

TaC命令表

Ver.10.2.0(TeC7a,b,c,d対応)

2023/10/23

命令	ニーモニック		オペコード		アドレッシングモード(数値はステート数)								フラグ 変化	説明	
	命令	オペランド	OP	Rd Rx	Drc	Index	Imm	FP Rlt	Reg	Imm4	Indr	B Indr			Othr
No Operation	NO		00h	0h 0h	--	--	--	--	--	--	--	--	3	×	何もしない
Load	LD	Rd,EA	08h	Rd EA	7	7	5	5	4	4	5	5	--	×	Rd ← [EA]
Store	ST	Rd,EA	10h	Rd EA	7	7	--	5	--	--	5	5	--	×	[EA] ← Rd
Add	ADD	Rd,EA	18h	Rd EA	7	7	5	5	4	4	5	5	--	○	Rd ← Rd + [EA]
Subtract	SUB	Rd,EA	20h	Rd EA	7	7	5	5	4	4	5	5	--	○	Rd ← Rd - [EA]
Compare	CMP	Rd,EA	28h	Rd EA	7	7	5	5	4	4	5	5	--	○	Rd - [EA]
Logical And	AND	Rd,EA	30h	Rd EA	7	7	5	5	4	4	5	5	--	○	Rd ← Rd and [EA]
Logical Or	OR	Rd,EA	38h	Rd EA	7	7	5	5	4	4	5	5	--	○	Rd ← Rd or [EA]
Logical Xor	XOR	Rd,EA	40h	Rd EA	7	7	5	5	4	4	5	5	--	○	Rd ← Rd xor [EA]
Add with Scale	ADDs	Rd,EA	48h	Rd EA	7	7	5	5	4	4	5	5	--	○	Rd ← Rd + [EA]*2
Multiply	MUL	Rd,EA	50h	Rd EA	7	7	5	5	4	4	5	5	--	○	Rd ← Rd × [EA]
Divide	DIV	Rd,EA	58h	Rd EA	23	23	21	21	20	20	21	21	--	○	Rd ← Rd / [EA]
Modulo	MOD	Rd,EA	60h	Rd EA	23	23	21	21	20	20	21	21	--	○	Rd ← Rd % [EA]
Shift Left Arithmetic	SHLA	Rd,EA	80h	Rd EA	7	7	5	5	4	4	5	5	--	○	Rd ← Rd << [EA]
Shift Left Logical	SHLL	Rd,EA	88h	Rd EA	7	7	5	5	4	4	5	5	--	○	Rd ← Rd << [EA]
Shift Right Arithmetic	SHRA	Rd,EA	90h	Rd EA	7	7	5	5	4	4	5	5	--	○	Rd ← Rd >> [EA]
Shift Right Logical	SHRL	Rd,EA	98h	Rd EA	7	7	5	5	4	4	5	5	--	○	Rd ← Rd >>> [EA]
Jump on Zero	JZ	EA	A0h	0h EA	5	5	--	--	--	--	--	--	--	×	If (Z) PC ← EA
Jump on Carry	JC	EA	A0h	1h EA	5	5	--	--	--	--	--	--	--	×	If (C) PC ← EA
Jump on Minus	JM	EA	A0h	2h EA	5	5	--	--	--	--	--	--	--	×	If (S) PC ← EA
Jump on Overflow	JO	EA	A0h	3h EA	5	5	--	--	--	--	--	--	--	×	if (V) PC ← EA
Jump on Greater Than	JGT	EA	A0h	4h EA	5	5	--	--	--	--	--	--	--	×	If (not (Z or (S xor V))) PC ← EA
Jump on Greater or Equal	JGE	EA	A0h	5h EA	5	5	--	--	--	--	--	--	--	×	if (not (S xor V)) PC ← EA
Jump on Less or Equal	JLE	EA	A0h	6h EA	5	5	--	--	--	--	--	--	--	×	If (Z or (S xor V)) PC ← EA
Jump on Less Than	JLT	EA	A0h	7h EA	5	5	--	--	--	--	--	--	--	×	If (S xor V) PC ← EA
Jump on Non Zero	JNZ	EA	A0h	8h EA	5	5	--	--	--	--	--	--	--	×	If (not Z) PC ← EA
Jump on Non Carry	JNC	EA	A0h	9h EA	5	5	--	--	--	--	--	--	--	×	If (not C) PC ← EA
Jump on Non Minus	JNM	EA	A0h	Ah EA	5	5	--	--	--	--	--	--	--	×	If (not S) PC ← EA
Jump on Non Overflow	JNO	EA	A0h	Bh EA	5	5	--	--	--	--	--	--	--	×	If (not V) PC ← EA
Jump on Higher	JHI	EA	A0h	Ch EA	5	5	--	--	--	--	--	--	--	×	If (not (Z or C)) PC ← EA
Jump on Lower or Same	JLS	EA	A0h	Eh EA	5	5	--	--	--	--	--	--	--	×	If (Z or C) PC ← EA
Jump	JMP	EA	A0h	Fh EA	5	5	--	--	--	--	--	--	--	×	PC ← EA
Call subroutine	CALL	EA	A8h	0h EA	7	7	--	--	--	--	--	--	--	×	[--SP] ← PC, PC ← EA
Input	IN	Rd,EA	B0h	Rd EA	6	--	--	--	--	--	4	--	--	×	Rd ← IO[EA]
Output	OUT	Rd,EA	B8h	Rd EA	5	--	--	--	--	--	3	--	--	×	IO[EA] ← Rd
Push Register	PUSH	Rd	C0h	Rd 0h	--	--	--	--	--	--	--	--	5	×	[--SP] ← Rd
Pop Register	POP	Rd	C4h	Rd 0h	--	--	--	--	--	--	--	--	5	×	Rd ← [SP++]
Return from Subroutine	RET		D0h	0h 0h	--	--	--	--	--	--	--	--	6	×	PC ← [SP++]
Return from Interrupt	RETI		D4h	Fh 0h	--	--	--	--	--	--	--	--	10	○	FLAG ← [SP++], PC ← [SP++]
Supervisor Call	SVC		F0h	0h 0h	--	--	--	--	--	--	--	--	14	×	システムコール
Halt	HALT		FFh	0h 0h	--	--	--	--	--	--	--	--	3	×	CPU停止

