|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | | **이미지** | **해설** | | |  | - 트랜지스터 - | | |  | 베이스 N 또는 P 핀에  전류가 흐르게 되면  양쪽에있는 n n 또는 p p를 연결시킨다 | | |  | IC( Integrated Circuit ) 통합 회로  집접회로  트랜지스터 저항 콘덴서 다이오드 등을  하나의 칩에 설계하여 만듬.  더이상 트랜지스터를 이용하여 직접 게이트를  만들 필요가 없어짐 | | |  | IC칩의 종류에 따라  And연산게이트 IC칩  Or연산 게이트 IC칩  등등 각목적에 맞는 IC칩의 등장 | | |  | ALU( Arithmetic and Logical Unit )  산술 논리 연산 장치  각각의 역활을 하는 IC칩들을 ALU안에 전부 구현.  레지스터에서 입력을 받아모든 IC계산을 하고  opcode중 멀티플렉서 를 이용해 원하는 연산을 하고 레지스터에 연산된 값을 반환 | | |  | Controller Unit ( 제어장치 )  시스템 버스의 신호 제어 램의 oper를 읽어와라 등등 이런 신호를 Controller Unit이 전송하여  IR 명령레지스터가  명령어를 해석(바이너리코드로) 하고  명령 레지스터 에 저장한다  ( 램의 명령어를 해석 하고 읽어온다명령어를 실행)  ALU의 입력 오퍼랜드에 입력값을 전달하는 역활도함  IR( Instruction Register )  명령 레지스터  PC에서 실행한 오퍼와 오퍼랜드를 바이너리 코드로  번역하기 위해 잠시 보관 해두는 저장소 이고  번역이 된 코드는 실행을 한다.  PC( Program Counter )  프로그램 카운터  다음번 실행할 오퍼의 주소값 을 저장 | | |  | |  | CPU의 폰노이만 구조의 명령사이클  CPU가 명령어 기계어 하나를 실행하는 과정  [ Memory ] - Fetch( 인 출 )  [ ControllerUnit ] - Decode  Opcode,Operend 해석하는 단계  [ ALU ] - Execute  연산,실행 단계  WriteBack - 레지스터 또는 메모리에 저장하는 행위 | | |  | ISA( Instruction Set Architecture )  명령 집합 구조  각기다른 CPU구조 에서 해당 CPU의 구조에  맞게 실행될 수 있게 적절히 ISA규칙에 맞는  기계어로 번역된다  즉 ISA는 CPU가 어떤구조의 기계어를 이해할 수 있는지 판단하여 코드를 컴파일 하게되면 해당 CPU에 맞는 기계어로 번역된다. | | | 6502 명령어 테이블  각 CPU에 해당하는 명령어 테이블이 존재 | | | | 바이너리 코드를 명령테이블에 따라 CPU의 ISA규칙에맞는 어셈블리언어로 변환한 과정 ( 디코딩 ) | | | |  | |  | |  | | 6502 CPU  레지스터 6개 ( 각 8비트 )  8비트  명령어( opcode )수 56개 | |  | | 6502 CPU 사양 | |  | | 6502 핀 데이터시트  데이터 핀 : D0 ~ D7 ( 8비트 )  주소 핀 : A0 ~ A15 ( 16비트 )  전원 +극 : VDD  접지( Ground ) : VSS  RDY ( Ready ) Cpu사용 준비가 되었다는 걸 의미  준비가 되었다면 항상 1( High )로 연결  IRQB ( Interrupt Request )  외부장치의 인터럽트 요청을 수행한다.  NMIB ( Non - Maskable Interrupt )  하드웨어의 비정상적인 종료같은 예외상황에 대한 인터럽트 요청을 수행한다.  RESB ( Reset )  CPU의 재부팅(리셋)을 한다.  