを確認後、INT_TX端子をLレベルに遷移します。TxMCUはT_0x0B D[3]=1(ATPC Mode時 リード完了フラグ)であることを確認します。 RxMCUのレジスタデータはT_0x44 D[7:0]に格納されます。TxMCUは該当レジスタをリードし、データを確認します。 TxMCUはT_0x1B D[0]=1をライトし、3で発生したイベント(リード完了フラグ)をクリアします(T_0x1B D[3]が0に戻り、INT_TX端子をHレベルに遷移します)。

表3.6 バッテリ充電システム構成別 WPT通信実行手順(続き)

動作モード					説明
No.	Txシステム		Rxシステム		
	Master	Slave	Master	Slave	
ATPC Mode(続き)					
AT4	TxMCU	TxIC	RxMCU	RxIC	RxICのレジスタ ライト/リード TxシステムからRxICのレジスタライト/リードを実行することはできません。 RxMCUとの通信 TxシステムからRxMCUのレジスタライト/リードを実行することはできません。
MCU Control Mode					TxMCU / RxMCU が TxIC / RxIC のWPT通信用レジスタをライトすることで、任意のタイミングでWPT通信を実行することが可能です。前記WPT通信用レジスタを使用することで、TxMCU - RxMCU間のデータ送受信を間接的に実行できます。TxシステムからRxICの任意のレジスタに直接ライト/リードすることはできません。
MC1	TxMCU	TxIC	RxMCU	RxIC	RxICのレジスタ ライト/リード TxシステムからRxICのレジスタライト/リードを実行することはできません。 Tx2Rx WPT通信 1 TxMCUはTx2Rx WPT通信用レジスタ『Header(T_0x48) / Message1(T_0x49) / Message2(T_0x4A)』に『ユーザー任意Header(0x10 to 0xFF) / ユーザー任意データ1 / ユーザー任意データ2』をライト後、Tx2Rx WPT通信開始レジスタT_0x0E D[4]=1(MCU Control Mode時 Tx2Rx WPT通信開始トリガ)をライトします。このレジスタに1が設定された時点でTx2Rx WPT通信が実行されます。 2 RxICはTx2Rx WPT通信 パケットを受信した場合、INT 端子をLレベルに遷移します。RxMCUはR_0x30 D[0]=1であることを確認します。RxMCUがこのレジスタをリードすると、R_0x30 D[0]=0にクリアされます。 3 受信データはレジスタ『Header(R_0x24) / Message1(R_0x25) / Message2(R_0x26)』に格納されます。RxMCUはこのデータをリードします。 Rx2Tx WPT通信 1 RxMCUはRx2Tx WPT通信用レジスタ『Header(R_0x21) / Message1(R_0x22) / Message2(R_0x23)』に『R_Header 0x10 to 0xFF / ユーザー任意データ / ユーザー任意データ』をライト後、Rx2Tx WPT通信開始レジスタR_0x20 D[0]=1をライトします。このレジスタに1が設定された時点でRx2Tx WPT通信が実行されます。 2 TxICはRx2Tx WPT通信 パケットを受信した場合、INT_TX 端子をLレベルに遷移します。TxMCUはT_0x1B D[1]=1(Rx2Tx WPT通信 パケット受信フラグ)であることを確認します。 3 受信データはレジスタ『Header(T_0x45) / Message1(T_0x46) / Message2(T_0x47)』に格納されます。TxMCUはこのデータをリードします。 4 T_0x1B D[0]=1をライトし、2で発生したイベント(Rx2Tx WPT通信 パケット受信フラグ)をクリアします(T_0x1B D[1]が0に戻り、INT_TX端子をHレベルに遷移します)。

注) INT_TX端子(TxIC)、INT端子(RxIC)はWPT通信パケットを受信した場合だけでなく、特定の異常あるいはイベントを検出した場合もLレベルを出力します。

4 エラー検出機能

4.1 エラー検出項目とエラー検出時の処理

TxICはWPT通信エラーやTxIC、RxICの異常状態を検出し、送電停止や再起動処理を行います。エラー検出項目および検出時に実行される処理および関連レジスタについて表4.1に記載しています。特定のエラーを検出した場合、TxICの割込通知レジスタに"1"が設定され、TX_INT端子からレベルが出力されます。表4.2にバッテリー充電システム構成毎の検出可能なエラー項目を示します。