アドレッシングモード(上の表中EAの詳細)について

アドレッシングモード	略記	ニーモニック (EA部分の標記方法)	命令フォーマット		EA(実効アドレス)の決め方	
			第1ワード	第2ワード	略記	解説
Direct	Drc	OP Rd,Dsp	OP+0 Rd0h	Dsp	[Dsp]	Dsp番地
Indexed	Index	OP Rd,Dsp,Rx	OP+1 RdRx	Dsp	[Dsp+Rx]	(Dsp+Rxレジスタの内容)番地
Immediate	Imm	OP Rd,#Imm	OP+2 Rd0h	Imm	Imm	Immそのもの
FP Rerative	FP Rlt	OP Rd,Dsp4,FP	OP+3 RdD4	--	[Dsp4+FP]	(D4を符号拡張した値×2 + FPレジスタの内容)番地(D4=Dsp4/
Register	Reg	OP Rd,Rs	OP+4 RdRs	--	Rs	Rsレジスタの内容
4bit Signed Immediate	Imm4	OP Rd,#Imm4	OP+5 RdI4	--	Imm4	I4を符号拡張した値そのもの
Register Indirect	Indr	OP Rd,0,Rx	OP+6 RdRx	--	[Rx]	Rxレジスタの内容番地
Byte Register Indirect	B Indr	OP Rd,@Rx	OP+7 RdRx	--	[Rx]	Rxレジスタの内容番地(但し番地の内容は8bitデータ)
Other	Othr	OP Rd	OP Rd0h	--		なし
		OP	OP 0h0h	--		なし

注4

※アセンブリ言語でDspとDsp4、ImmとImm4の標記は同じ(値によりアセンブラが自動判定)

