

# PMC-RTD보드 상세 설계서

## Version Information

H/W Version : Version 1.0

소속 : (주)엘케이일레븐 연구소

주소 : 성남시 중원구 상대원동 190-1 SKn테크노파크 메가센터 1306호

전화 : 031-776-4120 / FAX : 031-766-4119

# 목차

1. 개요.....	6
2. 사양.....	7
3. 블록도.....	8
4. 커넥터 위치 .....	9
5. 외부 연결 .....	10
5.1 PMC 슬롯 핀 번호 .....	10
5.2 RS-422 커넥터 핀 번호.....	10
5.3 LKV-080 보드와 연결.....	11
5.4 RTD 연결 .....	12
6. 메모리 지도 .....	13
6.1 이미지 0.....	13
6.2 이미지 1 .....	13
7. 레지스터 설명 .....	20
7.1 PCI 설정 공간 .....	20
7.2 인터럽트 제어 레지스터(ICR).....	20
7.3 인터럽트 상태 레지스터(ISR).....	20
7.4 UART 받기 버퍼 레지스터(UART_RBR).....	20
7.5 UART 보내기 홀딩 레지스터(UART_THR).....	20
7.6 UART 인터럽트 가능 레지스터(UART_IER) .....	20
7.7 UART 인터럽트 구별 레지스터(UART_IIR) .....	21
7.8 UART FIFO 제어 레지스터(UART_FCR).....	22
7.9 UART 선 제어 레지스터(UART_LCR).....	22
7.10 UART 모뎀 제어 레지스터(UART_MCR) .....	23
7.11 UART 선 상태 레지스터(UART_LSR) .....	23
7.12 UART 모뎀 상태 레지스터(UART_MSR).....	24
7.13 UART 스크래치 레지스터(UART_SCR) .....	24
7.14 UART 나누기 레지스터 LSB(UART_DLL) .....	24
7.15 UART 나누기 레지스터 MSB(UART_DLM) .....	24
7.16 ADC 상태 레지스터(ADC_STATUS) .....	24
7.17 ADC 모드 레지스터(ADC_MODE).....	25
7.18 ADC 설정 레지스터(ADC_CONFIG) .....	26
7.19 ADC 데이터 레지스터(ADC_DATA).....	28
7.20 ADC ID 레지스터(ADC_ID).....	28
7.21 ADC IO 레지스터(ADC_IO) .....	28

7.22 ADC 오프셋 레지스터(ADC_OFFSET) .....	29
7.23 ADC 풀 스케일 레지스터(ADC_FSCALE) .....	29
7.24 EEPROM 지우기/쓰기 비활성화 레지스터(EEPROM_EWDS).....	30
7.25 EEPROM 지우기/쓰기 활성화 레지스터(EEPROM_EWEN).....	30
7.26 EEPROM 쓰기 레지스터(EEPROM_WRITE) .....	30
7.27 EEPROM 읽기 레지스터(EEPROM_READ) .....	30
7.28 EEPROM 지우기 레지스터(EEPROM_ERASE) .....	31
8. 디바이스 드라이버.....	32
8.1 UART 관련 함수 .....	32
8.2 RTD 초기화 .....	32
8.3 RTD 타입 설정 .....	32
8.4 RTD 저항 값 읽기 .....	33
8.5 RTD 온도 값 읽기 .....	33
8.6 RTD 조정 하기 .....	33
8.7 RTD 디버깅 함수들 .....	33
9. RTD 입력 상세 사양 .....	34

## 그림 목차

그림 1. LKP-RTD.....	6
그림 2. LKP-RTD 블록도 .....	8
그림 3. LKP-RTD 커넥터 배치 .....	9
그림 4. LKP-RTD PMC 커넥터 핀 번호 .....	10
그림 5. LKP-RTD RS-422 커넥터 핀 번호 .....	11
그림 6. LKP-RTD RTD 연결 방법 .....	12