表4.1 エラー検出項目・内容一覧

No.	エラー検出項目	説明、関連レジスタ
ER1 *1	Rx2Tx WPT通信 パケット未受信	TxICは送電開始から1[s]以内にR_Header 0x01パケットを受信しない場合、送電を停止し、再起動処理を実行します。TxICは再起動処理を連続して設定回数繰り返し実行した場合、完全に送電を停止します。TxICは再起動実行回数をカウントし、カウント値を回数通知レジスタに格納します。再起動後、1[s]以内にR_Header 0x01パケットを受信した場合、前記カウント値は"0"にクリアされます。
		再起動回数設定(可変) T_0x35 D[3:0] 回数通知レジスタ T_0x4B D[3:0] 割込通知レジスタ T_0x1B D[4]
ER2 *1	Rxレジスタ アクセスエラー、 RxIC異常検出	Configuration、Battery Charge PhaseにおいてTxICが16[s]以内にRx2Tx WPT通信パケットを受信しない場合あるいはER2-1からER2-5のエラーを検出した場合、送電を停止し、再起動処理を実行します。TxICは再起動処理を設定回数繰り返し実行した場合、完全に送電を停止します。TxICは再起動実行回数をカウントし、カウント値を回数通知レジスタに格納します。
		再起動回数設定(可変) T_0x35 D[7:4] 回数通知レジスタ T_0x4B D[7:4] 割込通知レジスタ T_0x1B D[4]
ER2-1	RxICからの送電停止要求	TxICがR_Header 0x00パケット(RxICからの送電停止要求)を受信した場合、送電を停止します。 検出回数設定(固定) 1回 通知レジスタ T_0x3F D[6:5] 割込通知レジスタ -
ER2-2	RxICレジスタ アクセスエラー 検出	Tx2Rx WPT通信によりRxICのレジスタライト / リード要求が行われ、RxICから期待されるWPT通信パケットが返信されない場合、TxICは再度ライト / リード要求を行います。設定回数の再ライト / 再リードを実行しても期待されるパケットが得られない場合、RxICレジスタアクセスエラーが検出されます。正常にライトが実行された場合はT_0x1B D[2]=1、リードが実行された場合はT_0x1B D[3]=1に設定されます。 アクセス回数設定(可変) T_0x37 D[6:4] 回数通知レジスタ T_0x38 D[3:0] 割込通知レジスタ T_0x1B D[3:2]
ER2-3	RxMCUレジスタ アクセスエラー 検出	Tx2Rx WPT通信によりRxMCUのレジスタライト / リード要求が行われ、RxICから期待されるパケットが返信されない場合、TxICは再度ライト / リード要求を行います。設定回数の再ライト / 再リードを実行しても期待されるパケットが得られない場合、RxMCUアクセスエラーが検出されます。正常にライトが実行された場合はT_0x1B D[2]=1、リードが実行された場合はT_0x1B D[3]=1に設定されます。 アクセス回数設定(可変) T_0x37 D[6:4] 回数通知レジスタ T_0x3A D[3:0] 割込通知レジスタ T_0x1B D[3:2]
ER2-4	RxIC 充電状態 異常検出	Battery Charge Phaseにおいて、特定の充電状態(初期、充電エラー1、充電エラー2、充電エラー3、電池未接続状態)が4回連続検出された場合、RxIC充電状態異常が検出されます。 検出回数設定(固定) 4回 回数通知レジスタ T_0x39 D[3:0] 割込通知レジスタ -
