

特長

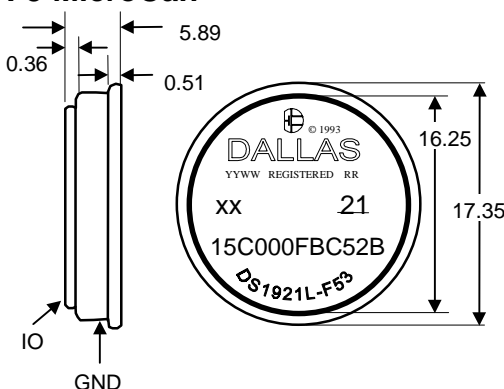
- デジタル温度計が0.5°C 単位で温度を測定
- 内蔵リアルタイムクロック(RTC)とタイマの月間誤差は、±2 分(0°C ~ 45°Cの場合)
- ユーザプログラマブルな1 ~ 255 分間隔で自動的に起動し、温度測定
- 不揮発性(NV)保護メモリに最大2048 の連続温度測定値を記録
- 2.0°C の分解能で長期温度ヒストグラムを記録
- プログラマブルな高低温アラームしきい値
- しきい値で指定した範囲を温度が超えると、最大 24 のタイムスタンプと時間長を記録
- 512 バイトの汎用読み込み/書き込み不揮発性メモリ
- 1-Wire[®] プロトコルを用いて、毎秒14.1kbまたは125kbでシングルデジタルシグナルによりホストと通信

共通 iButton 機能

- 瞬間接触によるデジタル識別/情報
- ファクトリでレーザ書き込み及びテスト済みのユニークな 64 ビットレジスタ番号(8 ビットファミリコード+48 ビットシリアルナンバー+8 ビットCRC テスタ)により、類似部品がなくなり、完全追跡可能性が実現
- 1-Wire ネット用マルチドロップコントローラ
- チップベースのデータ媒体が情報をコンパクトに格納
- 取付け時にもデータにアクセス可能
- カップ形プローブにより、ボタン形状を自動調整
- 登録番号が刻印された耐久性の高いステンレススチールケースによって過酷な環境に対応
- 容易に自己接着の接着裏材により貼り付けられ、フランジでラッチされ、リングをリムに押し付けてロック可能

- リーダが最初に電圧を印加する時刻をプレゼンス検出器が確認
- UL#913 (第4 版)に適合本質安全防爆機器: Group A、B、C、及びD LocationのDivision 1、Class I で用いる実体概念に基づいて認証済み(アプリケーション保留)

F5 MicroCan



すべてのサイズは、ミリメートルで表示されています。

型番情報

DS1921L-F51	-10°C to +85°C	F5 iButton [®]
DS1921L-F52	-20°C to +85°C	F5 iButton
DS1921L-F53	-30°C to +85°C	F5 iButton
DS1921L-F50	-40°C to +85°C	F5 iButton

アクセサリ例

DS9096P	自己接着パッド
DS9101	汎用クリップ
DS9093RA	マウントロックリング
DS9093A	差込み方式のフォブ
DS9092	iButton プローブ

iButton の説明

DS1921L Thermochron iButton は、温度を測定し、保護メモリセクションの結果を記録する堅牢な自立式システムです。記録は、温度の直接記憶及びヒストグラムの両形式で、ユーザ定義のレートで実行されます。1 ~ 255 分の範囲の等間隔で測定された最大2048の温度を保管することができます。ヒストグラムは、2.0°Cの分解能の63のデータピンを提供します。温度がユーザ定義の範囲を超える場合は、DS1921Lはその発生時刻、温度が許容範囲外であった持続時間、及び過度に高低温であったかどうかを記録します。その他の512 バイトの読み/書き込み不揮発性メモリにより、DS1921Lに関係することに関する情報が保管されます。データは 1-Wire プロトコルを通じて連続的に転送されますが、このプロトコルはシングルデータリードとグラウンドリターンのみを必要とします。すべてのDS1921L は、完全追跡可能性の実現を保証するユニークな64 ビット登録番号がファクトリでレーザ書き込みされています。耐久性の高いステンレススチールパッケージは、ほこり、湿気、及び衝撃などの環境障害に対して極めて高い耐性があります。また、アクセサリにより、コンテナ、パレット、及びバッグなどほぼすべての物にDS1921Lを取り付けることができます。

アプリケーション

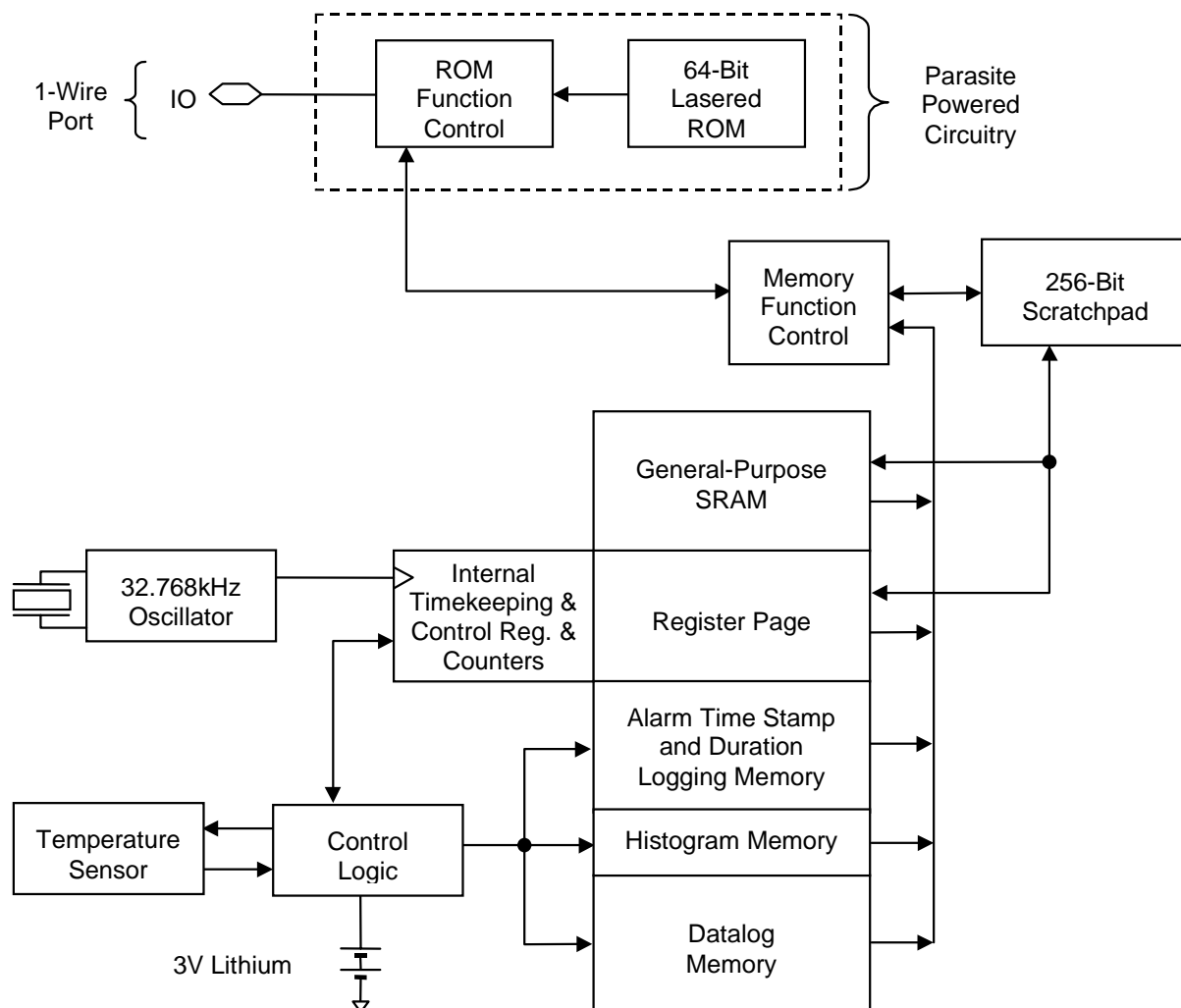
DS1921L Thermochron iButton は、生鮮食料品や温度に影響されやすい化学製品など、取付けまたは同梱対象の温度をモニタするには最適なデバイスです。TMEX を使って、読み/書き込み不揮発性メモリは、暗号ファイルや明瞭なファイルで書き込まれた出荷情報、製造日付、及びその他重要データの電子コピーを保管することができます。

概要

図1のブロック図は、DS1921Lの主な制御セクションとメモリセクションの関係を示しています。このデバイスは、以下の7つの主要データコンポーネントから構成されています。1) 64 ビットレーザ書き込み済みROM、2) 256 ビットスクラッチパッド、3) 4096 ビット汎用SRAM、4) 計時、制御、及びカウンタレジスタの256 ビットレジスタページ、5) 96 バイトのアラームタイムスタンプ及び時間長記録メモリ、6) 126 バイトのヒストグラムメモリ、7) 2048 バイトのデータ記録メモリ。ROM とスクラッチパッドを除き、その他のメモリはすべてシングルリニアアドレス空間に配置されています。記録、カウンタレジスタ、及び他のレジスタ用のメモリはすべて、ユーザにとっては読み専用です。ミッションのためデバイスに書き込まれる間は、計時及び制御レジスタは書き込み保護されています。

1-Wire プロトコルの階層構造は、図2に紹介されています。バスマスタは、まず以下の7つのROM 機能コマンドのいずれかを出す必要があります。1) Read ROM、2) Match ROM、3) Search ROM、4) Conditional Search ROM、5) Skip ROM、6) Overdrive-Skip ROM、または 7) Overdrive-Match ROM。標準速度で実行される Overdrive ROM コマンドバイトが完了すると、デバイスは Overdrive モードになり、以後の通信はすべてより速い速度で実行されます。ROM 機能コマンドに必要なプロトコルは、図12で紹介されています。ROM 機能コマンドが正常に実行されると、メモリ機能が利用できるようになり、利用可能な 7 つのコマンドのいずれかをマスタが出すことができます。こうしたメモリ機能コマンドのプロトコルは、図10で紹介されています。まず最下位ビットから全データの読みと書き込みが行われます。

DS1921L ブロック図 図 1



寄生電源

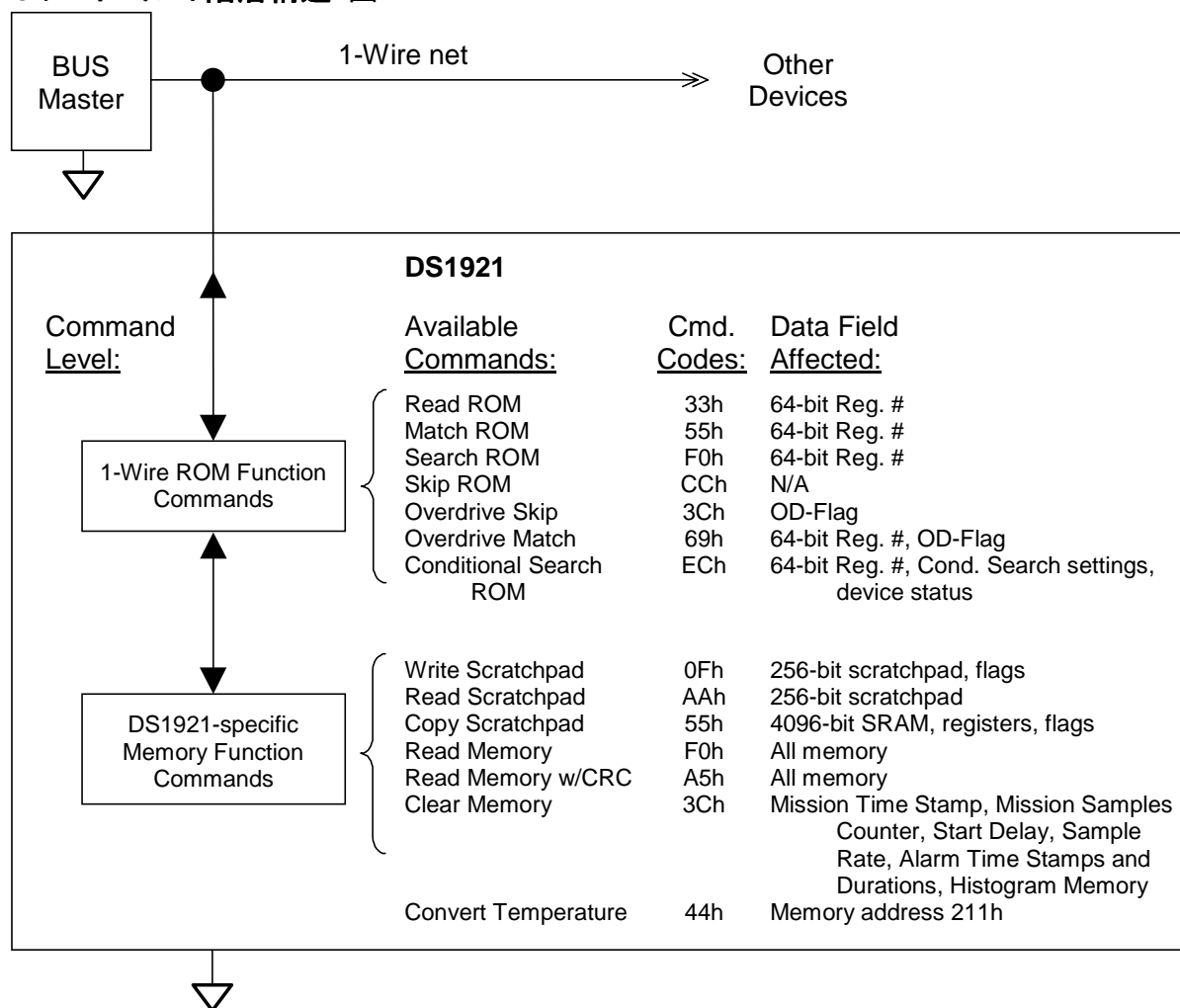
ブロック図(図 1)では、寄生電源回路を紹介しています。この回路は、IO 入力が高レベルの場合は常に電源を「略奪」しています。指定タイミングと電圧要件が合致している限り、IO は十分な電源を供給します。寄生電源の利点は、以下の2 つです。1) この入力の電源寄生をオフにすると、リチウムバッテリーが節電されます。2) リチウムバッテリーがなんらかの理由で消耗し切っても、ROM を正常に読み込むことができます。

64 ビットレーザ書き込み ROM

各 DS1921L は、64 ビット長のユニークな ROM コードを備えています。先頭の 8 ビットは、1-Wire のファミリコードです。その次の 36 ビットは、ユニークなシリアルナンバーです。温度範囲コードと呼ばれるその次の 12 ビットにより、各種 DS1921L-F5 バージョンを相互に識別し、また DS1921H 及び DS1921Z と識別することができます。最後の 8 ビットは、先頭から 56 ビットの巡回冗長検査(CRC)です。詳細は、図 3 を参照してください。図 4 に示されているようにシフトレジスタと XOR ゲートから構成される生成多項式により、1-Wire CRC が生成されます。その多項式とは、 $X^8 + X^5 + X^4 + 1$ です。ダラス 1-Wire 巡回冗長検査に関する詳細は、『Application Note 27』と『DS19xx iButton Standards』で入手することができます。

シフトレジスタビットが、0 に初期化されます。次に、ファミリコードの最下位ビットから始まり、一度に 1 ビットずつシフトインされます。ファミリコードの 8 番目のビットが入力されると、温度範囲コードが後に続くシリアルナンバーが入力されます。範囲コードが入力されると、シフトレジスタは CRC の値を備えます。CRC の 8 ビットをシフトインすると、シフトレジスタがすべて 0 に戻されます。

