

21. 電気的特性

第21章 目次

21

21.1 絶対最大定格	721
21.2 マスクROM版、PROM版の電気的特性	721
21.2.1 DC特性	721
21.2.2 AC特性	727
21.2.3 A/D変換特性	733
21.2.4 D/A変換特性	734
21.3 フラッシュメモリ版の電気的特性	735
21.3.1 DC特性	735
21.3.2 AC特性	742
21.3.3 A/D変換特性	748
21.3.4 D/A変換特性	749
21.3.5 フラッシュメモリ特性	750
21.4 動作タイミング	751
21.4.1 バスタイミング	751
21.4.2 リフレッシュコントローラバスタイミング	753
21.4.3 制御信号タイミング	758
21.4.4 クロックタイミング	760
21.4.5 TPC、I/Oポートタイミング	760
21.4.6 ITUタイミング	761
21.4.7 SCI入出力タイミング	762
21.4.8 DMACTタイミング	763

21.1 絶対最大定格

絶対最大定格を表21.1に示します。

表21.1 絶対最大定格

項目	記号	定格値	単位
電源電圧	V_{cc}	-0.3 ~ +7.0	V
プログラム電圧 HD6473048	V_{pp}	-0.3 ~ +13.5	V
HD64F3048	V_{pp}	-0.3 ~ +13.0	
入力電圧 (MD2、ポート7以外)	V_{in}	-0.3 ~ $V_{cc} + 0.3$	V
入力電圧 (MD2) 下記 ^{*1} 製品に適用	V_{in}	-0.3 ~ $V_{cc} + 0.3$	V
HD64F3048	V_{in}	-0.3 ~ +13.0	
入力電圧(ポート7)	V_{in}	-0.3 ~ $AV_{cc} + 0.3$	V
リファレンス電源電圧	V_{ref}	-0.3 ~ $AV_{cc} + 0.3$	V
アナログ電源電圧	AV_{cc}	-0.3 ~ +7.0	V
アナログ入力電圧	V_{an}	-0.3 ~ $AV_{cc} + 0.3$	V
動作温度	T_{opr}	通常仕様品 : -20 ~ +75	°C
		広温度範囲仕様品 : -40 ~ +85	°C
保存温度	T_{stg}	-55 ~ +125	°C

*1 適用製品: HD6473048, HD6433048, HD6433047, HD6433045, HD6433044

【使用上の注意】

絶対最大定格を超えてLSIを使用した場合、LSIの永久破壊となることがあります。

V_{pp} およびMD2は、オーバーシュートのピークが13Vを超えないようにしてください。

21.2 マスクROM版、PROM版の電気的特性

21.2.1 DC特性

DC特性を表21.2に示します。また、出力許容電流値を表21.3に示します。

表21.2 DC特性(1)

条件: $V_{CC} = 5.0V \pm 10\%$ 、 $AV_{CC} = 5.0V \pm 10\%$ 、 $V_{REF} = 4.5V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ $T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

項目	記号	min	typ	max	単位	測定条件
シミュレートリガ 入力電圧	V_{T^-}	1.0	—	—	V	
	V_{T^+}	—	—	$V_{CC} \times 0.7$	V	
	$V_{T^+} - V_{T^-}$	0.4	—	—	V	
入力“High” レベル電圧	V_{T^-}	$V_{CC} - 0.7$	—	$V_{CC} + 0.3$	V	
	V_{T^+}	$V_{CC} \times 0.7$	—	$V_{CC} + 0.3$	V	
	V_{I_H}	2.0	—	$AV_{CC} + 0.3$	V	
	V_{I_H}	2.0	—	$V_{CC} + 0.3$	V	
	V_{I_H}	—	—	—	—	
入力“Low” レベル電圧	V_{T^-}	—0.3	—	0.5	V	
	V_{T^+}	—0.3	—	0.8	V	
	V_{I_L}	—	—	—	—	
	V_{I_L}	—	—	—	—	
	V_{I_L}	—	—	—	—	
出力“High” レベル電圧	V_{O_H}	$V_{CC} - 0.5$	—	—	V	$I_{OH} = -200\mu A$
		3.5	—	—	V	$I_{OH} = -1mA$
出力“Low” レベル電圧	V_{O_L}	—	—	0.4	V	$I_{OL} = 1.6mA$
		—	—	1.0	V	$I_{OL} = 10mA$
		—	—	0.4	V	$I_{OL} = 2.6mA$
入力リーク 電流	$ I_{IN} $	—	—	1.0	μA	$V_{IN} = 0.5 \sim V_{CC} - 0.5V$
		—	—	1.0	μA	$V_{IN} = 0.5 \sim AV_{CC} - 0.5V$

表21.2 DC特性(2)

条件: $V_{CC} = 5.0V \pm 10\%$ 、 $AV_{CC} = 5.0V \pm 10\%$ 、 $V_{REF} = 4.5V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ ^{*1} $T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

項目	記号	min	typ	max	単位	測定条件	
スリーステートリック 電流 (オフ状態)	ポート1、2、3、4、5、 6、8～B RES0	I_{TSL}	—	—	1.0	μA	$V_{IN} = 0.5 \sim V_{CC} - 0.5V$
			—	—	10.0	μA	
入力プルアップ MOS電流	ポート2、4、5	$-I_P$	50	—	300	μA	$V_{IN} = 0V$
入力容量	NMI	C_{IN}	—	—	50	pF	$V_{IN} = 0V$ $f = 1MHz$ $T_a = 25^\circ C$
	NMI以外の 全入力端子		—	—	15	pF	
消費電流 ^{*2}	通常動作時	I_{CC}	—	50	65	mA	$f = 16MHz$
	スリープ時		—	55	75		$f = 18MHz$
	モジュール スタンバイ時 ^{*4}		—	35	50		$f = 16MHz$
	スタンバイ時 ^{*5}		—	40	55		$f = 18MHz$
	モジュール スタンバイ時 ^{*4}		—	20	25	μA	$f = 16MHz$
	スタンバイ時 ^{*5}		—	25	27		$f = 18MHz$
	A/D変換中		—	0.01	5.0		$T_a \leq 50^\circ C$
	A/D、D/A変換中		—	—	20.0		$50^\circ C < T_a$
アナログ 電源電流	A/D、D/A変換待機時	AI_{CC}	—	1.2	2.0	mA	
	A/D変換中		—	1.2	2.0		
	A/D、D/A変換中		—	0.01	5.0	μA	DASTE="0"時
リファレンス 電源電流	A/D、D/A変換中	AI_{CC}	—	0.3	0.6	mA	
	A/D、D/A変換中		—	1.3	3.0		$V_{REF} = 5.0V$
	A/D、D/A変換待機時		—	0.01	5.0	μA	DASTE="0"時
RAMスタンバイ電圧	V_{RAM}	2.0	—	—	V		

【注】^{*1} A/D変換器とD/A変換器を未使用時に、 AV_{CC} 、 V_{REF} 、 AV_{SS} 端子を開放しないでください。

V_{CC} 、 V_{REF} 端子は V_{CC} に、 AV_{SS} 端子は V_{SS} にそれぞれ接続してください。

^{*2} 消費電流値は、 $V_{IH\ min} = V_{CC} - 0.5V$ 、 $V_{IL\ max} = 0.5V$ の条件下で、すべての出力端子を無負荷状態にして、さらに内蔵プルアップMOSをオフ状態にした場合の値です。

^{*3} $V_{RAM} \leq V_{CC} < 4.5V$ のとき、 $V_{IH\ MIN} = V_{CC} \times 0.9$ 、 $V_{IL\ MAX} = 0.3V$ とした場合の値です。

^{*4} モジュールスタンバイ時の電流値は、全モジュールを停止しスリープ状態とした場合の値です。

表21.2 DC特性(3)

条件: $V_{cc} = 2.7 \sim 5.5V$ 、 $AV_{cc} = 2.7V \sim 5.5V$ 、 $V_{REF} = 2.7V \sim AV_{cc}$ 、 $V_{ss} = AV_{ss} = 0V$ ^{*} $T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

項目	記号	min	typ	max	単位	測定条件
シミュレートリガ 入力電圧	V_T^-	$V_{cc} \times 0.2$	—	—	V	
	V_T^+	—	—	$V_{cc} \times 0.7$	V	
	$V_T^+ - V_T^-$	$V_{cc} \times 0.07$	—	—	V	
入力 "High" レベル電圧	<u>RES</u> 、 <u>STBY</u> 、 <u>NMI</u> 、 <u>MD₂</u> ～ <u>MD₀</u>	V_{IH}	$V_{cc} \times 0.9$	—	$V_{cc} + 0.3$	V
	EXTAL		$V_{cc} \times 0.7$	—	$V_{cc} + 0.3$	V
	ポート7		$V_{cc} \times 0.7$	—	$AV_{cc} + 0.3$	V
	ポート1、2、3、4、5、 6、9、 <u>P8₃</u> 、 <u>P8₄</u> 、 <u>PB₄</u> ～ <u>PB₇</u> 、		$V_{cc} \times 0.7$	—	$V_{cc} + 0.3$	V
	<u>RES</u> 、 <u>STBY</u> 、 <u>MD₂</u> ～ <u>MD₀</u>		—0.3	—	$V_{cc} \times 0.1$	V
入力 "Low" レベル電圧	<u>NMI</u> 、 <u>EXTAL</u> 、 ポート1、2、3、4、5、 6、7、9、 <u>P8₃</u> 、 <u>P8₄</u> 、 <u>PB₄</u> ～ <u>PB₇</u>	V_{IL}	—0.3	—	$V_{cc} \times 0.2$	V
					0.8	
						$V_{cc} < 4.0V$
出力 "High" レベル電圧	全出力端子 (RES0を除く)	V_{OH}	$V_{cc} - 0.5$	—	—	V
			$V_{cc} - 1.0$	—	—	V
出力 "Low" レベル電圧	全出力端子 (RES0を除く)	V_{OL}	—	—	0.4	V
	ポート1、2、 5、B		—	—	1.0	V
	<u>RES0</u>		—	—	0.4	V
	<u>STBY</u> 、 <u>NMI</u> 、 <u>RES</u> 、 <u>MD₂</u> ～ <u>MD₀</u>		—	—	1.0	μA
入力リード 電流	ポート7	I_{in}	—	—	1.0	μA
			—	—	1.0	μA

表21.2 DC特性(4)

条件: $V_{CC} = 2.7 \sim 5.5V$, $AV_{CC} = 2.7 \sim 5.5V$, $V_{REF} = 2.7V \sim AV_{CC}$, $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ ^{*1} $T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

項目	記号	min	typ	max	単位	測定条件
シリーステート リーグ電流 (オフ状態)	ポート1、2、3、4、5、 6、8～B	I_{TS1}	—	—	1.0	μA
	RES0		—	—	10.0	μA
入力ブルアップ MOS電流	ポート2、4、5	$-I_p$	10	—	300	μA
入力容量	NMI	C_{in}	—	—	50	pF
	NMI以外の 全入力端子		—	—	15	pF
消費電流 ^{*2}	通常動作時	I _{CC} ^{*4}	—	12 (3.0V)	35 (5.5V)	mA
			—	20 (3.3V)	55 (5.5V)	
			—	8 (3.0V)	25 (5.5V)	
			—	12 (3.3V)	40 (5.5V)	
	スリープ時	I _{CC} ^{*4}	—	5 (3.0V)	14 (5.5V)	mA
			—	7 (3.3V)	20 (5.5V)	
			—	0.01	5.0	
	モジュール スタンバイ時 ^{*5}	I _{CC} ^{*4}	—	—	20.0	μA
			—	—	—	
	スタンバイ時 ^{*3}	I _{CC} ^{*4}	—	—	—	$T_a \leq 50^\circ C$
			—	—	—	
アナログ 電源電流	A/D変換中	AI _{CC}	—	0.4	1.0	mA
	A/D、D/A 変換中		—	1.2	—	
	A/D、D/A変換待機時		—	0.4	1.0	
	A/D、D/A変換待機時		—	1.2	—	
	A/D変換中		—	0.01	5.0	μA
リファレンス 電源電流	A/D、D/A 変換中	AI _{CC}	—	0.2	0.4	mA
	A/D、D/A変換待機時		—	0.3	—	
	A/D変換中		—	0.8	2.0	
	A/D、D/A変換待機時		—	1.3	—	
	A/D、D/A変換待機時		—	0.01	5.0	μA
RAMスタンバイ電圧	V_{RAM}	2.0	—	—	V	

【注】^{*1} A/D変換器とD/A変換器を未使用時に AV_{CC} 、 V_{REF} 、 AV_{SS} 端子を開放しないでください。 V_{REF} 端子は V_{CC} に、 AV_{SS} 端子は V_{SS} にそれぞれ接続してください。^{*2} 消費電流値は、 $V_{IH\ min} = V_{CC} - 0.5V$ 、 $V_{IL\ max} = 0.5V$ の条件下で、すべての出力端子を無負荷状態にして、さらに内蔵ブルアップMOSをオフ状態にした場合の値です。^{*3} $V_{RAM} \leq V_{CC} < 2.7V$ のとき、 $V_{IH\ MIN} = V_{CC} \times 0.9$ 、 $V_{IL\ MAX} = 0.3V$ とした場合の値です。^{*4} I_{CC} は下記の式に従って V_{CC} と f に依存します。

$$I_{CC\ max.} = 3.0(\text{mA}) + 0.75(\text{mA}/\text{MHz} \cdot V) \times V_{CC} \times f \quad (\text{通常動作時})$$

$$I_{CC\ max.} = 3.0(\text{mA}) + 0.55(\text{mA}/\text{MHz} \cdot V) \times V_{CC} \times f \quad (\text{スリープ時})$$

$$I_{CC\ max.} = 3.0(\text{mA}) + 0.25(\text{mA}/\text{MHz} \cdot V) \times V_{CC} \times f \quad (\text{モジュールスタンバイ時})$$

^{*5} モジュールスタンバイ時の電流値は、全モジュールを停止しスリープ状態にした場合の値です。

表21.3 出力許容電流値

条件 : $V_{CC} = 2.7 \sim 5.5V$ 、 $AV_{CC} = 2.7 \sim 5.5V$ 、 $V_{REF} = 2.7V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$
 $T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

項目	目	記号	min	typ	max	単位
出力 "Low" レベル許容電流 (1端子あたり)	ポート1、2、5、B	I_{OL}	—	—	10	mA
	上記以外の出力端子		—	—	2.0	mA
出力 "Low" レベル許容電流 (総和)	ポート1、2、5、B、 28端子の総和	ΣI_{OL}	—	—	80	mA
	上記を含む、全出力端子の総和		—	—	120	mA
出力 "High" レベル許容電流 (1端子あたり)	全出力端子	I_{OH}	—	—	2.0	mA
出力 "High" レベル許容電流 (総和)	全出力端子の総和	ΣI_{OH}	—	—	40	mA

- 【注】1. LSIの信頼性を確保するため、出力電流値は表21.3の値を超えないようにしてください。
 2. ダーリントントランジスタや、LEDを直接駆動する場合には、図21.1、図21.2に示すように、出力に必ず電流制限抵抗を挿入してください。

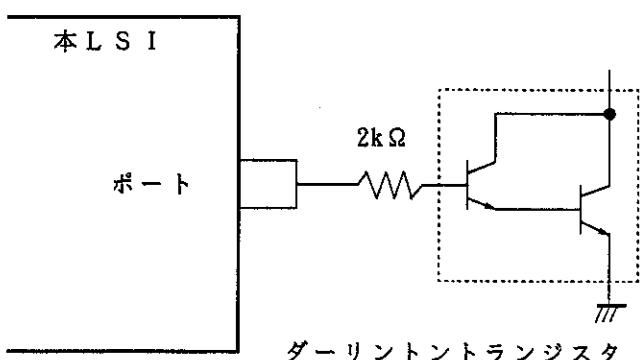


図21.1 ダーリントントランジスタ駆動回路例

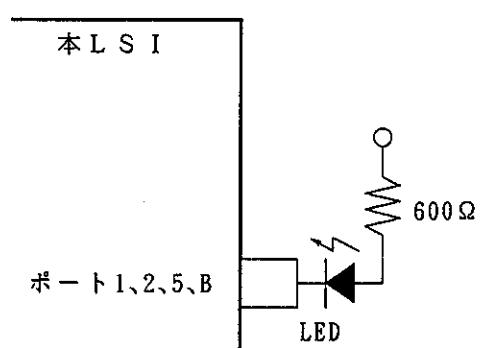


図21.2 LED駆動回路例

21.2.2 A C 特性

表21.4にバスタイミング、表21.5にリフレッシュコントローラバスタイミング、表21.6に制御信号タイミングを示します。また、表21.7に内蔵周辺モジュールタイミングを示します。