재부팅시 프로그램의 시작 주소(리셋벡터)인  fffc 와 fffd 의 주소를 읽어서 jump하여 실행한다  SOB ( Set Overflow )  연산 결과가 해당 메모리 비트를 초과하여  오버플로우가 발생하면 프로그램 을 멈추게 할지 설정한다 [ 오버플로우 플래그 설정 ] 이라고 한다  PHI2 ( Phase 2 In )  클럭의 입력 신호를 받아서  cpu의 명령 사이클을 실행한다  BE ( Bus Enable )  데이터교환을 할 수있는 데이터버스 / 주소버스 를 활성화 한다.  RWB ( Read Writh )  BE핀이 활성화가 된상태에서  메모리의 데이터를 읽어오고,  메모리에 저장하는 역활 또는 외부장치와의 통신 | |  | | 클럭 (오실레이터)  1초에 CPU의 명령사이클 실행 횟수를 정한다.  1헤르츠( Hz ) =1초에 1번씩 실행  10000MHz => 1초에 100만번 실행 | |  | | VCC 전원  GND 접지  OutPut  Hz에 해당하는 횟수만큼 Low 과 High  신호를 보낸다 | |  | | 음극 에서 전자가 발생하고 - => +  양극 에서 전류가 발생한다. + => - | |  | | ROM ( Read Only Memory )  전원이 꺼져도 데이터가 유지되는대  읽기전용 이므로 한번 데이터 입력을 해놓으면  수정이 불가하다.  EROM( CY62256 X8비트 )  ,EEROM( AT28256 X8비트)  요즘은 데이터 덮어쓰는 방식으로 데이터 수정 가능 | |  | | ROM 핀 데이터시트  WEB ( Write Enable)  데이터를 쓰거나 변경하는 것을 허용 한다  OEB( Output Enable )  데이터 출력을 활성화.  CEB( Chip Enable )  Rom의 활성화.  Cput의 15번핀과 연결하면 클럭에 의해 명령사이클이 돌때 프로그램의 주소벡터를 참조하여 실행한다.  A14  롬은15핀 CPU는16핀 인대  보편적으로 롬의 어드레스 최상위핀은 주소벡터이다 Hight면 Cput가 실행하는 프로그램의 실행위치 주소 이다. Low일 경우 Ram을 사용 한다. | |  | | RAM ( Random Access Memory ) | |  | | Ram 핀 데이터시트  OEB  Cpu의 요청이 있을떄 데이터를 가져올라면  활성화가 되어 있어야겠다  WEB  Cpu가 Ram에 데이터를 저장하려할때  활성화가 되어 있어야겠다  I/O  데이터를 주고 받고 하는 핀  OEB WEB의 활성화에 따라  Cpu의 RWB 를 Ram의 WEB와 버스 연결  Cpu의 최상위 어드레스핀이 0이면 Ram을 사용한다 | |  | | - Binary Code -  (OpCode)operation code / Operand  실행 코드 / 피연산자  - 어셈블리어 -  니모닉 / 피연산자 | |  | | 주소지정 기호 $ 의 피연산자는 2바이트를 차지한다  직접대입 하는 상수 기호 # 의 피연산자는 1바이트를 차지한다 | |  | | 니모닉+주소지정 모드(Addressing mode) = OpCode  니모닉은 주소지정 모드에 따라 같은 니모닉 이라도  다르게 OpCode가 결정된다 | |  | | - A 모드( A레지스터 ) -  ALU의 계산 결과 값이 들어가는 레지스터  1 바이트  실행사이클 2 | |  | |  | |  | | //비트회전 비트이동에 대한 이해가 더 필요 | |  | | - 명령어싸이클 - | |  | | - asl의 실행 사이클 - | |  | | - Cpu 파이프라인 -  명령어수준 병렬성( Instruction Level Parallelism )  하나의 명령어안에 있는 명령어를 병렬로 실행 한다.  