1-Wire プロトコルの階層構造 図 2

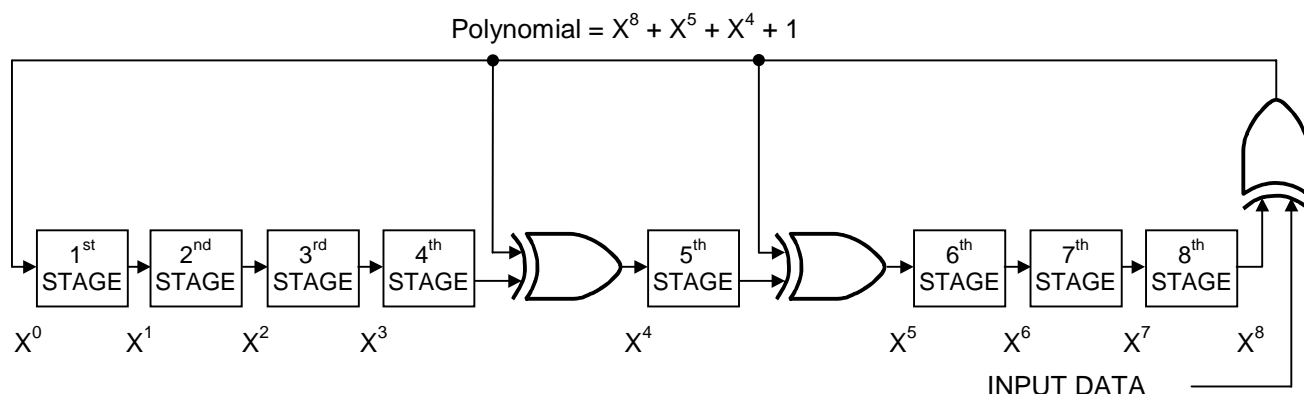


64 ビットレーザ書き込み ROM 図 3

MSB		LSB	
8-Bit CRC Code	12-Bit Temperature Range Code	36-Bit Serial Number	8-Bit Family Code (21h)
MSB LSB	MSB LSB	MSB LSB	MSB LSB

DEVICE	TEMP. RANGE (°C)	RESOLUTION (°C)	TEMP. RANGE CODE			HEX. EQUIVALENT
DS1921L-F51	-10 to +85	0.5	0011	0100	1100	34C
DS1921L-F52	-20 to +85	0.5	0010	0101	0100	254
DS1921L-F53	-30 to +85	0.5	0001	0101	1100	15C
DS1921L-F50	-40 to +85	0.5	0000	0110	0100	064
DS1921H-F5	+15 to +46	0.125	0100	1111	0010	4F2
DS1921Z-F5	-5 to +26	0.125	0011	1011	0010	3B2

1-Wire CRC 生成式 図 4



メモリ

DS1921L のメモリマップは、図5 に紹介されています。4096 ビットの汎用 SRAM は、0～15 ページで構成されています。レジスタページと呼ばれる 16 ページは計時、制御、及びカウンタレジスタで占められています (図 6 参照)。17～19 ページは、アラームタイムスタンプと時間長の保管に割り当てられています。温度ヒストグラムビンは、64 ページから始まり、最大 4 ページまで使用します。温度記録メモリは、128～191 ページの範囲にわたっています。メモリページ 20～63、68～127、192～255 は、将来の拡張用に残しています。スクラッチパッドは、SRAM メモリやレジスタページへの書き込み時にバッファとして機能する追加ページです。メモリページの 17 ページ以上は、ユーザ側は読み専用です。これらのページは、オンチップ制御ロジックの監視下でのみ書き込みや消去が行われます。

DS1921L メモリマップ 図 5

32-Byte Intermediate Storage Scratchpad		
ADDRESS		
0000h to 01FFh	General-Purpose SRAM (16 Pages)	Pages 0 to 15
0200h to 021Fh	32-Byte Register Page	Page 16
0220h to 027Fh	Alarm Time Stamps and Durations	Pages 17 to 19
0280h to 07FFh	(Reserved for Future Extensions)	Pages 20 to 63
0800h to 087Fh	Temperature Histogram Memory	Pages 64 to 67
0880h to 0FFFh	(Reserved for Future Extensions)	Pages 68 to 127
1000h to 17FFh	Datalog Memory (64 Pages)	Pages 128 to 191
1800h to 1FFFh	(Reserved for Future Extensions)	Pages 192 to 255

DS1921L レジスタページマップ 図 6

ADDRESS RANGE	ACCESS TYPE*	DESCRIPTION
0200h to 0206h	R/W; R**	RTC Registers
0207h to 020Ah	R/W; R**	RTC Alarm
020Bh	R/W; R**	Temperature Low Alarm Threshold
020Ch	R/W; R**	Temperature High Alarm Threshold
020Dh	R/W; R**	Sample Rate
020Eh	R/W; R**	Control Register
020Fh to 0210h	R; R**	(no function; will read 00h)
0211h	R; R*	Forced Temperature Conversion Readout
0212h to 0213h	R/W; R**	Mission Start Delay
0214h	R/W; R/W	Status Register
0215h to 0219h	R; R	Mission Time Stamp
021Ah to 021Ch	R; R	Mission Samples Counter
021Dh to 021Fh	R; R	Device Samples Counter

*ACCESS TYPE欄の最初の入力は各ミッション間で有効です。2番目の入力は、ミッション実行時の該当アクセスタイプを示します。

**ミッション実行中に、こうしたアドレスを読み込むことができます。ただし、最初の書込みを行うとミッションが終了しますが、設定は上書きされません。

計時

レジスタページのアドレス200h～206hにある該当バイトの読み込み/書込みを行うと、RTC/アラームとカレンダー情報を利用することができます。一部のビットは0に設定されることに注意してください。こうしたビットは、書き込み方法にかかわらず0を常に読み込みます。時刻、カレンダー、及びアラームレジスタの内容は、Binary-Coded Decimal (BCD)形式です。

RTC 及び RTC アラームレジスタビットマップ

ADDR	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
0200h	0	10 Seconds			Single Seconds			
0201h	0	10 Minutes			Single Minutes			
0202h	0	12/24	20h. AM/PM	10h.	Single Hours			
0203h	0	0	0	0	0	Day of Week		
0204h	CENT	0	10 Date		Single Date			
0205h	0	0	0	10m.	Single Months			
0206h	10 Years				Single Years			
0207h	MS	10 Seconds Alarm			Single Seconds Alarm			
0208h	MM	10 Minutes Alarm			Single Minutes Alarm			
0209h	MH	12/24	10ha. A/P	10h. alm.	Single Hours Alarm			
020Ah	MD	0	0	0	0	Day of Week Alarm		

RTC/カレンダー

DS1921L の RTC は、12 時間または 24 時間モードのどちらかを実行することができます。時刻レジスタ(アドレス 202h) のビット 6 は、12 時間または 24 時間モードの選択ビットと定義されます。High の場合は、12 時間モードが選択されています。12 時間モードでは、ビット 5 は、ロジック 1 が PM である AM/PM ビットです。24 時間モードでは、ビット 5 はロジック 20 時ビット(20 ~ 23 時)です。

曜日を識別するために、DS1921L では 1 ~ 7 の範囲を持つカウンタを備えています。カウンタの値を曜日にどう割り当ててかは、任意です。通常、数値 1 は、日曜日(米国標準)や月曜日(ヨーロッパ標準)に割り当てられます。

カレンダーロジックは、うるう年の自動補正を目的としています。00 または 4 の倍数である年ごとに、当デバイスでは 2 月 29 日を追加しています。これは、2100 年まで(2100 年は含まず)正確に機能します。

DS1921L は、Y2K(2000 年問題)にも対応しています。アドレス 205h の暦月レジスタのビット 7 (CENT) は、世紀のフラグとして機能します。年レジスタが 99 から 00 に変わると、世紀フラグが切り替わります。RTC を 2000 ~ 2099 年の時刻/日付に設定する場合は、世紀ビットを 1 に書き込んでください。

RTC アラーム

DS1921L は、RTC アラーム機能も備えています。アラームレジスタは、207h ~ 20Ah レジスタに配置されています。各アラームレジスタの最上位ビットは、マスクビットです。すべてのマスクビットがロジック 0 になり、時刻保存レジスタ 200h ~ 203h に保管された値が日アラームレジスタに保管された値と一致すると、アラームが週に 1 度実行されます。アラームによって、デバイスの状態レジスタ(アドレス 214h)内のタイマアラームフラグ(TAF)が設定されます。パスマスタは、制御レジスタ(アドレス 20Eh)の検索条件を設定して、コンディショナルサーチ機能によりタイマアラーム付きデバイスを識別することができます(「ROM 機能コマンド」参照)。

RTC アラーム制御

ALARM REGISTER MASK BITS (Bit 7 of 207h to 20Ah)				
MS	MM	MH	MD	
1	1	1	1	Alarm once per second.
0	1	1	1	Alarm when seconds match (once per minute).
0	0	1	1	Alarm when minutes and seconds match (once every hour).
0	0	0	1	Alarm when hours, minutes and seconds match (once every day).
0	0	0	0	Alarm when day, hours, minutes, and seconds match (once every week).

温度変換

DS1921L では、摂氏 0.5 の分解能で温度を測定します。温度は無符号の 2 進数としてシングルバイトで表され、128°C の理論的範囲に置き換えられます。ただし、この範囲は、0000 0000 (00h) から 1111 1010 (FAh) の値に制限されています。01h ~ F9h のコードは、有効な温度読み込みとみなされます。

温度変換により範囲外の温度がもたらされる場合は、00h(過度にLOWの場合)またはFAh(過度にHighの場合)と記録されます。範囲外の結果がヒストグラムビン0と62に蓄積されるので(「温度記録及びヒストグラム」セクション参照)、こうしたビンのデータはあまり役立ちません。このため、DS1921Lの指定温度範囲はコード04hから始まり、コードF7hで終わるとみなされ、これはヒストグラムビン1～61に相当します。

T[7...0] が温度読込みの 10 進法相当を表すとすると、温度は以下のように計算されます。

$$\vartheta (^{\circ}\text{C}) = T[7...0] / 2 - 40.0$$

この式は、強制温度変換読出しレジスタ(アドレス211h)から読み込まれるデータだけでなく、データログメモリに保管されている温度読込みの変換にも有効です。

高温または低温アラームしきい値を指定するには、この式を以下に変換する必要があります。

$$T[7...0] = 2 * \vartheta (^{\circ}\text{C}) + 80.0$$

従って、たとえば 23°C の値は、10 進法の 126、または 7Eh ということになります。これはバイナリパターン 0111 1110 に相当し、温度アラームレジスタ(各々アドレス 020Bh と 020Ch)に書き込むことができます。

温度アラームレジスタマップ

ADDR	b7	B6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
020Bh	Temperature Low Alarm Threshold							
020Ch	Temperature High Alarm Threshold							

サンプリングレート

サンプリングレートレジスタ(アドレス 020Dh)の内容によって、ミッション時に相互に独立して温度変換が実行される分数が決定されます。サンプリングレートは、無符号8ビット2進数としてコード化された 1～255 なら、どの値でも構いません。メモリが消去され(状態レジスタビット MEMCLR = 1)、ミッションが有効な場合(状態レジスタビット $\overline{\text{EM}}$ = 0)、ゼロ以外の値をサンプリングレートレジスタに書き込むとミッションが始まります。温度記録ミッションを開始する正しい手順に関する詳細は、「ミッションまたはミッション例」セクションを参照してください。

サンプリングレートレジスタマップ

ADDR	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
020Dh	Sample Rate							

制御レジスタ

レジスタページにある特別機能レジスタに適切なデータを書き込むと、DS1921L にオペレーションが設定されます。シングルビットのみで制御されるいくつかの機能は、制御レジスタと呼ばれるシングルバイト(アドレス 20Eh)にまとめられます。このレジスタは読込みと書込みを行うことができます。当デバイスがミッション用書き込まれている場合に、制御レジスタに書き込むと、最初の書込みでミッションが終了しますが、設定は上書きされません。ただし、以降に書込みを行おうとするたびに、レジスタ内容が変更されます。

制御レジスタビットマップ

ADDR	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
020Eh	$\overline{\text{EOSC}}$	EMCLR	0	$\overline{\text{EM}}$	RO	TLS	THS	TAS

各ビットの機能割当ては、以下の表で説明されています。ビット 5 には、機能が備わっていません。このビットは 0 を常に読込み、1 に書き込まれることはありません。

制御レジスタの詳細

ビット記述	ビット	定義
EOSC:Enable Oscillator (発振器を有効化)	b7	このビットでは、RTC の水晶発振器を制御する。ロジック 0 に設定されると、発振器はオペレーションを開始する、ロジック 1 に書き込まれると、発振器は停止し、デバイスは低電力データ保存モードになる。 通常オペレーションでは当ビットは 0 である必要がある。
EMCLR:Memory Clear Enable (メモリ消去を有効化)	b6	メモリ機能コマンドとして呼び出されるメモリ消去機能を有効にするには、このビットをロジック 1 に設定する必要がある。タイムスタンプ、ヒストグラムメモリ、ミッションタイムスタンプ、ミッションサンプリングカウンタ、ミッション開始ディレイ、及びサンプリングレートは、 デバイスへの次のアクセスによりメモリ消去コマンドが発行される場合にのみ、消去される。 EMCLR ビットは、次のメモリ機能コマンドが実行されると、0 に戻る。
EM:Enable Mission (ミッションを有効化)	b4	このビットでは、サンプリングレートが書き込まれるとすぐに DS1921L がミッションを開始するかどうかを制御する、ミッション用にデバイスを有効にするには、当ビットは 0 である必要がある。
RO:Rollover Enable/Disable (上書きを有効化/無効化)	b3	このビットでは、ミッション中にメモリがデータで一杯になった場合、温度記録メモリが新規データにより上書きされるか、またはデータの記録を停止するかを制御する。当ビットを 1 に設定すると上書きが有効になり、データ記録は継続してこれまでの収集データを上書きする。当ビットを 0 にクリアすると上書きが無効になり、温度記録メモリがデータで一杯になると、それ以上温度がメモリに保管されない。ヒストグラムオペレーションには影響がない。
TLS:Temperature Low Alarm Search (低温アラーム検索)	b2	このビットが 1 の場合は、ミッション時に温度がアドレス 020Bh に保管される低温しきい値以下になると、デバイスが Conditional Search コマンドに応答する。
THS:Temperature Low Alarm Search (高温アラーム検索)	b1	このビットが 1 の場合は、ミッション時に温度がアドレス 020Ch に保管される高温しきい値以上になると、デバイスが Conditional Search コマンドに応答する。
TAS:Timer Alarm Search (タイマアラーム検索)	b0	このビットが 1 の場合は、ミッション時にタイマアラームが発生すると、デバイスが Conditional Search コマンドに応答する。タイマアラームを無効にすることができないので、ミッション時に TAF フラグは 1 を通常読み込む。従って、ほとんどの場合は、TAS ビットを 0 に設定することを推奨する。

ミッション開始ディレイ

ミッション開始ディレイレジスタの内容によって、ミッションの最初の温度測定が行われるまで、ミッション開始後何分で失効する必要があるかが決定されます。ディレイ値は、アドレス 212h(下位バイト)と213h(上位バイト)に無符号 16ビット整数として保管されています。最大ディレイは65535 分で、45日12 時間15 分に相当します。

標準的なミッションの場合は、ミッション開始ディレイは0 です。ミッションが長すぎて、1 台のDS1921L がすべての温度読取りを選択サンプリングレートで保管することができない場合は、複数のデバイスを使って、1 台目のデバイスのメモリが一杯になるとすぐに 2 台目のデバイスが記録を開始するようにミッション開始ディレイを設定することができます。データログメモリが一杯になった後、温度記録ログが上書きされないように、制御レジスタ(アドレス 020Eh)の RO ビットを0 に設定する必要があります。

状態レジスタ

状態レジスタには、デバイス状態情報とアラームフラグが含まれています。このレジスタは、アドレス214hにあります。このレジスタに書き込んでも、ミッションが終了するとは限りません、

状態レジスタビットマップ

ADDR	b7	B6	b5	b4	b3	b2	b1	B0
0214h	TCB	MEMCLR	MIP	SIP	0	TLF	THF	TAF

各ビットの機能割当ては、以下の表で説明されています。ビット MIP、TLF、THF、及び THF のみを 0 に書き込むことができます。他のすべてのビットは、読み込み専用です。ビット3 は、機能を備えていません。