表21.4 バスタイミング(1)

条件A : $V_{CC} = 2.7 \sim 5.5V$ 、 $AV_{CC} = 2.7 \sim 5.5V$ 、 $V_{REF} = 2.7V \sim AV_{CC}$ 、
 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、 $\phi = 1 \sim 8MHz$
 $T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_s = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

条件B : $V_{CC} = 3.15 \sim 5.5V$ 、 $AV_{CC} = 3.15 \sim 5.5V$ 、 $V_{REF} = 3.15V \sim AV_{CC}$ 、
 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、 $\phi = 1 \sim 13MHz$
 $T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_s = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

条件C : $V_{CC} = 5.0V \pm 10\%$ 、 $AV_{CC} = 5.0V \pm 10\%$ 、 $V_{REF} = 4.5V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、
 $\phi = 1 \sim 18MHz$
 $T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_s = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

項目	記号	条件A		条件B		条件C		測定条件	
		8MHz		13MHz		16MHz			
		min	max	min	max	min	max		
クロックサイクル時間	t_{cyc}	125	1000	76.9	1000	62.5	1000	55.5	1000
クロックバス 幅 "Low"レベル時間	t_{CL}	40	—	20	—	20	—	17	—
クロックバス 幅 "High"レベル時間	t_{CH}	40	—	20	—	20	—	17	—
クロック立上がり時間	t_{CR}	—	20	—	15	—	10	—	10
クロック立下がり時間	t_{CF}	—	20	—	15	—	10	—	10
アドレス遅延時間	t_{AD}	—	60	—	50	—	30	—	25
アドレスホールド時間	t_{AH}	25	—	20	—	10	—	10	—
アドレスストローク遅延時間	t_{ASD}	—	60	—	50	—	30	—	25
ライトストローク遅延時間	t_{WSO}	—	60	—	50	—	30	—	25
ストローク遅延時間	t_{SD}	—	60	—	50	—	30	—	25
ライトデータストロークバス幅1	t_{WSW1}^*	85	—	40	—	35	—	32	—
ライトデータストロークバス幅2	t_{WSW2}^*	150	—	90	—	65	—	62	—
アドレスセットアップ時間1	t_{AS1}	20	—	15	—	10	—	10	—
アドレスセットアップ時間2	t_{AS2}	80	—	45	—	40	—	38	—
リードデータセットアップ時間	t_{RDS}	50	—	30	—	20	—	15	—
リードデータホールド時間	t_{RDH}	0	—	0	—	0	—	0	—
ライトデータ運延時間	t_{WDD}	—	75	—	75	—	60	—	55
ライトデータセットアップ時間1	t_{WDS1}	60	—	20	—	15	—	10	—
ライトデータセットアップ時間2	t_{WDS2}	5	—	-10	—	-5	—	-10	—
ライトデータホールド時間	t_{WDH}	25	—	15	—	20	—	20	—
リードデータアクセス時間1	t_{ACCI}^*	—	120	—	60	—	60	—	50
リードデータアクセス時間2	t_{ACC2}^*	—	240	—	140	—	120	—	105

図21.7、
図21.8

単位: ns

表21.4 パスタイミング(2)

条件A : $V_{CC} = 2.7 \sim 5.5V$ 、 $AV_{CC} = 2.7 \sim 5.5V$ 、 $V_{REF} = 2.7V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、 $\phi = 1 \sim 8MHz$

$T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

条件B : $V_{CC} = 3.15 \sim 5.5V$ 、 $AV_{CC} = 3.15 \sim 5.5V$ 、 $V_{REF} = 3.15V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、 $\phi = 1 \sim 13MHz$

$T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

条件C : $V_{CC} = 5.0V \pm 10\%$ 、 $AV_{CC} = 5.0V \pm 10\%$ 、 $V_{REF} = 4.5V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、 $\phi = 1 \sim 18MHz$

$T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

項目	記号	条件A		条件B		条件C				測定条件	
		8MHz		13MHz		16MHz		18MHz			
		min	max	min	max	min	max	min	max		
リードデータアクセス時間3	t_{ACC3} *	—	70	—	30	—	30	—	20	図21.7、 図21.8	
リードデータアクセス時間4	t_{ACC4} *	—	180	—	100	—	95	—	80		
プリッチャージ時間	t_{PCH} *	85	—	55	—	45	—	40	—	図21.9	
ウェイトセットアップ時間	t_{WTS}	40	—	40	—	25	—	25	—		
ウェイトセットホールド時間	t_{WTH}	10	—	10	—	5	—	5	—		
バスリクエストセットアップ時間	t_{BRQS}	40	—	40	—	40	—	40	—		
バスアクノリッジ遅延時間1	t_{BACD1}	—	60	—	50	—	30	—	30		
バスアクノリッジ遅延時間2	t_{BACD2}	—	60	—	50	—	30	—	30	図21.21	
バスフローティング時間	t_{BZD}	—	70	—	70	—	40	—	40		

単位: ns

【注】* 8MHz版使用時、下記の時間は以下に示すようにクロックサイクル時間に依存します。

$$t_{ACC1} = 1.5 \times t_{CYC} - 68 \quad (\text{ns}) \quad t_{WSW1} = 1.0 \times t_{CYC} - 40 \quad (\text{ns})$$

$$t_{ACC2} = 2.5 \times t_{CYC} - 73 \quad (\text{ns}) \quad t_{WSW2} = 1.5 \times t_{CYC} - 38 \quad (\text{ns})$$

$$t_{ACC3} = 1.0 \times t_{CYC} - 55 \quad (\text{ns}) \quad t_{PCH} = 1.0 \times t_{CYC} - 40 \quad (\text{ns})$$

$$t_{ACC4} = 2.0 \times t_{CYC} - 70 \quad (\text{ns})$$

13MHz版使用時、下記の時間は以下に示すようにクロックサイクル時間に依存します。

$$t_{ACC1} = 1.5 \times t_{CYC} - 56 \quad (\text{ns}) \quad t_{WSW1} = 1.0 \times t_{CYC} - 37 \quad (\text{ns})$$

$$t_{ACC2} = 2.5 \times t_{CYC} - 53 \quad (\text{ns}) \quad t_{WSW2} = 1.5 \times t_{CYC} - 26 \quad (\text{ns})$$

$$t_{ACC3} = 1.0 \times t_{CYC} - 47 \quad (\text{ns}) \quad t_{PCH} = 1.0 \times t_{CYC} - 32 \quad (\text{ns})$$

$$t_{ACC4} = 2.0 \times t_{CYC} - 54 \quad (\text{ns})$$

16MHz版使用時、下記の時間は以下に示すようにクロックサイクル時間に依存します。

$$t_{ACC1} = 1.5 \times t_{CYC} - 34 \quad (\text{ns}) \quad t_{WSW1} = 1.0 \times t_{CYC} - 28 \quad (\text{ns})$$

$$t_{ACC2} = 2.5 \times t_{CYC} - 37 \quad (\text{ns}) \quad t_{WSW2} = 1.5 \times t_{CYC} - 29 \quad (\text{ns})$$

$$t_{ACC3} = 1.0 \times t_{CYC} - 33 \quad (\text{ns}) \quad t_{PCH} = 1.0 \times t_{CYC} - 28 \quad (\text{ns})$$

$$t_{ACC4} = 2.0 \times t_{CYC} - 30 \quad (\text{ns})$$

18MHz版使用時、下記の時間は以下に示すようにクロックサイクル時間に依存します。

$$t_{ACC1} = 1.5 \times t_{CYC} - 34 \quad (\text{ns}) \quad t_{WSW1} = 1.0 \times t_{CYC} - 24 \quad (\text{ns})$$

$$t_{ACC2} = 2.5 \times t_{CYC} - 34 \quad (\text{ns}) \quad t_{WSW2} = 1.5 \times t_{CYC} - 22 \quad (\text{ns})$$

$$t_{ACC3} = 1.0 \times t_{CYC} - 36 \quad (\text{ns}) \quad t_{PCH} = 1.0 \times t_{CYC} - 21 \quad (\text{ns})$$

$$t_{ACC4} = 2.0 \times t_{CYC} - 31 \quad (\text{ns})$$

表21.5 リフレッシュコントローラバスタイミング

条件A : $V_{CC} = 2.7 \sim 5.5V$ 、 $AV_{CC} = 2.7 \sim 5.5V$ 、 $V_{REF} = 2.7V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、 $\phi = 1 \sim 8MHz$

$T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

条件B : $V_{CC} = 3.15 \sim 5.5V$ 、 $AV_{CC} = 3.15 \sim 5.5V$ 、 $V_{REF} = 3.15V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、 $\phi = 1 \sim 13MHz$

$T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

条件C : $V_{CC} = 5.0V \pm 10\%$ 、 $AV_{CC} = 5.0V \pm 10\%$ 、 $V_{REF} = 4.5V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、 $\phi = 1 \sim 18MHz$

$T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

項目	記号	条件A		条件B		条件C		測定条件	
		8MHz		13MHz		16MHz			
		min	max	min	max	min	max		
RAS遅延時間1	t_{RAD1}	—	60	—	50	—	30	—	
RAS遅延時間2	t_{RAD2}	—	60	—	50	—	30	—	
RAS遅延時間3	t_{RAD3}	—	60	—	50	—	30	—	
ロウアドレスホールド時間*	t_{RAH}	25	—	20	—	15	—	15	
RASプリチャージ時間*	t_{RP}	85	—	55	—	45	—	40	
CAS to RAS プリチャージ時間*	t_{CRP}	85	—	55	—	45	—	40	
CASパルス幅	t_{CAS}	100	—	55	—	40	—	35	
RASアクセス時間*	t_{RAC}	—	160	—	80	—	85	—	
アドレスアクセス時間	t_{AA}	—	105	—	45	—	55	—	
CASTアクセス時間*	t_{CAC}	—	50	—	30	—	30	—	
ライトデータセットアップ時間3	t_{WDSS}	50	—	20	—	15	—	10	
CASセットアップ時間*	t_{CSR}	20	—	10	—	15	—	10	
リードストローブ遅延時間	t_{RSO}	—	60	—	50	—	30	—	

図21.10

図21.16

図21.16

単位: ns

【注】* 8MHz版使用時、下記の時間は以下に示すようにクロックサイクル時間に依存します。

$$t_{RAH} = 0.5 \times t_{CYC} - 38 \quad (\text{ns}) \quad t_{CAC} = 1.0 \times t_{CYC} - 75 \quad (\text{ns})$$

$$t_{RAC} = 2.0 \times t_{CYC} - 90 \quad (\text{ns}) \quad t_{CSR} = 0.5 \times t_{CYC} - 43 \quad (\text{ns})$$

$$t_{RP} = t_{CRP} = 1.0 \times t_{CYC} - 40 \quad (\text{ns})$$

13MHz版使用時、下記の時間は以下に示すようにクロックサイクル時間に依存します。

$$t_{RAH} = 0.5 \times t_{CYC} - 19 \quad (\text{ns}) \quad t_{CAC} = 1.0 \times t_{CYC} - 47 \quad (\text{ns})$$

$$t_{RAC} = 2.0 \times t_{CYC} - 74 \quad (\text{ns}) \quad t_{CSR} = 0.5 \times t_{CYC} - 29 \quad (\text{ns})$$

$$t_{RP} = t_{CRP} = 1.0 \times t_{CYC} - 22 \quad (\text{ns})$$

16MHz版使用時、下記の時間は以下に示すようにクロックサイクル時間に依存します。

$$t_{RAH} = 0.5 \times t_{CYC} - 17 \quad (\text{ns}) \quad t_{CAC} = 1.0 \times t_{CYC} - 33 \quad (\text{ns})$$

$$t_{RAC} = 2.0 \times t_{CYC} - 40 \quad (\text{ns}) \quad t_{CSR} = 0.5 \times t_{CYC} - 17 \quad (\text{ns})$$

$$t_{RP} = t_{CRP} = 1.0 \times t_{CYC} - 18 \quad (\text{ns})$$

18MHz版使用時、下記の時間は以下に示すようにクロックサイクル時間に依存します。

$$t_{RAH} = 0.5 \times t_{CYC} - 13 \quad (\text{ns}) \quad t_{CAC} = 1.0 \times t_{CYC} - 31 \quad (\text{ns})$$

$$t_{RAC} = 2.0 \times t_{CYC} - 41 \quad (\text{ns}) \quad t_{CSR} = 0.5 \times t_{CYC} - 18 \quad (\text{ns})$$

$$t_{RP} = t_{CRP} = 1.0 \times t_{CYC} - 16 \quad (\text{ns})$$

表21.6 制御信号タイミング

条件A : $V_{CC} = 2.7 \sim 5.5V$ 、 $AV_{CC} = 2.7 \sim 5.5V$ 、 $V_{REF} = 2.7V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、 $\phi = 1 \sim 8MHz$

$T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

条件B : $V_{CC} = 3.15 \sim 5.5V$ 、 $AV_{CC} = 3.15 \sim 5.5V$ 、 $V_{REF} = 3.15V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、 $\phi = 1 \sim 13MHz$

$T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

条件C : $V_{CC} = 5.0V \pm 10\%$ 、 $AV_{CC} = 5.0V \pm 10\%$ 、 $V_{REF} = 4.5V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、 $\phi = 1 \sim 18MHz$

$T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

項目	記号	条件A		条件B		条件C				単位	測定条件		
		8MHz		13MHz		16MHz		18MHz					
		min	max	min	max	min	max	min	max				
RESセットアップ時間	t_{RESSET}	200	—	200	—	200	—	200	—	ns	図21.18		
RESパルス幅	t_{RESW}	10	—	10	—	10	—	10	—	t_{cyc}			
モード・プログラミング・セットアップ時間	t_{MDS}	200	—	200	—	200	—	200	—	ns			
RES0出力遅延時間	t_{RESD}	—	100	—	100	—	100	—	100	ns	図21.19		
RES0出力パルス幅	t_{RESOW}	132	—	132	—	132	—	132	—	t_{cyc}			
NMIセットアップ時間 (NMI, $\overline{IRQ_5} \sim \overline{IRQ_0}$)	$t_{NMISSET}$	200	—	200	—	150	—	150	—	ns	図21.20		
NMIホールド時間 (NMI, $\overline{IRQ_5} \sim \overline{IRQ_0}$)	$t_{NMIHOLD}$	10	—	10	—	10	—	10	—	ns			
割込みパルス幅 (NMI, $\overline{IRQ_2} \sim \overline{IRQ_0}$) ソフトウェアスタンバイモードからの復帰時	t_{NMILW}	200	—	200	—	200	—	200	—	ns			
リセット発振安定時間(水晶)	t_{osc1}	20	—	20	—	20	—	20	—	ms	図21.22		
ソフトウェアスタンバイ発振安定時間(水晶)	t_{osc2}	7	—	7	—	7	—	7	—	ms	図20.1		

表21.7 内蔵周辺モジュールタイミング

条件A : $V_{CC} = 2.7 \sim 5.5V$ 、 $AV_{CC} = 2.7 \sim 5.5V$ 、 $V_{REF} = 2.7V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、 $\phi = 1 \sim 8MHz$

$T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

条件B : $V_{CC} = 3.15 \sim 5.5V$ 、 $AV_{CC} = 3.15 \sim 5.5V$ 、 $V_{REF} = 3.15V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、 $\phi = 1 \sim 13MHz$

$T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

条件C : $V_{CC} = 5.0V \pm 10\%$ 、 $AV_{CC} = 5.0V \pm 10\%$ 、 $V_{REF} = 4.5V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、 $\phi = 1 \sim 18MHz$