## 표 목차

표 1. LKV-080 P2 핀 번호 .....	11
표 2. 이미지 0 메모리 지도.....	13
표 3. 이미지 1 메모리 지도.....	13
표 4. ICR 비트 정의 .....	20
표 5. ISR 비트 정의 .....	20
표 6. UART_IER 비트 정의 .....	21
표 7. UART_IIR 비트 정의 .....	21
표 8. IIR_IID.....	21
표 9. UART_FCR 비트 정의 .....	22
표 10. R_TRIG.....	22
표 11. UART_LCR 비트 정의.....	22
표 12. LCR_WLEN.....	23
표 13. UART_MCR 비트 정의.....	23
표 14. ADC_STATUS 비트 정의.....	24
표 15. ADC_MODE 레지스터 비트 정의 .....	25
표 16. ADC_MODE 레지스터 동작 모드 .....	25
표 17. ADC_MODE 레지스터 클럭 공급원 .....	25
표 18. ADC_MODE 레지스터 필터 갱신속도.....	26
표 19. ADC_CONFIG 레지스터 비트 정의 .....	26
표 20. ADC_CONFIG 바이어스 설정.....	27
표 21. ADC_CONFIG 이득 설정 .....	27
표 22. ADC_CONFIG 기준 공급원 설정 .....	27
표 23. ADC_CONFIG 채널 설정 .....	28
표 24. ADC_DATA 레지스터 비트 정의 .....	28
표 25. ADC_ID 레지스터 비트 정의.....	28
표 26. ADC_IO 레지스터 비트 정의 .....	28
표 27. ADC_IO 레지스터 전류 공급원 방향 .....	29
표 28. ADC_OFFSET 레지스터 비트 정의 .....	29
표 29. ADC_FSCALE 레지스터 비트 정의 .....	29
표 30. EEPROM_WRITE 레지스터 비트 정의.....	30
표 31. EEPROM_READ 레지스터 비트 정의.....	30
표 32. RTD 타입.....	32
표 33. RTD 입력 상세 사양 .....	34

## 1. 개요

LKP-RTD 보드는 RTD 센서 인터페이스 및 RS-422 통신을 지원하는 보드이다. RTD 16채널 및 RS-422 시리얼 6 채널을 처리할 수 있고, PMC 슬롯을 통해 LKV-080 보드와 인터페이스된다. RTD의 경우 각각의 채널에 대해 Sigma Delta ADC가 사용되므로 multiplexing 과정에서 생기는 noise가 없고, 데이터 처리 속도를 빠르게 할 수 있다. RS-422 통신은 16550 UART와 호환된다.

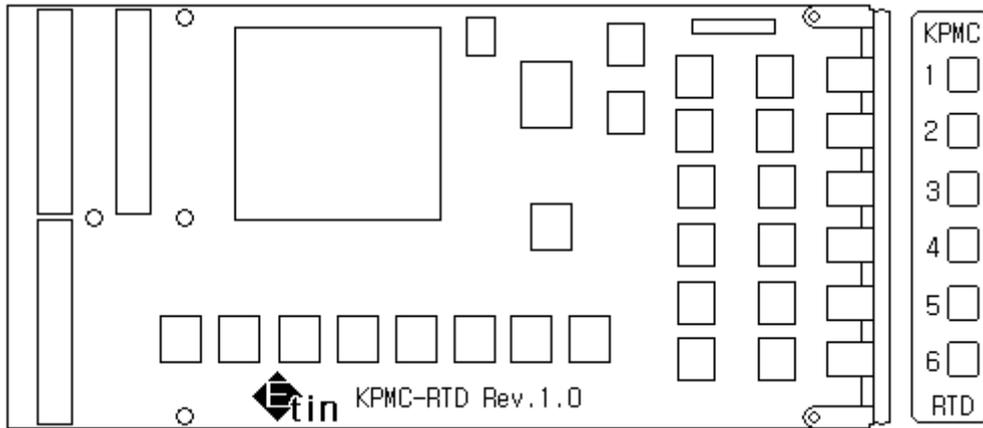


그림 1. LKP-RTD

## 2. 사양

PMC-RTD보드는 다음과 같은 사양은 아래 표와 같다.

센서 인터페이스	RTD(Resistive Temperature Device), 3-Wire Type
채널	16 채널
Resolution	16 bit
A/D Converter	Sigma Delta A/D Converter 16개
RS-422 인터페이스	6 채널

### 3. 블록도

다음은 LKP-RTD 보드의 블록도 이다. 16개의 RTD 입력은 각각의 16비트 Sigma Delta A/D 컨버터로 입력되고, 디지털로 변환 되어 PMC인터페이스를 통해 읽을 수 있도록 되어 있다. EEPROM에는 이득이나 오프셋 등의 값을 저장 할 수 있다. 6개의 RS-422 인터페이스를 통해 외부와 통신 할 수 있다.