状態レジスタの詳細

ビット記述	ビット	定義
TCB:Temperature Core Busy (温度コア使用中)	b7	このビットが0を読み込むと、実行中のミッションにより自動起動されるか、またはミッションが行われていない時にコマンドにより起動されて、DS1921L は温度変換をほどなく実行する。変換が開始され、High に戻る直前と、結果がアドレス 0211h の読み出しレジスタにラッチされた直後に、TCB ビットは LOW になる。
MEMCLR:Memory Cleared(メモリ消去)	b6	このビットが1を読み込むと、メモリページ17以降(データメモリを除く、アラームタイムスタンプ/時間長、温度ヒストグラム)、ミッションタイムスタンプ、ミッションスタンプカウンタ、ミッション開始ディレイ、及びサンプリングレートが、メモリ消去コマンドの実行により、0にクリアされる。EM ビットも0の場合、0以外の値をサンプリングレートレジスタに書き込み、新規ミッションが開始するとすぐに、MEMCLR ビットは0に戻る。ミッションが開始される順序でメモリを消去する必要がある。
MIP:Mission in Progress (実行中のミッション)	b5	このビットが1を読み込むと、DS1921L にミッションが設定されるが、当ミッションは依然実行中である。制御レジスタ(アドレス20Eh)のEM ビットが0で、0以外の値がサンプリングレートレジスタ(アドレス20Dh)に書き込まれると、ミッションが開始される。ミッションが終了すると、MIP ビットはロジック1からロジック0に戻る。200h~213hのアドレス範囲のレジスタへの最初の書き込み試行(スクラッチパッドコピーコマンド)で、ミッションは終了する。あるいは、状態レジスタに直接書き込み、MIP ビットを0に設定して、ミッションを終了することができる。状態レジスタに書き込んで、MIP ビットを1に設定することはできない。
SIP:Sample in Progress (実行中のサンプリング)	b4	このビットが1を読み込むと、DS1921L は実行中のミッションの一環として温度変換をほどなく実行する。現在の温度変換によりチップ回路が起動する約250ms前に、SIP ビットは0~1に変わる。起動フェーズを含む温度変換には、最大 875ms が必要である。この間に、メモリページの17ページ以降への読み込みアクセスは可能だが、無効データが出てくる場合がある。
TLF:Temperature Low Flag(低温フラグ)	b2	低温フラグのロジック1は、ミッション時の温度測定により、低温しきい値レジスタの値以下の温度が判明したことを示す。当ビットを0に書き込み、低温フラグをいつでも消去することができる。
THF:Temperature High Flag(高温フラグ)	b1	高温フラグのロジック1は、ミッション時の温度測定により、高温しきい値レジスタの値以上の温度が判明したことを示す。当ビットを0に書き込み、高温フラグをいつでも消去することができる。
TAF:Timer Alarm Flag (タイマアラームフラグ)	b0	このビットが1を読み込むと、RTCアラームが実行される(詳細は、「計時」セクションを参照)。当ビットをロジック0に書き込み、タイマアラームフラグをいつでも消去することができる。タイマアラームを無効にすることができないので、ミッション時に一般的にはTAFフラグは1を読み込む。

ミッションタイムスタンプ

ミッションが開始されると、RTC レジスタアドレス 0201h、0202h、0204h ~ 0206h のコピーがミッションタイムスタンプとして保管されます。ミッションタイムスタンプは、ミッションの最初の温度変換の時刻を示しません。最初の変換時刻を算出するには、サンプリングレートレジスタの指定と同じ分数にミッション開始ディレイ値を加えた値をミッションタイムスタンプに付加します。サンプリングレートレジスタの値で指定された通りに、以降の温度変換が相互に独立して同じ分数で実行されます。ミッションサンプリングは、分と分の境界時に行われます。

ミッションタイムスタンプのレジスタビットマップ

ADDR	b7	b6	b5	B4	B3	b2	b1	B0
0215h	0	10 Minutes			Single Minutes			
0216h	0	12/24	20h. AM/PM	10h.	Single Hours			
0217h	0	0	10 Date		Single Date			
0218h	0	0	0	10m.	Single Months			
0219h	10 Years				Single Years			

ミッションサンプリングカウンタ

ミッションサンプリングカウンタは、実行中の現行ミッション(MIP = 1 の場合)時、または最後のミッション(MIP = 0 の場合)時に、実行された温度測定数を表しています。その値は、無符号24ビット整数として保管されています。また、当カウンタは、メモリ消去コマンドを通じてリセットされます。

ミッションサンプリングカウンタのレジスタマップ

ADDR	b7	b6	b5	B4	B3	b2	b1	B0
021Ah	Low Byte							
021Bh	Center Byte							
021Ch	High Byte							

デバイスサンプリングカウンタ

デバイスサンプリングカウンタは、デバイスがファクトリで組み立てられてから、実行された温度測定数を表します。その値は、無符号24ビット整数として保管されています。この形式で表すことが可能な最大数は16777215で、この数はDS1921L *i*Buttonの予想耐用年数を上回っています。当カウンタをソフトウェア制御下でリセットすることができません。

デバイスサンプリングカウンタのレジスタマップ

ADDR	b7	b6	b5	B4	b3	b2	b1	B0
021Dh	Low Byte							
021Eh	Center Byte							
021Fh	High Byte							

温度記録及びヒストグラム

ミッションを設定されると、DS1921Lは、ヒストグラムメモリのヒストグラムフォームだけでなく、データログメモリでもバイトごとに同時に温度測定を記録します。データログメモリでは、等間隔の時刻で測定した2048の温度を保管することができます。ミッションの最初の温度はデータログメモリのアドレス位置1000hに書き込まれ、2番目の温度はアドレス位置1001hに書き込まれ、以下同様に続きます。開始時刻(ミッションタイムスタンプ)、温度測定間隔、及びミッション開始ディレイを把握すると、個々の測定の時刻と日付を再構成することができます。

2048 バイトのデータログメモリがデータで一杯になった後の、DS1921L の動作の仕方には2 つの選択肢があります。これ以上の記録を停止するか(上書きを無効化)、またはこれまで記録したデータに上書きして(上書きを有効化)、2049 番目の温度用にアドレス1000h から一度に1 バイトずつ再開するか、いずれかを行うためにユーザはデバイスに書き込むことができます。次に、サンプリングレートとミッションタイムスタンプとともに、ミッションサンプリングカウンタ(アドレス21Ah ~ 21Ch)の内容により、データログメモリに保管されるすべての値の時刻を再構成することができます。これによって、取得された2048 の最新測定に関する正確な経時温度履歴がもたらされます。以前の測定をすべて再構成することができません。上書きの有効化/無効化にかかわらず、こうした値はミッションの温度ヒストグラムに含まれています。

温度ヒストグラムには、DS1921Lによってメモリアドレス0800hから始まる63ビンが提供されます。ミッション時に取得された温度がビンの範囲内に入るごとに増加する、上書き不可の16ビット2進カウンタで各ビンは構成されています。各ビンの最下位バイトは、下位アドレスに保管されます。ビン0 はメモリアドレス0800h から始まり、次にビン1は 0802hから始まり、図7 に示されるようにビン62の087Ch まで以下同様に続きます。2進数温度値の最下位2ビットの切捨てにより温度変換が設定されると、ビンの値が更新されます。範囲外の値は、範囲がロックされ、00hまたはFAh としてカウントされます。

ヒストグラムビン及び温度の相互参照 図 7

TEMPERATURE READING	TEMP. EQUIV. IN °C	HISTOGRAM BIN NUMBER	HISTOGRAM BIN ADDRESS
00h	-40.0 or lower	0	800h ~ 801h
01h	-39.5	0	800h ~ 801h
02h	-39.0	0	800h ~ 801h
03h	-38.5	0	800h ~ 801h
04h	-38.0	1	802h ~ 803h
05h	-37.5	1	802h ~ 803h
06h	-37.0	1	802h ~ 803h
07h	-36.5	1	802h ~ 803h
08h	-36.0	2	804h ~ 805h
F3h	+81.5	60	878h ~ 879h
F4h	+82.0	61	87Ah ~ 87Bh
F5h	+82.5	61	87Ah ~ 87Bh
F6h	+83.0	61	87Ah ~ 87Bh
F7h	+83.5	61	87Ah ~ 87Bh
F8h	+84.0	62	87Ch ~ 80Dh
F9h	+84.5	62	87Ch ~ 80Dh
FAh	+85.0 or higher	62	87Ch ~ 80Dh

データピンはそれぞれ2 バイトなので、最大65535 倍まで増加することができます。最大値まで達したビンの測定はそれ以上カウントされず、ピンカウンタは最大値でとどまります。常時最速サンプリングレートのサンプルの場合、すべての温度読み込みが同じビンを読み込むと、2 バイトのピンは最大45 日まで対応できます。

温度アラーム記録

一部アプリケーションでは、経時温度と温度ヒストグラムの記録だけでなく、温度が事前に設定された許容帯域を超えた正確な時刻と、温度が適切な範囲から外れた時間長も記録することが重要です。DS1921Lでは、あらゆる時間長を記録することができます。許容帯域は、レジスタページのアドレス20Bhと20Chの温度アラームしきい値レジスタによって指定されます。あらゆる温度しきい値を設定することができます。温度を書き込むデータ形式に関しては、「温度変換」セクションを参照してください。温度が許容帯域内にある限り(すなわち、低温しきい値より高く、高温しきい値より低い)、DS1921Lは温度アラームを記録しません。ミッション時に温度がしきい値に達するか、しきい値を超えると、DS1921Lはアラームを引き起こし、状態レジスタ(アドレス 214h)に高温フラグ(THF)又は低温フラグ(TLF)を設定します。これにより、検索条件(アドレス 20Eh)がそれに応じて設定されると、マスタは、コンディショナルサーチ機能により温度アラーム付きデバイスを迅速に識別することができます(「ROM 機能コマンド」参照)。また、デバイスは、アラームの発生時刻とアラーム発生温度の時間長の記録開始時刻に関するタイムスタンプも生成します。

タイプスタンプと、許容帯域から温度が外れた時間長は、図8 に示されるようにアドレス範囲 0220h ~ 027Fh に保管されます。この割当てにより、24 通りのアラームイベントと期間(高温に12 期間と、低温に12 期間)を記録することができます。こうした各期間の日時をミッションタイムスタンプと各温度読み込み間の時間長から決定することができます。

アラームタイムスタンプ及び時間長アドレスマップ 図 8

ADDRESS	DESCRIPTION	ALARM EVENT
0220h	Mission Samples Counter Low Byte	Low Alarm 1
0221h	Mission Samples Counter Center Byte	
0222h	Mission Samples Counter High Byte	
0223h	Alarm Duration Counter	
0224h to 0227h	Alarm Time Stamp and Duration	Low Alarm 2
0228h to 024Fh	Alarm Time Stamp and Durations	Low Alarms 3 to 12
0250h	Mission Samples Counter Low Byte	High Alarm 1
0251h	Mission Samples Counter Center Byte	
0252h	Mission Samples Counter High Byte	
0253h	Alarm Duration Counter	
0254h to 0257h	Alarm Time Stamp and Duration	High Alarm 2
0258h to 027Fh	Alarm Time Stamp and Durations	High Alarms 3 to 12

アラームタイムスタンプとは、アラームが発生した際のミッションサンプリングカウンタのコピーです。最下位バイトは、下位アドレスに保管されます。アドレスがタイムスタンプを上回る場合は、DS1921Lはサンプリング値を保管する1バイトの時間長カウンタを確保し、温度はしきい値を超えていると判明します。このカウンタが255回連続の温度読み込み後に上限に達し、温度が許容帯域内にまだ戻っていない場合は、デバイスは次の上位アドレスで別のタイムスタンプを発行し、時間長を記録するために別のカウンタを開きます。カウンタが上限に達する前に温度が正常に戻っている場合は、当タイムスタンプの時間長カウンタはそれ以上増加しません。温度がしきい値を再度超える場合は、別のタイムスタンプに記録され、その関連カウンタは温度が許容帯域外で読み込まれるごとに増加します。このアルゴリズムは、高温しきい値だけでなく、低温しきい値にも実装されます。

ミッション

DS1921L の標準的なタスクは、温度に影響されやすい物品の温度を記録することです。当デバイスがこの機能を実行する前に、デバイスを設定する必要があります。この手順は、ミッションと呼ばれています。

まず第一に、DS1921L は、有効時刻と日付に設定された RTC を備える必要があります。この参照時刻は、UTC (別名 GMT、グリニッジ標準時)、またはアプリケーション用に選択された他の時刻基準の場合があります。時計は、常時作動している必要があります (EOSC = 0)。RTC を設定するのはオプションです。アラームのタイムスタンプと時間長、温度ヒストグラム、ミッション、ミッションタイムスタンプ、ミッションサンプリングカウンタ、ミッション開始ディレイ、及びサンプリングレートの保管に割り当てられるメモリは、メモリ消去コマンドを使って消去する必要があります。ミッション用にデバイスを有効にするには、EM フラグを 0 に設定する必要があります。以上は、モニター対象とミッション時間長にかかわらず、実行する必要がある一般設定です。

次に、温度許容帯域を指定する高低温のしきい値を設定する必要があります。温度をしきい値レジスタに書き込むための 2 進コードに変換する方法は、本書前半にある「温度変換」で説明されています。

制御レジスタにある検索条件の状態により、ミッションが影響を受けることはありません。1-Wire ネットを形成するために複数デバイスが接続されている場合は、タイマや温度アラームなどの特定のイベントが実行されると、検索条件の設定によりデバイスをコンディショナルサーチに加えることができます。検索条件の詳細は、本書後半の「ROM 機能コマンド」セクションと制御レジスタの説明で紹介されています。

RO ビット (上書き有効化) とサンプリングレートの設定は、ミッションの時間長とモニター要件に左右されます。最新の温度履歴が重要な場合は、上書きを有効にする必要があります (RO = 1)。重要でない場合は、ミッションの時間長を分単位で推定し、2048 でその値を割り、サンプリングレート値 (温度変換間の分数) を算出する必要があります。たとえば、ミッションの推定時間長が 10 日 (= 14400 分) の場合は、2048 バイト容量のデータログメモリで 7 分ごとに新たな値を保管するのに十分対応できます。DS1921L のデータログメモリがすべての温度読み込みを保管するほど大きくない場合は、複数のデバイスを使って、1 台目のデバイスのメモリ一杯になるとすぐに 2 台目のデバイスに記録を開始させ、以下同様に実行させる値にミッション開始ディレイを設定することができます。RO ビットを 0 に設定して、設定しないと記録された温度ログを上書きする機能を無効にする必要があります。

RO ビットとミッション開始ディレイが設定されると、書き込む最後のデータ要素はサンプリングレートレジスタです。サンプリングレートは、無符号 8 ビット 2 進数としてコード化された 1 ~ 255 なら、どの値でも構いません。サンプリングレートが書き込まれるとすぐに、DS1921L は現在の日時をミッションタイムスタンプレジスタにコピーし、MIP フラグを設定して、MEMCLR フラグを削除します。ミッション開始ディレイにより指定された分数が終了すると、デバイスはミッションの最初の温度変換を取得します。これにより、ミッションサンプリングカウンタとデバイスサンプリングカウンタの両方が上昇します。以降の温度測定はすべて、サンプリングレートレジスタの値により指定される分と分の境界で行われます。DS1921L のメモリを読み込み、常時ミッションが進行するのを監視することができます。

ミッションが開始されると、レジスタページ全体を読み込み、温度アラームレジスタの内容をデバイスの 4096 ビット SRAM セクションのデータファイルとして暗号形式でデバイスサンプリングカウンタに保管することができます。この汎用メモリは、ミッション時の記録に使われるメモリとは独立して作動します。ただし、レジスタページにミッション終了レジスタを書き込まないでください。

アドレスレジスタ及び転送状態

シリアルデータ転送のために、DS1921Lでは TA1、TA2、及び E/S (図9)と呼ばれる 3 つのアドレスレジスタを使用します。データの書き込み先やマスタに送出されるデータ元のターゲットアドレスを、読み込みコマンドによりレジスタ TA1 と TA2 に読み込む必要があります。レジスタ E/S は、バイトカウンタと転送状態レジスタのように機能します。このレジスタを使って、書き込みコマンドとのデータ整合性を検証することができます。従って、マスタのみがこのレジスタを読み込むことができます。E/S レジスタの下位5ビットは、スクラッチパッドに書き込まれた最後のバイトのアドレスを示します。このアドレスは、終了オフセットと呼ばれます。マスタが送信するデータビットの値が8の整数の倍数でない場合は、PF、すなわち「パーシャルバイトフラグ」と呼ばれる E/S レジスタのビット5 が設定されます。ビット6 は、常に0 です。また、中間記憶装置のデータが開始されるスクラッチパッド内のアドレスが、最下位5ビットのターゲットアドレスにより決定されることに注意してください。このアドレスは、バイトオフセットと呼ばれます。たとえば、書き込みコマンドのターゲットアドレスが 13Ch の場合は、スクラッチパッドはバイトオフセット 1Ch から始まる着信データを保管し、わずか4バイトで一杯になります。この場合、対応する終了オフセットは 1Fh です。速度と効率を最適化するために、書き込みのターゲットアドレスは、新規ページの先頭を示す必要があります(すなわち、バイトオフセットは0)。このため、スクラッチパッドの 32 バイト全容量を利用することができ、1Fh の終了オフセットももたらします。ただし、ページ内の任意の場所に1または連続した数バイトを書き込むことができます。パーシャルフラグとオーバーフローフラグとともに終了オフセットは、主として書き込みコマンド後にデータの整合性をチェックするマスタをサポートする手段です。AA、すなわち Authorization Accepted (認証承認)と呼ばれるE/S レジスタの最高値ビットは、スクラッチパッドの有効コピーコマンドが受け入れられ実行されたことを示しています。スクラッチパッドにデータを書き込むと、このフラグは消去されます。

