

回路設計のトラブルに巻き込まれないための

マイクロプロセッサ周辺回路の設計

電源, クロック, リセット回路

吉田 幸作

マイクロプロセッサとその周辺回路を実際に基板に実装して、電源を入れたときにトラブルが発生したといったことは、だれでも経験している。ここでは、製造時にトラブルないために心得ておくべき事項について述べる。

(編集部)

システムの信頼性を左右する 電源回路, リセット回路, クロック回路

最近のマイクロプロセッサはフラッシュ・メモリ, SRAM, 周辺入出力回路がチップ上に実装されているものが多くなりました。電源とクロックおよびリセット回路を接続すれば、簡単なシステムは完成してしまいます。

とりわけ深く検討をしなくても、とりあえず動く回路は作れます。しかし本格的な量産製品の設計では環境条件, 電圧ノイズ・マージン, 部品特性のばらつきなどをよく検討しておかないと、思わぬトラブルに遭遇することがあります。

32ビットRISCプロセッサを搭載した機器の設計においても、意外と多いトラブルは「電源」、「リセット」、「クロック」に起因するものです。いずれもアナログ技術がモノをいう世界ですが、筆者はこれを「トラブル三兄弟」と呼んでいます。

本章ではマイクロプロセッサ・システムの信頼性を左右するこれら周辺回路技術を少し詳しく説明します。

付録基板の電源容量の見積り

表1はSH7144FのDC特性です。電源および入出力信号のDC(直流)特性を規定しています。動作電源は、

- ▶ 動作電圧 3.3V ± 0.3V
- ▶ 動作電流 220mA(max), 通常動作(50MHz)

と規定されています。

動作電流値(max)はクロック・モード=3で、

- ▶ CPUクロック 50MHz
- ▶ 周辺I/Oクロック 25MHz

のときの値です。

付録基板はCPUクロックが48MHzなので、多少は少ないかもしれませんが、

▶ リセットIC ADM809RAKS

▶ RS-232-Cドライバ/レシーバ ADM3202ARU

などの消費電流をあわせて最大250mAの電流容量を想定する必要があります。

付録基板の電源回路と 電源レギュレータADP3338

図1は付録基板の電源回路です。3.3V出力のLDO(Low Voltage Dropout Regulator)ADP3338AKC-3.3(アナログ・デバイセス)を使用しました。図2(a)はパッケージ・ピン配列,(b)は外形寸法です。

ADP3338は表2(b)の特性に示すように最高1A出力が可能です。付録基板は250mAの電流で十分ですが、開発予定のベースボードなどシステム拡張に必要なハードウェアの電源も考慮して余裕をもたせました。

ADP3338は表2(b)の仕様を示すように、入出力間のドロップ電圧を低く設計することができます。図3は負荷電流・ドロップ電圧特性を示したものです。負荷電流1Aのときでも0.19V(typ)です。

図4はADP3338AKC-3.3の内部機能ブロック図です。構造的にはシリーズ型のレギュレータなので、入出力電圧の差分電力はIC内部で消費されます。

第1章で述べたように、一部の付録基板には部品供給上のつごうによりADP3339が実装されているものがあります。このレギュレータICはADP3338とパッケージ外形は変わりませんが、負荷電流を1.5Aまで取ることができます。

ADP3338 電源回路と消費電力の検討

レギュレータの消費電力 P_D は、

$$P_D = (V_{IN} - V_{OUT}) \times I_{LOAD} + (V_{IN} \times I_{GND})$$

表 1⁽¹⁾ SH7144F の DC 特性

電源電圧

アナログ電源電圧

条件: $V_{CC} = PLLV_{CC} = 3.3V \pm 0.3V$, $AV_{CC} = 3.3V \pm 0.3V$, $AV_{CC} = V_{CC} \pm 0.3V$, $AV_{ref} = 3.0 \sim AV_{CC}$, $V_{SS} = PLLV_{SS} = AV_{SS} = 0V$, $T_a = -20 \sim +75$ (標準品), $T_a = -40 \sim +85$ (広温度範囲品), フラッシュ・メモリの書き込み/消去時は $T_a = -20 \sim +75$