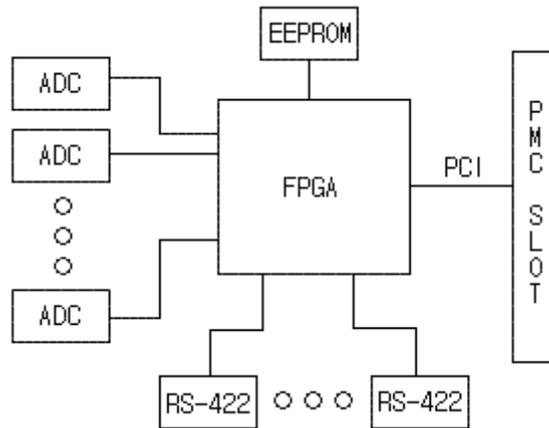


그림 2. LKP-RTD 블록도

## 4. 커넥터 위치

다음 그림은 LKP-RTD 보드의 커넥터 위치이다. 왼쪽에는 3개의 64핀 PMC 커넥터가 배치되고, 오른쪽에는 6개의 RS-422 커넥터가 배치된다.

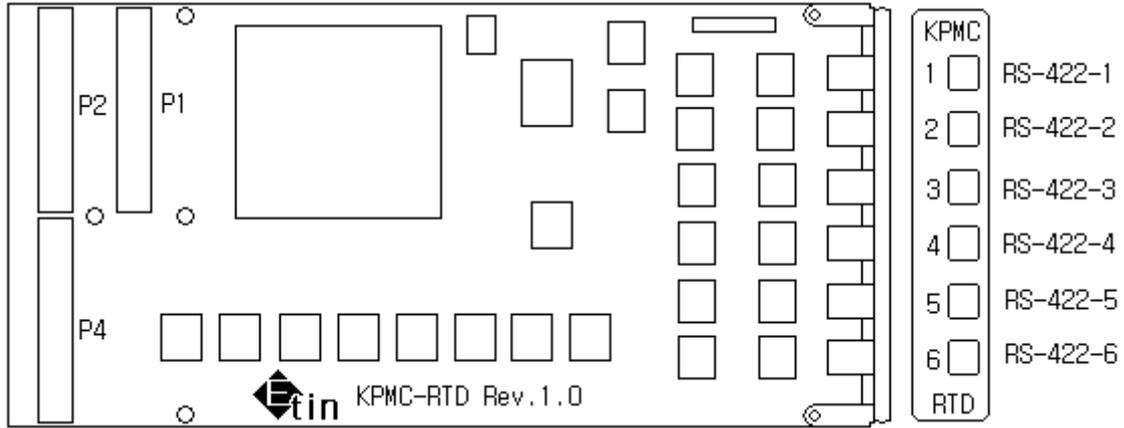


그림 3. LKP-RTD 커넥터 배치

RTD 센서는 P4 커넥터를 통해 인터페이스 되고, RS-422은 전면 커넥터를 통해 인터페이스 된다.

## 5. 외부 연결

### 5.1 PMC 슬롯 핀 번호

PMC슬롯의 핀 번호는 다음과 같다.