アドレスレジスタ 図 9

Bit #	7	6	5	4	3	2	1	0
Target Address (TA1)	T7	T6	T5	T4	T3	T2	T1	T0
Target Address (TA2)	T15	T14	T13	T12	T11	T10	T9	T8
Ending Address with Data Status (E/S) (Read Only)	AA	0	PF	E4	E3	E2	E1	E0

検証付書き込み

データを DS1921L に書き込むには、スクラッチパッドを中間記憶装置として使用する必要があります。まず、マスタが、希望のターゲットアドレスを指定する Write Scratchpad コマンドを発行します。このアドレスの後にはスクラッチパッドに書き込まれるデータが続きます。次のステップでは、スクラッチパッドを読み込み、データ整合性を検証する Read Scratchpad コマンドをマスタが発行します。スクラッチパッドデータのプリアンブルとして、DS1921Lは要求されたターゲットアドレス TA1/TA2、及び E/S レジスタの内容を送信します。PF フラグが設定されている場合は、データはスクラッチパッドに正しく届きません。マスタは読み込みを継続する必要はありません。データをスクラッチパッドに書き込む新たな試行を開始することができます。同様に、設定された AA フラグは、Write コマンドが iButton に認識されなかったことを示しています。すべてが適切に行われた場合は両フラグは削除され、終了オフセットはスクラッチパッドに書き込まれた最後のバイトのアドレスを示しています。これで、マスタはあらゆるデータビットの検証を継続することができます。マスタがデータを検証し終わると、Copy Scratchpad コマンドを送信する必要があります。マスタがスクラッチパッドを検証し、レジスタを読み込んだように、このコマンドの後には、3 つのアドレスレジスタ TA1、TA2、及び E/S のデータが続く必要があります。DS1921Lはこうしたバイトを受け取るとすぐに、ターゲットアドレスから始まる要求された場所にデータをコピーします。

メモリ機能コマンド

メモリ機能フローチャート(図 10)では、メモリ及び DS1921L の特別機能レジスタへのアクセスに必要なプロトコルを説明しています。こうした機能や他の機能を使ってミッション用に DS1921L を設定する方法例は、本書巻末の「電気的特性」セクションの前で紹介されています。マスタと DS1921L 間の通信は、標準速度(デフォルト、OD = 0)、または Overdrive 速度(OD = 1)のどちらかで実行されます。Overdrive モードに明確に設定されていない場合は、DS1921L では標準速度が想定されます。

Write Scratchpad コマンド[0Fh]

Write Scratchpad コマンドを発行した後、スクラッチパッドに書き込まれるデータが後に続く 2 バイトのターゲットアドレスを、まずマスタは提供する必要があります。そのデータは、バイトオフセット(T4:T0)から始まるスクラッチパッドに書き込まれます。終了オフセット(E4:E0)は、マスタがデータ書き込みを終了するバイトオフセットです。完全なデータバイトのみが受け入れられます。最後のデータバイトが不完全な場合は、その内容は無視され、パーシャルバイトフラグ(PF)が設定されます。

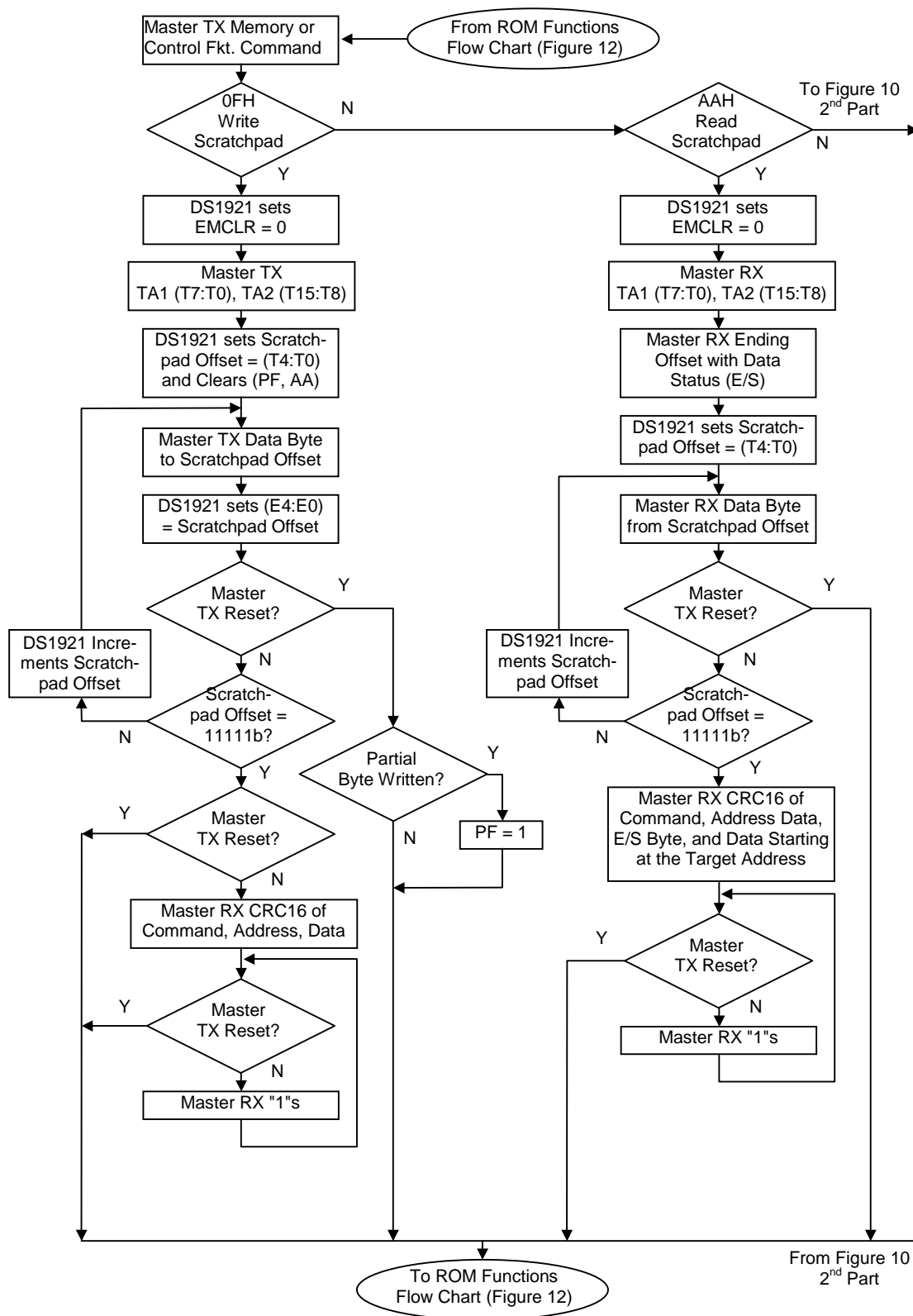
Write Scratchpad コマンドを実行すると、DS1921L 内の CRC 生成式(図 15 参照)が、コマンドコードから始まり、マスタにより送信される最後のデータバイトで終了するデータストリーム全体の CRC を計算します。まず CRC 生成式を消去し、マスタと全データバイトが供給したようにスクラッチパッド書き込みコマンド、ターゲットアドレス TA1 及び TA2 のコマンドコード(0Fh)にシフトインして、CRC16 多項式を使って CRC が生成されます。マスタは、いつでも Write Scratchpad コマンドを終了することができます。ただし、終了オフセットが 1111b の場合は、マスタは 16 の読み込みタイムスロットを送信可能で、DS1921L が生成した CRC を受信します。

レジスタページの 200h ~ 213h の範囲は、ミッション時には書き込み禁止です。 ミッション間やミッション時の各レジスタのアクセスタイプについては、「レジスタページマップ」の図 6 を参照してください。

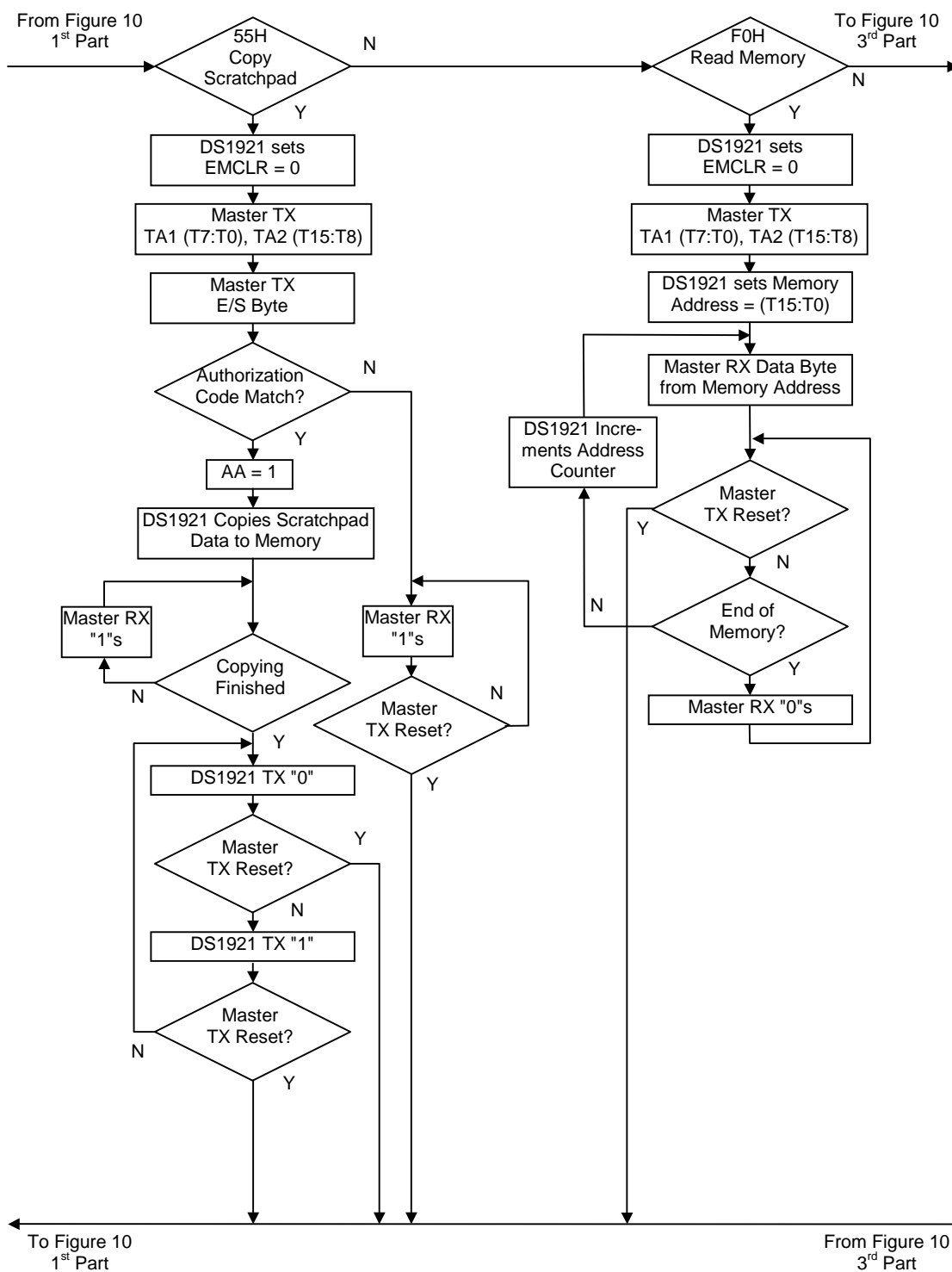
Read Scratchpad コマンド[AAh]

このコマンドを使って、スクラッチパッドデータとターゲットアドレスを検証することができます。Read Scratchpad コマンドを発行すると、マスタは読み込みを始めます。先頭の 2 バイトは、ターゲットアドレスです。その次のバイトは、図 9 で示されているようにバイトオフセット(T4:T0)から始まるスクラッチパッドデータが後に続く終了オフセット/データ状態バイト(E/S)です。実際の終了オフセットにかかわらず、マスタはスクラッチパッドの最後までデータを読み込むことができ、その後にマスタは、コマンドコード、ターゲットアドレス TA1 と TA2、E/S、及びターゲットアドレスから始まるスクラッチパッドデータの CRC16 を受け取ります。CRC が読み込まれた後に、バスマスタは、リセットパルスが発行されるまで DS1921L からロジック 1 を読み込みます。