각 단계는 병렬로 수행되고, 한 번에 여러 명령어를 처리할 수 있게 한다 | |  | | - 6502 파이프라인 -  내부연산( ALU ,Controll Unit )  Cpu레지스터에 Load되어있는 명령어를 연산한다  외부연산( Ram )  Ram에서 명령어를 Cpu내부의 레지스터에 Load한다  Cpu사이클이 1번 실행 될때 내부연산 과 외부연산 이 한번씩 실행 | |  | | - A모드( A레지스터 ) 명령어 실행사이클 -  1 사이클  Fetch[ 0A ] Decode[ ] Execute[ ] WriteBack[ ]  2 사이클  Fetch[ 4A ] Decode[ 0A ] Execute[ ] WriteBack[ ]  3 사이클  Fetch[ 4A ] Decode[ ] Execute[ 0A ] WriteBack[ ]  4 사이클  Fetch[ 6A ] Decode[ 4A ] Execute[ ] WriteBack[ ]  5 사이클  Fetch[ 6A ] Decode[] Execute[ 4A ] WriteBack[ ]  6 사이클  Fetch[ 2A ] Decode[ 6A ] Execute[ ] WriteBack[ ]  7 사이클  Fetch[ 2A ] Decode[ ] Execute[ 6A ] WriteBack[ ]  .  ( 1.Fetch 2.Decode 3.Execute 4.WriteBack )  첫 명령어 실행까지 3사이클이 걸리지만  그이후로 실행 사이클은 2회가 된다  니모닉먼저 읽고 피연산자 순서로  실행사이클은 돌게 된다  하지만 A모드의 경우 피연산자가 없기때문에  니모닉 다음으로 Fetch한 데이터는 피연산자가 아니기 때문에 Fetch값을 버리게 된다 그다음 실행사이클에 다음 명령어를 읽어 오게 된다.  주소버스[ 명령어주소 니모닉+피연산자 ]  PC++[ 다음실행할 명령어의 주소 ]  증가하면 다음 명령어 실행  증가하지 않으면 대기 하게되고 1사이클이 허비된다  디코딩( Decode )  어셈블리어 니모닉은 바이너리코드로 변환하는 과정  인코딩 ( Incode )  바이너리코드를 니모닉으로 사람이 알수있는  형태로 변환 하는 과정  offset  데이터나 메모리주소를 말한다  opcode  니모닉 을 말한다  Pc++( Program Counter )  다음 명령어 주소를 말한다 | |  | | - # 즉시모드 ( Immediate Mode ) -  니모닉 #상수  데이터 핀이 8개 있으닌깐  데이터 레지스터는 8비트 가 된다  니모닉 1바이트 #상수 1바이트  총 2바이트  즉시모드 명령어 사이클  8000번 주소의 16진수 A9는 니모닉 lda의 16진수  8001번 주소의 0A는 피연산자 데이터값  1 사이클  Fetch[ A9 ] Decode[ ] Execute[ ] WriteBack[ ]  2 사이클  Fetch[ 0A ] Decode[ A9 ] Execute[ ] WriteBack[ ]  3 사이클  Fetch[ 69 ] Decode[ ] Execute[ A9 0A ] WriteBack[ ]  4 사이클  Fetch[ 06 ] Decode[ 69 ] Execute[ ] WriteBack[ ]  5사이클  Fetch[ E9 ] Decode[ ] Execute[ 69 06 ] WriteBack[ ]  .  .  .  1.Fetch 하고  2.Decode에서 니모닉이 즉시모드인걸 알게되고  3.Execute할때 Fetch에있는 피연산자를 같이 실행 | |  | | - $( a ) 절대주소 모드 -  6502 Cpu의 주소핀은 16개 이다  그렇기 떄문에 주소길이는 16비트가 된다  그렇다면 32비트 Cpu의 주소핀은 32개 이기때문에  한번에 처리할 수 있는 명령어 길이 이다  이경우 한번에 읽어올수있는 메모리주소의 길이이다  만약 8비트 주소핀에서 16비트의 주소를 읽어야  한다면 2번에 나눠서 읽어온다  Store  값을 저장한다  총 3 바이트 사용  니모닉 + 주소값  ( 1바이트 ) + ( 2바이트 )  1 사이클  Fetch[ 6D ] Decode[ ] Execute[ ] WriteBack[ ]  2 사이클  Fetch[ 0A ] Decode[ 6D ] Execute[ ] WriteBack[ ]  3 사이클  Fetch[ CB ] Decode[ 0A ] Execute[ 6D ] WriteBack[ ]  6D가 디코딩 되면 피연산자가 