

★★★ TD16 のマイクロ命令 (TD16uOP64) とコントロール・ストア ★★★

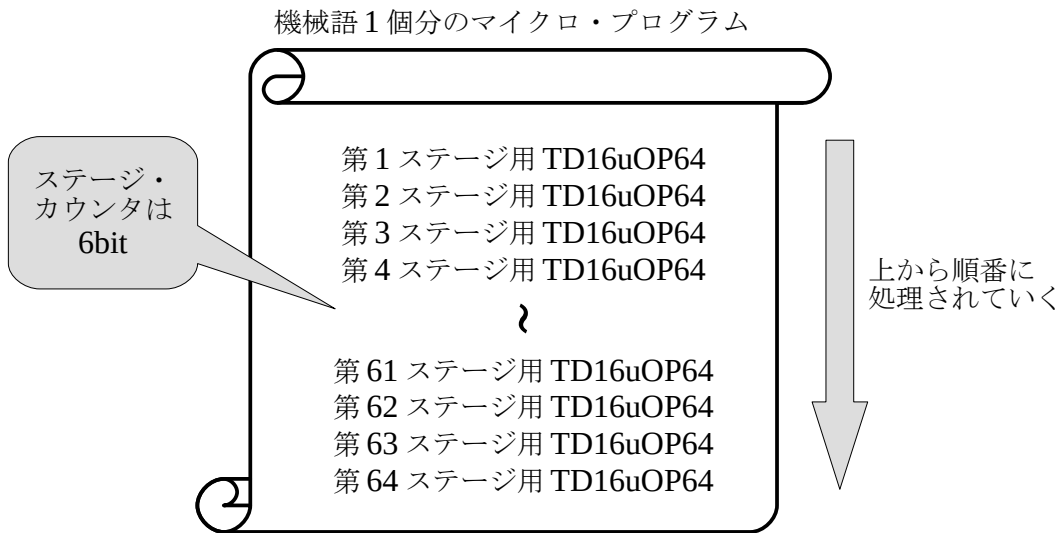
TD16 はマイクロ・プログラム駆動方式であり、そのマイクロ命令は 64bit 固定長になります。

| TD16 のマイクロ命令 TD16uOP64 (64bit 固定長) |               |               |               |
|------------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| WZF=0 / WCF=0                      | WZF=0 / WCF=1 | WZF=1 / WCF=0 | WZF=1 / WCF=0 |
| TD16uOP16                          | TD16uOP16     | TD16uOP16     | TD16uOP16     |

実際にはコンディション・コード 2bit (WZF と WCF) の現在の値により、16bit 固定長のサブ・マイクロ命令 TD16uOP16 のいずれか 1 つだけが選択・実行される事になります。この仕組みにより、条件分岐処理を実現させています。

| TD16 のマイクロ命令 TD16uOP16 (16bit 固定長) |    |    |                 |    |    |   |               |   |   |                   |   |   |   |   |   |
|------------------------------------|----|----|-----------------|----|----|---|---------------|---|---|-------------------|---|---|---|---|---|
| 15                                 | 14 | 13 | 12              | 11 | 10 | 9 | 8             | 7 | 6 | 5                 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| ALU page No.                       |    |    | Upload dev. No. |    |    |   | Mem. sel. No. |   |   | Download dev. No. |   |   |   |   |   |

そして、TD16 の 1 つの機械語は、最大 64 ステージ分の TD16uOP64 で構成されます。



※ 64 個全てを使う必要はなく、途中のステージで処理を終了させても構いません。

従って、1 つの機械語の為に 8 バイト×64 ステージ=512 バイト消費します。

| μ プログラム名称 | 外部制御の有無  | 割込み有無   | 命令群の分類 | 機械語数 | 使用 ROM 容量 |
|-----------|----------|---------|--------|------|-----------|
| TD16XC1   | 外部制御 ON  | 割込み無視   | 分類なし   | 256  | 128 kB    |
|           |          |         | 分類なし   | 256  | 128 kB    |
|           |          | 割込み無視   | 分類なし   | 256  | 128 kB    |
|           |          |         | 分類なし   | 256  | 128 kB    |
| TD16RM1   | 外部制御 OFF | 割込み ON  | 基本命令群  | 256  | 128 kB    |
|           |          |         | 拡張命令群  | 256  | 128 kB    |
|           |          | 割込み OFF | 基本命令群  | 256  | 128 kB    |
|           |          |         | 拡張命令群  | 256  | 128 kB    |