※FP相対で、Dsp4は-16～+14の偶数

色付きのセルは特権命令 特権違反が発生時は、スタックに違反を起こす前のPCが保存される

注1: RETI命令は特権モードでのみEPIフラグを変化させる

注2: D4はDsp4(4bitディस्पレースメント)の1/2の値

注3: I4はImm4(4bit即値)のこと

注4: アドレッシングモードによりOPの値が変化する

2023/10/23

- *1:SPはカーネルモードではSSP, ユーザモードではUSP
- *2:FLAGはCPUレジスタ(G15)として扱うこともできる
- *3:Uフラグは単なる1ビットのレジスタ
- *4:VフラグはADD, SUB, CMPで有効
- *5:CフラグはADD, SUB, CMPで有効. また, SHXXでは1ビットシフトのときだけ有効

TaC命令フォーマット

Ver.10.2.0(TeC7a,b,c,d対応)

2023/10/23

ダイレクト(*0)

OP	Rd	0H	Dsp
----	----	----	-----

インデクスド(*1)

OP	Rd	Rx	Dsp
----	----	----	-----

イミディエイト(*2)

OP	Rd	0H	Imm
----	----	----	-----

FP相対(*3)

OP	Rd	Offs
----	----	------

レジスタレジスタ(*4)

OP	Rd	Rs
----	----	----

ショートイミディエイト(*5)

OP	Rd	Imm4
----	----	------

レジスタインダイレクト(*6)

OP	Rd	Rx
----	----	----

バイト・レジスタインダイレクト(*7)

OP	Rd	Rx
----	----	----

レジスタ(*8)

OP	Rd	0H
----	----	----

オペランドなし(*9)

OP	00H
----	-----

命令コード一覧

		OP 下位3ビット							
		000	001	010	011	100	101	110	111
OP 上位5ビット	00000	NO(*9)							
	00001	LD(*0)	LD(*1)	LD(*2)	LD(*3)	LD(*4)	LD(*5)	LD(*6)	LD(*7)
	00010	ST(*0)	ST(*1)		ST(*3)			ST(*6)	ST(*7)
	00011	ADD(*0)	ADD(*1)	ADD(*2)	ADD(*3)	ADD(*4)	ADD(*5)	ADD(*6)	ADD(*7)
	00100	SUB(*0)	SUB(*1)	SUB(*2)	SUB(*3)	SUB(*4)	SUB(*5)	SUB(*6)	SUB(*7)
	00101	CMP(*0)	CMP(*1)	CMP(*2)	CMP(*3)	CMP(*4)	CMP(*5)	CMP(*6)	CMP(*7)
	00110	AND(*0)	AND(*1)	AND(*2)	AND(*3)	AND(*4)	AND(*5)	AND(*6)	AND(*7)
	00111	OR(*0)	OR(*1)	OR(*2)	OR(*3)	OR(*4)	OR(*5)	OR(*6)	OR(*7)
	01000	XOR(*0)	XOR(*1)	XOR(*2)	XOR(*3)	XOR(*4)	XOR(*5)	XOR(*6)	XOR(*7)
	01001	ADDS(*0)	ADDS(*1)	ADDS(*2)	ADDS(*3)	ADDS(*4)	ADDS(*5)	ADDS(*6)	ADDS(*7)
	01010	MUL(*0)	MUL(*1)	MUL(*2)	MUL(*3)	MUL(*4)	MUL(*5)	MUL(*6)	MUL(*7)
	01011	DIV(*0)	DIV(*1)	DIV(*2)	DIV(*3)	DIV(*4)	DIV(*5)	DIV(*6)	DIV(*7)
	01100	MOD(*0)	MOD(*1)	MOD(*2)	MOD(*3)	MOD(*4)	MOD(*5)	MOD(*6)	MOD(*7)
	01101								
	01110								
	01111								
	10000	SHLA(*0)	SHLA(*1)	SHLA(*2)	SHLA(*3)	SHLA(*4)	SHLA(*5)	SHLA(*6)	SHLA(*7)
	10001	SHLL(*0)	SHLL(*1)	SHLL(*2)	SHLL(*3)	SHLL(*4)	SHLL(*5)	SHLL(*6)	SHLL(*7)
	10010	SHRA(*0)	SHRA(*1)	SHRA(*2)	SHRA(*3)	SHRA(*4)	SHRA(*5)	SHRA(*6)	SHRA(*7)
	10011	SHRL(*0)	SHRL(*1)	SHRL(*2)	SHRL(*3)	SHRL(*4)	SHRL(*5)	SHRL(*6)	SHRL(*7)
	10100	JMP(*0)	JMP(*1)						
	10101	CALL(*0)	CALL(*1)						
	10110	IN(*0)						IN(*6)	
	10111	OUT(*0)						OUT(*6)	
	11000	PUSH(*8)				POP(*8)			
	11001								
	11010	RET(*9)			RETI(*9)※				
	11011								
	11100								
	11101								
	11110	SVC(*9)							
	11111								HALT(*9)