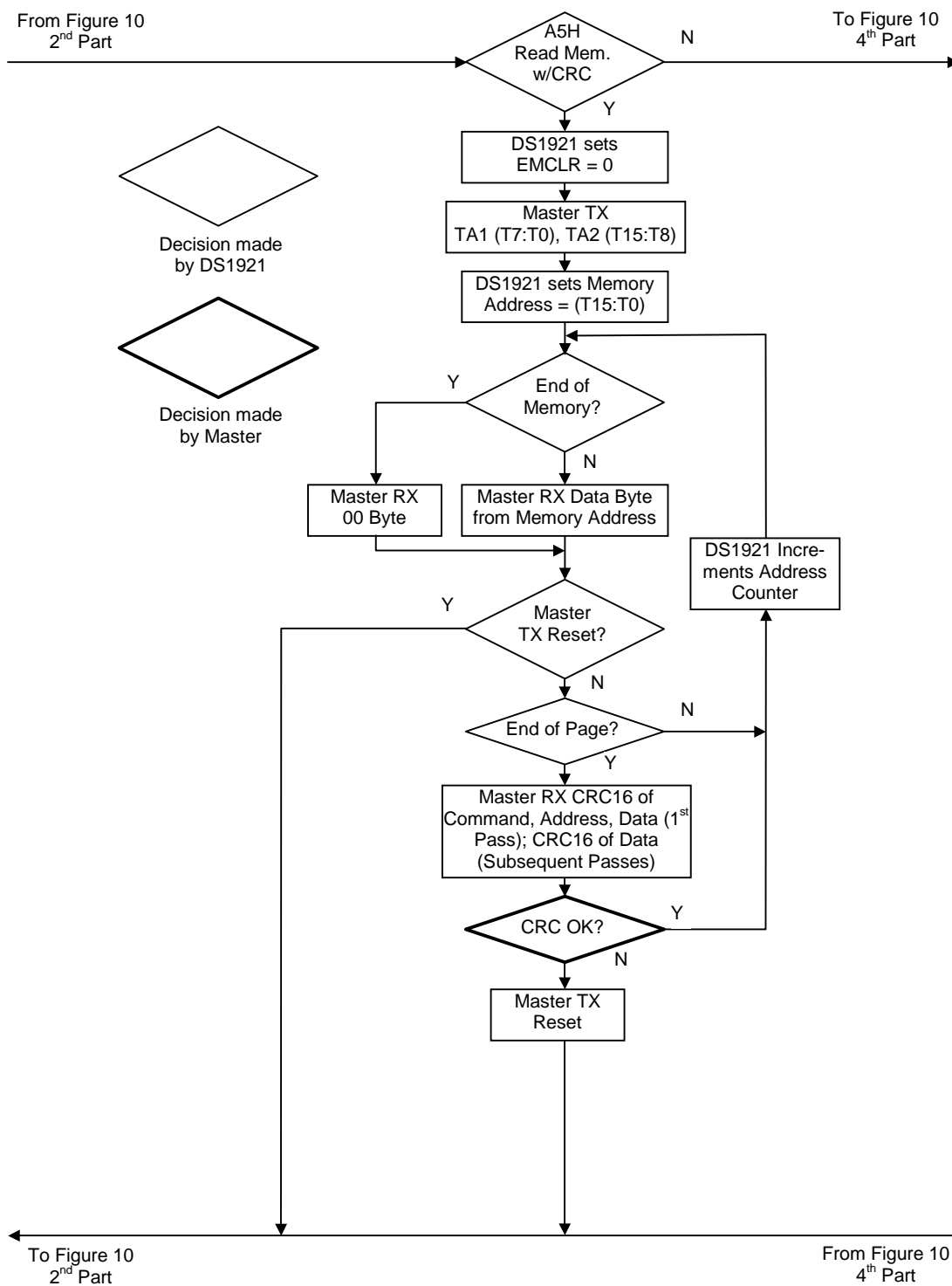
メモリ機能フローチャート 図 10-1



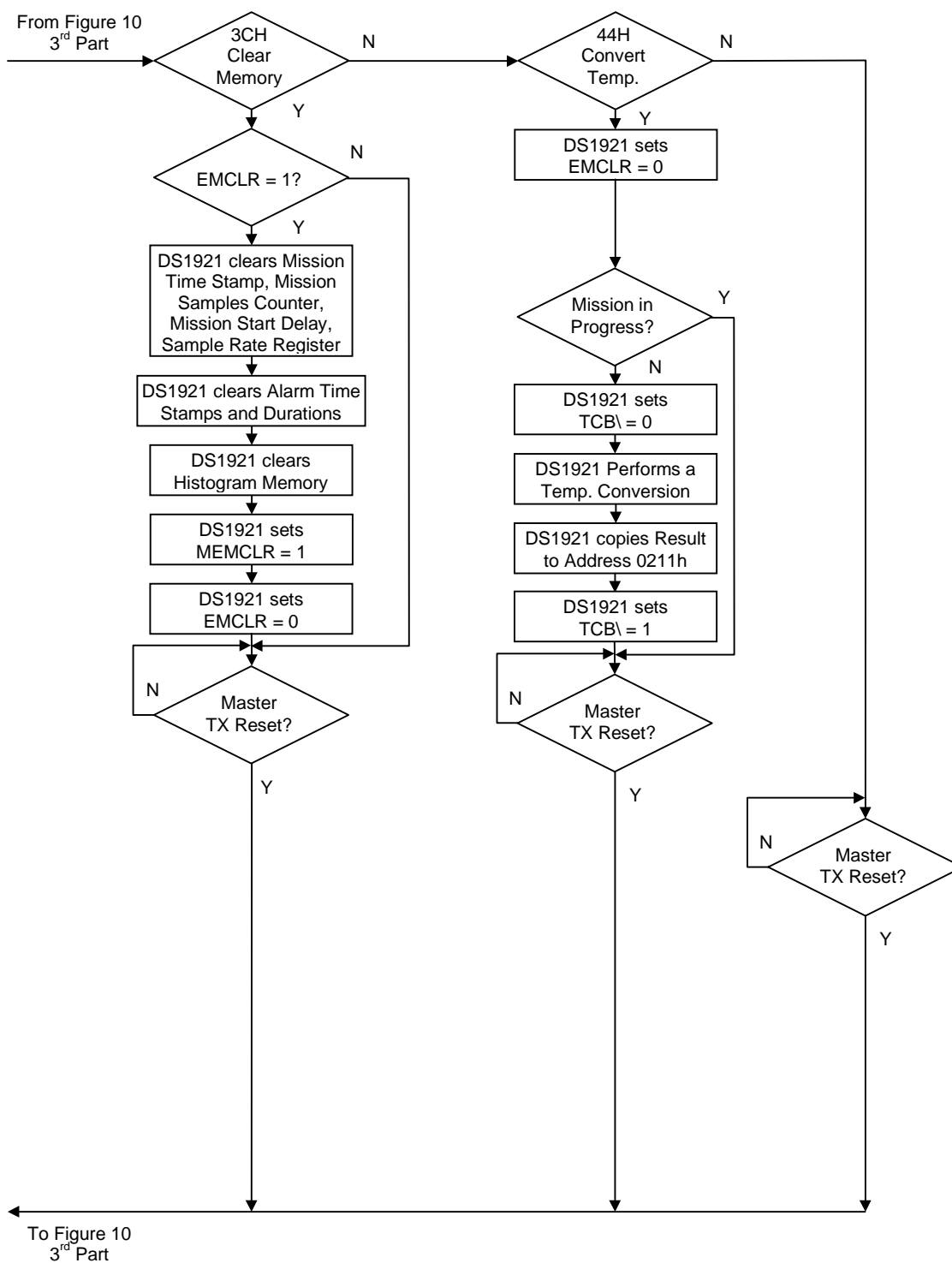
メモリ機能フローチャート 図 10-2



メモリ機能フローチャート 図 10-3



メモリ機能フローチャート 図 10-4



Copy Scratchpad [55h]

このコマンドを使って、スクラッチパッドから書込み可能メモリセクションにデータをコピーすることができます。Copy Scratchpadコマンドを発行した後に、マスタは3バイトの認証パターンを供給する必要があります。この認証パターンは、検証用にスクラッチパッドを読み込むと取得できます。このパターンは、3つのアドレスレジスタ(TA1、TA2、E/S、この順序で)にあるデータと完全に一致する必要があります。パターンが一致した場合は、AA (認証承認)フラグが設定され、コピーが始まります。データがコピーされた後に、マスタがリセットパルスを出すまで1と0の交互のパターンが送信されます。コピーが実行されている間は、その部分をリセットしようとしても無視されます。通常、コピーには1バイト当たり2 μ かかります。

コピー対象のデータは、3つのアドレスレジスタが決定します。開始オフセットから終了オフセットまで、ターゲットアドレスから始まるスクラッチパッドデータがコピーされます。当コマンドを使って、1~32バイトの間ならどこにでもコピーすることができます。AAフラグは、次のWrite Scratchpadコマンドが削除するまで、ロジック1のままです。

Read Memory [F0h]

Read Memory コマンドを使って、メモリ全体を読み込むことができます。コマンド発行後に、マスタは2バイトのターゲットアドレスを提供する必要があります。2バイトを提供した後で、マスタはターゲットアドレスから始まるデータを読み込み、ロジック0を読み込まれるメモリの最後まで続行することができます。ターゲットアドレスレジスタには提供されたアドレスが含まれていることを認識する必要があります。終了オフセット/データ状態バイトは、影響を受けません。

DS1921Lのハードウェアは、メモリセクションにエラーなしで書き込むことができる手段を提供します。読み込み時に1-Wire環境のデータを保護すると同時にデータ転送を高速化するには、各1メモリページサイズのデータパケットにデータをパケット化することを推奨します。通常、こうしたパケットはデータの各ページごとに16ビットCRCを保管し、エラーのない迅速なデータ転送を実現して、これにより受信データが正しいか検証するためにページを複数回読み込む必要性がなくなります。(推奨されるファイル構造については、『*Book of DS19xx iButton Standards*』の第7章、または『*Application Note 114*』を参照してください)。

Read Memory with CRC [A5h]

Read Memory with CRCコマンドを使って、レジスタページやミッション時にデバイスにより記録されるデータなど、パケット化できないメモリデータを読み込むことができます。DS1921Lが生成し、メモリページの最後のデータバイトに続いて送信する16ビットCRC以外は、このコマンドは標準のメモリ読み込みコマンドと基本的に同じように機能します。

Read Memory with CRCコマンドのコマンドコードを送信した後に、バスマスタは、開始バイト位置を示す2バイトのアドレス(TA1 = T7:T0、TA2 = T15:T8)を送信します。以降のデータ読み込みタイムスロットにより、最初のアドレスから始まり、32バイトページの末尾に達するまで続行するデータをマスタはDS1921Lから受信します。この時、バスマスタは16のデータ読み込みタイムスロットをさらに送信し、16ビットCRCを受信します。以降のデータ読み込みタイムスロットにより、CRCが再度後続する次ページの先頭から始まるデータをマスタは受信します。このシーケンスは、バスマスタがデバイスをリセットするまで続きます。

Read Memory with CRCコマンドを通じた最初のプロセスの場合は、16ビットCRC値はクリア済みのCRC生成式にコマンドバイトを移した結果であり、2つのアドレスバイトとデータメモリの内容が後に続きます。CRCフロー付メモリ読み込みを通じた以降のプロセスにより、CRC生成式をクリアし、データメモリページの内容にシフトインした結果である16ビットCRCが生成されます。最後のページの16ビットCRCが読み込まれた後に、リセットパルスが発行されるまで、バスマスタはページ間の境界でDS1921LとCRC16からロジック0を受信します。Read Memory with CRCコマンドのシーケンスは、リセットパルスを発行して、いつでも終了することができます。

Clear Memory [3Ch]

Clear Memory コマンドを使って、レジスタページのサンプリングレート、ミッション開始ディレイ、ミッションタイムスタンプ、ミッションサンプリングカウンタ、温度アラームメモリ、及び温度ヒストグラムメモリを消去することができます。別のミッション用に設定されるデバイスのメモリを消去する必要があります。Clear Memory コマンドが機能するには、制御レジスタの EMCLR ビットを1 に設定する必要があります。デバイスのメモリ機能(時間設定されたアクセス)を容易に利用できる Clear Memory コマンドを発行する必要があります。他の有効なメモリ機能コマンドを発行すると、EMCLR ビットがリセットされます。Clear Memory コマンド終了には約 500 μ s かかり、割り込むことはできません。ただし、メモリ消去コマンドを実行しながら、リセット/プレゼンスシーケンスの発行、ROM コマンドの実行、4096 ビットのユーザ RAM へのアクセス、または RTC や状態レジスタの読み込みを行うことはできます。Clear Memory コマンドが終了すると、状態レジスタの MEMCLR ビットが 1 を読み込み、EMCLR ビットは 0 になります。

Convert temperature [44h]

ミッションが実行されていない場合は、Convert Temperature コマンドを発行して、デバイスの現在温度を測定することができます。温度変換の結果は、レジスタページのメモリアドレス 211h にあります。このコマンドが終了するには約 300ms かかり、割り込むことはできません。温度変換を実行しながら、デバイスの任意の場所にメモリアクセスすることができます。

1-Wire バスシステム

1-Wire バスは、シングルバスマスタと1 つまたは複数のデバイスを持つシステムです。すべての場合において DS1921L はスレーブデバイスです。バスマスタは、通常マイクロコントローラか PC です。小規模なコンフィギュレーションの場合は、シングルポートピンを使って 1-Wire 通信シグナルをソフトウェア制御の下で生成することができます。マルチセンサネットワークの場合は、DS2480B 1-Wire ラインドライバチップや、当チップをベースにしたシリアルポートアダプタ(DS9097U シリーズ)が推奨されます。これによって、ハードウェア設計が容易になり、マイクロプロセッサがリアルタイムの応答から解放されます。

このバスシステムの説明は、以下の3つのトピックに分類されます。すなわち、ハードウェアコンフィギュレーション、トランザクションシーケンス、及び 1-Wire シグナル方式(シグナルタイプとタイミング)です。1-Wire プロトコルでは、バスマスタの同期パルスの立下がりでの起動した特定タイムスロット時のバス状態によってバストランザクションを定義します。詳細なプロトコルの説明については、『*Book of DS19xx iButton Standards*』の第4章を参照してください。

ハードウェアコンフィギュレーション

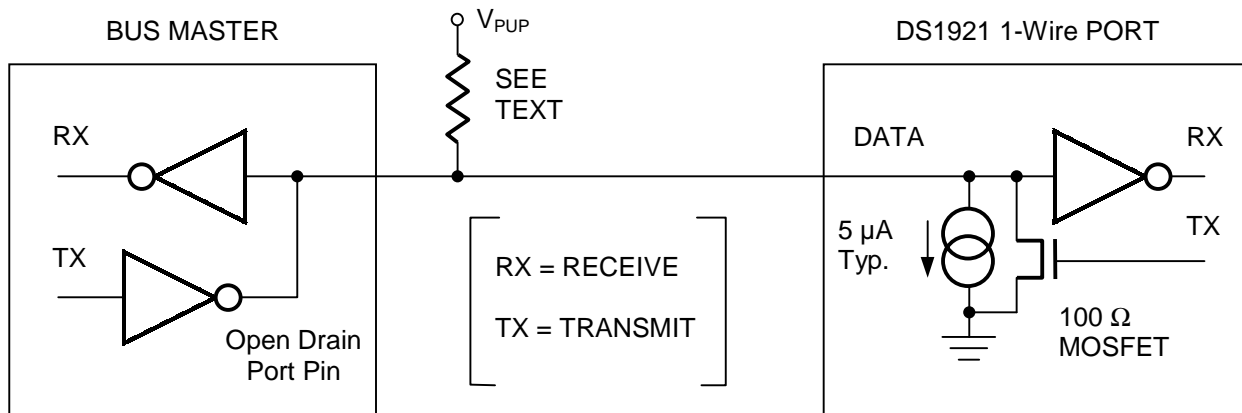
1-Wire バスはその名の通り1つのラインしか持っていません。バス上の各デバイスが適時その単線を作動できることが重要です。これを容易にするために、1-Wire バスに接続された各デバイスがオープンドレーン出力やトライステート出力を備える必要があります。DS1921Lの1-Wireポートは、図11に示されているのと同じ内部回路付オープンドレーンです。

マルチドロップバスは、複数の接続スレーブを備えた1-Wire バスから構成されます。標準速度では1-Wire バスの最高データ転送速度は、16.3kb/s です。Overdrive モードを作動させ、この速度を 142kb/s に上げることができます。DS1921L では、iButton 規格との完全準拠を保証していません。DS1921L の標準速度モードでの最高データ転送速度は14.1kb/s で、Overdrive モードでは 125kb/s です。プルアップレジスタの値は、主にネットワークサイズとロード条件に左右されます。ほとんどのアプリケーションでは、プルアップレジスタの最適値は約 2.2k Ω です。

1-Wire バスのアイドル状態はHigh です。なんらかの理由でトランザクションを一時停止する必要がある時、トランザクションが再開する予定がある場合はバスがアイドル状態である必要があります。これが実行されず、バスが 16 μ s (Overdrive 速度)、または 120 μ s (標準速度)を超えてLOW にされると、バス上の1つまたは複数のデバイスがリセットされることがあります。DS1921Lの場合は、1-Wire バス上のスレーブデバイスがリセット

を実行しないように、バスは Overdrive 速度では $15.2\mu\text{s}$ を超えて LOW 状態にしてはいけません。限定準拠にもかかわらず、DS2480B 1-Wire ドライバと当ドライバチップをベースとしたシリアルポートアダプタとともに使用されると、DS1921Lは適切に通信します。

ハードウェアコンフィギュレーション 図 11



トランザクションシーケンス

1-Wire ポートを経由して DS1921Lにアクセスするためのプロトコルは、以下の通りです。

- 初期化
- ROM 機能コマンド
- メモリ機能コマンド
- トランザクション/データ

初期化

1-Wire バス上のすべてのトランザクションは、初期化シーケンスから始まります。初期化シーケンスはバスマスタにより送信されるリセットパルスから構成され、このバスマスタにはスレーブが送信するプレゼンスパルスが後に続きます。

プレゼンスパルスによって、バスマスタは DS1921L がバス上にあり、作動可能であることを認識します。詳細は、「1-Wire シグナル方式」セクションを参照してください。

ROM 機能コマンド

バスマスタがプレゼンスを検出すると、7つある ROM 機能コマンドのどれかを発行することができます。すべての ROM 機能コマンドは 8 ビット長です。こうしたコマンドのリストは、以下の通りです(図12 のフローチャートを参照)。

Read ROM [33h]

このコマンドにより、バスマスタがDS1921Lの8ビットファミリコード、温度範囲コード、ユニークな36ビットシリアルナンバー、8ビットCRCを読み込むことができます。バス上にシングル DS1921Lがある場合のみ、このコマンドを使用することができます。複数のスレーブがバス上にある場合は、全スレーブが同時に送信しようとする、データの衝突が発生します(オープンドレーンにより、ワイヤド AND 結果がもたらされます)。36ビットシリアルナンバーに加え、ファミリコードと温度範囲コードは、CRCの不整合をもたらします。

Match ROM [55h]

64ビットROMシーケンスが後に続く Match ROM コマンドにより、バスマスタはマルチドロップバス上の特定のDS1921Lのアドレス指定をすることができます。64ビットROMシーケンスと完全一致するDS1921Lのみが、以下のメモリ機能コマンドに応答します。64ビットROMシーケンスと一致しないデバイスはすべて、リセットパルスを待ちます。バス上の1つまたは複数のデバイスで、このコマンドを使用することができます。

Skip ROM [CCh]

バスマスタが64ビットROMコードを提供することなくメモリ機能にアクセスして、このコマンドでは、シングルドロップバスシステムで時間を節約することができます。複数のスレーブがバス上にあり、Skip ROMコマンドに続き、読み込みコマンドが発行される場合、複数のスレーブが同時送信すると、データの衝突がバス上で発生します(オープンドレーンプルダウンにより、ワイヤド AND 結果がもたらされます)。

Search ROM [F0h]