2바이트 라는걸  알고 Fetch에 우선 낮은바이트가 피연산자로  오고 다음사이클에 높은바이트가 들어온다  여기서 피연산자를 읽어오는대 2사이클이 걸린다  명령어를 실행하는대는 3사이클이 걸린다  4 사이클  Data는 주소버스( CB0A 의 값 )  Fetch[ Data ] Decode[ ] Execute[ ] WriteBack[ ]  Data를 가져오는대 까지는 4 사이클이 걸린다  5 사이클  Fetch[ 8D ] Decode[ ] Execute[ Data ] WriteBack[ ]  6 사이클  Fetch[ 00 ] Decode[ 8D ] Execute[ ] WriteBack[ ]  첫 명령어 실행까지 5사이클이 걸리지만  그이후로 실행 사이클은 4회가 된다 | |  | | - zp( zero page ) 주소지정 모드 -  0x 는 뒤에 16진수라는 접두사 이다  1 바이트의 주소 범위는 0x00 ~ 0xFF( 2의8승 256 )  이범위를 페이지 라고 한다.  사실 메모리상 표시는 0x0000 ~ 0x00FF 인대  6502의 주소 범위는 주소핀이 16개 닌깐  2의16승 65536이고 16진수로 FFFF 이다  0x00 ~ 0xFFFF  65536( 6502 주소범위 ) / 256( 페이지 ) = 256페이지  라고 할 수 있다  이걸 Page0 Page1 Page2 Page3 Page4 Page5 . .  이런식으로 부른다  첫번째 페이지를 제로페이지 라고 한다  니모닉 + 1 바이트( 0x0000 ~ 0x00FF )  1 사이클  Fetch[ 65 ] Decode[ ] Execute[ ] WriteBack[ ]  2 사이클  Fetch[ 0A ] Decode[ 65] Execute[ ] WriteBack[ ]  3 사이클  Fetch[ Data ] Decode[ ] Execute[ ] WriteBack[ ]  4 사이클  Fetch[ 85 ] Decode[ ] Execute[ ] WriteBack[ ]  5 사이클  Fetch[ 00 ] Decode[ ] Execute[ 85 ] WriteBack[ ]  첫 명령어 실행까지 4사이클이 걸리지만  그이후로 실행 사이클은 3회가 된다  주소비트 길이는 6502의  주소핀16개닌깐 16비트 인대  피연산자의 주소가 1바이트일경우  하이( High )바이트는 00이 된다 | |  | | - 메모리 페이지 레이아웃 -  Page 0  제로페이지 주소지정 모드 에서 사용한다  Page 1  프로세서 스택메모리로 사용한다  각 페이지는 0x0000 ~0x00FF 인대  스택메모리로 사용되는 페이지는  하이바이트를 1로 강제 하기때문에  0x0100 ~ 0x00FF 이다 | |  | |  | |  | | - 연산자 -  니모닉 명령어를 함수라고 생각하면 된다  a절대주소 모드  받아올림 초기화  시작을 0 으로 한다는 말  zp주소지정 모드 의 경우 | |  | | - 데이터 저장 -  모든 데이터에는 메모리 주소가 있다    데이터읽기( load )  특정 주소로 가서 데이터를 읽어옴  테이터쓰기 ( store )  특정 주소로 가서 데이터를 덮어씀  Cpu의 주소핀에서 주소버스를 타고  Ram의 주소핀에 접근한다  이때 접근한 주소에 값을 쓸껀지 읽어올 껀지  결정은 데이터버스의 신호에따라 결정 된다. | |  | | - 스택 -  스택으로 사용되는 메모리 범위  상위비트의 첫번째 비트를 1로 고정해서 사용  되는것이 일반적이다  이것은 스택영역의 방식이 상단에서 아래로 증가  하는 방식이기 때문이다  0x0100 ~ 0x01FF | |  | |  | |  | | - 상수 -  상수 표기법  16 진수 $  2 진수 %  ASCII ‘  주소를 표기할땐 헥스 를 사용하는게 좋다  상수에 별칭을 달아 사용할 수 있다  이미 메모리에 접근한다는 가정을 하고 있기때문에  상수를저장할 주소의 이름을 지정 할 수 있다 | |  | | - 데이터 블록 -  .BYTE 는 1바이트  .WORD 는 2바이트  - 라벨( label ) -  바이트 주소를 가르키는 별칭  고수준언어 goto의 실체  어셈블러에 의해 바이너리 변환시  실제 주소로 변환 된다  .ORG( origin ) 리셋벡터 설정  여기서 nums의 리셋백터는 바로아래  BYTE의 $00 이다  hello의 리셋백터는 $04 | |  | | - 6502의 레지스터 -  메인 레지스터 A  ALU의 입출력으로 사용되는 레지스터 이다  - 색인 레지스터 X Y -  어떤 배열의 주소를 X라 할떄 X+1 X+2 X-1  이런식으로 배열의 인덱스 번쨰줏소에 접근 가능  비교값  cpx cpy  Compare 같은지 비교하는 비교 니모닉  8비트 데이터 임시저장  tax  a의 값을 x에 저장한다  txa  x의 값을 a에 저장한다  스택 데이터에 접근  txs  x의 값을 스택에 저장  tsx  스택의 값을 x에 저장  색인레지스터 S  스택 0x0100 ~ 0x01FF 의 주소를 가르는 포인터  스택의 시작 주소는 0x01FF 이고  Push / Pop( Pull )  Push할떄마다 주소번지가 줄어들고  Pop할때마다 주소가 늘어난다 | |  | | Pha  Push해라 a레지스터에 있는 값을  Pla  Pull  해라 a레지스터에 있는 값을  jsr  함수안에서 서브루틴 호출시 다시 돌아와야  할 함수의 주소 스택에 저장한다  rts  스택에 저장된 서브루틴 함수의 주소로 이동한다  서브루틴  프로그램 안에서 호출되어 실행되는 함수 또는  코드 블럭 이다  - 프로세서 상태 레지스터 P -  - 프로그램 카운터 PC -  현재 Fetch한 명령어의 주소를 저장한다 | |  | | - i 묵시적 주소지정 모드 -  피연산자를 적지않았어도 내부적으로 이미 알고있는  니모닉  nop ( EA )  아무런 연산도 하지않는다  프로그램 실행에 딜레이가 필요할때 사용 한다  - 딜레이를 넣고싶을때 -  또는 메모리공간을 nop로 차지(예약)시켜놓고  기능을 하나하나 구현하는 하기도 한다. | |  | | - 프로그램 종료 -  6502에서 사용하는 일반적인 메인뤂프형태 는  임베디드 시스템의 기본상태의 무한루프 이고  전원을 공급하지 않을때 까지 무한루프를 실행한다.  예를 들어 냉장고의 전원을 켰을때 계속해서  실행되고 있는것  한번실행후 더이상 실행하고 싶지않으면  본인 레이블로 점프하여 루프돌게 하면된다  이것을 6502에서의 프로그램 종료를 뜻한다.  - 정 리 - | |  | | - 산술 연산 - | |  | | - adc ( Add With Carry ) -  두 8비트의 정수의 덧셈  A레지스터[ ]안의 데이터 + 피연산자( 메모리[ ] )  A = A+M  문제 1 받아올림에 의해서 바이트자릿수를  넘길경우 A레지스터에는 어떤값이 저장되는가  주어진 비트로 표현 가능한 범위를 넘어가는 경우  정수 오버플로우 라고 한다  이것은 최솟값의 범위를 넘었을경우 높은  자릿수로 넘어가는 것도 오버플로우 라고 한다  정수오버플로우가 될경우  최댓값은 최솟값으로 넘어가고  최솟값은 최댓값으로 넘어간다  멀티바이트 덧셈  하위바이트에서 최상위비트에 받아올림이 생겼을  경우 그 받아올림수를  상태레지스터의 C( Carry) 비트에 저장 하고  상위바이트에 Carray비트를 같이 더한다. | | 2배 정밀도 | | Carry받아올림 비트를 사용하는 니모닉  2배 정밀도 덧셈  두 수를 더하기전에 플래그C비트를 지워줘야  원하는 연산 결과를 얻을수 있다  clc를 사용하면 플래그C비트가 0으로 초기화 된다  adc 명령어는 상태레지스터의 NVZC  에 모두 영향을 줄 수 있다. | |  | | - clc -  C플래그를 0으로 설정 | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | | |
|  | | |