$T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

モ ジ ュ ー ル	項 目	記 号	条件A		条件B		条件C				単位	測定条件		
			8MHz		13MHz		16MHz		18MHz					
			min	max	min	max	min	max	min	max				
DMAC	DREQセットアップ時間	t_{DROS}	40	-	40	-	30	-	30	-	ns	図21.30		
	DREQホールド時間	t_{DRQH}	10	-	10	-	10	-	10	-				
	TEND遅延時間1	t_{TEDI}	-	100	-	100	-	50	-	50		図21.28、 図21.29		
	TEND遅延時間2	t_{TED2}	-	100	-	100	-	50	-	50				
ITU	タイマ出力遅延時間	t_{TOD}	-	100	-	100	-	100	-	100	ns	図21.24		
	タイマ入力セットアップ時間	t_{TRCS}	50	-	50	-	50	-	50	-				
	タイマクロック入力 セットアップ時間	t_{TRCKS}	50	-	50	-	50	-	50	-		図21.25		
	タイマクロック 単エッジ指定	t_{TCKWH}	1.5	-	1.5	-	1.5	-	1.5	-				
SCI	バス幅	t_{TRCKWL}	2.5	-	2.5	-	2.5	-	2.5	-	t_{SCYC}	図21.26		
	入力クロック サイクル	t_{SCYC}	4	-	4	-	4	-	4	-				
	クロック同期		6	-	6	-	6	-	6	-				
	入力クロック立上がり時間	t_{SCCR}	-	1.5	-	1.5	-	1.5	-	1.5				
	入力クロック立下がり時間	t_{SCCF}	-	1.5	-	1.5	-	1.5	-	1.5		図21.27		
	入力クロックバス幅	t_{SCCKW}	0.4	0.6	0.4	0.6	0.4	0.6	0.4	0.6				
	送信データ遅延時間	t_{TXD}	-	100	-	100	-	100	-	100				
	受信データセットアップ時間 (クロック同期)	t_{RXS}	100	-	100	-	100	-	100	-				
ポート TPC	受信データホールド時間(クロ ック同期)	t_{RXH}	100	-	100	-	100	-	100	-	ns	図21.23		
	クロック入力		0	-	0	-	0	-	0	-				
	クロック出力													
	出力データ遅延時間	t_{PWD}	-	100	-	100	-	100	-	100		図21.23		
	入力データセットアップ時間	t_{PRS}	50	-	50	-	50	-	50	-				
	入力データホールド時間	t_{PRH}	50	-	50	-	50	-	50	-				

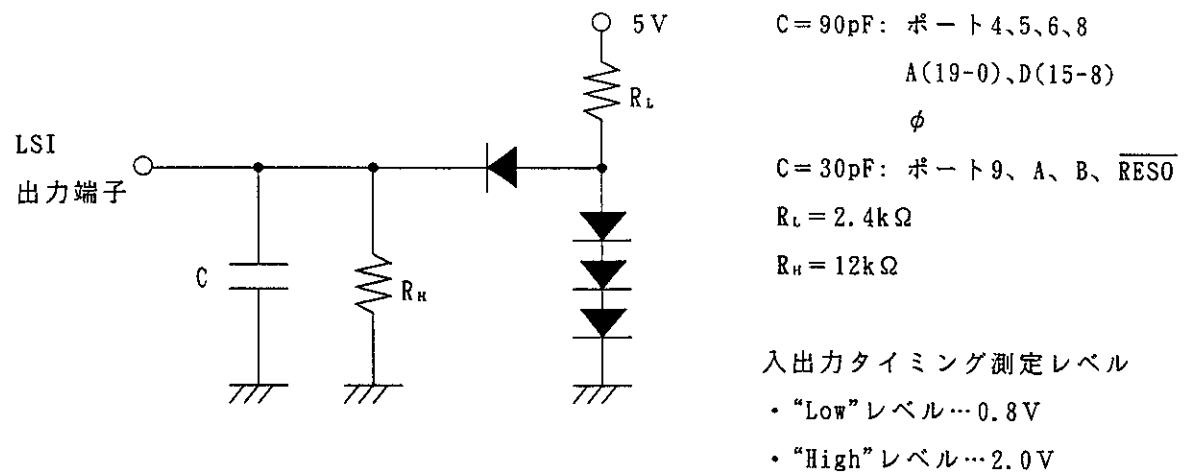


図21.3 出力負荷回路

21.2.3 A/D 変換特性

A/D 変換特性を表21.8に示します。

表21.8 A/D 変換特性

条件A : $V_{CC} = 2.7 \sim 5.5V$ 、 $AV_{CC} = 2.7 \sim 5.5V$ 、 $V_{REF} = 2.7V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、 $\phi = 1 \sim 8MHz$

$T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

条件B : $V_{CC} = 3.15 \sim 5.5V$ 、 $AV_{CC} = 3.15 \sim 5.5V$ 、 $V_{REF} = 3.15V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、 $\phi = 1 \sim 13MHz$

$T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

条件C : $V_{CC} = 5.0V \pm 10\%$ 、 $AV_{CC} = 5.0V \pm 10\%$ 、 $V_{REF} = 4.5V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、 $\phi = 1 \sim 18MHz$

$T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

項目	条件A			条件B			条件C						単位	
	8MHz			13MHz			16MHz			18MHz				
	min	typ	max	min	typ	max	min	typ	max	min	typ	max		
分解能	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	ビット	
変換時間	—	—	16.8	—	—	10.4	—	—	8.4	—	—	7.5	μS	
アナログ入力容量	—	—	20	—	—	20	—	—	20	—	—	20	pF	
許容信号源インピーダンス	—	—	10^{*1}	—	—	10^{*1}	—	—	10^{*3}	—	—	10^{*3}	kΩ	
非直線性誤差	—	—	± 6.0	—	—	± 6.0	—	—	± 3.0	—	—	± 3.0		
オフセット誤差	—	—	± 4.0	—	—	± 4.0	—	—	± 2.0	—	—	± 2.0	LSB	
フルスケール誤差	—	—	± 4.0	—	—	± 4.0	—	—	± 2.0	—	—	± 2.0	LSB	
量子化誤差	—	—	± 0.5	—	—	± 0.5	—	—	± 0.5	—	—	± 0.5	LSB	
絶対精度	—	—	± 8.0	—	—	± 8.0	—	—	± 4.0	—	—	± 4.0	LSB	

【注】
*¹ $4.0 \leq AV_{CC} \leq 5.5$ の場合です。

*² $2.7 \leq AV_{CC} < 4.0$ の場合です。

*³ $\phi \leq 12MHz$ の場合です。

*⁴ $\phi > 12MHz$ の場合です。

21.2.4 D/A 変換特性

D/A 変換特性を表21.9に示します。

表21.9 D/A 変換特性

条件 A : $V_{CC} = 2.7 \sim 5.5V$ 、 $AV_{CC} = 2.7 \sim 5.5V$ 、 $V_{REF} = 2.7V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、 $\phi = 1 \sim 8MHz$

$T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

条件 B : $V_{CC} = 3.15 \sim 5.5V$ 、 $AV_{CC} = 3.15 \sim 5.5V$ 、 $V_{REF} = 3.15V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、 $\phi = 1 \sim 13MHz$

$T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

条件 C : $V_{CC} = 5.0V \pm 10\%$ 、 $AV_{CC} = 5.0V \pm 10\%$ 、 $V_{REF} = 4.5V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、 $\phi = 1 \sim 18MHz$

$T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

項目	条件A			条件B			条件C						単位	測定条件		
	8MHz			13MHz			16MHz			18MHz						
	min	typ	max	min	typ	max	min	typ	max	min	typ	max				
分解能	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	ビット			
変換時間	—	—	10	—	—	10	—	—	10	—	—	10	μS	負荷容量20pF		
絶対精度	—	±2.0	±3.0	—	±2.0	±3.0	—	±1.0	±1.5	—	±1.0	±1.5	LSB	負荷抵抗2MΩ		
	—	—	±2.0	—	—	±2.0	—	—	±1.0	—	—	±1.0	LSB	負荷抵抗4MΩ		

21.3 フラッシュメモリ版の電気的特性

21.3.1 DC 特性

DC 特性を表21.10に示します。また、出力許容電流値を表21.11に示します。

表21.10 DC 特性(1)

条件 : $V_{cc} = 5.0V \pm 10\%$ 、 $AV_{cc} = 5.0V \pm 10\%$ 、 $V_{REF} = 4.5V \sim AV_{cc}$ 、 $V_{ss} = AV_{ss} = 0V^{*1}$
 $T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

項目	記号	min	typ	max	単位	測定条件
シミュレートリガ 入力電圧	V_T^-	1.0	—	—	V	
	V_T^+	—	—	$V_{cc} \times 0.7$	V	
	$V_T^+ - V_T^-$	0.4	—	—	V	
入力“High” レベル電圧	V_{IH}	$V_{cc} - 0.7$	—	$V_{cc} + 0.3$	V	
	V_{IH}	$V_{cc} \times 0.7$	—	$V_{cc} + 0.3$	V	
	V_{IH}	2.0	—	$AV_{cc} + 0.3$	V	
	V_{IH}	2.0	—	$V_{cc} + 0.3$	V	
入力“Low” レベル電圧	V_{IL}	-0.3	—	0.5	V	
	V_{IL}	-0.3	—	0.8	V	
	V_{OH}	$V_{cc} - 0.5$	—	—	V	$I_{OH} = -200\mu A$
	V_{OH}	3.5	—	—	V	
出力“High” レベル電圧	V_{OL}	—	—	0.4	V	$I_{OL} = 1.6mA$
		—	—	1.0	V	$I_{OL} = 10mA$
		—	—	0.4	V	$I_{OL} = 2.6mA$
高電圧(12V) 印加判定 レベル**	V_H	$V_{cc} + 2.0$	—	11.4	V	$V_{cc} = 4.5V \sim 5.5V$
入力リーク 電流	$ I_{in} $	—	—	1.0	μA	$V_{in} = 0.5 \sim V_{cc} - 0.5V$
		—	—	10.0	μA	$V_{in} = 0.5 \sim V_{cc} + 0.5V$
		—	—	50.0	μA	$V_{in} = V_{cc} + 0.5 \sim 12.6V$
		—	—	1.0	μA	$V_{in} = 0.5 \sim AV_{cc} - 0.5V$

表21.10 D C 特性(2)

条件 : $V_{CC} = 5.0V \pm 10\%$ 、 $AV_{CC} = 5.0V \pm 10\%$ 、 $V_{REF} = 4.5V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ ^{*1} $T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

項目	記号	min	typ	max	単位	測定条件		
スリーステートリーク 電流 (オフ状態)	ポート1、2、3、4、5、 6、8～B RES0/V _{PP}	I _{off}	—	—	1.0	μA	$V_{in} = 0.5 \sim V_{CC} - 0.5V$	
			—	—	20.0	mA	$V_{CC} + 0.5V < V_{in} \leq 12.6V$	
			—	—	10.0	μA	$0.5V \leq V_{in} \leq V_{CC} + 0.5V$	
入力ゲルアニア MOS電流	ポート2、4、5	-I _P	50	—	300	μA	$V_{in} = 0V$	
入力容量	NMI	C _{in}	—	—	50	pF	$V_{in} = 0V$	
	NMI以外の 全入力端子		—	—	15	pF	$f = 1MHz$ $T_a = 25^\circ C$	
消費電流 ^{*2}	通常動作時	I _{cc}	—	50	65	mA	$f = 16MHz$	
	スリープ時		—	35	50		$f = 16MHz$	
	モジュール スタンバイ時 ^{*4}		—	20	25		$f = 16MHz$	
	スタンバイ時 ^{*3}		—	0.01	5.0	μA	$T_a \leq 50^\circ C$	
			—	—	20.0		$50^\circ C < T_a$	

表21.10 D C 特性(3)

条件 : $V_{CC} = 5.0V \pm 10\%$ 、 $AV_{CC} = 5.0V \pm 10\%$ 、 $V_{REF} = 4.5V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ ^{**} $T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

項目		記号	min	typ	max	単位	測定条件
アナログ電源電流	A/D変換中	AI _{CC}	—	1.2	2.0	mA	
	A/D、D/A変換中		—	1.2	2.0		
	A/D、D/A変換待機時		—	0.01	5.0	μA	DASTE=“0”時
リニアレンジ電源電流	A/D変換中	AI _{CC}	—	0.3	0.6	mA	$V_{REF} = 5.0V$
	A/D、D/A変換中		—	1.3	3.0		
	A/D、D/A変換待機時		—	0.01	5.0	μA	DASTE=“0”時
V _{PP} 端子電流	読み出し時	I _{PP}	—	—	10	μA	$V_{PP}=5.0V$
	プログラム時		—	10	20	mA	$V_{PP}=12.6V$
	消去時		—	20	40	mA	
R A Mスタンバイ電圧	V_{RAM}		2.0	—	—	V	

【注】^{*} A/D変換器とD/A変換器を未使用時に、 AV_{CC} 、 V_{REF} 、 AV_{SS} 端子を開放しないでください。

AV_{CC} 、 V_{REF} 端子は V_{CC} に、 AV_{SS} 端子は V_{SS} にそれぞれ接続してください。

^{**} 消費電流値は、 $V_{IH\ min} = V_{CC} - 0.5V$ 、 $V_{IL\ max} = 0.5V$ の条件下で、すべての出力端子を無負荷状態にして、さらに内蔵プルアップMOSをオフ状態にした場合の値です。

^{***} $V_{RAM} \leq V_{CC} < 4.5V$ のとき、 $V_{IH\ MIN} = V_{CC} \times 0.9$ 、 $V_{IL\ MAX} = 0.3V$ とした場合の値です。

^{****} モジュールスタンバイ時の電流値は、全モジュールを停止しスリープ状態とした場合の値です。

^{*****} 高電圧印加の判定レベルは、上記の電圧となります。ブートモードおよびフラッシュメモリの書き込み／消去時は $12.0 \pm 0.6V$ に設定してください。

表21.10 DC特性(4)

条件 : $V_{CC} = 2.7V \sim 5.5V$ 、 $AV_{CC} = 2.7V \sim 5.5V$ 、 $V_{REF} = 2.7V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ ^{*}
 $T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

項目	記号	min	typ	max	単位	測定条件	
ショットトリガ 入力電圧	V_{T^-}	$V_{CC} \times 0.2$	—	—	V		
	V_{T^+}	—	—	$V_{CC} \times 0.7$	V		
	$V_{T^+} - V_{T^-}$	$V_{CC} \times 0.07$	—	—	V		
入力“High” レベル電圧	V_{IH} RES、STBY、NMI、 $MD_2 \sim MD_9$	$V_{CC} \times 0.9$	—	$V_{CC} + 0.3$	V		
	EXTAL	$V_{CC} \times 0.7$	—	$V_{CC} + 0.3$	V		
	ポート7	$V_{CC} \times 0.7$	—	$AV_{CC} + 0.3$	V		
	ポート1、2、3、4、5、 6、9、 $P8_3$ 、 $P8_4$ 、 $PB_4 \sim PB_7$	$V_{CC} \times 0.7$	—	$V_{CC} + 0.3$	V		
	V_{IL} RES、STBY、 $MD_2 \sim MD_9$	-0.3	—	$V_{CC} \times 0.1$	V		
入力“Low” レベル電圧	V_{IL} NMI、EXTAL、 ポート1、2、3、4、5、 6、7、9、 $P8_3$ 、 $P8_4$ 、 $PB_4 \sim PB_7$	-0.3	—	$V_{CC} \times 0.2$	V	$V_{CC} < 4.0V$	
				0.8		$V_{CC} = 4.0 \sim 5.5V$	
出力“High” レベル電圧	全出力端子	V_{OH} $V_{CC} - 0.5$	—	—	V	$I_{OH} = -200\mu A$	
		$V_{CC} - 1.0$	—	—	V	$I_{OH} = -1mA$	
出力“Low” レベル電圧	全出力端子 (RES0を除く) ポート1、2、 5、B	V_{OL}	—	—	0.4	V	$I_{OL} = 1.6mA$
			—	—	1.0	V	$V_{CC} \leq 4V$ $I_{OL} = 5mA$
			—	—	0.4	V	$4V < V_{CC} \leq 5.5V$ $I_{OL} = 10mA$
	RES0						
高電圧(12V) 印加判定 レベル ^{*6}	V_H RES0/V _{PP} 、 MD_2	$V_{CC} + 2.0$	—	11.4	V	$V_{CC} = 2.7V \sim 5.5V$	

表21.10 DC特性(5)

条件 : $V_{CC} = 2.7V \sim 5.5V$ 、 $AV_{CC} = 2.7V \sim 5.5V$ 、 $V_{REF} = 2.7V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ *
 $T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