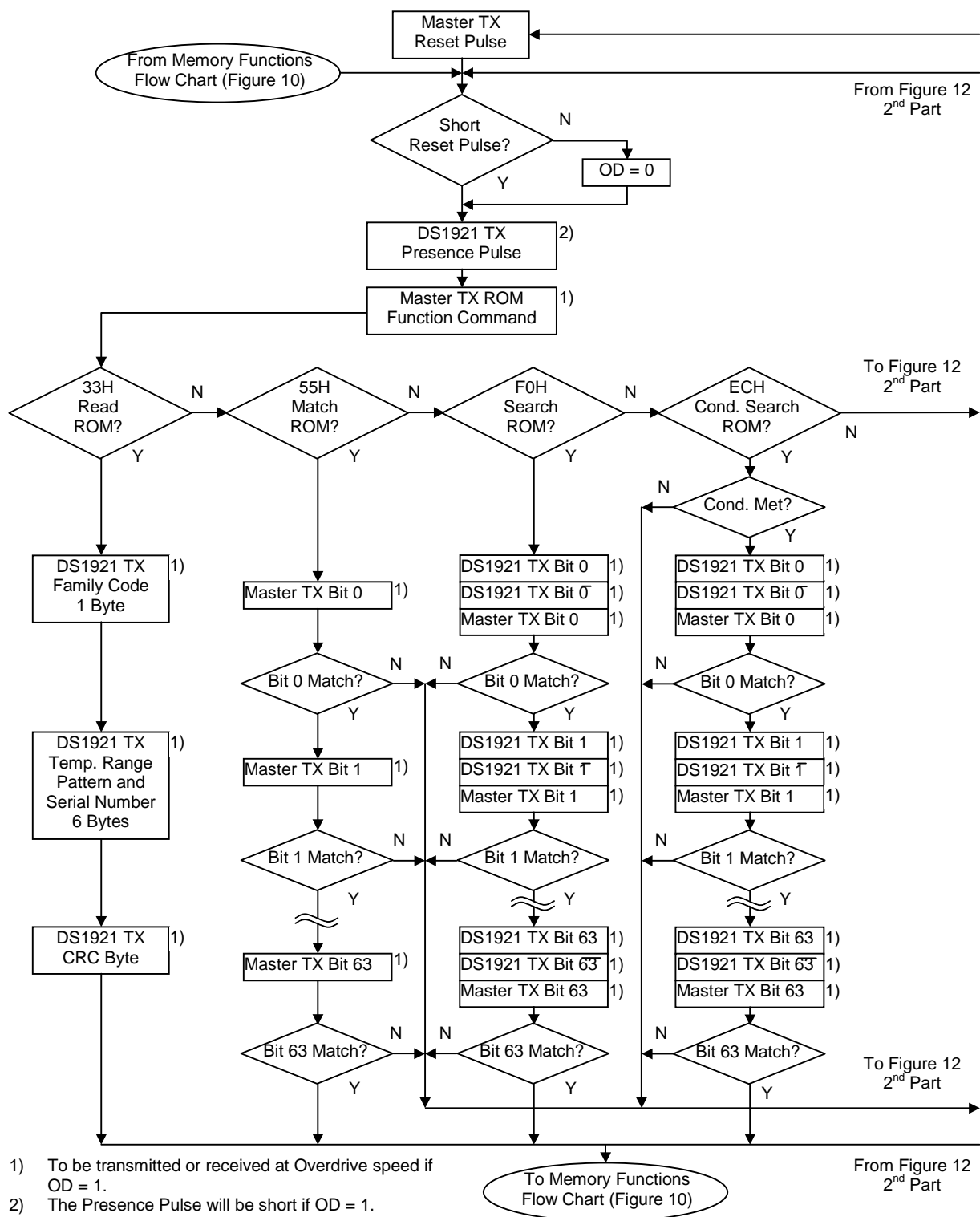
システムが最初に提示される際に、バスマスタが1-Wireバス上のデバイス数やその64ビットROMコードを認識しない場合があります。Search ROM コマンドにより、バスマスタが削除プロセスを使って、バス上の全スレーブデバイスの64ビットROMコードを識別することができます。Search ROM プロセスは、以下のシンプルな3ステップのルーチンの反復です。1ビットを読み込み、当ビットの補数を読み込んで、当ビットの要求値を書き込む。バスマスタは、ROMの各ビットでこうしたシンプルな3ステップのルーチンを実行します。こうした1プロセス全体を経ると、バスマスタはデバイス内のROMの内容を認識します。デバイス数と各デバイスのROMコードは、プロセスを重ねることによって識別することができます。実例を含む Search ROMに関する包括的な説明は、「DS19xx iButton Standards」の第5章を参照してください。

Conditional Search [ECh]

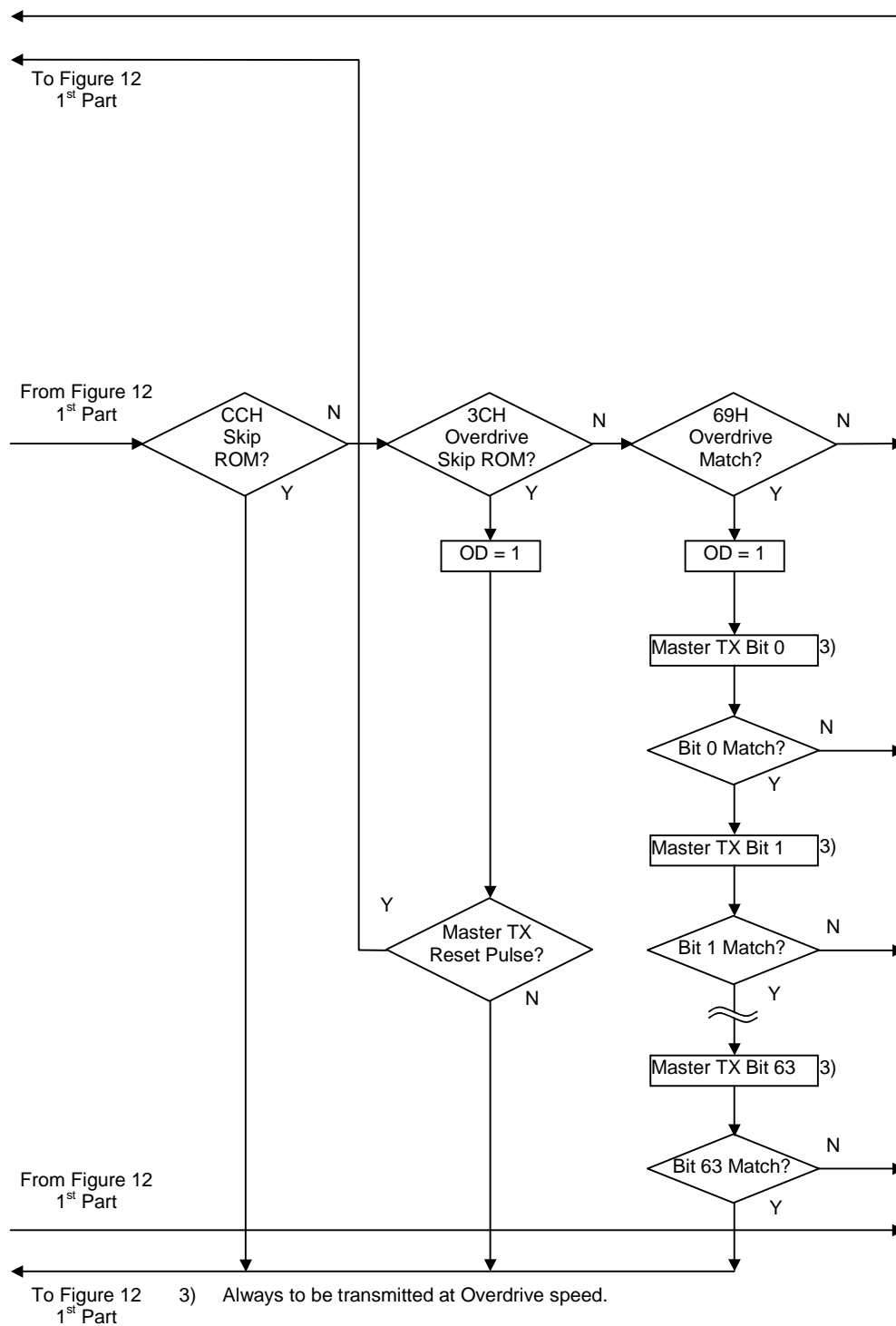
Conditional Search ROM コマンドは、特定条件を実行するデバイスのみ検索に加わることを除いて、Search ROM コマンドと同様の機能を果たします。条件は、アドレス20Ehの制御レジスタにあるビット機能TAS、THS、及びTLSによって指定されます。許容帯域を外れた温度など、重要イベントを通知する必要があるマルチドロップシステム上のデバイスをバスマスタが識別する、効率的な手段を条件 Search ROM では提供します。コンディショナルサーチの各プロセスがマルチドロップバス上の特定デバイスの64ビットROMを適切に識別すると、まるでMatch ROMが発行されたかのように当デバイスに個別にアクセスすることができます。というのは、他の全デバイスは検索プロセスから抜け、リセットパルスに対して待機しているからです。

コンディショナルサーチの場合、関連ビットにロジック1を書き込み、3つの検索条件を組み合わせで選択することができます。こうしたビットは、デバイスの状態レジスタにあるフラグに直接対応します。状態レジスタのフラグが1を読み込み、かつ制御レジスタの該当ビットもロジック1の場合は、デバイスはConditional Search コマンドに返答します。複数ビットの検索条件が選択されている場合は、最初のイベント発生により、デバイスがConditional Searchに返答します。

ROM 機能フローチャート 図 12-1



ROM 機能フローチャート 図 12-2



Overdrive Skip ROM [3Ch]

バスマスタが 64 ビット ROM コードを提供することなくメモリ機能にアクセスして、このコマンドではシングルドロップバス上で時間を節約することができます。標準の Skip ROM コマンドとは異なり、Overdrive Skip ROM は Overdrive モード (OD = 1) で DS1921L を設定します。少なくとも 480 μ s 時間長のリセットパルスがバス上の全デバイスを標準速度 (OD = 0) にリセットするまで、このコマンド発行後の通信はすべて、Overdrive モードで行われる必要があります。

マルチドロップバス上で発行されると、当コマンドは Overdrive をサポートする全デバイスを Overdrive モードに設定します。特定の Overdrive サポートデバイスを引き続きアドレス指定するには、Overdrive 速度のリセットパルスを発行し、Match ROM や Search ROM コマンドシーケンスが後に続く必要があります。これを行うと、検索プロセスの時間が短縮されます。複数の Overdrive サポートスレーブがバス上にあり、OverdriveSkip ROM コマンドの後に読み込みコマンドが続く場合、複数のスレーブが同時送信すると、データの衝突がバス上で発生します (オープンドレーンプルダウンにより、ワイヤド AND 結果がもたらされます)。

OverdriveMatch ROM [69h]

Overdrive 速度で送信される 64 ビット ROM シーケンスが後に続く OverdriveMatch ROM コマンドにより、バスマスタがマルチドロップバス上の特定の DS1921L をアドレス指定し、同時に Overdrive モードで設定することができます。64 ビット ROM シーケンスに完全一致する DS1921L のみが、以下のメモリ機能コマンドに応答します。以前の Overdrive スキップコマンドや一致コマンドから現在では Overdrive モードになっているスレーブは、Overdrive モードにとどまります。Overdrive 対応スレーブはすべて、少なくとも 480 μ s 時間長の次のリセットパルスで標準速度に戻ります。バス上の 1 つまたは複数のデバイスで、OverdriveMatch ROM コマンドを使用することができます。

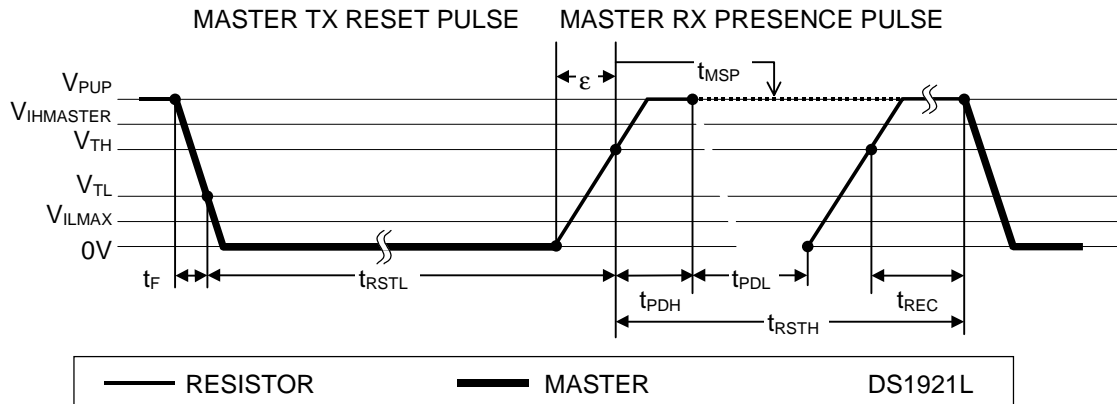
1-Wire シグナル方式

DS1921L には、データ整合性を確保する厳密なプロトコルが必要です。プロトコルは、以下の 4 つのタイプの単線シグナル方式から構成されています。それは、リセットパルスとプレゼンスパルス付リセットシーケンス、書込み 0、書込み 1、及びデータ読み込みです。プレゼンスパルスを除いて、バスマスタがこれらすべてのシグナルを開始します。DS1921L は、標準速度と Overdrive 速度の 2 種類の速度で通信することができます。Overdrive モードに明確に設定されていない場合は、DS1921L は標準速度で通信します。Overdrive モード時には、高速タイミングがすべての波形に適用されます。

アイドル状態からアクティブになるには、1-Wire ライン上の電圧が V_{PUP} からしきい値 V_{TL} を超えて下降する必要があります。アクティブからアイドル状態になるには、電圧が V_{ILMAX} からしきい値 V_{TH} を超えて上昇する必要があります。論理レベルを設定する際に、電圧 V_{ILMAX} は DS1921L と関連していますが、イベント起動とは関係ありません。

DS1921L との通信開始に必要な初期化シーケンスは、図 13 に紹介されています。プレゼンスパルスが後に続くリセットパルスは、適切な ROM とメモリ機能コマンドが出されると DS1921L はデータ受信の用意ができていることを示しています。様々なデバイスがあるネットワークでは、リセット Low タイム t_{RSTL} は、最も低速な 1-Wire スレーブデバイスがリセットパルスとして識別するのに十分な長さである必要があります。DS1921L の場合、この時間長は標準速度で 480 μ s、Overdrive 速度で 62 μ s です。バスマスタが立ち下がりスレーブ制御を用いる場合は、エッジを補正するために $t_{RSTL} + t_F$ の間、ラインをプルダウンする必要があります。480 μ s 以上の t_{RSTL} 時間長は、Overdrive モードを抜け、デバイスを標準速度に戻します。DS1921L が Overdrive にあり、 t_{RSTL} が 80 μ s 以下の場合、デバイスは Overdrive モードにとどまります。

初期化プロシージャ(リセット/プレゼンスパルス) 図 13



バスマスタがラインを解放すると、受信モード(RX)に入ります。この時、1-Wire バスは、プルアップレジスタを通じて、またはDS2480Bドライバの場合はアクティブ回路によって、 V_{PUP} にまでプルアップされます。しきい値 V_{TH} を超えると、DS1921Lは t_{PDH} の間待機し、 t_{PDL} の間ラインをプルダウンして、プレゼンスパルスを送信します。プレゼンスパルスを検出するために、マスタは t_{MSP} で1-Wire ラインの論理状態をテストする必要があります。

t_{RSTH} ウィンドウは、少なくとも t_{PDHMAX} 、 t_{PDLMAX} 、及び t_{RECMIN} の合計である必要があります。 t_{RSTH} の終了直後に、DS1921Lはデータ通信の用意ができています。様々なデバイスがあるネットワークでは、他の 1-Wire デバイスに対応するために、 t_{RSTH} を標準速度で少なくとも480 μ sまで、Overdrive 速度で48 μ sまで拡大する必要があります。

Read/Write タイムスロット

DS1921L とのデータ通信は、シングルビットをそれぞれ搬送するタイムスロットにおいて実行されます。Write タイムスロットは、バスマスタからスレーブにデータを転送します。Read タイムスロットは、スレーブからマスタにデータを転送します。書き込み及び読み込みタイムスロットの定義は、図14 に図示されています。

すべての通信は、データラインをプルダウンするマスタから始まります。1-Wire ライン上の電圧がしきい値 V_{TL} を超えて下降すると、DS1921Lは内部タイムベースを開始します。スレーブのタイムベースの許容度によって、 t_{SLSMIN} から t_{SLSMAX} まで拡大するスレーブサンプリングウィンドウがもたらされます。サンプリングポイントのデータライン上の電圧により、DS1921Lがタイムスロットを1または0としてデコードするかどうかを設定されます。高信頼性通信では、サンプリングウィンドウ全体にわたって電圧が V_{ILMAX} 値より下か、または最大 V_{TH} 値より上のいずれかである必要があります。