トータルで 1MB の Flash ROM を使用しています (コントロール・ストア)。

★★★ ADD Rt, DS[Rs] (機械語 0x81st) のマイクロ・プログラム 38 stage = 152 clock

|    |                      |   |                   |  |
|----|----------------------|---|-------------------|--|
| 1  | UL_HiZ               |   | DL_None           | 共通 8bit バスの解放  |
| 2  | UL_CLRMAR            |   | DL_InpCapT        | μプログラム初期化处理  |
| 3  | UD_SysCond1          | ⇒ | DD_WkFLG          | Idling 状態を WZF へ転送   |
| 4  | UD_RVMC              | ⇒ | DD_MARL           | Reg.View / 7seg.View 処理  |
| 5  | UD_MEM_DS_L          | ⇒ | DD_RVRL           |  |
| 6  | UD_MEM_DS_H          | ⇒ | DD_RVRH           |  |
| 7  | UD_S SVC             | ⇒ | DD_MARL           |  |
| 8  | UD_MEM_ES_L          | ⇒ | DD_S SVR          |  |
| 9  | UL_LastStgT / UD_PCL | ⇒ | DL_None / DD_MARL | Idling 中なら、即終了   |
| 10 | UD_PCH               | ⇒ | DD_MARH           | OP コード・バイト (0x81) 読み込み   |
| 11 | UD_MEM_CS_H          | ⇒ | DD_OPCODE         |  |
| 12 | UD_CONST_00          | ⇒ | DD_Vreg           | PC を +1 する<br>(PC インクリメント)<br><br>PCL + 1 ⇒ PCL<br>PCH + WCF ⇒ PCH                                   |
| 13 | UD_PCL               | ⇒ | DD_Ureg           |  |
| 14 | UD_ADDX_RES          | ⇒ | DD_PCL            |  |
| 15 | UD_ADDX_FLG          | ⇒ | DD_WkFLG          |  |
| 16 | UD_PCH               | ⇒ | DD_Ureg           |  |
| 17 | UD_ADD / ADDX_RES    | ⇒ | DD_PCH            |  |
| 18 | UD_MEM_CS_L          | ⇒ | DD_OPR            |  |
| 19 | UD_CONST_00          | ⇒ | DD_MARH           | 第2オペランド DS[Rs] の現在値を Y reg. に読み込む<br><br>第2オペランド Rs 値 ⇒ MAR<br>DS[MAR] ⇒ Y reg<br><br>※レジスタ間接アドレッシング |
| 20 | UD_OPR0H             | ⇒ | DD_MARL           |  |
| 21 | UD_MEM_DS_L          | ⇒ | DD_XRL            |  |
| 22 | UD_MEM_DS_H          | ⇒ | DD_XRH            |  |
| 23 | UD_XRL               | ⇒ | DD_MARL           |  |
| 24 | UD_XRH               | ⇒ | DD_MARH           |  |
| 25 | UD_MEM_DS_L          | ⇒ | DD_YRL            |  |
| 26 | UD_MEM_DS_H          | ⇒ | DD_YRH            |  |
| 27 | UD_CONST_00          | ⇒ | DD_MARH           | 第1オペランド Rt 値 ⇒ MAR   |
| 28 | UD_OPR0L             | ⇒ | DD_MARL           |  |
| 29 | UD_MEM_DS_L          | ⇒ | DD_Ureg           | 下位 8bit 部の加算処理<br>Rt.low + YR.low ⇒ Rt.low   |
| 30 | UD_YRL               | ⇒ | DD_Vreg           |  |
| 31 | UD_ADD_RES           | ⇒ | DD_MEM_DS_L       |  |
| 32 | UD_ADD_FLG           | ⇒ | DD_WkFLG          | 暫定フラグ情報 ⇒ WkFLG  |
| 33 | UD_MEM_DS_H          | ⇒ | DD_Ureg           | 上位 8bit 部の加算処理<br>Rt.hi + YR.hi + WCF ⇒ Rt.hi  |
| 34 | UD_YRH               | ⇒ | DD_Vreg           |  |
| 35 | UD_ADD / ADDX_RES    | ⇒ | DD_MEM_DS_H       |  |
| 36 | UD_ADD / ADDX_FLG    | ⇒ | DD_OPR            | 最終フラグ情報 ⇒ FLG  |
| 37 | UD_OPR0H / L         | ⇒ | DD_FLG            |  |
| 38 | UL_LastStgT          |   | DL_None           | μプログラム終了処理   |