項目	記号	min	typ	max	単位	測定条件	
入力リード電流	STBY、NMI、RES、MD ₁ ～MD ₀	I _{in}	—	—	1.0	$V_{in} = 0.5 \sim V_{CC} - 0.5V$	
	MD ₂		—	—	10.0		
	MD ₂		—	—	50.0		
	ポート7		—	—	1.0	$V_{in} = 0.5 \sim AV_{CC} - 0.5V$	
スリーステートリード電流 (オフ状態)	ポート1、2、3、4、5、6、8～B	I _{off}	—	—	1.0	$V_{in} = 0.5 \sim V_{CC} - 0.5V$	
	RES0		—	—	10.0		
入力プルアップMOS電流	ポート2、4、5	-I _p	10	—	300	$V_{CC} = 2.7V \sim 5.5V$ 、 $V_{in} = 0V$	
入力容量	NMI	C _{in}	—	—	50	pF	
	NMI以外の全入力端子		—	—	15	pF	
消費電流* ²	通常動作時	I _{cc} * ⁴	—	12 (3.0V)	35 (5.5V)	mA	f = 8MHz
	スリープ時		—	8 (3.0V)	25 (5.5V)		f = 8MHz
	モジュールスタンバイ時* ⁵		—	5 (3.0V)	14 (5.5V)	mA	f = 8MHz
	スタンバイ時* ³		—	0.01	5.0	μA	$T_a \leq 50^\circ C$
			—	—	20.0		$50^\circ C < T_a$

表21.10 D C 特性(6)

条件 : $V_{CC} = 2.7 \sim 5.5V$ 、 $AV_{CC} = 2.7 \sim 5.5V$ 、 $V_{REF} = 2.7V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ ^{*} $T_s = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_s = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

項目	記号	min	typ	max	単位	測定条件
アナログ 電源電流	AI _{CC}	—	0.4	1.0	mA	$AV_{CC} = 3.0V$
		—	1.2	—		$AV_{CC} = 5.0V$
		—	0.4	1.0		$AV_{CC} = 3.0V$
		—	1.2	—		$AV_{CC} = 5.0V$
		—	0.01	5.0	μA	DASTE="0"時
リニアレソス 電源電流	AI _{CC}	—	0.2	0.4	mA	$V_{REF} = 3.0V$
		—	0.3	—		$V_{REF} = 5.0V$
		—	0.8	2.0		$V_{REF} = 3.0V$
		—	1.3	—		$V_{REF} = 5.0V$
		—	0.01	5.0	μA	DASTE="0"時
V _{PP} 端子 電流	I _{PP}	—	—	10	μA	$V_{PP} = 5.0V$
		—	10	20	mA	$V_{PP} = 12.6V$
		—	20	40	mA	
		—	20	40	mA	
RAMスタンバイ電圧	V _{RAM}	2.0	—	—	V	

【注】^{*} A/D変換器とD/A変換器を未使用時にAV_{CC}、V_{REF}、AV_{SS}端子を開放しないでください。

AV_{CC}、V_{REF}端子はV_{CC}に、AV_{SS}端子はV_{SS}にそれぞれ接続してください。

^{**} 消費電流値は、V_{IH min}=V_{CC}-0.5V、V_{IL max}=0.5Vの条件下で、すべての出力端子を無負荷状態にして、さらに内蔵プルアップMOSをオフ状態にした場合の値です。

^{*3} V_{RAM}≤V_{CC}<2.7Vのとき、V_{IH min}=V_{CC}×0.9、V_{IL max}=0.3Vとした場合の値です。

^{*4} I_{CC}は下記の式に従ってV_{CC}とfに依存します。

$$I_{CC\ max.} = 3.0(\text{mA}) + 0.75(\text{mA}/\text{MHz} \cdot V) \times V_{CC} \times f \quad (\text{通常動作時})$$

$$I_{CC\ max.} = 3.0(\text{mA}) + 0.55(\text{mA}/\text{MHz} \cdot V) \times V_{CC} \times f \quad (\text{スリープ時})$$

$$I_{CC\ max.} = 3.0(\text{mA}) + 0.25(\text{mA}/\text{MHz} \cdot V) \times V_{CC} \times f \quad (\text{モジュールスタンバイ時})$$

^{*5} モジュールスタンバイ時の電流値は、全モジュールを停止しスリープ状態にした場合の値です。

^{*6} 高電圧印加の判定レベルは、上記の電圧となりますが、ブートモードおよびフラッシュメモリの書き込み／消去時は12.0±0.6Vに設定してください。

表21.11 出力許容電流値

条件 : $V_{CC} = 2.7 \sim 5.5V$ 、 $AV_{CC} = 2.7 \sim 5.5V$ 、 $V_{REF} = 2.7V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$
 $T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

項目	記号	min	typ	max	単位
出力 "Low" レベル許容電流 (1端子あたり)	I_{OL}	—	—	10	mA
		—	—	2.0	mA
出力 "Low" レベル許容電流 (総和)	ΣI_{OL}	—	—	80	mA
		—	—	120	mA
出力 "High" レベル許容電流 (1端子あたり)	I_{OH}	—	—	2.0	mA
出力 "High" レベル許容電流 (総和)	ΣI_{OH}	—	—	40	mA

- 【注】1. LSIの信頼性を確保するため、出力電流値は表21.11の値を超えないようにしてください。
 2. ダーリントントランジスタや、LEDを直接駆動する場合には、図21.4、図21.5に示すように、出力に必ず電流制限抵抗を挿入してください。

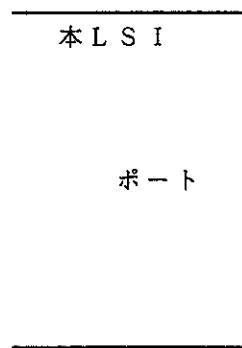


図21.4 ダーリントントランジスタ駆動回路例

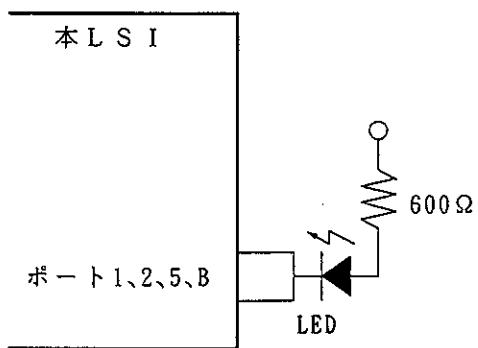


図21.5 LED駆動回路例

21.3.2 A C 特性

表21.12にバスタイミング、表21.13にリフレッシュコントローラバスタイミング、表21.14に制御信号タイミングを示します。また、表21.15に内蔵周辺モジュールタイミングを示します。

表21.12 バスタイミング(1)

条件A : $V_{CC} = 2.7 \sim 5.5V$ 、 $AV_{CC} = 2.7 \sim 5.5V$ 、 $V_{REF} = 2.7V \sim AV_{CC}$ 、
 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、 $\phi = 1 \sim 8MHz$

$T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

条件C : $V_{CC} = 5.0V \pm 10\%$ 、 $AV_{CC} = 5.0V \pm 10\%$ 、 $V_{REF} = 4.5V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、
 $\phi = 1 \sim 16MHz$

$T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

項 目	記 号	条件A		条件C		測定条件	
		8 MHz		16MHz			
		min	max	min	max		
クロックサイクル時間	t_{CYC}	125	1000	62.5	1000		
クロックパルス 幅 "Low"レベル時間	t_{CL}	40	—	20	—		
クロックパルス 幅 "High"レベル時間	t_{CH}	40	—	20	—		
クロック立上がり時間	t_{CR}	—	20	—	10		
クロック立下がり時間	t_{CF}	—	20	—	10		
アドレス遅延時間	t_{AD}	—	60	—	30		
アドレスホールド時間	t_{AH}	25	—	10	—		
アドレスストローブ遅延時間	t_{ASD}	—	60	—	30		
ライトストローブ遅延時間	t_{WSD}	—	60	—	30		
ストローブ遅延時間	t_{SD}	—	60	—	30		
ライトデータストローブパルス幅 1	$t_{WSW_1}^*$	85	—	35	—		
ライトデータストローブパルス幅 2	$t_{WSW_2}^*$	150	—	65	—		
アドレスセットアップ時間 1	t_{AS1}	20	—	10	—		
アドレスセットアップ時間 2	t_{AS2}	80	—	40	—		
リードデータセットアップ時間	t_{RDS}	50	—	20	—		
リードデータホールド時間	t_{RDH}	0	—	0	—		
ライトデータ遅延時間	t_{WDD}	—	75	—	60		
ライトデータセットアップ時間 1	t_{WDs1}	60	—	15	—		
ライトデータセットアップ時間 2	t_{WDs2}	5	—	-5	—		
ライトデータホールド時間	t_{WDH}	25	—	20	—		
リードデータアクセス時間 1	t_{ACC1}^*	—	120	—	60		
リードデータアクセス時間 2	t_{ACC2}^*	—	240	—	120		

図21.7、

図21.8

単位: ns

表21.12 パスタイミング(2)

条件A : $V_{CC} = 2.7 \sim 5.5V$ 、 $AV_{CC} = 2.7 \sim 5.5V$ 、 $V_{REF} = 2.7V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、 $\phi = 1 \sim 8MHz$

$T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

条件C : $V_{CC} = 5.0V \pm 10\%$ 、 $AV_{CC} = 5.0V \pm 10\%$ 、 $V_{REF} = 4.5V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、 $\phi = 1 \sim 16MHz$

$T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

項目	記号	条件A		条件C		測定条件	
		8MHz		16MHz			
		min	max	min	max		
リードデータアクセス時間3	t_{ACC3}^*	—	70	—	30	図21.7、 図21.8	
リードデータアクセス時間4	t_{ACC4}^*	—	180	—	95		
プリッチャージ時間	t_{PCH}^*	85	—	45	—	図21.9	
ウェイトセットアップ時間	t_{WTS}	40	—	25	—		
ウェイトセットホールド時間	t_{WTH}	10	—	5	—	図21.21	
バスリクエストセットアップ時間	t_{BRQS}	40	—	40	—		
バスアクノリッジ遅延時間1	t_{BACD1}	—	60	—	30	図21.21	
バスアクノリッジ遅延時間2	t_{BACD2}	—	60	—	30		
バスプローティング時間	t_{BZD}	—	70	—	40		

単位: ns

【注】* 8MHz版使用時、下記の時間は以下に示すようにクロックサイクル時間に依存します。

$$t_{ACC1} = 1.5 \times t_{CYC} - 68 \quad (\text{ns}) \quad t_{WSW1} = 1.0 \times t_{CYC} - 40 \quad (\text{ns})$$

$$t_{ACC2} = 2.5 \times t_{CYC} - 73 \quad (\text{ns}) \quad t_{WSW2} = 1.5 \times t_{CYC} - 38 \quad (\text{ns})$$

$$t_{ACC3} = 1.0 \times t_{CYC} - 55 \quad (\text{ns}) \quad t_{PCH} = 1.0 \times t_{CYC} - 40 \quad (\text{ns})$$

$$t_{ACC4} = 2.0 \times t_{CYC} - 70 \quad (\text{ns})$$

16MHz版使用時、下記の時間は以下に示すようにクロックサイクル時間に依存します。

$$t_{ACC1} = 1.5 \times t_{CYC} - 34 \quad (\text{ns}) \quad t_{WSW1} = 1.0 \times t_{CYC} - 28 \quad (\text{ns})$$

$$t_{ACC2} = 2.5 \times t_{CYC} - 37 \quad (\text{ns}) \quad t_{WSW2} = 1.5 \times t_{CYC} - 29 \quad (\text{ns})$$

$$t_{ACC3} = 1.0 \times t_{CYC} - 33 \quad (\text{ns}) \quad t_{PCH} = 1.0 \times t_{CYC} - 28 \quad (\text{ns})$$

$$t_{ACC4} = 2.0 \times t_{CYC} - 30 \quad (\text{ns})$$

表21.13 リフレッシュコントローラバスタイミング

条件A : $V_{CC} = 2.7 \sim 5.5V$ 、 $AV_{CC} = 2.7 \sim 5.5V$ 、 $V_{REF} = 2.7V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、 $\phi = 1 \sim 8MHz$

$T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

条件C : $V_{CC} = 5.0V \pm 10\%$ 、 $AV_{CC} = 5.0V \pm 10\%$ 、 $V_{REF} = 4.5V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、 $\phi = 1 \sim 16MHz$

$T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

項目	記号	条件A		条件C		測定条件	
		8MHz		16MHz			
		min	max	min	max		
RAS遅延時間1	t_{RAD1}	—	60	—	30	図21.10 ↓ 図21.16	
RAS遅延時間2	t_{RAD2}	—	60	—	30		
RAS遅延時間3	t_{RAD3}	—	60	—	30		
ワードアドレスホールド時間*	t_{RAH}	25	—	15	—		
RASプリチャージ時間*	t_{RP}	85	—	45	—		
CAS to RAS プリチャージ時間*	t_{CRP}	85	—	45	—		
CASアクセス幅	t_{CAS}	100	—	40	—		
RASアクセス時間*	t_{RAC}	—	160	—	85		
アドレスアクセス時間	t_{AA}	—	105	—	55		
CASアクセス時間*	t_{CAC}	—	50	—	30		
ライトデータセットアップ時間3	t_{WDSS}	50	—	15	—		
CASセットアップ時間*	t_{CSR}	20	—	15	—		
リードストローブ遅延時間	t_{RSD}	—	60	—	30		

単位: ns

【注】* 8MHz版使用時、下記の時間は以下に示すようにクロックサイクル時間に依存します。

$$t_{RAH} = 0.5 \times t_{CYC} - 38 \quad (\text{ns}) \quad t_{CAC} = 1.0 \times t_{CYC} - 75 \quad (\text{ns})$$

$$t_{RAC} = 2.0 \times t_{CYC} - 90 \quad (\text{ns}) \quad t_{CSR} = 0.5 \times t_{CYC} - 43 \quad (\text{ns})$$

$$t_{RP} = t_{CRP} = 1.0 \times t_{CYC} - 40 \quad (\text{ns})$$

16MHz版使用時、下記の時間は以下に示すようにクロックサイクル時間に依存します。

$$t_{RAH} = 0.5 \times t_{CYC} - 17 \quad (\text{ns}) \quad t_{CAC} = 1.0 \times t_{CYC} - 33 \quad (\text{ns})$$

$$t_{RAC} = 2.0 \times t_{CYC} - 40 \quad (\text{ns}) \quad t_{CSR} = 0.5 \times t_{CYC} - 17 \quad (\text{ns})$$

$$t_{RP} = t_{CRP} = 1.0 \times t_{CYC} - 18 \quad (\text{ns})$$

表21.14 制御信号タイミング

条件A : $V_{CC} = 2.7 \sim 5.5V$ 、 $AV_{CC} = 2.7 \sim 5.5V$ 、 $V_{REF} = 2.7V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、 $\phi = 1 \sim 8MHz$

$T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

条件C : $V_{CC} = 5.0V \pm 10\%$ 、 $AV_{CC} = 5.0V \pm 10\%$ 、 $V_{REF} = 4.5V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、 $\phi = 1 \sim 16MHz$

$T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

項目	記号	条件A		条件C		単位	測定条件		
		8MHz		16MHz					
		min	max	min	max				
RESセットアップ時間	t_{RESS}	200	—	200	—	ns	図21.18		
RESパルス幅	t_{RESW}	10	—	10	—	t_{cyc}			
モード・プログラミング・セット・アップ時間	t_{MDS}	200	—	200	—	ns			
RES0出力遅延時間	t_{RESD}	—	100	—	100	ns	図21.19		
RES0出力パルス幅	t_{RES0W}	132	—	132	—	t_{cyc}			
NMIセットアップ時間 (NMI、IRQ ₅ ～IRQ ₀)	t_{NMIS}	200	—	150	—	ns			
NMIホールド時間 (NMI、IRQ ₅ ～IRQ ₀)	t_{NMIH}	10	—	10	—	ns	図21.20		
割込みパルス幅 (NMI、IRQ ₂ ～IRQ ₀) ソフトウェアスタンバイモードからの復帰時	t_{NMIW}	200	—	200	—	ns			
リセット発振安定時間 (水晶)	t_{osc1}	20	—	20	—	ms	図21.22		
ソフトウェアスタンバイ発振安定時間 (水晶)	t_{osc2}	7	—	7	—	ms	図20.1		

表21.15 内蔵周辺モジュールタイミング

条件A : $V_{CC} = 2.7 \sim 5.5V$ 、 $AV_{CC} = 2.7 \sim 5.5V$ 、 $V_{REF} = 2.7V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、 $\phi = 1 \sim 8MHz$