ER2-5	送電電力 過電力検出	送電電力と受電電力の差分がしきい値以上となる状態が設定回数連続検出された場合、送電電力過電力が検出されます。 しきい値設定レジスタ 4.3参照 検出回数設定(可変) T_0x32 D[7:4] 回数通知レジスタ T_0x39 D[7:4] 割込通知レジスタ -
ET1	TxIC異常検出1	ET1-1からET1-4の異常を検出した場合、送電を停止します。送電停止後の処理は動作モードによって異なります。 ATPC Mode以外 異常状態が解除された場合、送電を開始します。 ATPC Mode 送電停止から4s後に再起動処理を実行し、送電を開始します。再起動処理が設定回数繰り返し実行された場合、完全に送電を停止します。再度送電を開始するためには電源再投入あるいはSTBY端子によりTxICを初期化する必要があります。 再起動回数設定(可変) T_0x37 D[3:0] 回数通知レジスタ T_0x3A D[7:4] 割込通知レジスタ T_0x1B D[4]
		ET1-1
ET1-2	サーミスタ2 温度異常検出 *2	THM2端子電圧のAD変換値が設定しきい値以下となる状態が 16[ms] x 設定回数 継続した場合、サーミスタ2温度異常が検出されます。 しきい値設定レジスタ T_0x1A D[3:0], T_0x19 D[7:0] (T_0x1A D[7]によるアップデートが必要) ヒステリシス設定レジスタ T_0x2A D[7:0] 検出遅延設定(可変) T_0x36 D[7:4] 検出通知レジスタ T_0x1D D[1] 割込通知レジスタ T_0x1D D[1]
ET1-3	ブリッジドライバ 出力パルス最大 デューティ検出	ブリッジドライバ出力パルスデューティが設定しきい値(最大デューティしきい値)を超過した状態が検出されます。 しきい値設定レジスタ T_0x14 D[1:0], T_0x13 D[7:0] (T_0x14 D[7]によるアップデートが必要) 検出遅延設定(固定) 1us 検出通知レジスタ T_0x1D D[4] 割込通知レジスタ T_0x1D D[4]
ET1-4	OVP検出	VSNS端子電圧が5.7V以上となる状態が 1[ms] x 4[回] 継続した場合、送電ブリッジ過電圧が検出されます。 検出遅延設定(固定) 1ms x 4回 検出通知レジスタ T_0x1D D[2] 割込通知レジスタ T_0x1D D[2]
ET2	TxIC異常検出2	ET2-1からET2-3の異常を検出した場合、送電を停止します。再度送電を開始するためには電源再投入あるいはSTBY端子によりTxICを初期化する必要があります。
ET2-1	SCP検出	電流検出抵抗R _{CS} の電圧降下が2.2[V]以上となった場合、送電ブリッジ短絡電流が検出されます。 検出遅延設定(固定) 1us 検出通知レジスタ T_0x1D D[3] 割込通知レジスタ T_0x1D D[3]
ET2-2	OCP検出	COMP端子電圧が設定しきい値以上となる状態が 16[ms] x 設定回数 継続した場合、送電ブリッジ過電流が検出されます。 しきい値設定レジスタ T_0x16 D[3:0], T_0x15 D[7:0] (T_0x16 D[7]によるアップデートが必要) 検出遅延設定(可変) T_0x36 D[3:0] 検出通知レジスタ T_0x1D D[5] 割込通知レジスタ T_0x1D D[5]
ET2-3 *3	送電タイマー タイムアウト検出	Drive Modeの状態が送電タイマータイムアウト期間 継続した場合、送電タイマータイムアウトが検出されます。 タイマー時間設定レジスタ T_0x11 D[7:6] タイマー無効レジスタ T_0x11 D[5] 検出回数設定(固定) 1回 検出通知レジスタ T_0x12 D[5] 割込通知レジスタ -