特権命令

※：RETIのRdはFLAGを表すFh

	>	>=	=	!=	<=	<
符号あり	JGT	JGE	JZ	JNZ	JLE	JLT
符号無し	JHI	JNC	JZ	JNZ	JLS	JC

FLAGのビット割り
(00000000EPIUVCSZ)

Rd/Rs/Rx

値	意味
0	G0
1	G1
2	G2
3	G3
4	G4
5	G5
6	G6
7	G7
8	G8
9	G9
A	G10
B	G11
C	G12(FP)
D	SP(SSP/USP)
E	USP
F	FLAG

SPの意味はPフラグで変化

化

JMP命令のRd

値	意味
0	JZ
1	JC
2	JM
3	JO
4	JGT
5	JGE
6	JLE
7	JLT
8	JNZ
9	JNC
A	JNM
B	JNO
C	JHI
D	
E	JLS
F	JMP

TaCメモリ空間、I/O空間

Ver.10.2.0(TeC7a,b,c,d対応)
2023/10/23

メモリマップ

+0番地	+1番地	
0000h		RAM
0002h		
0004h		
...	RAM(56KiB)	
DFFEh		RAM
E000h		
...	RAM(8160B)	
FFDEh		
FFE0h	Timer0	リセット直後はIPL(ROM) 割り込みベクタ
FFE2h	Timer1	
FFE4h	RN4020 受信	
FFE6h	RN4020 送信	
FFE8h	FT232RL 受信	
FFEAh	FT232RL 送信	
FFEC	TeC 受信	
FFEEh	TeC 送信	
FFF0h	マイクロSD	
FFF2h	PIO	
FFF4h	Page Fault (※1)	
FFF6h	メモリ保護違反 (※1)	
FFF8h	ゼロ除算 (※1)	
FFFAh	特権違反 (※1)	
FFFCh	未定義命令 (※1)	
FFFEh	SVC (※1)	