$T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

条件C : $V_{CC} = 5.0V \pm 10\%$ 、 $AV_{CC} = 5.0V \pm 10\%$ 、 $V_{REF} = 4.5V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、 $\phi = 1 \sim 16MHz$

$T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

モ ジ ュ ー ル	項 目	記 号	条件A		条件C		単位	測定条件		
			8MHz		16MHz					
			min	max	min	max				
DMAC	DREQセットアップ時間	t_{DRQS}	40	-	30	-	ns	図21.30 図21.28、 図21.29		
	DREQホールド時間	t_{DRQH}	10	-	10	-				
	TEND遅延時間1	t_{TSD1}	-	100	-	50				
	TEND遅延時間2	t_{TSD2}	-	100	-	50				
ITU	タイマ出力遅延時間	t_{TODP}	-	100	-	100	ns	図21.24 図21.25		
	タイマ入力セットアップ時間	t_{TRICS}	50	-	50	-				
	タイマクロック入力 セットアップ時間	t_{TCKS}	50	-	50	-				
	タイマクロック 単エッジ指定	t_{TCKWR}	1.5	-	1.5	-				
	パルス幅	t_{TCKWL}	2.5	-	2.5	-				
SCI	入力クロック サイクル	t_{SCYC}	4	-	4	-	t_{SCYC}	図21.26 図21.27		
	クロック同期		6	-	6	-				
	入力クロック立ち上がり時間	t_{SCKR}	-	1.5	-	1.5				
	入力クロック立ち下がり時間	t_{SCKF}	-	1.5	-	1.5				
	入力クロックパルス幅	t_{SCKW}	0.4	0.6	0.4	0.6				
	送信データ遅延時間	t_{TXD}	-	100	-	100				
	受信データセットアップ時間 (クロック同期)	t_{RXS}	100	-	100	-				
	受信データホールド時間(クロック同期)	t_{RXH}	100	-	100	-				
	クロック出力		0	-	0	-				
ポート TPC	出力データ遅延時間	t_{PWD}	-	100	-	100	ns	図21.23		
	入力データセットアップ時間	t_{PRS}	50	-	50	-				
	入力データホールド時間	t_{PRH}	50	-	50	-				

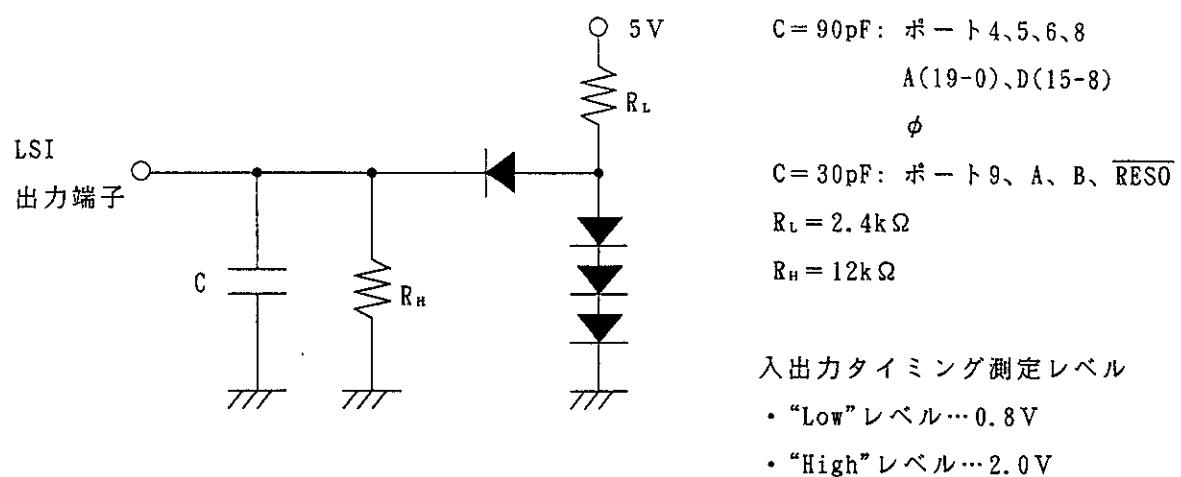


図21.6 出力負荷回路

21.3.3 A/D 変換特性

A/D 変換特性を表21.16に示します。

表21.16 A/D 変換特性

条件A : $V_{CC} = 2.7 \sim 5.5V$ 、 $AV_{CC} = 2.7 \sim 5.5V$ 、 $V_{REF} = 2.7V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、
 $\phi = 1 \sim 8MHz$

$T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

条件C : $V_{CC} = 5.0V \pm 10\%$ 、 $AV_{CC} = 5.0V \pm 10\%$ 、 $V_{REF} = 4.5V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、
 $\phi = 1 \sim 16MHz$

$T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

項目	条件A			条件C			単位	
	8MHz			16MHz				
	min	typ	max	min	typ	max		
分解能	10	10	10	10	10	10	ビット	
変換時間	—	—	16.8	—	—	8.4	μs	
アナログ入力容量	—	—	20	—	—	20	pF	
許容信号源	—	—	10^{*1}	—	—	10^{*3}	$k\Omega$	
インピーダンス	—	—	5^{*2}	—	—	5^{*4}		
非直線性誤差	—	—	± 6.0	—	—	± 3.0	LSB	
オフセット誤差	—	—	± 4.0	—	—	± 2.0	LSB	
フルスケール誤差	—	—	± 4.0	—	—	± 2.0	LSB	
量子化誤差	—	—	± 0.5	—	—	± 0.5	LSB	
絶対精度	—	—	± 8.0	—	—	± 4.0	LSB	

【注】^{*1} $4.0 \leq AV_{CC} \leq 5.5$ の場合です。

^{*2} $2.7 \leq AV_{CC} < 4.0$ の場合です。

^{*3} $\phi \leq 12MHz$ の場合です。

^{*4} $\phi > 12MHz$ の場合です。

21.3.4 D/A 変換特性

D/A 変換特性を表21.17に示します。

表21.17 D/A 変換特性

条件 A : $V_{CC} = 2.7 \sim 5.5V$ 、 $AV_{CC} = 2.7 \sim 5.5V$ 、 $V_{REF} = 2.7V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、

$\phi = 1 \sim 8MHz$

$T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

条件 C : $V_{CC} = 5.0V \pm 10\%$ 、 $AV_{CC} = 5.0V \pm 10\%$ 、 $V_{REF} = 4.5V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、

$\phi = 1 \sim 16MHz$

$T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

項目	条件 A			条件 C			単位	測定条件		
	8MHz			16MHz						
	min	typ	max	min	typ	max				
分解能	8	8	8	8	8	8	ビット			
変換時間	-	-	10	-	-	10	μs	負荷容量 20pF		
絶対精度	-	± 2.0	± 3.0	-	± 1.0	± 1.5	LSB	負荷抵抗 2 MΩ		
	-	-	± 2.0	-	-	± 1.0	LSB	負荷抵抗 4 MΩ		

21.3.5 フラッシュメモリ特性

フラッシュメモリ特性を表21.18 に示します。

表21.18 フラッシュメモリ特性

条件 A : $V_{CC} = 2.7 \sim 5.5V$ 、 $AV_{CC} = 2.7 \sim 5.5V$ 、 $V_{REF} = 2.7V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、
 $V_{PP} = 12V \pm 0.6V$ 、 $\phi = 1 \sim 8MHz$

$T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

条件 C : $V_{CC} = 5.0V \pm 10\%$ 、 $AV_{CC} = 5.0V \pm 10\%$ 、 $V_{REF} = 4.5V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、
 $V_{PP} = 12V \pm 0.6V$ 、 $\phi = 1 \sim 16MHz$

$T_a = -20 \sim +75^\circ C$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85^\circ C$ (広温度範囲仕様品)

項目	記号	min	typ	max	単位	測定条件
書き込み時間 * ¹	t_p	—	50	1000	μs	
消去時間 * ¹	t_e	—	1	30	s	
書き換え回数	N_{WEC}	—	—	100	回	
ペリファイ・セットアップ時間 1 * ¹	t_{VS1}	4	—	—	μs	
ペリファイ・セットアップ時間 2 * ¹	t_{VS2}	2	—	—	μs	
フラッシュメモリ・リード・ セットアップ時間 * ²	t_{FRS}	50	—	—	μs	$V_{CC} \geq 4.5V$
		100	—	—		$V_{CC} < 4.5V$

【注】 *¹ 各設定時間は、書き込み、消去のアルゴリズムに従い行ってください。

*² V_{PE} ビットをクリアした後、プログラム電圧 (V_{PP}) を12Vから0～5Vに切り替えた時、または外部クロック使用時の電源投入後とスタンバイ・モードからの復帰時は、フラッシュメモリをリードする前にリード・セットアップ時間以上おいてリードしてください。 V_{PP} 切断時では、 V_{PP} 端子が $V_{CC} + 2V$ のレベルに達した時点からフラッシュメモリをリードするまでのセットアップ時間を規定します。