*1 ER1、ER2はATPC Modeにおいて検出されるエラーです。再起動処理は送電停止から4s後に実行されます。再起動処理が設定回数繰り返し実行された場合、完全に送電を停止します。再度送電を開始するためには電源再投入あるいはSTBY端子によりTxICを初期化する必要があります。

*2 ATPC Modeにおいて、T_0x18 D[4]=1に設定した場合、正常温度が検出されるまで再起動処理を停止します。

*3 ET2-3(送電タイマーによる送電停止)はStand Alone ModeとATPC Modeに適用されます。

4.2 システム構成別 エラー検出項目

表4.2に各バッテリー充電システム構成において、TxICが検出可能なエラー項目を示します。

表4.2 バッテリー充電システム構成別 エラー検出項目 一覧

動作モード					WPT通信, RxIC 異常検出 *1							TxIC 異常検出 *1								
No.	Txシステム		Rxシステム		ER 1	ER 2	ER 2-1	ER 2-2	ER 2-3	ER 2-4	ER 2-5	ET 1	ET 1-1	ET 1-2	ET 1-3	ET 1-4	ET 2	ET 2-1	ET 2-2	ET 2-3
	Master	Slave	Master	Slave																
Stand Alone Mode																				
SA1	-	TxIC	RxIC	-	-	-	-	-	-	-	-	C	C *2	C *2	C	C	C	C	C *3	C
SA2	TxIC	TxROM	RxIC	-	-	-	-	-	-	-	-	C	V	V	V	C	C	C	V	V
ATPC Mode																				
AT1	TxIC	TxROM	RxIC	-	V	V	C	V	-	C	V	V	V	V	V	C	C	C	V	V
AT2	TxMCU	TxIC	RxIC	-	V	V	C	V	-	C	V	V	V	V	V	C	C	C	V	V
AT3	TxMCU	TxIC	RxIC	RxMCU	V	V	C	V	V	C	V	V	V	V	V	C	C	C	V	V
AT4	TxMCU	TxIC	RxMCU	RxIC	V	V	C	-	-	C	V	V	V	V	V	C	C	C	V	V
MCU Control Mode																				
MC1	TxMCU	TxIC	RxMCU	RxIC	-	-	-	-	-	-	-	C	V	V	V	C	C	C	V	-

*1 Vはレジスタにより検出しきい値や検出回数を変更できる項目を、Cは変更できない項目(固定値)を示します。

*2 Stand Alone Mode(SA1)の場合、サーミスタ1、サーミスタ2(共にNTCサーミスタを想定)温度異常検出しきい値はレジスタにより変更することはできませんが、プルアップ抵抗値を変えることにより、検出温度しきい値の調整が可能です。

*3 送電電力過電力検出機能を使用しない場合、R_{CS}抵抗値を変えることにより、OCP(送電ブリッジ過電流)検出しきい値の調整が可能です。

4.3 送電電力過電力検出

ATPC Modeで使用されるR_Header 0x04 パケットはRxICの出力電力情報を含みます。過電力検出機能を有効にした場合、TxICは前記パケットを受信したタイミングでTxICにより計算される送電ブリッジ電力とRxICの出力電力の差電力ΔPを計算します。TxICは、差電力ΔPが検出しきい値ΔP_{TH}を超えた場合、送電電力過電力と判定し、送電を停止します。ΔP_{TH}はブリッジドライバ出力パルスデューティに依存しない固定しきい値領域とデューティの1次関数で設定されるデューティ依存しきい値領域から構成されます。ΔP_{TH}は表4.3に示すレジスタにより設定します。ΔP_{TH}設定レジスタはTxICのInitial Modeにおいて設定する必要があります。また、ΔP_{OVCNTTH}(T_0x32 D[7:4])、R_{CS}(T_0x3F D[1:0])、ΔP_{SLOPE}(T_0x3B D[7:0])、ΔP_{OS}(T_0x3C D[7:0])、D_{APCONST}(T_0x3D D[7:0])を設定後、過電力検出イネーブルレジスタT_0x3F D[3]=1に設定する必要があります。

表4.3 送電電力過電力検出関連パラメータ

送電電力過電力用設定パラメータ	記号	レジスタ	説明	説明図(差分電力 - 送電ブリッジDuty 曲線)
過電力検出イネーブル	-	T_0x3F D[3]	送電電力過電力検出機能の有効/無効を選択します。 0: 無効 1: 有効	
過電力検出回数しきい値	ΔP _{OVCNTTH}	T_0x32 D[7:4]	送電電力過電力の検出回数を1から15の範囲で指定可能です。過電力状態が指定回数検出された場合、送電が停止します。0に設定した場合、T_0x3F D[3]=1に設定しても過電力検出機能は無効となります。	
過電力検出回数通知	-	T_0x39 D[7:4]	過電力検出回数カウンタ値はT_0x39 D[7:4]に格納されます。	
過電力検出マスク	-	T_0x3F D[2]	コントロールエラーが一定値以内に収束していない場合、過電力検出をマスクします。 0: マスクしない 1: マスクする	
電流検出抵抗	R _{CS}	T_0x3F D[1:0]	TxICの送電ブリッジ電流検出抵抗値を指定します。過電力検出機能を有効にする場合、電流検出抵抗は下記設定値に限定され、電流センスアンプのゲインは10倍に限定されます。 0: 0.25[Ω] 1: 0.5[Ω] 2: 1[Ω] 3: 2[Ω]	
ΔP-Duty直線傾き	ΔP _{SLOPE}	T_0x3B D[7:0]	0から255の範囲で指定します。 ({ 3.797 / (100/F_DRIVE) } x (1/64) [mW/code])	
ΔPオフセット	ΔP _{OS}	T_0x3C D[7:0]	0から255の範囲で指定します。 (3.797[mW/code]). 0から968.2[mW]で指定可能。)	
ΔP固定しきい値デューティ	D _{APCONST}	T_0x3E D[7:0]	ΔP固定しきい値とするブリッジドライバ出力パルスデューティ範囲を指定します。10bitのデューティコードに対して、ΔP固定しきい値デューティはその上位8bitに相当します。	
ΔP固定しきい値	ΔP _{CONST}		ブリッジドライバ出力パルスデューティ ≤ D _{APCONST} の範囲に対して、しきい値をΔP _{CONST} に固定します。	