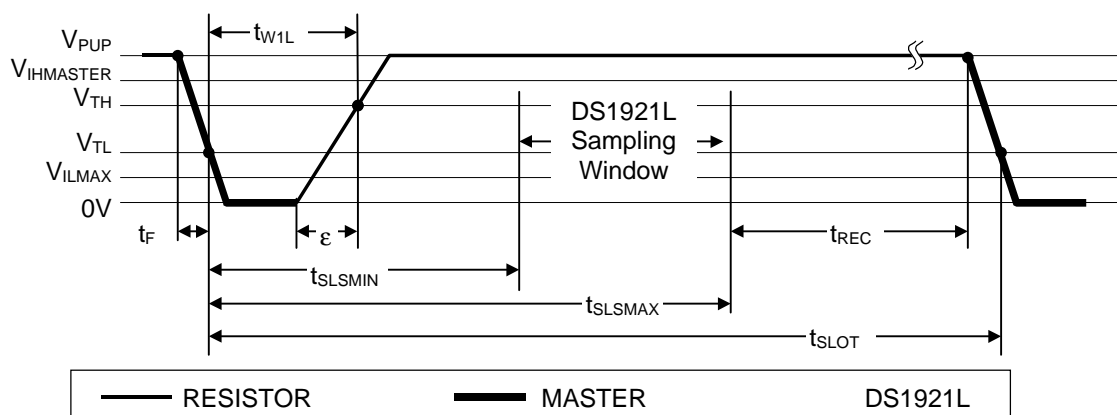
マスタからスレーブに

Write 1 タイムスロットの場合、マスタのプルダウンタイム($t_{MPD1} = t_{W1L} - \epsilon + t_F$)は、1-Wire ライン上の電圧が t_{SLSMIN} (DS1921Lの最初のサンプリングポイント)において V_{TH} に到達するのに適した長さである必要があります。最後のサンプリングポイント(t_{SLSMAX})の後には、次のタイムスロットが始まる前のリカバリ時間(t_{REC})が必要です。

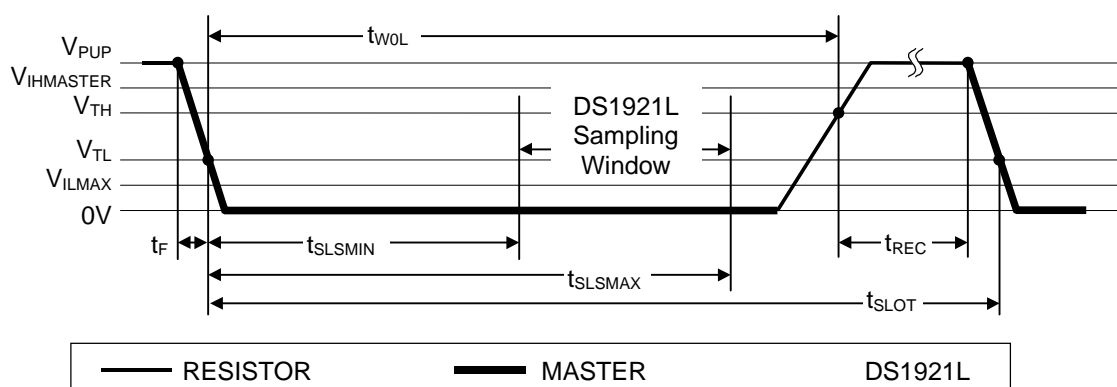
Write 0 タイムスロットの場合、マスタのプルダウンタイム($t_{MPD0} = t_{W0L} + t_F$)は、データライン上の電圧を低速なDS1921Lのサンプリングポイント(t_{SLSMAX})で V_{ILMAX} より下に保つのに十分な長さである必要があります。次のタイムスロットが始まる前に、まずデータライン上の電圧は V_{TH} より上昇して、リカバリ時間 t_{REC} が終了するまで、その状態を保つ必要があります。

読み込み/書き込みタイミング図 図 14

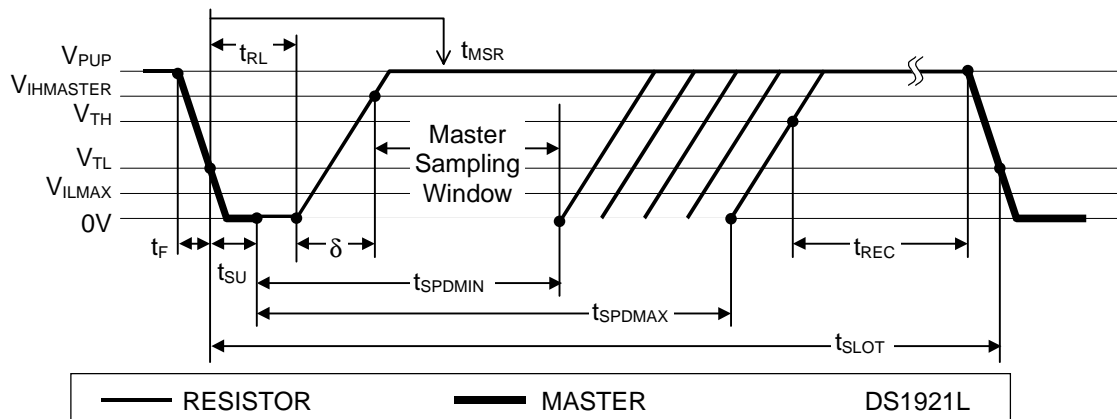
Write-One タイムスロット



Write-Zero タイムスロット



Read-Data タイムスロット



スレーブからマスタに

Read-Data タイムスロットは、Write-One タイムスロットと酷似しています。マスタは、データラインをプルダウンするデータ読みタイムスロットを開始します。1-Wire ライン上の電圧がしきい値 V_{TL} より下降すると、DS1921Lは内部タイムベースを開始します。マスタのプルダウンタイム($t_{MPDR} = t_{RL} + t_F$)は、セットアップ時間 t_{SU} をカバーするのに十分な長さである必要があり、このセットアップ時間の後にDS1921Lは1-Wire ポートに1ビットを提供します。0を送信する際に、DS1921Lはデータラインを t_{SPD} の間、ローを維持します。データビットが1の場合は、DS1921Lはデータラインをローに維持しません。

マスタは、ウィンドウの内側にある t_{MSR} でデータラインをサンプリングします。この t_{MSR} は、 t_{RL} 、一方の立上がり時間(δ)、及び他方の $t_{SU} + t_{SPDMIN}$ の合計により算出されます。読み込み 0 の場合の最適サンプリングポイントは、 $t_{SU} + t_{SPDMIN}$ 以下であるポイントです。読み込み 1 の場合は、1-Wire ライン上の電圧は、 t_{MSR} で $V_{IHMASTER}$ に到達する必要があります。この条件によって、マスタブルダウンタイムの最大時間長が決定されます。高信頼性通信では、マスタブルダウンタイムはできるだけ短くして、データラインが V_{IHMIN} に到達する時間を最適化する必要があります。次のタイムスロットが始まる前に、 t_{SPDMAX} が終了し、データライン上の電圧は V_{TH} より上昇して、リカバリ時間 t_{REC} が終了するまで、その状態を保つ必要があります。

CRC の生成

DS1921Lには、2 種類の巡回冗長検査(CRC)があります。1 つは8ビットタイプで、64ビットROMの最上位バイトに格納されています。バスマスタは64ビットROMの先頭の56ビットからCRCの値を算出し、DS1921L内に格納される値と比較して、ROMデータがエラーなしで受信されたかを判別することができます。このCRCの等価多項式関数は、 $X^8 + X^5 + X^4 + 1$ です。この8ビットCRCは、true (非反転)形式で受信されます。また、ファクトリで計算され、ROMにレーザで書込まれます。

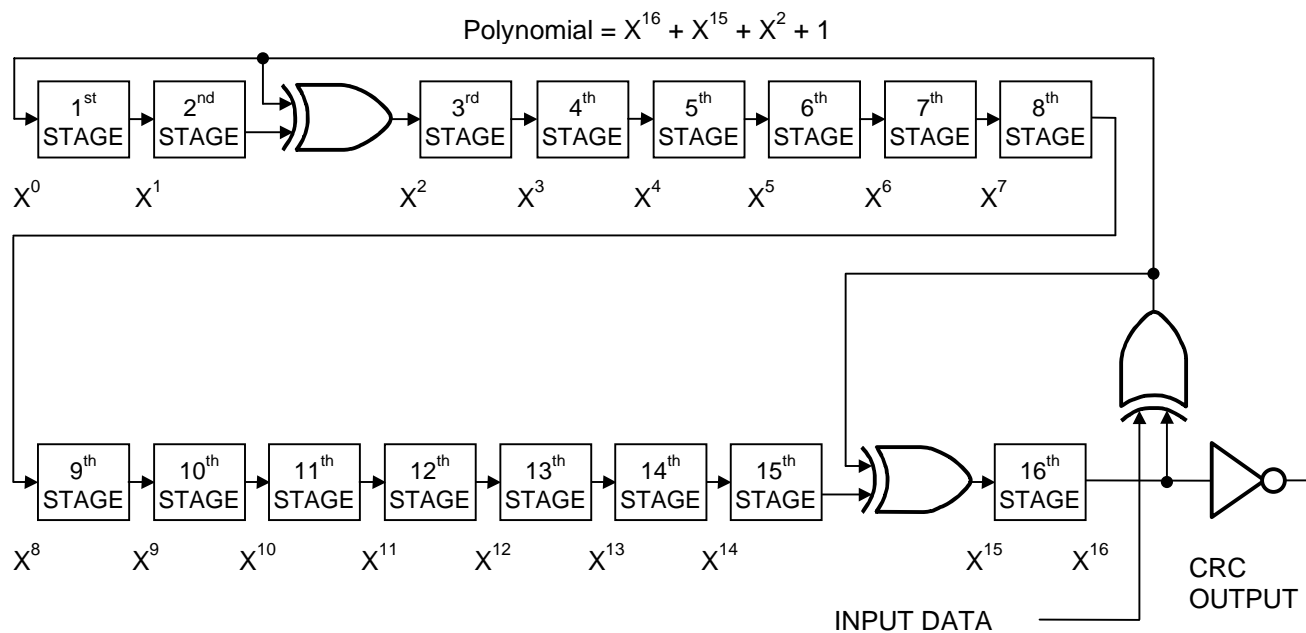
もう一方のCRCは16ビットタイプで、標準CRC16-多項式関数 $X^{16} + X^{15} + X^2 + 1$ に従って生成されます。このCRCは、Read Memory with CRCコマンドによるデータメモリ読み込み時のエラー検出と、スクラッチパッドに対する書き込みや読み込み時のデータ転送の迅速な検証に使用されます。また、iButton拡張ファイル構造内のエラー検出用の不揮発性RAMベースiButtonで使われているCRCと同じタイプです。8ビットCRCとは対照的に、この16ビットCRCは常に反転形式で通信します。DS1921Lチップ内のCRC生成式(図15)は、図10のコマンドフローチャートで示されているように新たな16ビットCRCを計算します。バスマスタは、デバイスから読み込まれたCRC値をデータから計算された値と比較して、オペレーションを続行するか、またはCRCエラー付のデータの一部を再読み込みするかを判断します。Read Memory with CRCコマンドを通じた最初のプロセスの場合は、16ビットCRC値はクリア済みのCRC生成式にコマンドバイトを移した結果であり、2つのアドレスバイトとデータバイトが後に続きます。CRCフローチャート付Read Memoryコマンドを通じた以降のプロセスにより、CRC生成式をクリアし、データバイトにシフトインした結果である16ビットCRCが生成されます。

Write Scratchpad コマンドの場合は、まずCRC生成式をクリアし、コマンドコード、ターゲットアドレスTA1/TA2、及び全データバイトにシフトインして、CRCが生成されます。スクラッチパッドに書き込まれたデータバイトにスクラッチパッド終了オフセット11111bが含まれている場合に限り、DS1921LはこのCRCを送信します。データはスクラッチパッド内のどの位置からでも始めることができます。

Read Scratchpad コマンドの場合は、まずCRC生成式をクリアし、コマンドコード、ターゲットアドレスTA1/TA2、E/Sバイト、及びターゲットアドレスから始まるスクラッチパッドデータにシフトインして、CRCが生成されます。実際の終了オフセットにかかわらず、読み込みがスクラッチパッドの最後まで進行している場合に限り、DS1921LはこのCRCを送信します。

CRC 値生成に関する詳細は、『Application Note 27』又は『DS19xx iButton Standards』を参照してください。

CRC-16 のハードウェア説明及び多項式 図 15



ミッション例：新規ミッションの準備と開始

Assumption: 前のミッションが終了しつつあります。たとえば、実行中のミッションを終了するには、ステップ1のようなシーケンスを実行するか、または状態レジスタの MIP ビットに 0 を書き込みます。

ミッション開始などのミッションに対する DS1921L の準備には、以下の最大 4 つのステップが必要です。

ステップ 1: RTC を設定する(調整が必要な場合)

ステップ 2: 前のミッションのデータを消去する

ステップ 3: 検索条件とミッション開始ディレイを設定する

ステップ 4: 温度アラームを設定し、サンプリングレートを書き込み、ミッションを開始する

ステップ 1

現在の時刻を 2002 年 4 月 1 日月曜日の 15:30:00 に設定します。この設定により、以下のデータが RTC レジスタに書き込まれます。

Address:	200h	201h	202h	203h	204h	205h	206h
Data:	00h	30h	15h	01h	81h	04h	02h

バスマスタに接続されたシングル DS1921L に限っては、ステップ 1 の通信は以下の通りです。

MASTER MODE	DATA (LSB FIRST)	COMMENTS
TX	(Reset)	Reset pulse (480μs to 960μs)
RX	(Presence)	Presence pulse
TX	CCh	Issue Skip ROM command
TX	0Fh	Issue Write Scratchpad command
TX	00h	TA1, beginning offset = 00h
TX	02h	TA2, address = 0200h
TX	<7 data bytes>	Write 7 bytes of data to scratchpad
TX	(Reset)	Reset pulse
RX	(Presence)	Presence pulse
TX	CCh	Issue Skip ROM command
TX	AAh	Issue Read Scratchpad command
RX	00h	Read TA1, beginning offset = 00h
RX	02h	Read TA2, address = 0200h
RX	06h	Read E/S, ending offset = 6h, flags = 0h
RX	<7 data bytes>	Read scratchpad data and verify
TX	(Reset)	Reset pulse
RX	(Presence)	Presence pulse
TX	CCh	Issue Skip ROM command
TX	55h	Issue Copy Scratchpad command
TX	00h	TA1
TX	02h	TA2 (AUTHORIZATION CODE)
TX	06h	E/S
TX	(Reset)	Reset pulse
RX	(Presence)	Presence pulse

ステップ 2

EMCLR ビットを1に設定し、RTCを有効にして、Clear Memory コマンドを実行します。これにより、以下のデータが状態レジスタに書き込まれます。

Address:	20Eh
Data:	40h

バスマスタに接続されたシングル DS1921Lに限っては、ステップ 2 の通信は以下の通りです。

MASTER MODE	DATA (LSB FIRST)	COMMENTS
TX	(Reset)	Reset pulse (480μs to 960μs)
RX	(Presence)	Presence pulse
TX	CCh	Issue Skip ROM command
TX	0Fh	Issue Write Scratchpad command
TX	0Eh	TA1, beginning offset = 0Eh
TX	02h	TA2, address = 020Eh
TX	40h	Write status byte to scratchpad
TX	(Reset)	Reset pulse
RX	(Presence)	Presence pulse
TX	CCh	Issue Skip ROM command
TX	AAh	Issue Read Scratchpad command
RX	0Eh	Read TA1, beginning offset = 0Eh
RX	02h	Read TA2, address = 020Eh
RX	0Eh	Read E/S, ending offset = 0Eh, flags = 0h
RX	40h	Read scratchpad data and verify
TX	(Reset)	Reset pulse
RX	(Presence)	Presence pulse
TX	CCh	Issue Skip ROM command
TX	55h	Issue Copy Scratchpad command
TX	0Eh	TA1
TX	02h	TA2 (AUTHORIZATION CODE)
TX	0Eh	E/S
TX	(Reset)	Reset pulse
RX	(Presence)	Presence pulse
TX	CCh	Issue Skip ROM command
TX	3Ch	Issue Clear Memory command
TX	(Reset)	Reset pulse
RX	(Presence)	Presence pulse