	J1				J2				J4		
TCK	1	2	-12V	+12V	1	2	TRST#		1	2	
Ground	3	4	INTA#	TMS	3	4	TDO	AINP9	3	4	AINP1
INTB#	5	6	INTC#	TDI	5	6	Ground	AINN9	5	6	AINN1
BUSMODE1#	7	8	+5V	Ground	7	8	PCI-RSVD	IOUTN9	7	8	IOUTN1
INTD#	9	10	PCI-RSVD	PCI-RSVD	9	10	PCI-RSVD		9	10	
Ground	11	12	3.3Vaux	BUSMODE2#	11	12	+3.3V	AINP10	11	12	AINP2
CLK	13	14	Ground	RST#	13	14	BUSMODE3#	AINN10	13	14	AINN2
Ground	15	16	GNT#	3.3V	15	16	BUSMODE4#	IOUTN10	15	16	IOUTN2
REQ#	17	18	+5V	PME#	17	18	Ground		17	18	
V(1/0)	19	20	AD[31]	AD[30]	19	20	AD[29]	AINP11	19	20	AINP3
AD[28]	21	22	AD[27]	Ground	21	22	AD[26]	AINN11	21	22	AINN3
AD[25]	23	24	Ground	AD[24]	23	24	+3.3V	IOUTN11	23	24	IOUTN3
Ground	25	26	C/BE[3]#	IDSEL	25	26	AD[23]		25	26	
AD[22]	27	28	AD[21]	+3.3V	27	28	AD[20]	AINP12	27	28	AINP4
AD[19]	29	30	+5V	AD[18]	29	30	Ground	AINN12	29	30	AINN4
V(1/0)	31	32	AD[17]	AD[16]	31	32	C/BE[2]#	IOUTN12	31	32	IOUTN4
FRAME#	33	34	Ground	Ground	33	34	PMC-RSVD		33	34	
Ground	35	36	IRDY#	TRDY#	35	36	+3.3V	AINP13	35	36	AINP5
DEVSEL#	37	38	+5V	Ground	37	38	STOP#	AINN13	37	38	AINN5
Ground	39	40	LOCK#	PERR#	39	40	Ground	IOUTN13	39	40	IOUTN5
PCI-RSVD	41	42	PCI-RSVD	+3.3V	41	42	SERR		41	42	
PAR	43	44	Ground	C/BE[1]#	43	44	Ground	AINP14	43	44	AINP6
V(1/0)	45	46	AD[15]	AD[14]	45	46	AD[13]	AINN14	45	46	AINN6
AD[12]	47	48	AD[11]	M66EN	47	48	AD[10]	IOUTN14	47	48	IOUTN6
AD[09]	49	50	+5V	AD[08]	49	50	+3.3V		49	50	
Ground	51	52	C/BE[0]#	AD[07]	51	52	PMC-RSVD	AINP15	51	52	AINP7
AD[06]	53	54	AD[05]	+3.3V	53	54	PMC-RSVD	AINN15	53	54	AINN7
AD[04]	55	56	Ground	PMC-RSVD	55	56	Ground	IOUTN15	55	56	IOUTN7
V(1/0)	57	58	AD[03]	PMC-RSVD	57	58	PMC-RSVD		57	58	
AD[02]	59	60	AD[01]	Ground	59	60	PMC-RSVD	AINP16	59	60	AINP8
AD[00]	61	62	+5V	ACK64#	61	62	+3.3V	AINN16	61	62	AINN8
Ground	63	64	REQ64#	Ground	63	64	PMC-RSVD	IOUTN16	63	64	IOUTN8

그림 4. LKP-RTD PMC 커넥터 핀 번호

J1과 J2에는 PCI 신호가 인터페이스 되고, J4에는 16개의 RTD 신호가 인터페이스 된다.

### 5.2 RS-422 커넥터 핀 번호

RS-422 커넥터의 핀 번호는 다음과 같다.

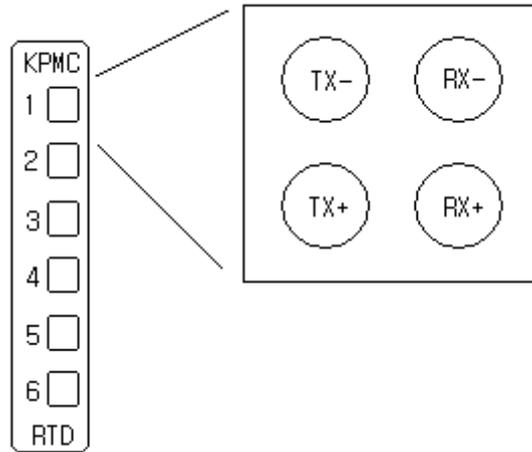


그림 5. LKP-RTD RS-422 커넥터 핀 번호

RS-422 커넥터는 DF11-4DP-2DS를 사용한다. 이 커넥터에 인터페이스 할 때는 DF11-4DS-2C 커넥터와 DF11-22SC 핀을 사용할 수 있다.

