

특집 : 전력전자를 위한 제어용 프로세서의 기술동향(2)

고성능 저가형 ADuC84x의 구조 및 특성

최 명 규
(주식회사 라이콤 과장)

1. 서론

ADuC84x는 OP-AMP, 아날로그-디지털 컨버터(ADC), 디지털-아날로그 컨버터(DAC)로 유명한 ADI(아날로그 디바이스사)의 8비트 임베디드 마이크로컨트롤러인 마이크로컨버터이다. ADI의 마이크로컨버터 ADuC84x는 산업용 정밀 제어 및 계측용 애플리케이션의 고성능 신호처리를 위해 설계된 프로그래머블 고속 임베디드 마이크로컨트롤러이다.

ADuC84x는 정밀 데이터 컨버터를 마이크로프로세서 및 프로그래머블 플래시 메모리와 통합해, 정밀한 아날로그제어를 요구하는 산업용 제어분야 및 동작범위가 넓고 주파수가

낮은 신호를 정확하게 측정해야 하는 계측분야 설계자들에게 적합하다. 또한, 설계 복잡성을 제거하는 한편 정밀 계측에 치명적인 잡음을 매우 낮은 수준으로 유지시켜준다.

ADuC84x는 ADuC81x, ADuC82x, ADuC83x와 호환성을 유지하면서 고속 싱글 사이클 20 MOPS의 8051 기반의 MCU로서 기존의 8비트 MCU에 비해 고성능이며, MCU내에 정밀한 다채널 A/D 컨버터, D/A 컨버터 및 62K-바이트의 플래시 메모리(flash memory)를 내장하고 있어 저전력, 소형, 저가의 정밀제어 및 계측용 장비개발에 적합하다.

ADuC84x계열은 산업용 제어에 적합한 고속 12비트 ADC를 내장한 ADuC841, ADuC842, ADuC843와 정밀계측용

표 1 아날로그 디바이스사의 마이크로컨버터의 종류 및 특징 요약

| Part# | MCU Core | MCU Speed (MIPS) | Flash (kBytes) | SRAM (bytes) | GPIO Pins | ADC Resolution (bits) | ADC # Channels | 12 Bit DAC Outputs | PWM | Price* (1000-4999) |
|---------|---------------|------------------|----------------|--------------|-----------|-----------------------|----------------|--------------------|------|--------------------|
| ADUC812 | 8052 (12-clk) | 1.3 | 8 | 256 | 34 | 12 | 8 | 2 | - | \$8.30 |
| ADUC814 | 8052 (12-clk) | 1.3 | 8 | 256 | 18 | 12 | 6 | 2 | - | \$4.52 |
| ADUC816 | 8052 (12-clk) | 1.3 | 8 | 256 | 34 | 16 | 4 | 1 | - | \$9.11 |
| ADUC824 | 8052 (12-clk) | 1 | 8 | 256 | 34 | 24 | 4 | 1 | - | \$11.29 |
| ADUC831 | 8052 (12-clk) | 1.3 | 62 | 2304 | 34 | 12 | 8 | 2 | Dual | \$8.76 |
| ADUC832 | 8052 (12-clk) | 1.3 | 62 | 2304 | 34 | 12 | 8 | 2 | Dual | \$8.76 |
| ADUC834 | 8052 (12-clk) | 1 | 62 | 2304 | 34 | 24 | 4 | 1 | Dual | \$12.32 |
| ADUC836 | 8052 (12-clk) | 1 | 62 | 2304 | 34 | 16 | 4 | 1 | Dual | \$9.85 |
| ADUC841 | 8052 (1-clk) | 20 | 62 | 2304 | 34 | 12 | 8 | 2 | Dual | \$6.56 |
| ADUC842 | 8052 (1-clk) | 16 | 62 | 2304 | 34 | 12 | 8 | 2 | Dual | \$6.56 |
| ADUC843 | 8052 (1-clk) | 16 | 62 | 2304 | 34 | 12 | 8 | - | Dual | \$5.15 |
| ADUC845 | 8052 (1-clk) | 12 | 62 | 2304 | 34 | 24 | 10 | 1 | Dual | \$8.93 |
| ADUC847 | 8052 (1-clk) | 12 | 62 | 2304 | 34 | 24 | 10 | 1 | Dual | \$5.85 |
| ADUC848 | 8052 (1-clk) | 12 | 62 | 2304 | 34 | 16 | 10 | 1 | Dual | \$4.98 |

24비트 ADC를 내장한 ADuC845, ADuC847, ADuC848로 분류할 수 있다. 표 1에 ADI의 마이크로컨버터의 종류 및 특징 요약을 하였다.