★★★ TD16 の Upload / Download デバイス ★★★

Upload、Download とともに最大 32 デバイス（ただし、兼用や ALU page 番号での水増し有り）

| Upload dev. No. | デバイス名         | コメント             |
|-----------------|---------------|------------------|
| 0x00            | UL_HiZ        | 共通バス解放           |
| 0x01            | UD_OPR1L      |                  |
| 0x02            | UD_OPR1H      |                  |
| 0x03            | UL_I2C_CLK    | i2c 用            |
| 0x04            | UD_IntPCL     |                  |
| 0x05            | UD_IntPCH     | 割込み処理用           |
| 0x06            | UD_IntFLG     |                  |
| 0x07            | UL_SPI_CLK    | SPI 用            |
| 0x08            | UD_XRL        |                  |
| 0x09            | UD_XRH        |                  |
| 0x0A            | UD_YRL        |                  |
| 0x0B            | UD_YRH        |                  |
| 0x0C            | UD_NrmPCL     |                  |
| 0x0D            | UD_NrmPCH     | ノーマル処理用          |
| 0x0E            | UD_NrmFLG     |                  |
| 0x0F            | UL_RstDlyCntT |                  |
| 0x10            | UD_ALUL       |                  |
| 0x11            | UD_ALUH       | ALU page 使用      |
| 0x12            | UD_CONST      |                  |
| 0x13            | UL_CLRMAR     |                  |
| 0x14            | UD_MEM        | Mem. sel. No. 使用 |
| 0x15            | UD_S SVC      | 7seg.View 用      |
| 0x16            | UD_RVMC       | Reg.View 用       |
| 0x17            | UL_LCD_E      | キャラ LCD 用        |
| 0x18            | UD_XC_PI      | 外部制御用            |
| 0x19            | UD_OPR0L      |                  |
| 0x1A            | UD_OPR0H      |                  |
| 0x1B            | UL_PL Ssel    | pulse 出力用        |
| 0x1C            | UD_SysCondX   | ALU page 使用      |
| 0x1D            | UD_Rsrv35     | 予約済み             |
| 0x1E            | UD_PIsel      | WkFLG 使用         |
|                 | UL_I2C_CapT   | 兼用               |
| 0x1F            | UL_LastStgT   | 最終ステージ           |

| Download dev. No. | デバイス名      | コメント             |
|-------------------|------------|------------------|
| 0x00              | DL_None    | downloader なし    |
| 0x01              | DD_I2C_EN  | i2c 用            |
| 0x02              | DD_I2C_CTL |                  |
| 0x03              | DD_VSS_CTL | VSS 用            |
| 0x04              | DD_IntPCL  |                  |
| 0x05              | DD_IntPCH  | 割込み処理用           |
| 0x06              | DD_IntFLG  |                  |
| 0x07              | DL_IntEndT | 割込み処理のみ          |
| 0x08              | DD_XRL     |                  |
| 0x09              | DD_XRH     |                  |
| 0x0A              | DD_YRL     |                  |
| 0x0B              | DD_YRH     |                  |
| 0x0C              | DD_NrmPCL  |                  |
| 0x0D              | DD_NrmPCH  | ノーマル処理用          |
| 0x0E              | DD_NrmFLG  |                  |
| 0x0F              | DL_InpCapT |                  |
| 0x10              | DD_Vreg    |                  |
| 0x11              | DD_Ureg    |                  |
| 0x12              | DD_MARL    |                  |
| 0x13              | DD_MARH    |                  |
| 0x14              | DD_MEM     | Mem. sel. No. 使用 |
| 0x15              | DD_S SVR   | 7seg.View 用      |
| 0x16              | DD_RVRL    | Reg.View 用       |
| 0x17              | DD_RVRH    |                  |
| 0x18              | DD_XC_PO   | 外部制御用            |
| 0x19              | DD_OPR     |                  |
| 0x1A              | DD_WkFLG   |                  |
| 0x1B              | DD_OPCOD   |                  |
| 0x1C              | DL_ExOpcT  |                  |
| 0x1D              | DD_SY Ssel | ALU page 使用      |
| 0x1E              | DD_POsel   | WkFLG 使用         |
| 0x1F              | DL_HaltT   | ノーマル処理のみ         |