項目		記号	min	typ	max	単位	測定条件
入力“H”レベル電圧 (シュミット・トリガ 入力端子を除く)	RES, MRES, NMI, FWP, MD3 ~ MD0, DBGMD	V_{IH}	$V_{CC} - 0.5$		$V_{CC} + 0.3$	V	リセット電圧“H”は $V_{CC} - 0.5V$ 必要
	EXTAL		$V_{CC} - 0.5$		$V_{CC} + 0.3$	V	
	アナログ兼用ポート	2.2		$AV_{CC} + 0.3$	V		
	その他の入力端子	2.2		$V_{CC} + 0.3$	V		
入力“L”レベル電圧 (シュミット・トリガ 入力端子を除く)	RES, MRES, NMI, FWP, MD3 ~ MD0, EXTAL, DBGMD	V_{IL}	-0.3		0.5	V	
	その他の入力端子		-0.3		0.8	V	
シュミット・トリガ 入力電圧	IRQ7 ~ IRQ0, POE3, POE0, TCLKA ~ TCLKD, TIOC0A ~ TIOC0D, TIOC1A ~ TIOC1B, TIOC2A ~ TIOC2B, TIOC3A ~ TIOC3D, TIOC4A ~ TIOC4D, SCK3 ~ SCK0, RXD3 ~ RXD0	V_{T+}	$V_{CC} - 0.5$			V	
		V_{T-}			0.5	V	
		$V_{T+} - V_{T-}$	0.2			V	
入力リーク電流	RES, MRES, NMI, FWP, MD3 ~ MD0, DBGMD	$ I_{in} $			1.0	μA	
	アナログ兼用ポート				1.0	μA	
	その他の入力端子				1.0	μA	
3ステート・リーク 電流(OFF 状態)	ポート A, B, C, D, E	$ I_{isi} $			1.0	μA	このポートは 大電流駆動が可能
出力“H”レベル電圧	全出力端子	V_{OH}	$V_{CC} - 0.5$			V	$I_{OH} = -200 \mu A$
出力“L”レベル電圧	全出力端子	V_{OL}			0.4	V	$I_{OL} = 1.6mA$
	PE9, PE11 ~ PE15				0.8	V	$I_{OL} = 15mA$
入力容量	RES	C_{in}			20	pF	$V_{in} = 0V$
	NMI				20	pF	$f = 1MHz$
	その他の全入力端子				20	pF	$T_a = 25$
消費電流 ^{注2}	通常動作時		クロック 1 : 1	150	210	mA	$f = 40MHz$
			クロック 1 : 1/2	160	220	mA	$f = 50MHz$
	スリープ時		クロック 1 : 1	110	170	mA	$f = 40MHz$
			クロック 1 : 1/2	120	180	mA	$f = 50MHz$
	スタンバイ時			3	50	μA	$T_a = 50$
					500	μA	$50 < T_a$
書き込み動作時		クロック 1 : 1	150	210	mA	$V_{CC} = 3.3V$ $f = 40MHz$	
		クロック 1 : 1/2	160	220	mA	$V_{CC} = 3.3V$ $f = 50MHz$	
アナログ電源電流	A-D 変換中	AI_{cc}		2	5	mA	
	A-D 変換待機時				2	mA	
	スタンバイ時				5	μA	
リファレンス電源電流	A-D 変換中	AI_{ref}			2	mA	
	A-D 変換待機時				2	mA	
	スタンバイ時				5	μA	
RAM スタンバイ電圧		V_{RAM}	2.0			V	V_{CC}

注 1 : A-D コンバータを使用しないときに, AV_{CC} , AV_{SS} 端子を開放しない。

注 2 : 消費電流は, $V_{IH}(\min) = V_{CC} - 0.5V$, $V_{IL} = 0.5V$ の条件で,
すべての出力端子を無負荷状態にした場合の値。

最大電流値 アナログ電源 AV_{CC} の最大電流

になります。 I_{GND} は IC 自体の消費電流です。

たとえば, 負荷電流 500mA の場合 I_{GND} を 10mA とすると,
入力電圧が 3.5V であれば,

$$(3.5 - 3.3) \times 0.5 + 3.5 \times 0.01 = 0.135W$$

です。しかし入力電圧が 5V になると,

$$(5 - 3.3) \times 0.5 + 5 \times 0.01 = 0.90W$$

の電力を消費します。

図 1
付録基板の電源回路