ADuC84x 계열은 내장 플래시 메모리를 인서킷(In-Circuit)상태에서 프로그램의 변경 및 저장이 가능한 칩으로서 간단하게 구현할 수 있는 4선을 사용하는 인서킷 시리얼 다운로더(In-circuit serial download)회로를 제공하여 저가의 하드웨어 개발 툴을 구성할 수 있다.

2. ADuC84x의 기본 사양

ADuC84x 마이크로컨버터는 원칙에 정밀 A/D 컨버터와 D/A 컨버터 및 플래시 마이크로컨트롤러로 구성된 온칩 12비트 또는 24비트 데이터 획득 시스템이며 ADuC81x, ADuC83x에서 향상된 싱글-사이클 고속 임베디드 마이크로컨트롤러이다. ADuC84x 마이크로컨버터는 3V 또는 5V에 동작하며 52-pin PQFP 또는 56-pin CSP형 패키지가 있다.

ADuC84x 마이크로컨버터의 주요 특징을 요약하면 다음과 같다.

- 8채널의 고속 420kSPS 12비트 아날로그/디지털 컨버터 (ADuC841/2/3)
- 10채널의 고정밀 24비트 아날로그/디지털 컨버터 (ADuC845/7/8)
- 2채널 12비트 전압출력 디지털-아날로그 컨버터
- 2채널 16비트 PWM 출력
- 2채널 $\Sigma-\Delta$ 디지털-아날로그 컨버터
- 2.5V, 15 ppm/°C 의 A/D, D/A용 기준 전압원 내장
- 내장 온도 센서
- 아날로그 데이터를 고속으로 RAM에 기록하기 위한 DMA 기능 제공
- 다양한 메모리
 - * 프로그램용 62K-바이트 인서킷상태에서 프로그램의 변경 및 저장가능 플래시 메모리
 - * 데이터용 4K-바이트 읽기/쓰기 가능한 비휘발성 플래시 메모리
 - * 데이터용 2304 바이트 메모리 (8052코아에 의한 256 바이트 추가)
 - * 16M까지 외부 데이터 메모리 확장 가능
- 8052 프로세서 내장
 - * 싱글-사이클 최대 20 MIPS (최대 20MHz에서 동작)
 - * 외부 32 kHz 크리스탈 (ADuC841는 외부 20 MHz 크리스탈)
 - * 온 칩 PLL (최대 16 MHz에서 동작)
 - * 세계의 16비트 타이머/카운터 제공
 - * 12개의 인터럽트 소스와 두개의 우선권제공

FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM

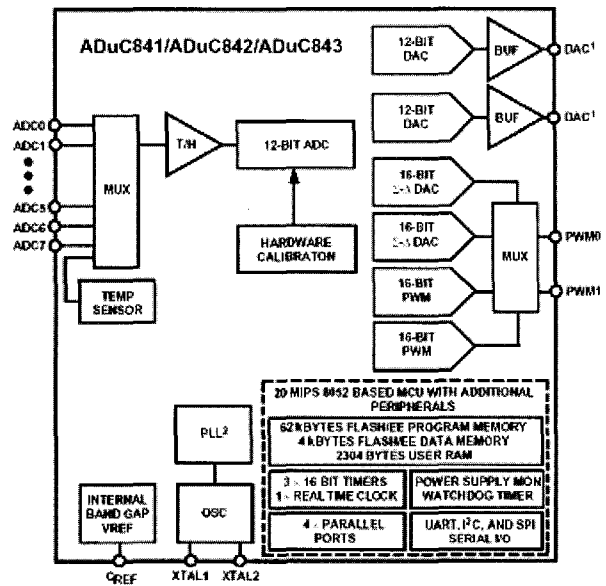


그림 1 ADuC841/ADuC842/ADuC843 의 개략적인 내부 구성 블록도

FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM

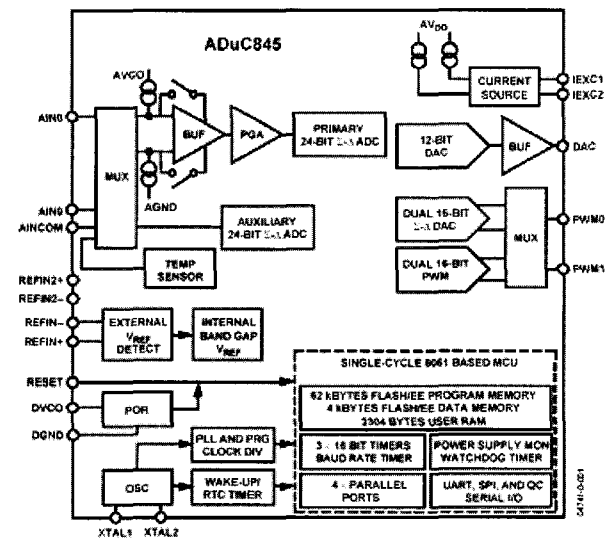


그림 2 ADuC845의 개략적인 내부 구성 블록도

- * 듀얼 데이터 포인터, 확장 11비트 스택 포인터
- 전원
 - * 3V 혹은 5V 가능
 - * Normal, Idle, power-down 모드 제공
- 주변기능

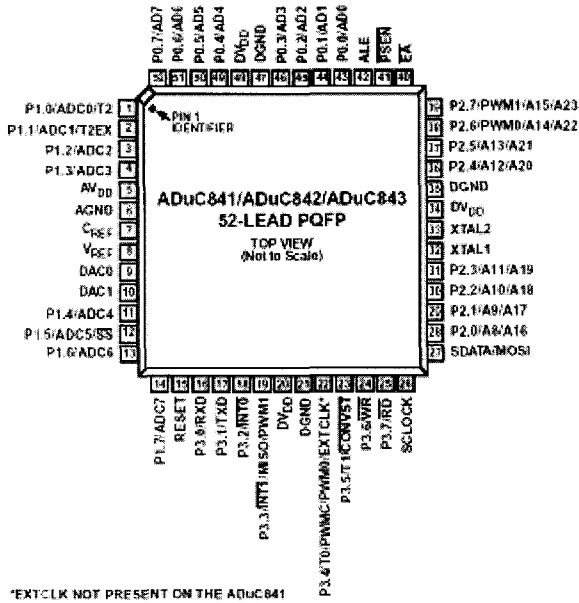


그림 3 ADuC84x 52-Lead PQFP

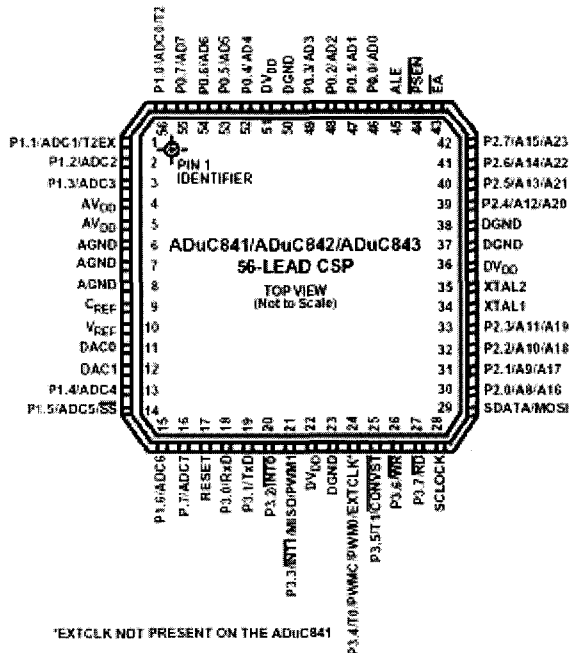


그림 4 ADuC84x 56-Lead CSP

- * 리얼 타임클럭 (RTC)
- * UART serial I/O
- * 2-wire(I2C-compatible)
- * SPI serial I/O
- * 워치독 타이머(Watchdog timer)