★★★ TD16 の ALU ★★★

あらかじめ演算結果を ALU 用 Flash ROM に書き込んでおいて、それをテーブル参照します。

| ALU page No. | 名称   | U reg. | V reg. | Result Hi Byte       | Result Lo Byte |
|--------------|------|--------|--------|----------------------|----------------|
| 0            | UOP0 | テーブル番号 | 8bit 値 | 下表参照                 |                |
| 1            | UOP1 | テーブル番号 | 8bit 値 |                      |                |
| 2            | ADD  | 8bit 値 | 8bit 値 | フラグ情報                | U + V          |
| 3            | ADDX | 8bit 値 | 8bit 値 | フラグ情報                | U + V + 1      |
| 4            | AND  | 8bit 値 | 8bit 値 | フラグ情報                | U and V        |
| 5            | OR   | 8bit 値 | 8bit 値 | フラグ情報                | U or V         |
| 6            | XOR  | 8bit 値 | 8bit 値 | フラグ情報                | U xor V        |
| 7            | MUL8 | 8bit 値 | 8bit 値 | U × V (符号無し 16bit 値) |                |

UOP0 / UOP1 用テーブル

| U reg.    | V reg. | UOP0                | UOP1                     |
|-----------|--------|---------------------|--------------------------|
| 0x00~0x0F | 8bit 値 | 単項演算 : WZF=0, WCF=0 | 単項演算 : WZF=0, WCF=1      |
| 0x10~0x1F | 8bit 値 | Jcc 命令 : 条件判断用      | Jcc 命令 : disp8⇒disp16 変換 |
| 0x20~0x2F | 8bit 値 | RRM lo-word         | RRM hi-word              |
| 0x30~0x3F | 8bit 値 | BITNOP/B n3         | QBITSET n3               |
| 0x40~0x4F | 8bit 値 | RLM lo-word         | RLM hi-word              |
| 0x50~0x5F | 8bit 値 | 整数演算用 LUT 群         | 整数演算用 LUT 群              |
| 0x60~0x6F | 8bit 値 | 浮動小数点演算用 LUT 群      | 浮動小数点演算用 LUT 群           |
| 0x70~0x7F | 8bit 値 | BITCLR/0 n3         | BitPos n4                |
| 0x80~0x8F | 8bit 値 | 単項演算 : WZF=1, WCF=0 | 単項演算 : WZF=1, WCF=1      |
| 0x90~0x9F | 8bit 値 | 単項演算用 LUT 群         | 単項演算用 LUT 群              |
| 0xA0~0xAF | 8bit 値 | ASRM lo-word        | ASRM hi-word             |
| 0xB0~0xBF | 8bit 値 | BITNOT/N n3         | 単項演算用 LUT 群              |
| 0xC0~0xCF | 8bit 値 | ASLM lo-word        | ASLM hi-word             |
| 0xD0~0xDF | 8bit 値 | 整数演算用 LUT 群         | 整数演算用 LUT 群              |
| 0xE0~0xEF | 8bit 値 | LSRM lo-word        | LSRM hi-word             |
| 0xF0~0xFF | 8bit 値 | BITSET/1 n3         | Prog#変換用 LUT             |

ALU 用に 1MB の Flash ROM を使用しています。

※ALU page No. そのものは、以下のデバイスでも流用しています。

| デバイス名       | 水増ししたデバイス名                                     |
|-------------|--|
| UD_CONST    | UD_CONST_00 / 01 / 02 / 03 / FC / FD / FE / FF |
| UD_SysCondX | UD_SysCond1 / 2 / 3                            |
| DD_SYSel    | SysSel1 / 予約済み / 予約済み                          |