※1：例外（割り込み禁止の影響を受けない）

I/Oマップ

+0番地		+1番地	
00h	Timer0(In:現在値/Out:周期)		タイマー
02h	Timer0(In:フラグ/Out:コントロール)		
04h	Timer1(In:現在値/Out:周期)		
06h	Timer1(In:フラグ/Out:コントロール)		
08h	00H	FT232RL-Data	FT232RL
0Ah	00H	FT232RL-Stat/Ctrl	
0Ch	00H	TeC-Data	TeC
0Eh	00H	TeC-Stat/Ctrl	
10h	00H	uSD-Stat/Ctrl	マイクロSD
12h	uSD-MemAddr		
14h	uSD-BlkAddrH		
16h	uSD-BlkAddrL		
18h	00H	I/Oポート(In/Out)	入出力ポート
1Ah	00H	ADC参照電圧(Out)	
1Ch	00H	出力ポートHi(Out)	
1Eh	00H	モード(In)	
20h	00H	SPI-Data(In/Out)	
22h	00H	SPI-Stat/Sclk	
24h	00H	PIO-Mask	
26h	00H	PIO-Xor	
28h	00H	RN4020-Data	RN4020
2Ah	00H	RN4020-Stat/Ctrl	
2Ch	00H	RN4020-Cmd	
2Eh	00H	RN4020-RAM	
30h	00H	TeC(In:DLed)	TeCコンソール
32h	00H	TeC(Out:DSw)	
34h	00H	Tec(Out:Fnc)	
36h	00H	TeC(Ctl)	
...	空き		
A0h	b0=IPL切離し(OUT)		MMU
A2h	b0=MMU有効(OUT)/違反アドレス(IN)		
A4h	b1=badAddr,b0=memVio(IN)		
A6h	ページテーブルレジスタ(OUT)/ページ番号(IN)		
...	空き		
F8h	データレジスタ(Out)/データSW(IN)		コンソール
FAh	アドレスレジスタ (IN)		
FCh	00H	ロータリーSW(IN)	
FEh	00H	機能レジスタ(IN)	

出力ポートHi (M000 VVVV)

M (0：入力, 1：出力), VVVV (I7~I4に出力)

RN4020-RAM：リセットの影響を受けない8bitレジスタ

I/Oポート詳細

番地	I/Oポート	ビット	意味
	*-Ctrl(OUT)	TR00 0000	T=Enable Transmitter Interrupt, R=Enable Reciver Interrupt
	*-Stat(IN)	TR00 0000	T=Transmitter Ready, R=Reciver Ready
02h	Timer0 コントロール	I000 ... 000S	I=Enable Interrupt, S=Start
06h	Timer1 コントロール	I000 ... 000S	I=Enable Interrupt, S=Start
11h	uSD-Ctrl	E000 0IRW	E=INT_ENA, I=INIT, R=READ, W=WRITE
11h	uSD-Stat	IE00 000C	I=IDLE, E=ERROR,C=Card Detection(Active=0)
1Fh	モード	0000 0MMM	MMM：000=TeC,001=TaC,010=DEMO1,011=DEMO2,111=RN4020FactoryReset
2Dh	RN4020-Cmd	0000 FHCS	RN4020(F=Flow Control, H=Hw Pin, C=Cmd Pin, S=Sw Pin (初期値=0001))
30h-	TeCコンソール	-	詳細は「I/Oマップ詳細」シートに掲載
D0h-	MMU	-	詳細は「I/Oマップ詳細」シートに掲載
FDh	ロータリー-SW(IN)	000S SSSS	0=G0,1=G1,...11=G11,12=FP,13=SP,14=PC,15=FLAG,16=MD,17=MA
FFh	機能レジスタ(IN)	0000 FFFF	0=ReadReg, 1=WriteReg, 13=ReadMem, 14=WriteMem

コンソール制御のI/Oポート解説

TeCコンソールI/Oアドレス			
		Read	Write
データLED	(30h)	データランプ	空き
データSW	(32h)	00H	データスイッチ
機能SW	(34h)	00H	ABCD EFGH
制御と機能SW	(36h)	---- --RS	I--- -JKL

TeCコンソールの操作ビット					
A	BREAK-SW	B	STEP-SW	C	RUN-SW
D	STOP-SW	E	SETA-SW	F	INCA-SW
G	DECA-SW	H	WRITE-SW	I	ENABLE
J	RESET-SW	K	LEFT-SW	L	RIGHT-SW

TeCコンソールの状態確認ビット					
R	RESET	S	SETA-SW		

80hから9Fhに配置されるTLBエントリー解説

TLBエントリーの構成							
上位 8 ビット(偶数アドレス)				下位 1 6 ビット(奇数アドレス)			
23-16				15	14	13	12 11 10-8 7-0
PAGE				V	*	*	R D R/W/X FRAME

PAGE:ページ番号 V:Valid *:未定義 R:Reference R/W/X:Read/Write/eXecute
D:Dirty FRAME:フレーム番号