### 5.3 LKV-080 보드와 연결

LKV-080 보드와 연결 했을 때 LKV-080의 P2로 연결되는 핀 번호는 다음과 같다.

표 1. LKV-080 P2 핀 번호

핀	신호	핀	신호
A1		C1	
A2	INP1	C2	INP9
A3	INN1	C3	INN9
A4	IOUTN1	C4	IOUTN9
A5		C5	
A6	INP2	C6	INP10
A7	INN2	C7	INN10
A8	IOUTN2	C8	IOUTN10
A9		C9	
A10	INP3	C10	INP11
A11	INN3	C11	INN11
A12	IOUTN3	C12	IOUTN11
A13		C13	
A14	INP4	C14	INP12
A15	INN4	C15	INN12
A16	IOUTN4	C16	IOUTN12
A17		C17	

핀	신호	핀	신호
A18	INP5	C18	INP13
A19	INN5	C19	INN13
A20	IOUTN5	C20	IOUTN13
A21		C21	
A22	INP6	C22	INP14
A23	INN6	C23	INN14
A24	IOUTN6	C24	IOUTN14
A25		C25	
A26	INP7	C26	INP15
A27	INN7	C27	INN15
A28	IOUTN7	C28	IOUTN15
A29		C29	
A30	INP8	C30	INP16
A31	INN8	C31	INN16
A32	IOUTN8	C32	IOUTN16

#### 5.4 RTD 연결

RTD 연결 방법은 다음 그림과 같다.

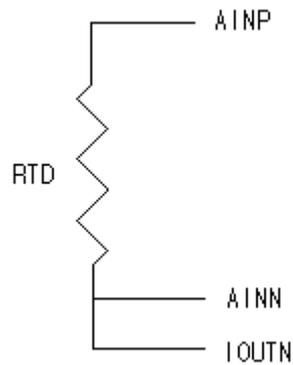


그림 6. LKP-RTD RTD 연결 방법

## 6. 메모리 지도

LKP-RTD의 메모리 지도는 이미지 0와 이미지 1의 2개 영역으로 나누어 진다. 각 영역의 크기는 64K 바이트 이다.

### 6.1 이미지 0

이미지 0는 PCI 설정 레지스터, 주소 변환, 인터럽트 설정 등에 관련된 레지스터 이다.

이미지 0의 메모리 지도는 다음과 같다.

표 2. 이미지 0 메모리 지도

이름	주소	넓이	접근	설명
PCI 설정 공간	0x000 - 0x0FF			PCI 규격 Rev. 2.2 설정 공간
ICR	0x1EC	32	R/W	인터럽트 제어 레지스터
ISR	0x1F0	32	R/W	인터럽트 상태 레지스터

### 6.2 이미지 1

이미지 1의 메모리 지도는 다음과 같다.

표 3. 이미지 1 메모리 지도

이름	주소	넓이	접근	설명
UART0_RBR	0x0000	8	R	UART 0 받기 버퍼 레지스터
UART0_THR	0x0000	8	W	UART 0 보내기 홀딩 레지스터
UART0_IER	0x0001	8	R/W	UART 0 인터럽트 가능 레지스터
UART0_IIR	0x0002	8	R	UART 0 인터럽트 구별 레지스터
UART0_FCR	0x0002	8	W	UART 0 FIFO 제어 레지스터
UART0_LCR	0x0003	8	R/W	UART 0 선 제어 레지스터
UART0_MCR	0x0004	8	R/W	UART 0 모뎀 제어 레지스터
UART0_LSR	0x0005	8	R/W	UART 0 선 상태 레지스터
UART0_MSR	0x0006	8	R/W	UART 0 모뎀 상태 레지스터
UART0_SCR	0x0007	8	R/W	UART 0 스크래치 레지스터
UART0_DLL	0x0000	8	R/W	UART 0 나누기 레지스터(LSB)
UART0_DLM	0x0001	8	R/W	UART 0 나누기 레지스터(MSB)
UART1_RBR	0x0008	8	R	UART 1 받기 버퍼 레지스터
UART1_THR	0x0008	8	W	UART 1 보내기 홀딩 레지스터
UART1_IER	0x0009	8	R/W	UART 1 인터럽트 가능 레지스터
UART1_IIR	0x000A	8	R	UART 1 인터럽트 구별 레지스터
UART1_FCR	0x000A	8	W	UART 1 FIFO 제어 레지스터