- * 파워 온 리셋 (POR)
 - * 전원 모니터
 - 저가의 개발 툴 제공
 - ADuC812/ADuC831/ADuC832 핀 호환(ADuC841/2/3)
 - 52-pin PQFP 또는 56-pin CSP형 패키지
- ADuC84x의 개략적인 내부 구성 블록도를 나타내면, 그림 1은 ADuC841/ADuC842/ADuC843의 개략적인 내부 구성 블록도이고 그림 2는 ADuC845의 내부 구성 블록도를 보인 것이다.
- ADuC84x의 두 가지 패키지를 살펴 보면, 그림 3은 ADuC84x 52-Lead PQFP 패키지를 보인 것이고 그림 4는 ADuC84x 56-Lead CSP 패키지를 보인 것이다.

3. 싱글 사이클 동작

ADuC84x는 8082 명령어를 가지고 있으며 대부분의 명령들은 1 또는 2 클럭에 수행된다. 기존의 8052이 시스템 클럭 12개에 한 명령어를 수행하는 것에 비해 ADuC84x는 시스템 클럭 1개에 한 명령어를 수행할 수 있다. ADuC842, ADuC843은 외부 크리스탈 32 kHz를 내부 programmable PLL에 의해 시스템 클럭을 16 MHz를 생성하여 16 MIPS로 동작하고 ADuC841은 시스템 클럭이 외부 크리스탈에 의해 결정되므로 최대 20 MIPS로 동작한다. ADuC84x는 기존의 8052에 비해 12배로 향상된 것이다.

기존의 8052에 비교하여 또 다른 싱글 사이클 특성을 알아 보면 기존의 8052의 타이머 동작이 1 머신 사이클(12 클럭)에 의해 증가한다면 ADuC84x는 1 머신 사이클과 1 클럭이 동일하므로 1 클럭에 증가한다. ADuC84x는 외부 프로그램 메모리 접근은 할 수 없으며 외부 데이터 메모리 접근은 더 많은 사이클이 주어져야 하고 외부 데이터 메모리 접근시 프로그램으로 WAIT 사이클을 조절할 수 있다.

4. ADuC84x의 메모리 구조

ADuC84x는 62K-바이트 온 칩 Flash/EE 프로그램 메모리와 4K-바이트 온 칩 Flash/EE, 8052코아의 256 바이트 RAM, 2K 바이트 내부 XRAM로 구성된 데이터 메모리로 분류된다.

그림 5는 ADuC84x에서 CPU와 내장 주변장치의 메모리 인터페이스를 나타낸 프로그래밍 모델을 나타낸다.

4.1 Flash/EE 프로그램 메모리

ADuC84x에서는 내부 프로그램 메모리로서 62K 바이트의 Flash/EE ROM을 제공하여 프로그램 메모리 대부분을 내장

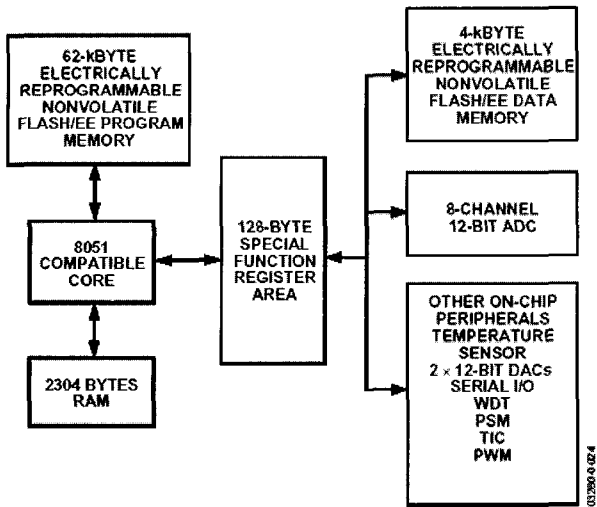


그림 5 ADuC84x 프로그래밍 모델

하여 더 이상의 외부 프로그램 메모리 확장을 제공하지 않는다. 내부 사용자 프로그램 영역은 0000H~F7FFF로 주어지고 F800H~FFFFH 영역의 2048바이트는 사용자가 접근하면 NOP 명령을 수행한다.