5 テストレジスタ

RxICのレジスタR_0x41からR_0x6Fはテストレジスタとなります。システム評価時に有用と考えらえるテストレジスタを表5.1に示します。R_0x63、R_0x64に値をライトするためには、ライト実行前にR_0x60 D[1:0]=2に設定する必要があります。

表5.1 RxIC テストレジスタ

Address	Bit No.	Init	R/W	Description				
0x5D	D0	0	R	ATPC Mode時Rx2Tx WPT通信Header確認用レジスタ				
	D1	0	R					
	D2	0	R					
	D3	0	R					
	D4	0	R					
	D5	0	R					
	D6	0	R					
	D7	0	R					
0x5E	D0	0	R	ATPC Mode時Rx2Tx WPT通信Message1確認用レジスタ				
	D1	0	R					
	D2	0	R					
	D3	0	R					
	D4	0	R					
	D5	0	R					
	D6	0	R					
	D7	0	R					
0x5F	D0	0	R	ATPC Mode時Rx2Tx WPT通信Message2確認用レジスタ				
	D1	0	R					
	D2	0	R					
	D3	0	R					
	D4	0	R					
	D5	0	R					
	D6	0	R					
	D7	0	R					
0x60	D0	0	R/W	アドレス0x61から0x64のレジスタにライトを許可します。 0:非公開 1:非公開 2:ライト許可 3:非公開				
	D1	0	R/W					
	D2	0	R/W		非公開(0x60をライトする時は必ず0に設定して下さい)			
	D3	0	R/W		非公開(0x60をライトする時は必ず0に設定して下さい)			
	D4	0	R					
	D5	0	R					
	D6	0	R					
	D7	0	R					
0x63	D0	0	R/W	バッテリー放電短絡電流検出しきい値設定 (SGND-GND間差電圧検出しきい値) 0:160[mV>(*1) 1:140[mV] 2:120[mV] 3:100[mV]				
	D1	0	R/W					
	D2	0	R/W		バッテリー放電過電流検出しきい値設定 (SGND-GND間差電圧検出しきい値) 0:80[mV>(*1) 1:70[mV] 2:60[mV] 3:50[mV]			
	D3	0	R/W					
	D4	0	R/W		非公開(0x63をライトする時は必ず0に設定して下さい)			
	D5	0	R/W		非公開(0x63をライトする時は必ず0に設定して下さい)			
	D6	0	R/W		低バッテリー電圧検出電圧調整			
					レジスタ値	DCDCコンバータ出力電圧設定	低バッテリー電圧検出H	低バッテリー電圧検出L
					0 (*1)	1.2V, 1.5V, 1.8V	3.20V	3.05V
						3.0V	3.55V	3.35V
	1	1.2V, 1.5V, 1.8V	3.30V		3.15V			
3.0V		3.65V	3.45V					
D7	0	R/W	最大接合部温度検出調整 0:68[degC] 1:79[degC]					
0x64	D0	1	R/W	放電制御FET ON抵抗調整 0:0.2[Ω] 1:0.4[Ω] (*1) 2:0.5[Ω] 3:0.7[Ω]				
	D1	0	R/W					
	D2	0	R/W		非公開(0x64をライトする時は必ず0に設定して下さい)			
	D3	0	R/W		非公開(0x64をライトする時は必ず0に設定して下さい)			
	D4	0	R/W		非公開(0x64をライトする時は必ず0に設定して下さい)			
	D5	0	R/W		非公開(0x64をライトする時は必ず0に設定して下さい)			
	D6	0	R/W		非公開(0x64をライトする時は必ず0に設定して下さい)			
	D7	0	R/W		非公開(0x64をライトする時は必ず0に設定して下さい)			