이름	주소	넓이	접근	설명
UART1_LCR	0x000B	8	R/W	UART 1 선 제어 레지스터
UART1_MCR	0x000C	8	R/W	UART 1 모뎀 제어 레지스터
UART1_LSR	0x000D	8	R/W	UART 1 선 상태 레지스터
UART1_MSR	0x000E	8	R/W	UART 1 모뎀 상태 레지스터
UART1_SCR	0x000F	8	R/W	UART 1 스크래치 레지스터
UART1_DLL	0x0008	8	R/W	UART 1 나누기 레지스터(LSB)
UART1_DLM	0x0009	8	R/W	UART 1 나누기 레지스터(MSB)
UART2_RBR	0x0010	8	R	UART 2 받기 버퍼 레지스터
UART2_THR	0x0010	8	W	UART 2 보내기 홀딩 레지스터
UART2_IER	0x0011	8	R/W	UART 2 인터럽트 가능 레지스터
UART2_IIR	0x0012	8	R	UART 2 인터럽트 구별 레지스터
UART2_FCR	0x0012	8	W	UART 2 FIFO 제어 레지스터
UART2_LCR	0x0013	8	R/W	UART 2 선 제어 레지스터
UART2_MCR	0x0014	8	R/W	UART 2 모뎀 제어 레지스터
UART2_LSR	0x0015	8	R/W	UART 2 선 상태 레지스터
UART2_MSR	0x0016	8	R/W	UART 2 모뎀 상태 레지스터
UART2_SCR	0x0017	8	R/W	UART 2 스크래치 레지스터
UART2_DLL	0x0010	8	R/W	UART 2 나누기 레지스터(LSB)
UART2_DLM	0x0011	8	R/W	UART 2 나누기 레지스터(MSB)
UART3_RBR	0x0018	8	R	UART 3 받기 버퍼 레지스터
UART3_THR	0x0018	8	W	UART 3 보내기 홀딩 레지스터
UART3_IER	0x0019	8	R/W	UART 3 인터럽트 가능 레지스터
UART3_IIR	0x001A	8	R	UART 3 인터럽트 구별 레지스터
UART3_FCR	0x001A	8	W	UART 3 FIFO 제어 레지스터
UART3_LCR	0x001B	8	R/W	UART 3 선 제어 레지스터
UART3_MCR	0x001C	8	R/W	UART 3 모뎀 제어 레지스터
UART3_LSR	0x001D	8	R/W	UART 3 선 상태 레지스터
UART3_MSR	0x001E	8	R/W	UART 3 모뎀 상태 레지스터
UART3_SCR	0x001F	8	R/W	UART 3 스크래치 레지스터
UART3_DLL	0x0018	8	R/W	UART 3 나누기 레지스터(LSB)
UART3_DLM	0x0019	8	R/W	UART 3 나누기 레지스터(MSB)
UART4_RBR	0x0020	8	R	UART 4 받기 버퍼 레지스터
UART4_THR	0x0020	8	W	UART 4 보내기 홀딩 레지스터
UART4_IER	0x0021	8	R/W	UART 4 인터럽트 가능 레지스터
UART4_IIR	0x0022	8	R	UART 4 인터럽트 구별 레지스터