21.4 動作タイミング

動作タイミングを以下に示します。

21.4.1 バスタイミング

バスタイミングを以下に示します。

(1) 基本バスタイミング／2ステートアクセス

図21.7に外部2ステートアクセス時の動作タイミングを示します。

(2) 基本バスタイミング／3ステートアクセス

図21.8に外部3ステートアクセス時の動作タイミングを示します。

(3) 基本バスタイミング／3ステートアクセス1ウェイト

図21.9に外部2ステートアクセスで1ウェイトを挿入したときの動作タイミングを示します。

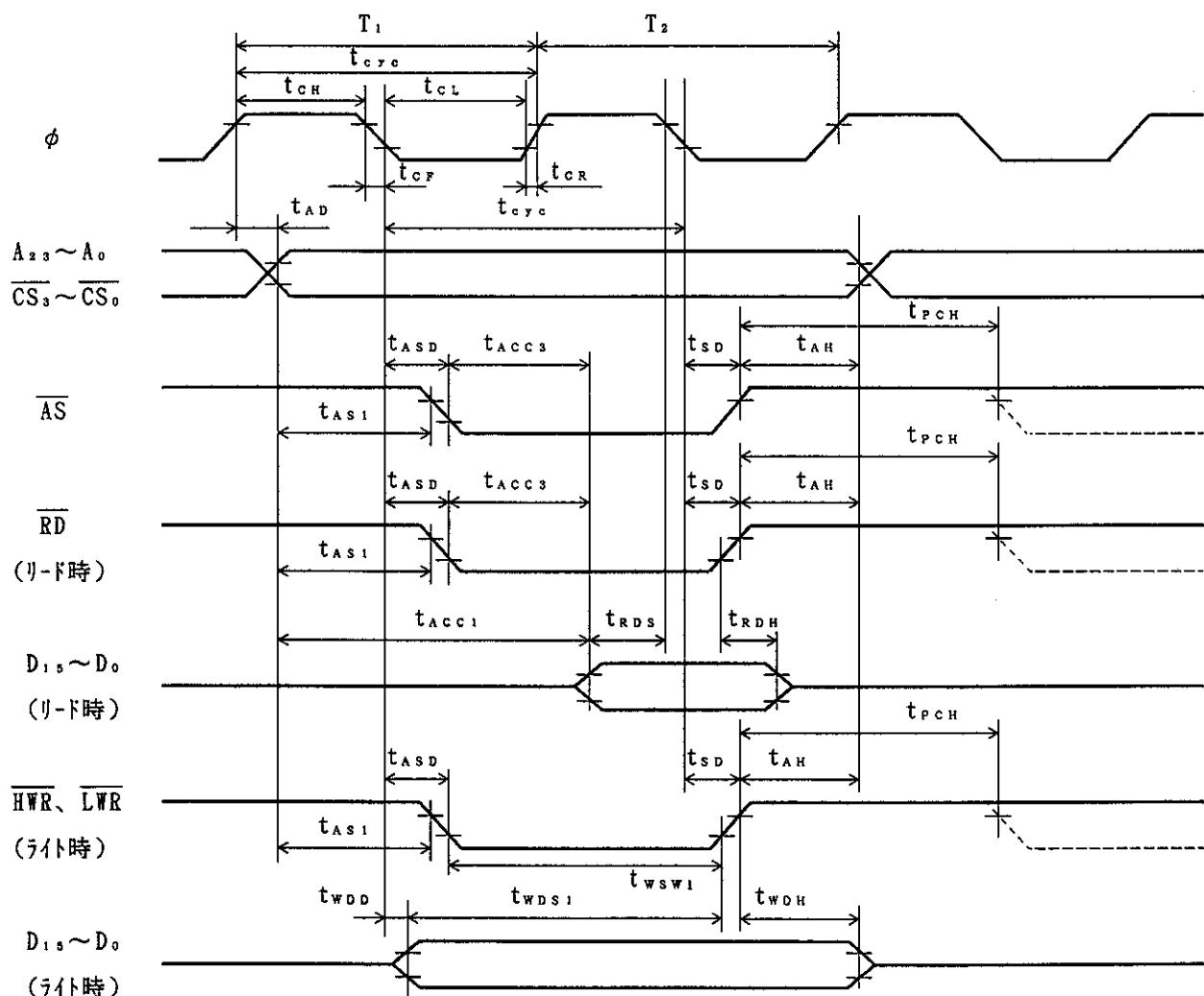


図21.7 基本バスタイミング／2ステートアクセス

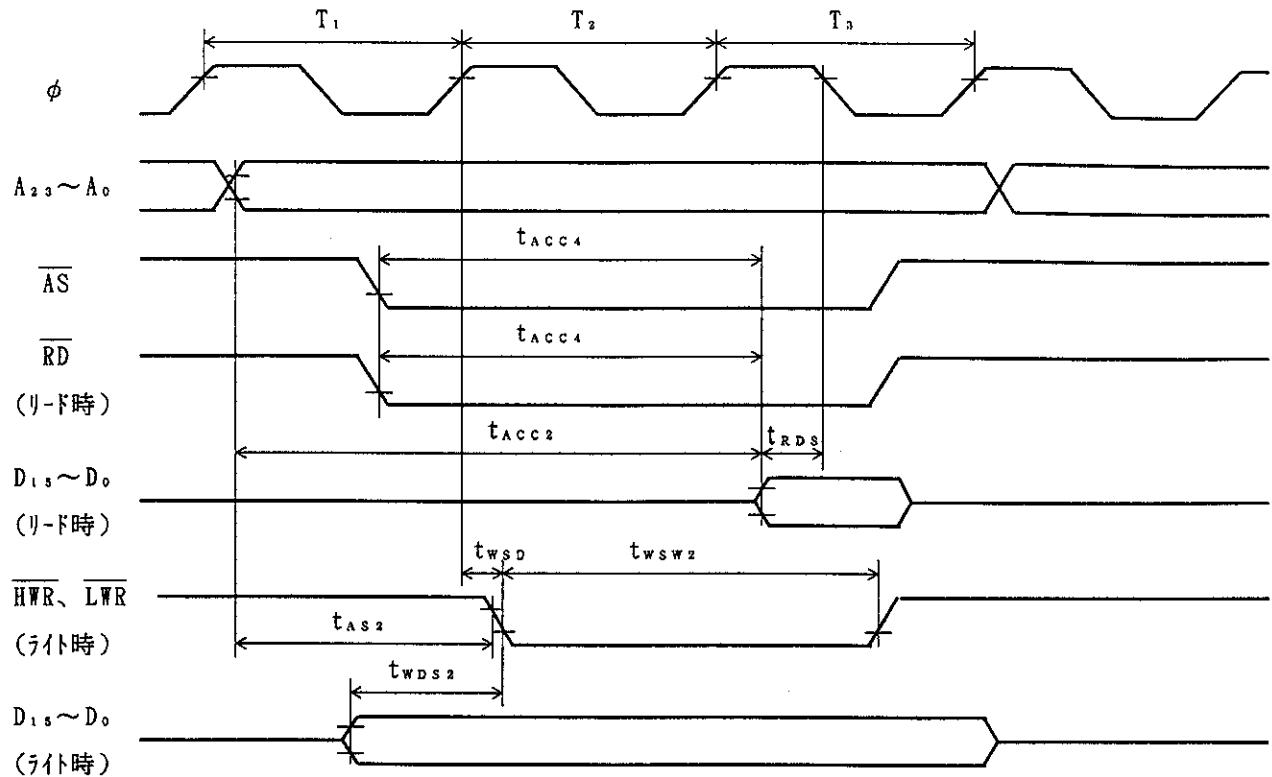


図21.8 基本バスタイミング／3ステートアクセス

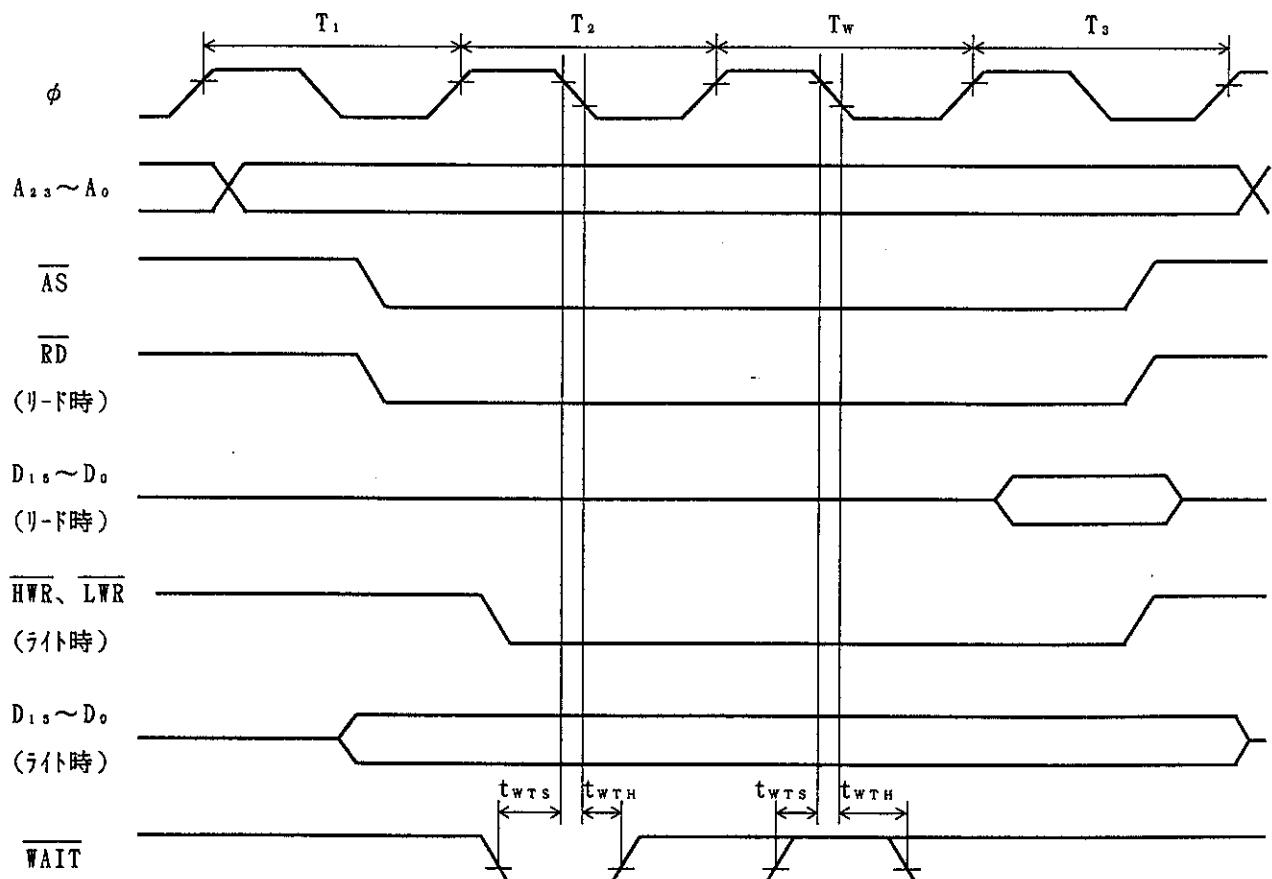


図21.9 基本バスタイミング／3ステートアクセス1ウェイト

21.4.2 リフレッシュコントローラバスタイミング

リフレッシュコントローラのバスタイミングを以下に示します。

(1) D R A M バスタイミング

図21.10～図21.15にD R A M バスタイミングを動作モード別に示します。

(2) P S R A M バスタイミング

図21.16、図21.17にP S R A M バスタイミングを動作モード別に示します。

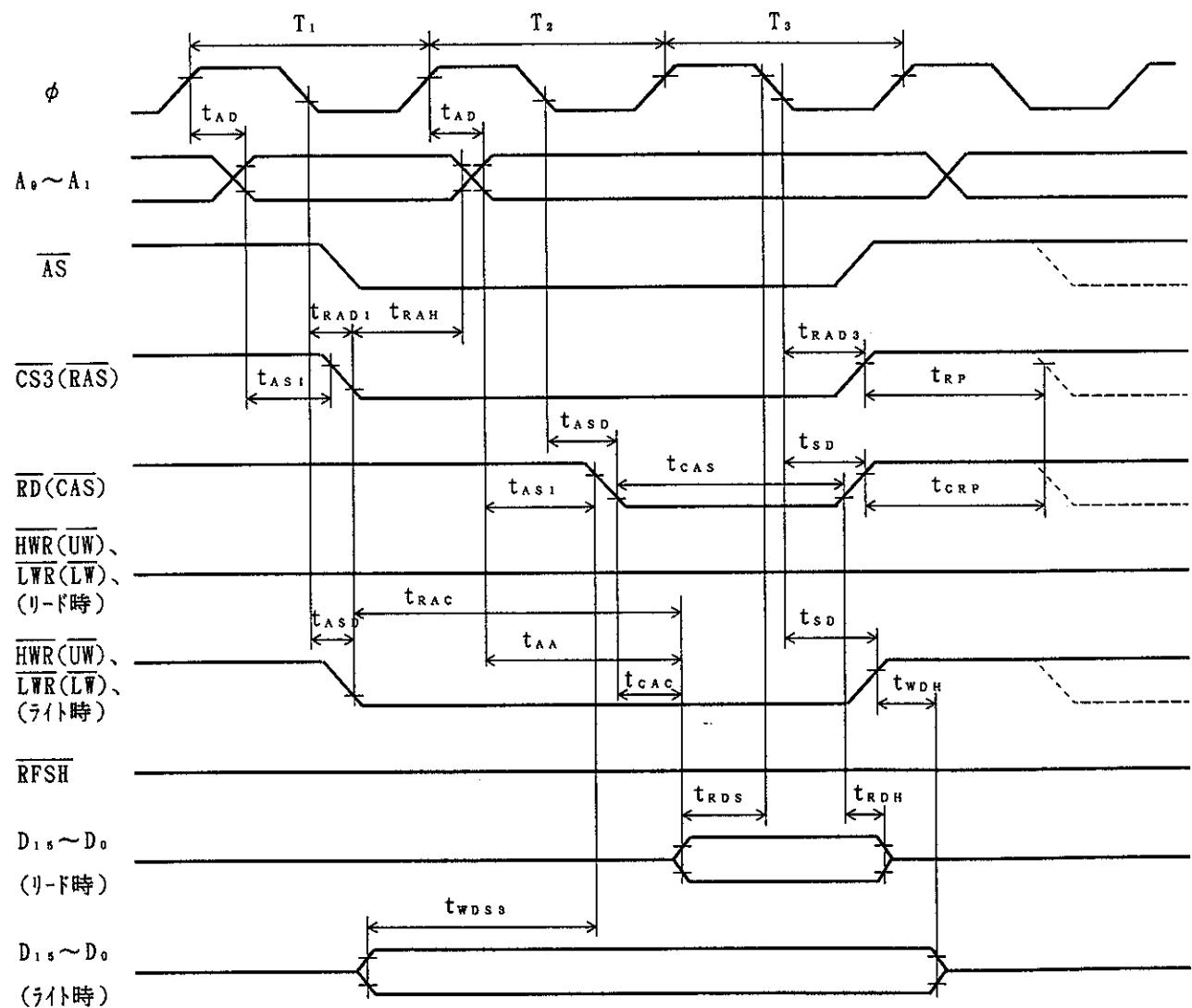


図21.10 D R A M バスタイミング (リード/ライト時) / 3ステートアクセス

— 2WE方式 —

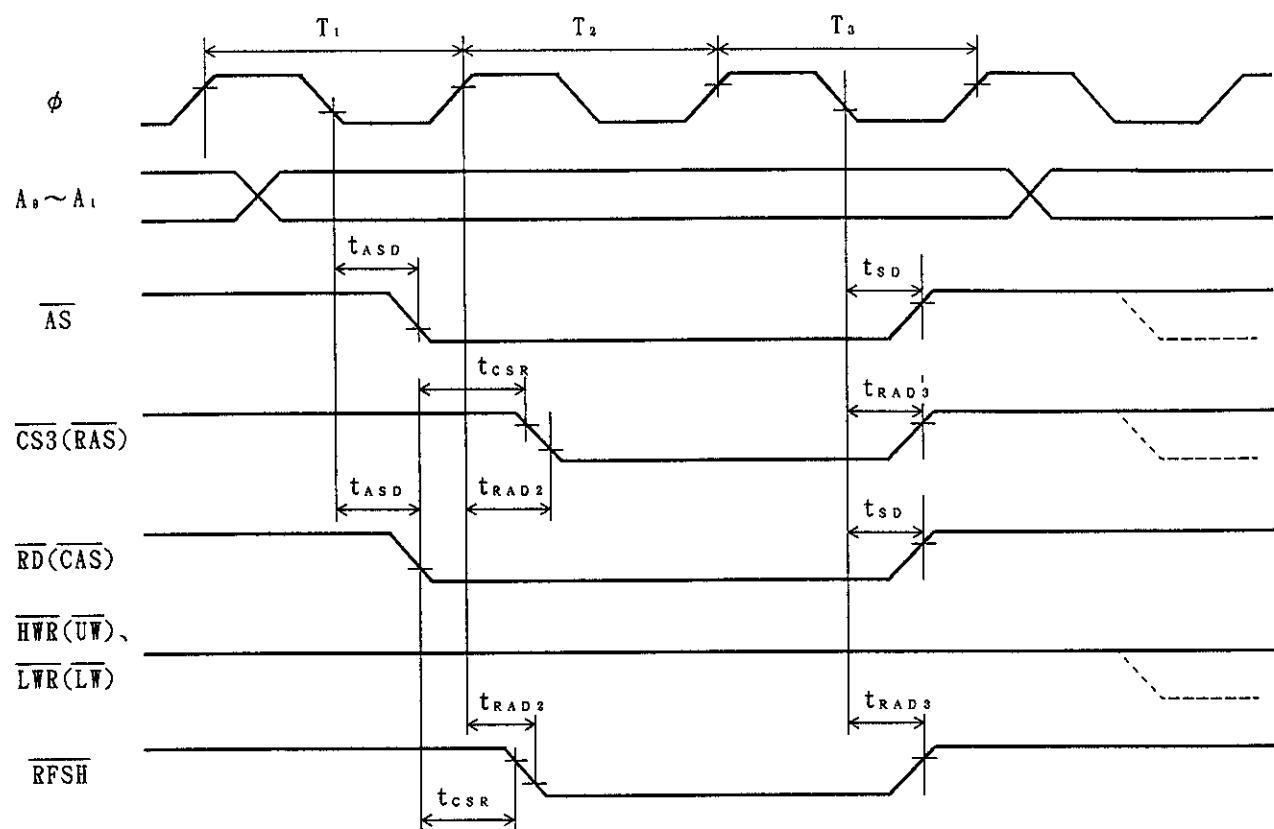


図21.11 DRAMバスタイミング（リフレッシュサイクル時）／3ステートアクセス
— 2WE方式 —

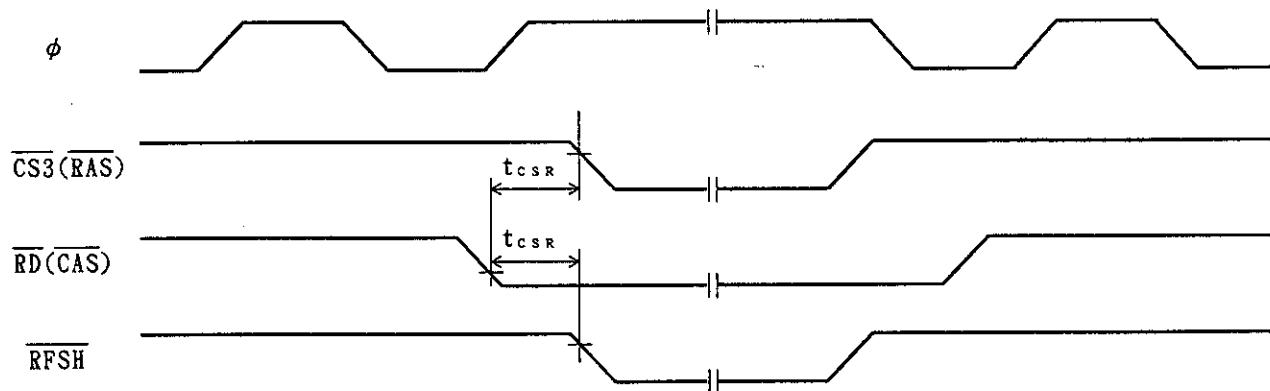