*1 製品出荷時に設定されている値を示します。

ホームページとサポート窓口

ルネサスエレクトロニクスホームページ

<http://japan.renesas.com>

お問い合わせ先

<http://japan.renesas.com/inquiry>

改定記録

Rev.	発行日	改定内容	
		ページ	ポイント
1.00	2017.03.31	-	初版発行

すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。

ご注意書き

1. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器・システムの設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因して生じた損害（お客様または第三者いずれに生じた損害も含みます。以下同じです。）に関し、当社は、一切その責任を負いません。
 2. 当社製品、本資料に記載された製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等の情報の使用に起因して発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権に対する侵害またはこれらに関する紛争について、当社は、何らの保証を行うものではなく、また責任を負うものではありません。
 3. 当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
 4. 当社製品を、全部または一部を問わず、改造、改変、複製、その他の不適切に使用しないでください。かかる改造、改変、複製等により生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
 5. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」および「高品質水準」に分類しており、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使用されることを意図しております。
標準水準： コンピュータ、OA機器、通信機器、計測機器、AV機器、
家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット等
高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通制御（信号）、大規模通信機器、
金融端末基幹システム、各種安全制御装置等
当社製品は、直接生命・身体に危害を及ぼす可能性のある機器・システム（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの等）、もしくは多大な物的損害を発生させるおそれのある機器・システム（宇宙、海底中継器、原子力制御システム、航空機制御システム、プラント基幹システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、これらの用途に使用することはできません。たとえ、意図しない用途に当社製品を使用したことにより損害が生じても、当社は一切その責任を負いません。
 6. 当社製品をご使用の際は、最新の製品情報（データシート、ユーザーズマニュアル、アプリケーションノート、信頼性ハンドブックに記載の「半導体デバイスの使用上の一般的な注意事項」等）をご確認の上、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他指定条件の範囲内でご使用ください。指定条件の範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障、誤動作の不具合および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
 7. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めていますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は耐放射線設計を行っておりません。仮に当社製品の故障または誤動作が生じた場合であっても、人身事故、火災事故その他社会的損害等を生じさせないよう、お客様の責任において、冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、お客様の機器・システムとしての出荷保証を行ってください。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様の機器・システムとしての安全検証をお客様の責任で行ってください。
 8. 当社製品の環境適合性等の詳細につきましては、製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制するRoHS指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。かかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は、一切その責任を負いません。
 9. 当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器・システムに使用することはできません。また、当社製品および技術を、(1)核兵器、化学兵器、生物兵器等の大量破壊兵器およびこれらを運搬することができるミサイル（無人航空機を含みます。）の開発、設計、製造、使用もしくは貯蔵等の目的、(2)通常兵器の開発、設計、製造または使用の目的、または(3)その他の国際的な平和および安全の維持の妨げとなる目的で、自ら使用せず、かつ、第三者に使用、販売、譲渡、輸出、賃貸もしくは使用許諾しないでください。
当社製品および技術を輸出、販売または移転等する場合は、「外国為替及び外国貿易法」その他日本国および適用される外国の輸出管理関連法規を遵守し、それらの定めるところに従い必要な手続きを行ってください。
 10. お客様の転売、貸与等により、本書（本ご注意書きを含みます。）記載の諸条件に抵触して当社製品が使用され、その使用から損害が生じた場合、当社は一切その責任を負わず、お客様にかかる使用に基づく当社への請求につき当社を免責いただきます。
 11. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを禁じます。
 12. 本資料に記載された情報または当社製品に関し、ご不明点がある場合には、当社営業にお問い合わせください。
- 注1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサス エレクトロニクス株式会社およびルネサス エレクトロニクス株式会社とその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有する会社をいいます。
- 注2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注1において定義された当社の開発、製造製品をいいます。

(Rev.3.0-1 2016.11)



ルネサスエレクトロニクス株式会社

■営業お問合せ窓口

<http://www.renesas.com>

※営業お問合せ窓口の住所は変更になることがあります。最新情報につきましては、弊社ホームページをご覧ください。

ルネサス エレクトロニクス株式会社 〒135-0061 東京都江東区豊洲3-2-24（豊洲フォロシア）

■技術的なお問合せおよび資料のご請求は下記へどうぞ。
総合お問合せ窓口：<https://www.renesas.com/contact/>