ステップ 3

この例の場合、上書きは無効化され、検索条件は高温のみに設定されています。ミッションは、90(5Ah)分のディレイで始まります。この設定により、以下のデータが特別機能レジスタに書き込まれます。

Address:	20Eh	20Fh	210h	211h	212h	213h
Data:	02h	00h*	00h*	00h*	5Ah	00h

* アドレス位置 20Fh ~ 211h のライトスルーは、別サイクルのミッション開始ディレイレジスタへのアクセスよりも高速です。書き込みを行っても、こうしたレジスタ内容は影響を受けません。

バスマスタに接続されたシングル DS1921Lに限っては、ステップ 3 の通信は以下の通りです。

MASTER MODE	DATA (LSB FIRST)	COMMENTS
TX	(Reset)	Reset Pulse (480µs to 960µs)
RX	(Presence)	Presence pulse
TX	CCh	Issue Skip ROM command
TX	0Fh	Issue Write Scratchpad command
TX	0Eh	TA1, beginning offset = 0Eh
TX	02h	TA2, address = <u>02</u> 0Eh
TX	<6 data bytes>	Write 6 bytes of data to scratchpad
TX	(Reset)	Reset pulse
RX	(Presence)	Presence pulse
TX	CCh	Issue Skip ROM command
TX	AAh	Issue Read Scratchpad command
RX	0Eh	Read TA1, beginning offset = 0Eh
RX	02h	Read TA2, address = <u>02</u> 0Eh
RX	13h	Read E/S, ending offset = 13h, flags = 0h
RX	<6 data bytes>	Read scratchpad data and verify
TX	(Reset)	Reset pulse
RX	(Presence)	Presence pulse
TX	CCh	Issue Skip ROM command
TX	55h	Issue Copy Scratchpad command
TX	0Eh	TA1
TX	02h	TA2 (AUTHORIZATION CODE)
TX	13h	E/S
TX	(Reset)	Reset pulse
RX	(Presence)	Presence pulse

ステップ 4

この例の場合、温度アラームは、低温しきい値は-5 、高温しきい値は0 に設定されています。サンプリングレートは 10 分ごとに1回で、このミッションは最大14日間実行されます。この設定により、以下のデータが特別機能レジスタに書き込まれます。

Address:	20Bh	20Ch	20Dh
Data:	46h	50h	0Ah

バスマスタに接続されたシングル DS1921Lに限っては、ステップ 4 の通信は以下の通りです。

MASTER MODE	DATA (LSB FIRST)	COMMENTS
TX	(Reset)	Reset pulse (480µs to 960µs)
RX	(Presence)	Presence pulse
TX	CCh	Issue Skip ROM command
TX	0Fh	Issue Write Scratchpad command
TX	0Bh	TA1, beginning offset = 0Bh
TX	02h	TA2, address = 020Bh
TX	<3 data bytes>	Write 3 bytes of data to scratchpad
TX	(Reset)	Reset pulse
RX	(Presence)	Presence pulse
TX	CCh	Issue Skip ROM command
TX	AAh	Issue Read Scratchpad command
RX	0Bh	Read TA1, beginning offset = 0Bh
RX	02h	Read TA2, address = 020Bh
RX	0Dh	Read E/S, ending offset = 0Dh, flags = 0h
RX	<3 data bytes>	Read scratchpad data and verify
TX	(Reset)	Reset pulse
RX	(Presence)	Presence pulse
TX	CCh	Issue Skip ROM command
TX	55h	Issue Copy Scratchpad command
TX	0Bh	TA1
TX	02h	TA2 (AUTHORIZATION CODE)
TX	0Dh	E/S
TX	(Reset)	Reset pulse
RX	(Presence)	Presence pulse

ステップ 4 が成功した場合は、ミッションタイムスタンプレジスタは RTCの日付と時刻を備え、状態レジスタの MIP ビットは 1 になり、MEMCLR ビットは0になります。

物理的仕様

Size	See mechanical drawing
Weight	3.3 grams
Humidity	90% RH at 50°C
Altitude	10,000 feet
Safety	Meets UL#913 (4 th Edit.); Intrinsically Safe Apparatus, approval under Entity Concept for use in Class I, Division 1, Group A, B, C and D Locations (application pending)

絶対最大定格*

IO Voltage to GND	-0.5V, +6V
IO sink current	20mA
Temperature Range	-40°C to +85°C
Junction Temperature	+150°C
Storage Temperature Range	-25°C to +50°C

* これはストレス定格にすぎず、これらの条件や仕様書のオペレーションセクションで紹介されている以上の
 その他条件でデバイスが機能するという意味ではありません。絶対最大定格の条件が長時間続くと、信頼性に
 影響を与える場合があります。これらのデバイスは、70 を超える温度に長時間さらしてはいけません。

電気的特性(V_{PUP} = 2.8V~5.25V、T_A = -40°C~+85°C)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
IO pin general data							
1-Wire Pull-up Resistance	R _{PUP}				2.2	kΩ	1, 2
Input Capacitance	C _{IO}			100	800	pF	3
Input Load Current	I _L	IO pin at V _{PUP}	1		10	μA	4
High-to-Low Switching Threshold	V _{TL}	V _{PUP} > 4.5V	1.14		2.70	V	5, 6, 7
			0.71		2.70		
Input Low Voltage	V _{IL}				0.30	V	1, 5, 8
Low-to-High Switching Threshold	V _{TH}	V _{PUP} > 4.5V	1.00		2.70	V	5, 6, 9
			0.66		2.70		
Output low voltage at 4mA	V _{OL}				0.4	V	5, 10
Recovery Time	t _{REC}	Standard Speed, R _{PUP} =2.2kΩ	5			μs	1
		Overdrive Speed, R _{PUP} =2.2kΩ	2				
		Overdrive Speed, directly prior to reset pulse; R _{PUP} =2.2kΩ	5				
Timeslot Duration	t _{SLOT}	Standard Speed	76			μs	1, 15
		Overdrive Speed, V _{PUP} > 4.5V	7				
		Overdrive Speed	10				

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
IO pin, 1-Wire Reset, Presence detect cycle							
Reset Low Time	t _{RSTL}	Standard Speed	480		640	μs	1, 15
		Overdrive Speed	62		80		
Presence Detect High Time	t _{PDH}	Standard Speed	15		60	μs	15
		Overdrive Speed, V _{PUP} > 4.5V	1.4		5		
		Overdrive Speed	1.4		7.4		
Presence Detect Low Time	t _{PDL}	Standard Speed	60		240	μs	15
		Overdrive Speed, V _{PUP} > 4.5V	7.5		18.7		
		Overdrive Speed	7.5		34		
Presence Detect Sample Time	t _{MSP}	Standard Speed	60		75	μs	1
		Overdrive Speed, V _{PUP} > 4.5V	5		8.9		
		Overdrive Speed	7.4		8.9		
IO pin, 1-Wire Write							
Write-0 Low Time	t _{W0L}	Standard Speed, V _{PUP} > 4.5V	53		120	μs	1, 15
		Standard Speed	71		120		
		Overdrive Speed, V _{PUP} > 4.5V	5		15.2		
		Overdrive Speed	8		15.2		
Write-1 Low Time	t _{W1L}	Standard Speed	5		15 - ε	μs	1, 11
		Overdrive Speed	1		2 - ε		
Write Sample Time (slave sampling)	t _{SLS}	Standard Speed, V _{PUP} > 4.5V	19		53	μs	15
		Standard Speed	15		71		
		Overdrive Speed, V _{PUP} > 4.5V	2		5		
		Overdrive Speed	2		8		
IO pin, 1-Wire Read							
Read-0 Setup Time	t _{SU}	Standard Speed			5	μs	
		Overdrive Speed			1		
Read Low Time	t _{RL}	Standard Speed	5		15 - δ	μs	1, 12
		Overdrive Speed	1		2 - δ		
Read-0 Low (data from slave)	t _{SPD}	Standard Speed, V _{PUP} > 4.5V	19		53	μs	15
		Standard Speed	15		71		
		Overdrive Speed, V _{PUP} > 4.5V	2		5		
		Overdrive Speed	2		8		
Read Sample Time	t _{MSR}	Standard Speed, V _{PUP} > 4.5V	t _{RL} + δ		19	μs	1, 12
		Standard Speed	t _{RL} + δ		15		
		Overdrive Speed	t _{RL} + δ		2		
Real Time Clock							
Frequency Deviation	Δ _F	-5°C to +46°C	-48		+46	PPM	

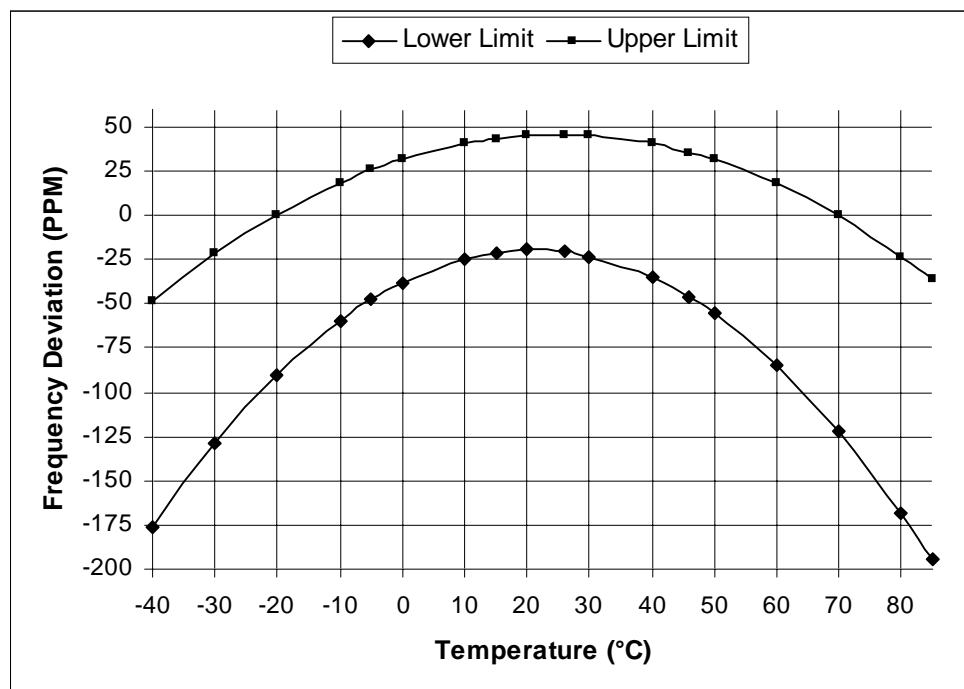
PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Temperature Converter							
Tempcore Operating Range	T_{TC}	DS1921L-F50	-40		+85	°C	
		DS1921L-F51	-10		+85		
		DS1921L-F52	-20		+85		
		DS1921L-F53	-30		+85		
Conversion Time	t_{CONV}		19		90	ms	
Thermal Response Time Constant	τ_{RESP}			130		s	13
Conversion Error	$\Delta\vartheta$		-1		+1	°C	
Temp. Conversions	N_{CONV}		(see graphs)			---	14

注記

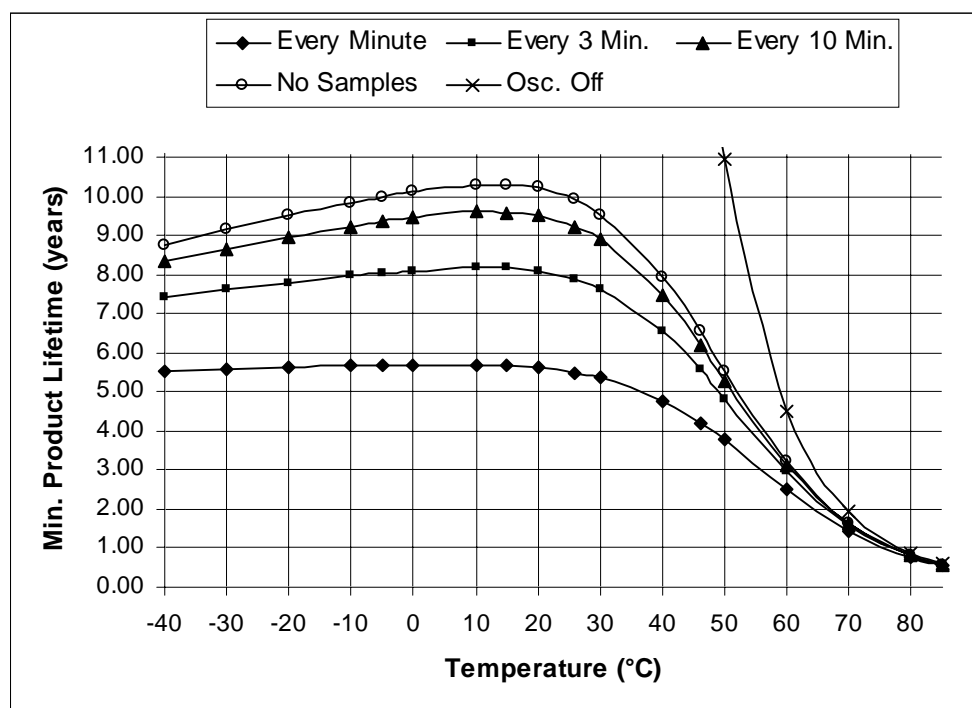
- 1) システム要件。
- 2) 最大許容プルアップ抵抗は、システム内の 1-Wire デバイス数と 1-Wire リカバリ時間の関数です。ここでの指定値は、1 台のみのデバイスと最小 1-Wire リカバリ時間を備えるシステムに適用されます。より大量にロードされたシステムの場合は、DS2480 にあるようなアクティブプルアップが必要な場合があります。
- 3) 最初の通電時に、データピンのキャパシタンスが 800pF になることがあります。5k Ω レジスタを使ってデータラインを V_{PUP} までプルアップすると、通電した 5 μ s 後に標準通信は寄生キャパシタンスによって影響を受けなくなります。
- 4) 入力ロードはアースされています。
- 5) すべての電圧は、アースを基準としています。
- 6) V_{TL} 、 V_{TH} は、内部供給電圧の関数です。
- 7) IO の立下り時に、その電圧未満でロジック 0 を検出する電圧。
- 8) マスタがラインを LOW にする時は常に、IO の電圧は V_{ILMAX} 以下である必要があります。
- 9) IO の立上がり時に、その電圧を超えてロジック 1 を検出する電圧。
- 10) I-V の特性は、1V 未満の電圧ではリニアです。
- 11) ϵ は、プルアップ回路が IO の電圧を V_{IL} から V_{TH} にプルアップするのに必要な時間です。
- 12) δ は、プルアップ回路が IO の電圧を V_{IL} からバスマスタの入力高しきい値にプルアップするのに必要な時間です。
- 13) この値は、2000 年 7 月にフランス・アントニにある Cemagref が実施したテストから算出されました。
<http://www.cemagref.fr/English/index.htm> テストレポート No. E42。
- 14) 内蔵エネルギー源により可能な温度変換(= サンプリング)の値は、デバイスの作動/保管温度に左右されます。ミッションに使用されていない時は、RTC 発振器の電源をオフにして、25°C を超えない温度でデバイスを保管する必要があります。この条件以下の場合、有効期間は最低 10 年です。
- 15) 強調表示された値は、公表された iButton 標準には準拠していません。以下の比較表を参照してください。

Parameter Name	Standard Values				DS1921L Values			
	Standard Speed		Overdrive Speed		Standard Speed		Overdrive Speed	
	min	max	Min	max	min	max	min	max
t_{SLOT} (incl. t_{REC})	61 μ s	(undef.)	7 μ s	(undef.)	76 μ s	(undef.)	10 μ s	(undef.)
t_{RSTL}	480 μ s	(undef.)	48 μ s	80 μ s	480 μ s	640 μ s	62 μ s	80 μ s
t_{PDH}	15 μ s	60 μ s	2 μ s	6 μ s	15 μ s	60 μ s	1.4 μ s	7.4 μ s
t_{PDL}	60 μ s	240 μ s	8 μ s	24 μ s	60 μ s	240 μ s	7.5 μ s	34 μ s
t_{WOL}	60 μ s	120 μ s	6 μ s	16 μ s	71 μ s	120 μ s	8 μ s	15.2 μ s
t_{SLS} , t_{SPD}	15 μ s	60 μ s	2 μ s	6 μ s	15 μ s	71 μ s	2 μ s	8 μ s

RTC の周波数偏差/温度



各サンプリングレートにおける最低製品耐用年数/温度



各温度における最低製品耐用年数/サンプリングレート