図21.12 DRAMバスタイミング（セルフリフレッシュモード）
— 2WE方式 —

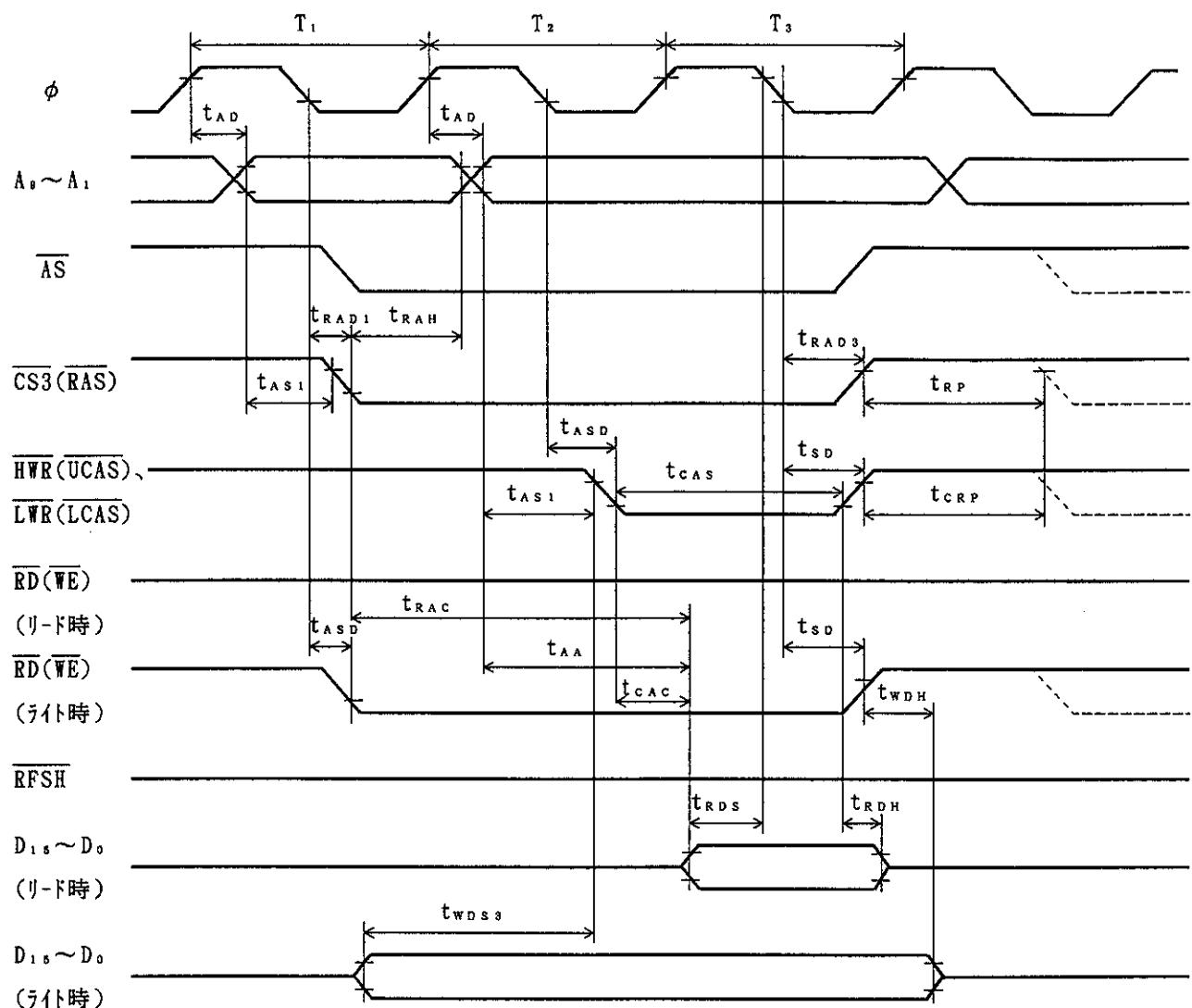


図21.13 DRAMバスタイミング(リード/ライト時)／3ステートアクセス
— 2 CAS方式 —

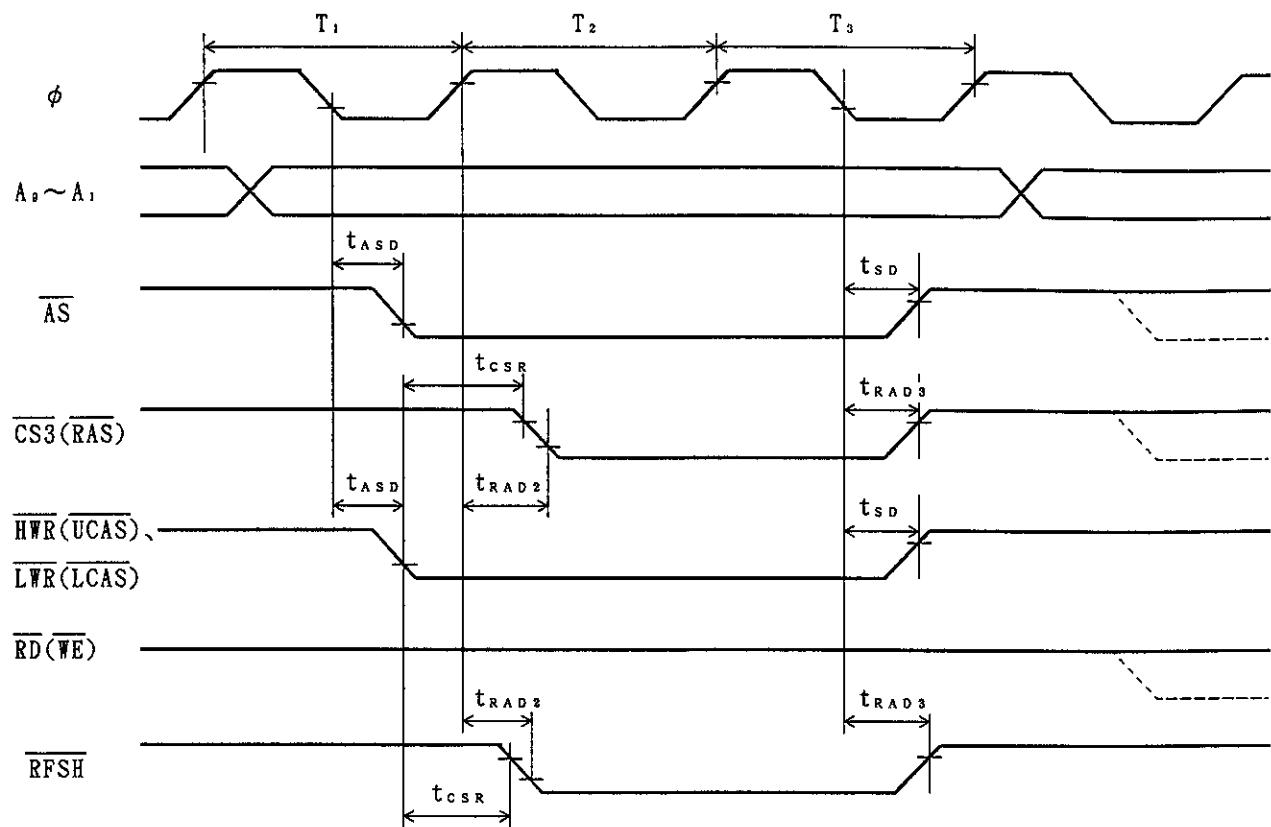


図21.14 DRAMバスタイミング（リフレッシュサイクル時）／3ステートアクセス
— 2 CAS方式 —

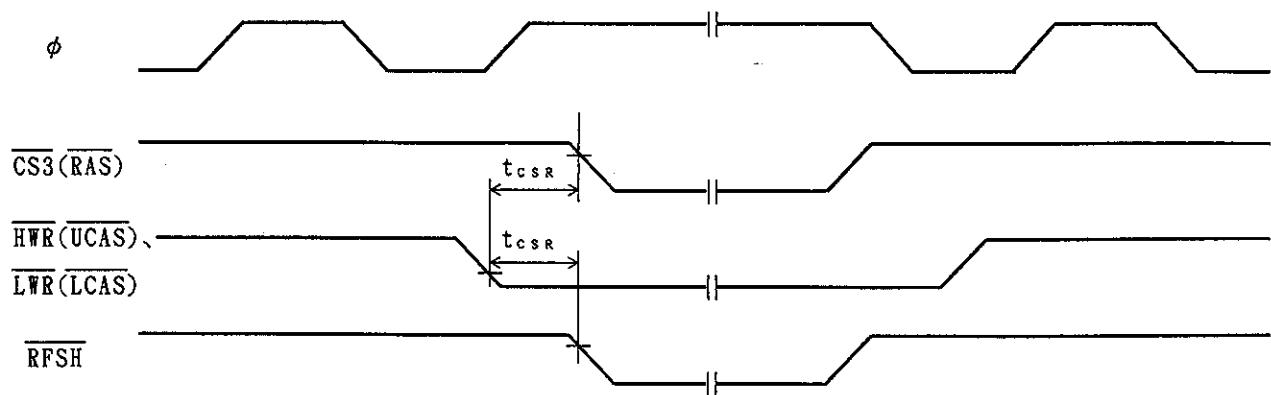


図21.15 DRAMバスタイミング（セルフリフレッシュモード）
— 2 CAS方式 —

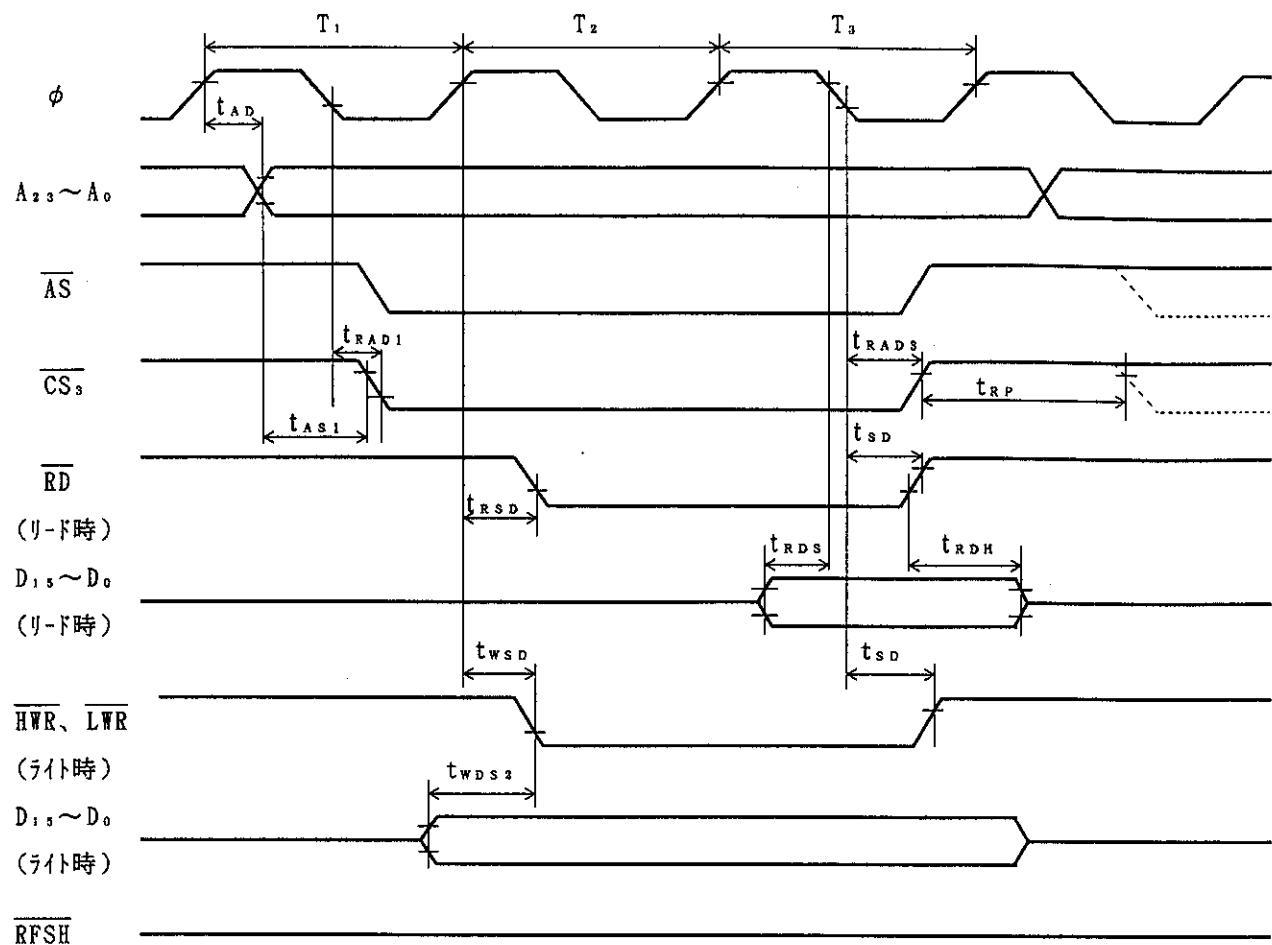


図21.16 PSRAMバスタイミング（リード／ライト時）3ステートアクセス

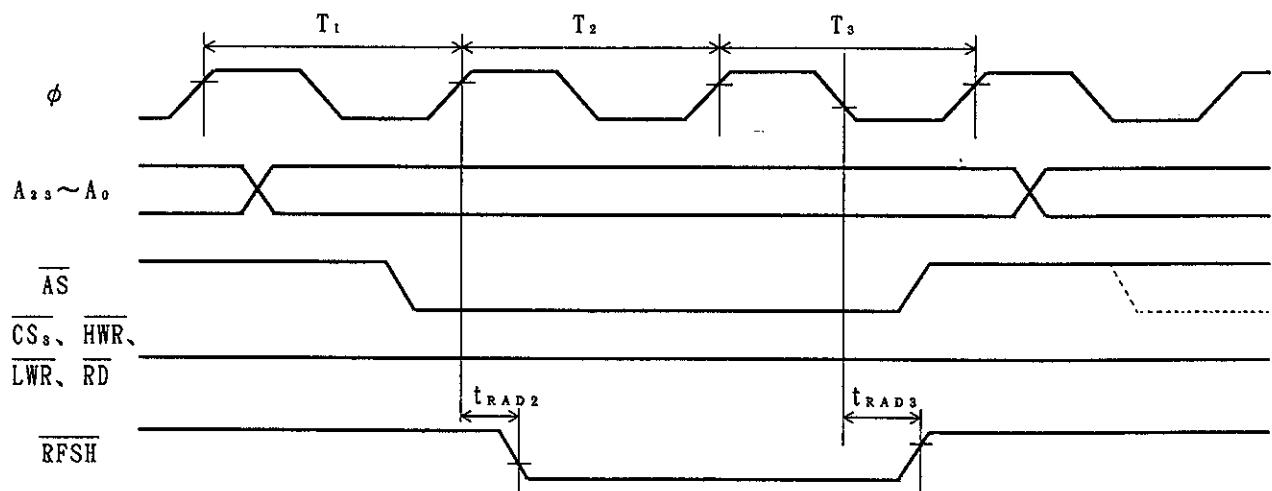


図21.17 PSRAMバスタイミング（リフレッシュサイクル時）／3ステートアクセス

21.4.3 制御信号タイミング

制御信号タイミングを以下に示します。

(1) リセット入力タイミング

図21.18にリセット入力タイミングを示します。

(2) リセット出力タイミング

図21.19にリセット出力タイミングを示します。

(3) 割込み入力タイミング

図21.20にNMI、IRQ₅～IRQ₀割込み入力タイミングを示します。

(4) バスリリースモードタイミング

図21.21にバスリリースモードタイミングを示します。

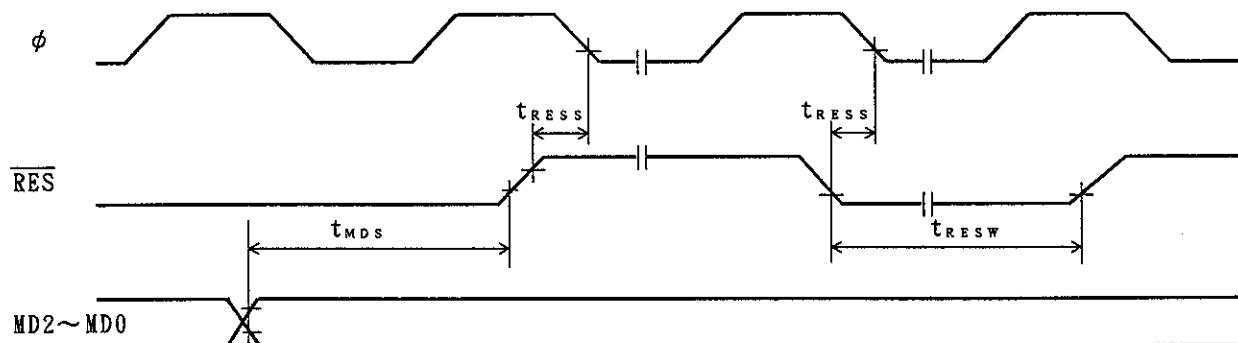


図21.18 リセット入力タイミング

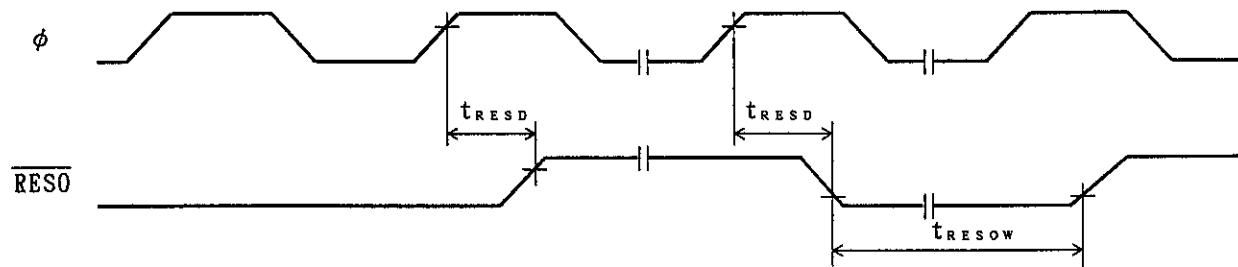
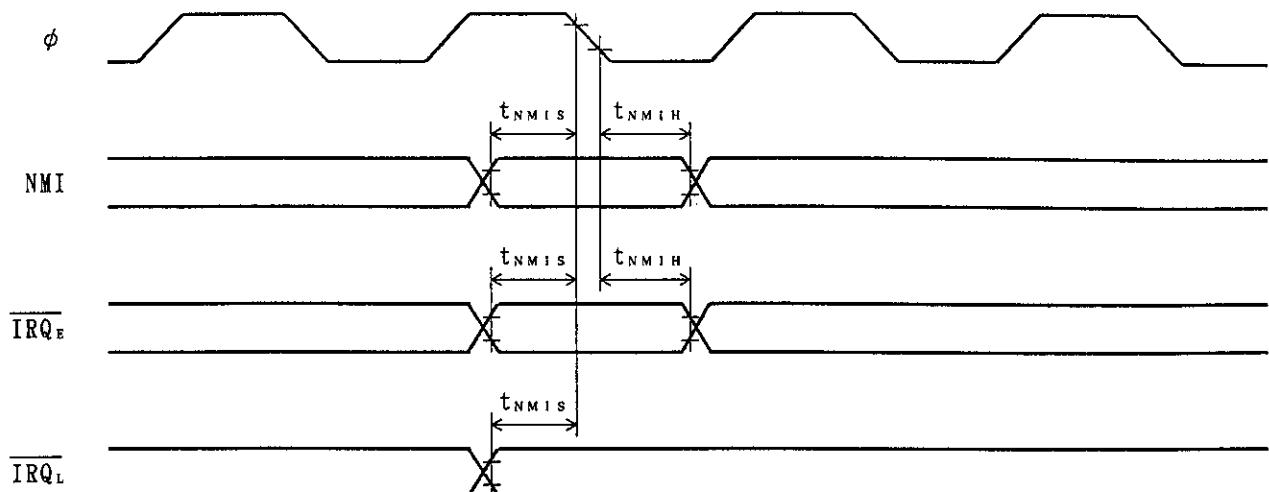