이름	주소	넓이	접근	설명
UART4_FCR	0x0022	8	W	UART 4 FIFO 제어 레지스터
UART4_LCR	0x0023	8	R/W	UART 4 선 제어 레지스터
UART4_MCR	0x0024	8	R/W	UART 4 모뎀 제어 레지스터
UART4_LSR	0x0025	8	R/W	UART 4 선 상태 레지스터
UART4_MSR	0x0026	8	R/W	UART 4 모뎀 상태 레지스터
UART4_SCR	0x0027	8	R/W	UART 4 스크래치 레지스터
UART4_DLL	0x0020	8	R/W	UART 4 나누기 레지스터(LSB)
UART4_DLM	0x0021	8	R/W	UART 4 나누기 레지스터(MSB)
UART5_RBR	0x0028	8	R	UART 5 받기 버퍼 레지스터
UART5_THR	0x0028	8	W	UART 5 보내기 홀딩 레지스터
UART5_IER	0x0029	8	R/W	UART 5 인터럽트 가능 레지스터
UART5_IIR	0x002A	8	R	UART 5 인터럽트 구별 레지스터
UART5_FCR	0x002A	8	W	UART 5 FIFO 제어 레지스터
UART5_LCR	0x002B	8	R/W	UART 5 선 제어 레지스터
UART5_MCR	0x002C	8	R/W	UART 5 모뎀 제어 레지스터
UART5_LSR	0x002D	8	R/W	UART 5 선 상태 레지스터
UART5_MSR	0x002E	8	R/W	UART 5 모뎀 상태 레지스터
UART5_SCR	0x002F	8	R/W	UART 5 스크래치 레지스터
UART5_DLL	0x0028	8	R/W	UART 5 나누기 레지스터(LSB)
UART5_DLM	0x0029	8	R/W	UART 5 나누기 레지스터(MSB)
ADC0_STATUS	0x1000	16	R/W	ADC 0 상태 레지스터
ADC0_MODE	0x1004	16	R/W	ADC 0 모드 레지스터
ADC0_CONFIG	0x1008	16	R/W	ADC 0 설정 레지스터
ADC0_DATA	0x100C	16	R/W	ADC 0 데이터 레지스터
ADC0_ID	0x1010	16	R/W	ADC 0 ID 레지스터
ADC0_IO	0x1014	16	R/W	ADC 0 IO 레지스터
ADC0_OFFSET	0x1018	16	R/W	ADC 0 오프셋 레지스터
ADC0_FSCALE	0x101C	16	R/W	ADC 0 풀 스케일 레지스터
ADC1_STATUS	0x1020	16	R/W	ADC 1 상태 레지스터
ADC1_MODE	0x1024	16	R/W	ADC 1 모드 레지스터
ADC1_CONFIG	0x1028	16	R/W	ADC 1 설정 레지스터
ADC1_DATA	0x102C	16	R/W	ADC 1 데이터 레지스터
ADC1_ID	0x1030	16	R/W	ADC 1 ID 레지스터
ADC1_IO	0x1034	16	R/W	ADC 1 IO 레지스터
ADC1_OFFSET	0x1038	16	R/W	ADC 1 오프셋 레지스터

이름	주소	넓이	접근	설명
ADC1_FSCALE	0x103C	16	R/W	ADC 1 풀 스케일 레지스터
ADC2_STATUS	0x1040	16	R/W	ADC 2 상태 레지스터
ADC2_MODE	0x1044	16	R/W	ADC 2 모드 레지스터
ADC2_CONFIG	0x1048	16	R/W	ADC 2 설정 레지스터
ADC2_DATA	0x104C	16	R/W	ADC 2 데이터 레지스터
ADC2_ID	0x1050	16	R/W	ADC 2 ID 레지스터
ADC2_IO	0x1054	16	R/W	ADC 2 IO 레지스터
ADC2_OFFSET	0x1058	16	R/W	ADC 2 오프셋 레지스터
ADC2_FSCALE	0x105C	16	R/W	ADC 2 풀 스케일 레지스터
ADC3_STATUS	0x1060	16	R/W	ADC 3 상태 레지스터
ADC3_MODE	0x1064	16	R/W	ADC 3 모드 레지스터
ADC3_CONFIG	0x1068	16	R/W	ADC 3 설정 레지스터
ADC3_DATA	0x106C	16	R/W	ADC 3 데이터 레지스터
ADC3_ID	0x1070	16	R/W	ADC 3 ID 레지스터
ADC3_IO	0x1074	16	R/W	ADC 3 IO 레지스터
ADC3_OFFSET	0x1078	16	R/W	ADC 3 오프셋 레지스터
ADC3_FSCALE	0x107C	16	R/W	ADC 3 풀 스케일 레지스터
ADC4_STATUS	0x1080	16	R/W	ADC 4 상태 레지스터
ADC4_MODE	0x1084	16	R/W	ADC 4 모드 레지스터
ADC4_CONFIG	0x1088	16	R/W	ADC 4 설정 레지스터
ADC4_DATA	0x108C	16	R/W	ADC 4 데이터 레지스터
ADC4_ID	0x1090	16	R/W	ADC 4 ID 레지스터
ADC4_IO	0x1094	16	R/W	ADC 4 IO 레지스터
ADC4_OFFSET	0x1098	16	R/W	ADC 4 오프셋 레지스터
ADC4_FSCALE	0x109C	16	R/W	ADC 4 풀 스케일 레지스터
ADC5_STATUS	0x10A0	16	R/W	ADC 5 상태 레지스터
ADC5_MODE	0x10A4	16	R/W	ADC 5 모드 레지스터
ADC5_CONFIG	0x10A8	16	R/W	ADC 5 설정 레지스터
ADC5_DATA	0x10AC	16	R/W	ADC 5 데이터 레지스터
ADC5_ID	0x10B0	16	R/W	ADC 5 ID 레지스터
ADC5_IO	0x10B4	16	R/W	ADC 5 IO 레지스터
ADC5_OFFSET	0x10B8	16	R/W	ADC 5 오프셋 레지스터
ADC5_FSCALE	0x10BC	16	R/W	ADC 5 풀 스케일 레지스터
ADC6_STATUS	0x10C0	16	R/W	ADC 6 상태 레지스터
ADC6_MODE	0x10C4	16	R/W	ADC 6 모드 레지스터