62K 바이트의 Flash/EE ROM은 인서킷 상태에서 UART 직렬포트로 다운로드 가능하다. 프로그램 메모리 중 56K 바이트는 마이크로컨버터 동작중에 프로그램이 가능하여 실제 현장에서 사용자의 정의에 따라 프로그램을 업데이트 할 수 있으며 데이터 메모리도 사용이 가능하다.

4.2 데이터 메모리

ADuC84x의 데이터 메모리는 내부 데이터, 외부 데이터 메모리로 나눌 수 있다. 일반적으로 데이터 메모리는 SRAM으로서, 전원이 OFF 되면 메모리가 지워진다. 그런데, ADuC84x에서는 SRAM 외에 Flash/EE 메모리를 지원하고 있다.

4.2.1 Flash/EE 데이터 메모리

ADuC84x는 사용자에게 4K 바이트 Flash/EE 데이터 메모리를 포함한다. 이곳은 SFR(Special Function Register)을 통해서만 액세스 가능하다. 이 메모리는 중요한 셋팅 데이터를 저장해 두는 장소로서 유용하며 10만번 쓰기/지워기 작업이 가능하고 100년동안 값을 보존할 수 있다.

4.2.2 2K 바이트의 내부 XRAM

ADuC84x는 내부에 2K 바이트 SRAM를 포함하고 있다. 이 메모리 영역은 외부 메모리 영역과 같은 명령으로 접근할 수 있다. 이 영역의 사용 여부는 SFR로 결정한다.

5. ADuC84x 마이크로컨버터의 개발 틀

인서킷 프로그래밍, 디버깅을 구현하기 위해서 사용자는 하드웨어적으로 몇가지 연결이 필요하다. 이 간단한 연결에 의해서 다운로드, 디버깅과 에뮬레이션 모드를 지원한다.

그림 6은 인서킷 프로그래밍, 디버깅을 구현하기 위한 기본적인 시스템 구성을 보였다.

5.1 하드웨어 개발 틀

ADuC84x는 인서킷 프로그램이 가능하도록 설계된 칩으로서 하드웨어 개발 틀은 간단하게 그림 6에서와 같이 ADuC84x의 UART에 RS-232 칩(ADM202) 결선에 의해서 구현된다.

인서킷 시리얼 다운로드를 실행하기 위해서는 리셋시 그림 6에서와 같이 핀에 1kΩ풀다운함으로서 가능하다.

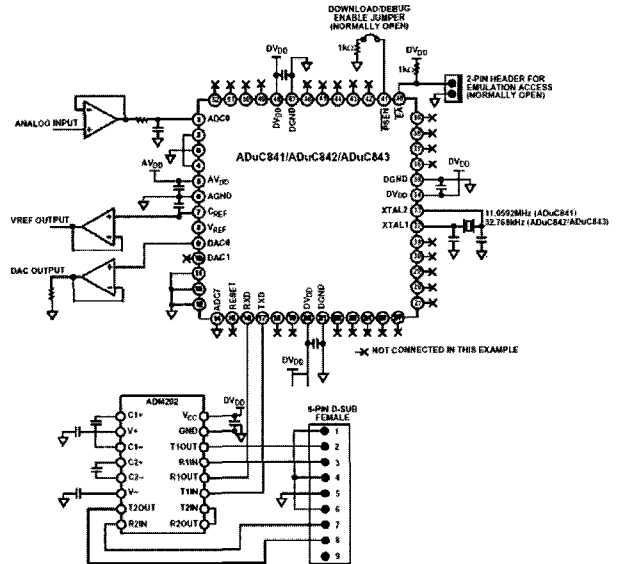


그림 6 기본적인 시스템 구성(PQFP 패키지)