図21.19 リセット出力タイミング



$\overline{IRQ_E}$: \overline{IRQ} がエッジ指定の場合

$\overline{IRQ_L}$: $\overline{IRQ_i}$ がレベル指定の場合 ($i = 0 \sim 5$)

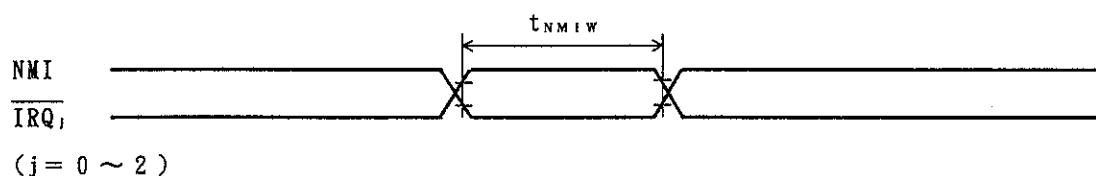


図21.20 割込み入力タイミング

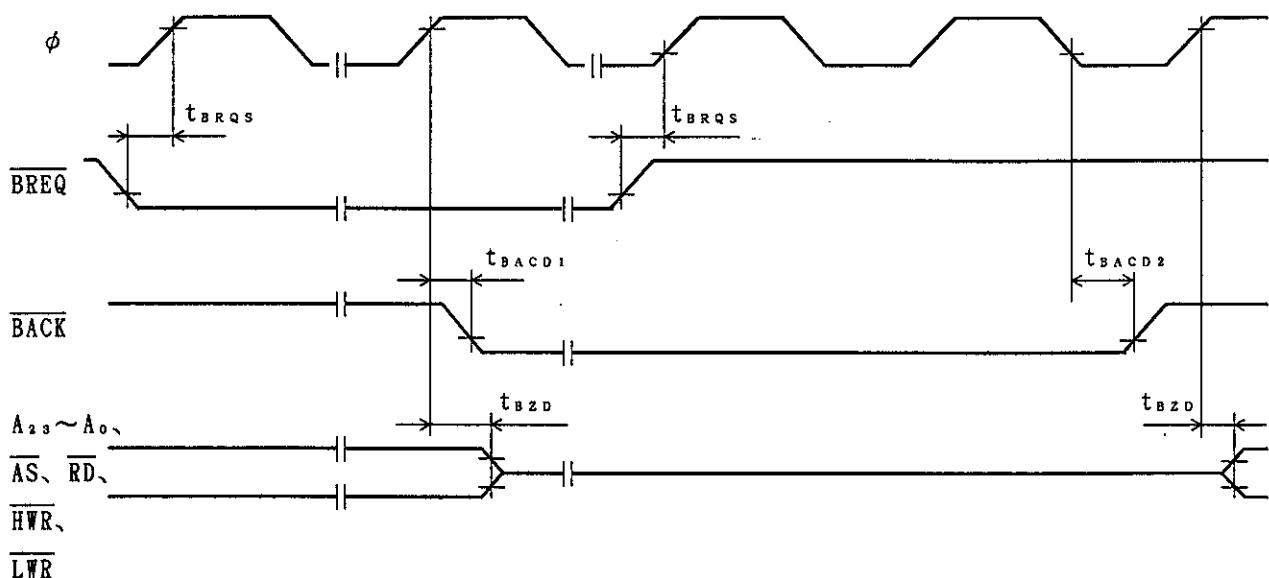


図21.21 バスリリースモードタイミング

21.4.4 クロックタイミング

クロックタイミングを以下に示します。

(1) 発振安定時間タイミング

図21.22に発振安定時間タイミングを示します。

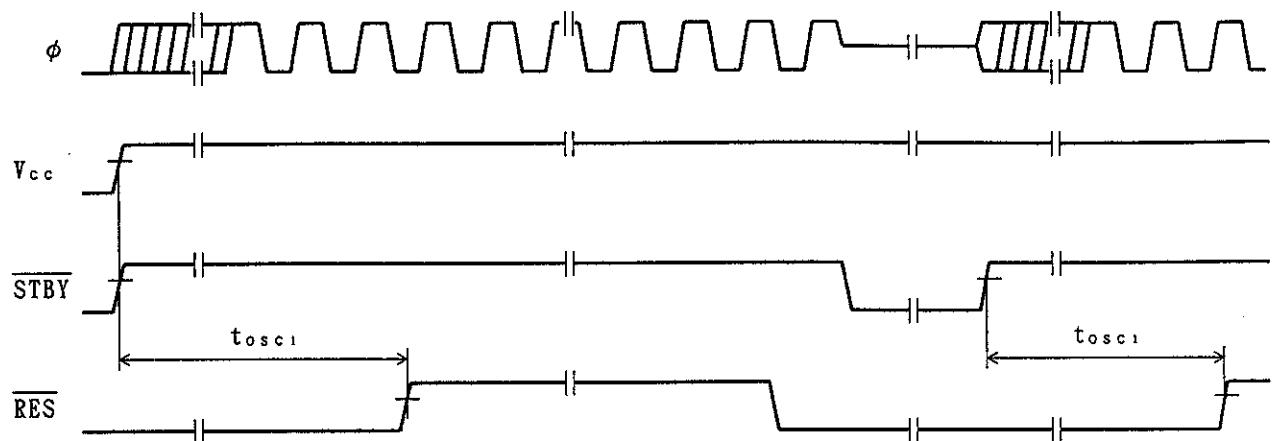


図21.22 発振安定時間タイミング

21.4.5 TPC、I/Oポートタイミング

図21.23にTPC、I/Oポートの入出力タイミングを示します。

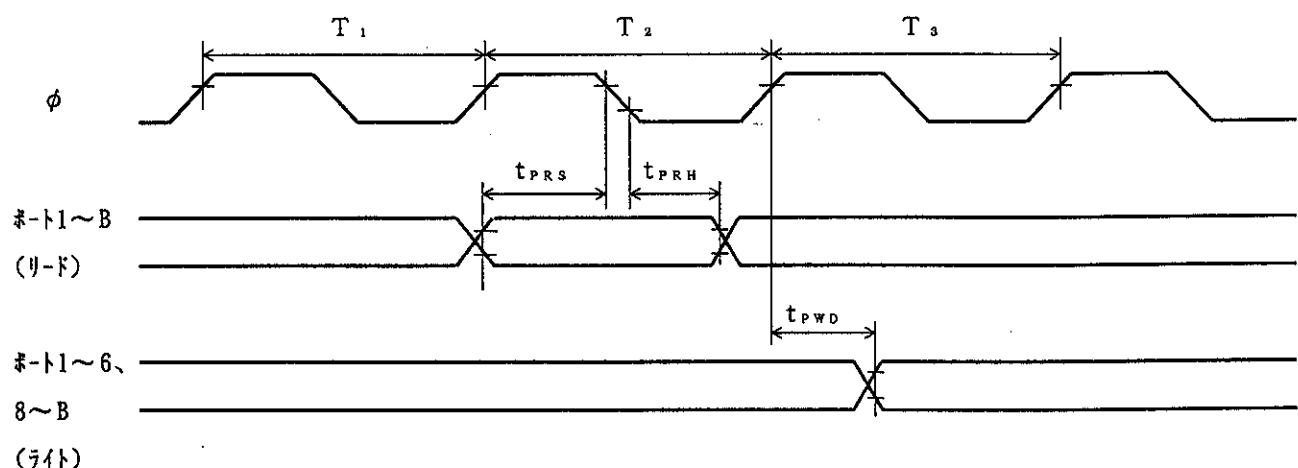


図21.23 TPC、I/Oポート入出力タイミング

21.4.6 I T Uタイミング

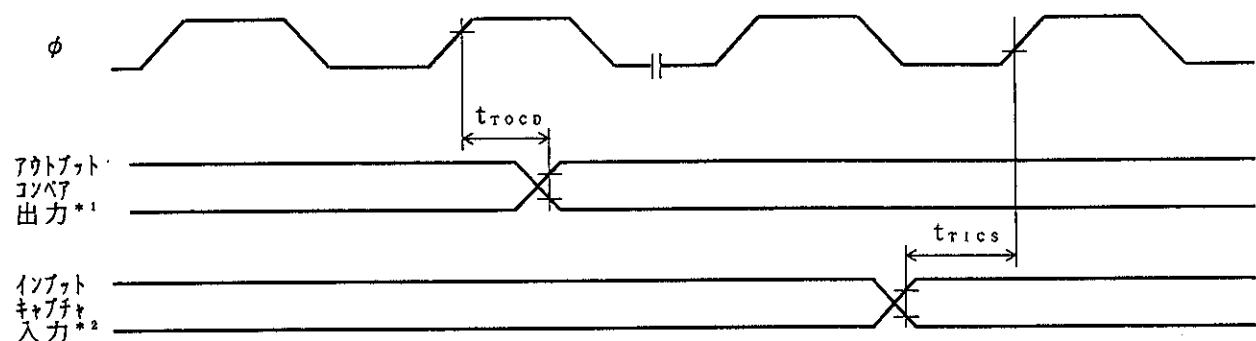
I T Uの各タイミングを以下に示します。

(1) I T U入出力タイミング

図21.24にI T U入出力タイミングを示します。

(2) I T U外部クロック入力タイミング

図21.25にI T U外部クロック入力タイミングを示します。



【注】^{*1} TIOCA (0~4)、TIOC B (0~4)、TOCXA 4、TOCX B 4

^{*2} TIOCA (0~4)、TIOC B (0~4)

図21.24 I T U入出力タイミング

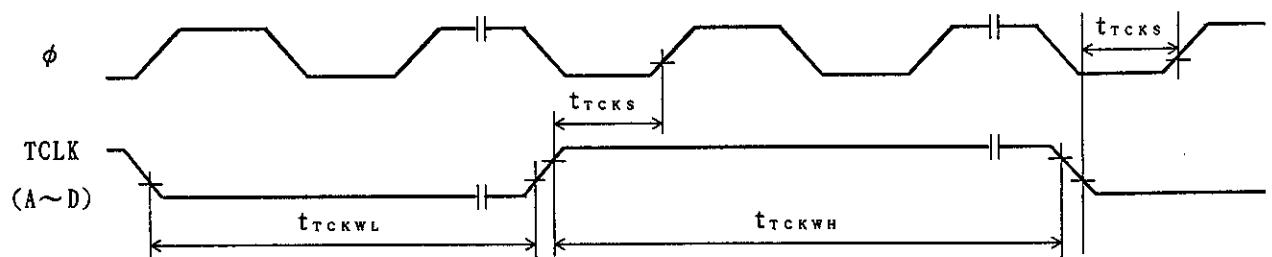


図21.25 I T Uクロック入力タイミング

21.4.7 SCI入出力タイミング

SCIの各タイミングを以下に示します。

(1) SCI入力クロックタイミング

図21.26にSCK入力クロックタイミングを示します。

(2) SCI入出力タイミング(クロック同期式モード)

図21.27にクロック同期式モード時のSCI入出力タイミングを示します。

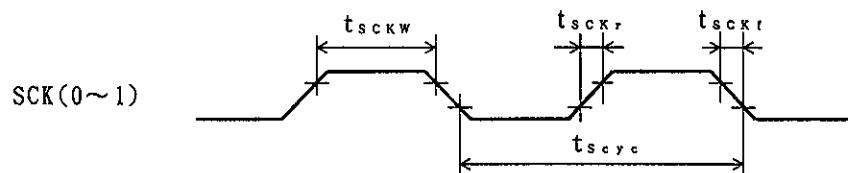


図21.26 SCK入力クロックタイミング

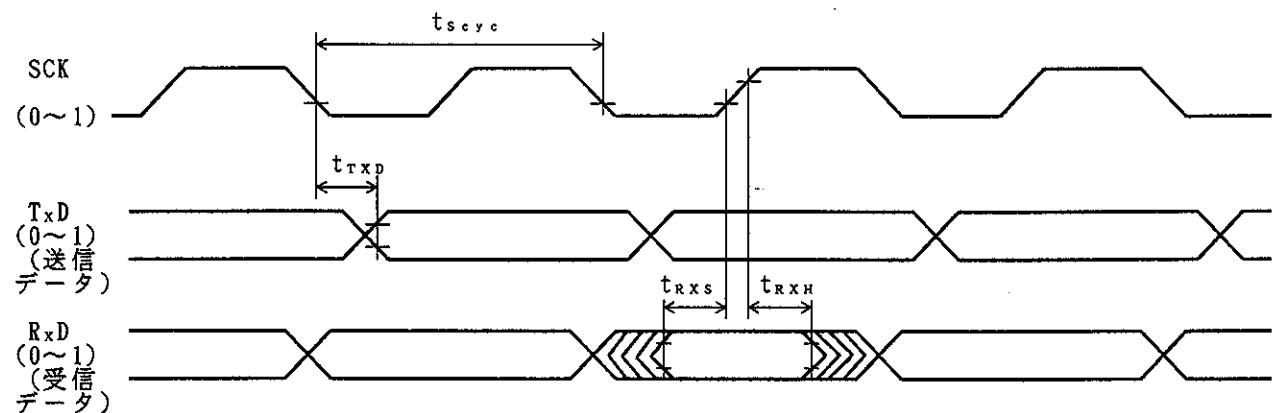


図21.27 クロック同期式モード時のSCI入出力タイミング

21.4.8 DMA C タイミング

DMA C の各タイミングを以下に示します。

- (1) DMA C TEND出力タイミング／2ステートアクセス

DMA C TEND出力タイミング／2ステートアクセスを図21.28に示します。

- (2) DMA C TEND出力タイミング／3ステートアクセス

DMA C TEND出力タイミング／3ステートアクセスを図21.29に示します。

- (3) DMA C DREQ入力タイミング

DMA C DREQ入力タイミングを図21.30に示します。

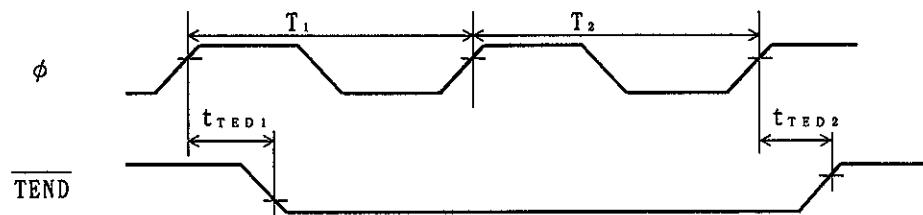


図21.28 DMA C TEND出力タイミング／2ステートアクセス

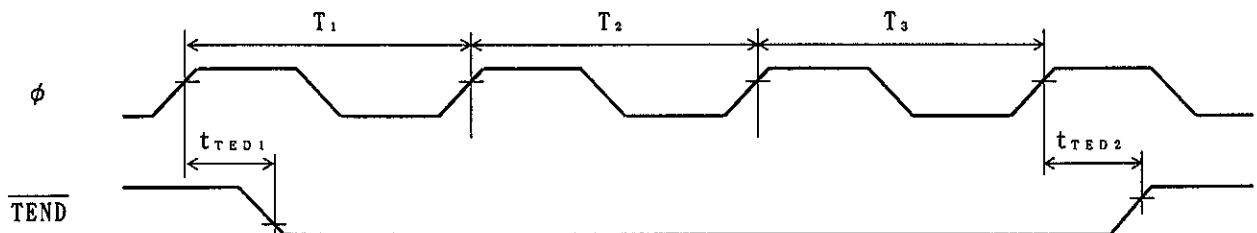


図21.29 DMA C TEND出力タイミング／3ステートアクセス

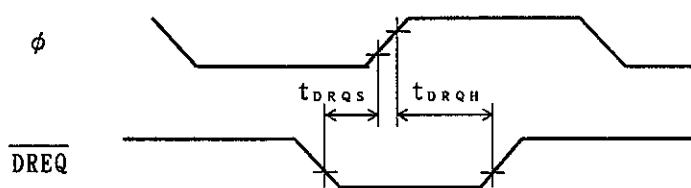


図21.30 DMA C DREQ入力タイミング