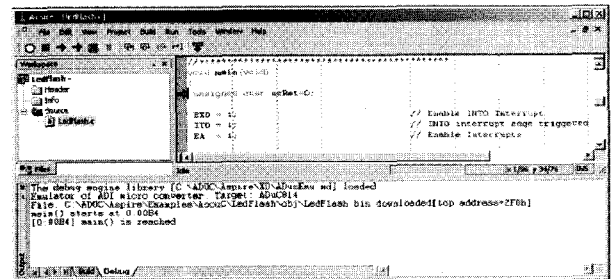


그림 7 ASPIRE-IDE 실행 화면

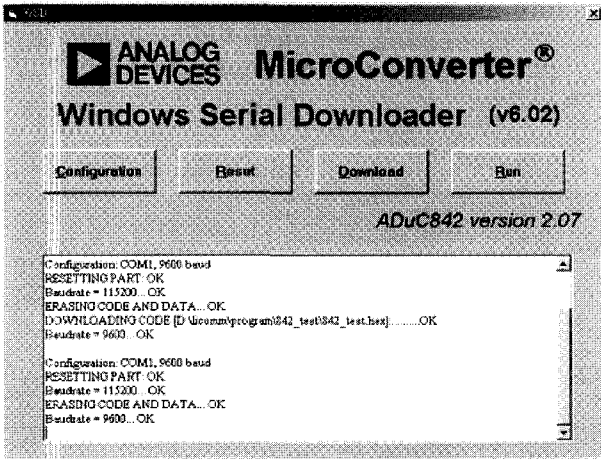


그림 8 WSD 실행 화면

5.2 소프트웨어 개발툴

ADuC84x의 소프트웨어 개발 툴은 어셈블러, C 컴파일러, IDE 소프트웨어, 인서킷 시리얼 다운로더 프로그램 등으로 나눌 수 있다.

ADI에서 제공하는 통합 소프트웨어 개발 툴인 ASPIRE-IDE를 이용한다면 저가의 개발툴을 구성할 수 있으며 인서킷 시리얼 다운로더, 어셈블러, C 컴파일러, 디버깅 등이 가능하다. 그림 7은 ASPIRE-IDE 실행 화면을 보인 것이다.

또한, ADuC84x는 Keil 또는 IAR의 8051 어셈블러와 C 컴파일러, IDE 소프트웨어를 사용하여 소프트웨어를 개발하고 ADI에서 무료로 제공하는 인서킷 시리얼 다운로더 프로그램인 WSD나 WASP 등을 이용하여 개발할 수 있다. 그림 8은 WSD 실행 화면을 보인 것이다.

6. 결론

ADI의 마이크로컨버터 ADuC84x계열은 고속, 정밀 아날로그-디지털 컨버터와 디지털-아날로그 컨버터를 내장하여 정밀한 디지털 제어 및 정밀계측에 적합하다.

고속 12비트 ADC를 내장한 ADuC841, ADuC842, ADuC843은 저전력 소형의 산업제어, 고성능 소형 모터제어, 레이저 전력제어, 기반 시스템 제어, 정밀 계측장비 및 스마트 센서, DAS 및 통신 시스템 등의 응용할 수 있으며, 정밀 계측용 24비트 ADC를 내장한 ADuC845, ADuC847, ADuC848는 다채널 센서 감시, 산업/환경 계측장비, 휴대용 계측장비 등에 응용할 수 있다.

참고 문헌

- [1] ADuC841/ADuC842/ADuC843 data sheet, Analog Devices, 2003.
- [2] ADuC845/ADuC847/ADuC848 data sheet, Analog Devices, 2004.
- [3] ADuC800-series QuickStart-Plus Get Started Guide, Analog Devices, 2003.

〈 저 자 소 개 〉



최명규

1970년 1월 16일생. 1994년 울산대 전기공학과 졸업. 1996년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2000년 동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 2001년~현재 주식회사 라이콤 과장.