이름	주소	넓이	접근	설명
ADC6_CONFIG	0x10C8	16	R/W	ADC 6 설정 레지스터
ADC6_DATA	0x10CC	16	R/W	ADC 6 데이터 레지스터
ADC6_ID	0x10D0	16	R/W	ADC 6 ID 레지스터
ADC6_IO	0x10D4	16	R/W	ADC 6 IO 레지스터
ADC6_OFFSET	0x10D8	16	R/W	ADC 6 오프셋 레지스터
ADC6_FSCALE	0x10DC	16	R/W	ADC 6 풀 스케일 레지스터
ADC7_STATUS	0x10E0	16	R/W	ADC 7 상태 레지스터
ADC7_MODE	0x10E4	16	R/W	ADC 7 모드 레지스터
ADC7_CONFIG	0x10E8	16	R/W	ADC 7 설정 레지스터
ADC7_DATA	0x10EC	16	R/W	ADC 7 데이터 레지스터
ADC7_ID	0x10F0	16	R/W	ADC 7 ID 레지스터
ADC7_IO	0x10F4	16	R/W	ADC 7 IO 레지스터
ADC7_OFFSET	0x10F8	16	R/W	ADC 7 오프셋 레지스터
ADC7_FSCALE	0x10FC	16	R/W	ADC 7 풀 스케일 레지스터
ADC8_STATUS	0x1100	16	R/W	ADC 8 상태 레지스터
ADC8_MODE	0x1104	16	R/W	ADC 8 모드 레지스터
ADC8_CONFIG	0x1108	16	R/W	ADC 8 설정 레지스터
ADC8_DATA	0x110C	16	R/W	ADC 8 데이터 레지스터
ADC8_ID	0x1110	16	R/W	ADC 8 ID 레지스터
ADC8_IO	0x1114	16	R/W	ADC 8 IO 레지스터
ADC8_OFFSET	0x1118	16	R/W	ADC 8 오프셋 레지스터
ADC8_FSCALE	0x111C	16	R/W	ADC 8 풀 스케일 레지스터
ADC9_STATUS	0x1120	16	R/W	ADC 9 상태 레지스터
ADC9_MODE	0x1124	16	R/W	ADC 9 모드 레지스터
ADC9_CONFIG	0x1128	16	R/W	ADC 9 설정 레지스터
ADC9_DATA	0x112C	16	R/W	ADC 9 데이터 레지스터
ADC9_ID	0x1130	16	R/W	ADC 9 ID 레지스터
ADC9_IO	0x1134	16	R/W	ADC 9 IO 레지스터
ADC9_OFFSET	0x1138	16	R/W	ADC 9 오프셋 레지스터
ADC9_FSCALE	0x113C	16	R/W	ADC 9 풀 스케일 레지스터
ADC10_STATUS	0x1140	16	R/W	ADC 10 상태 레지스터
ADC10_MODE	0x1144	16	R/W	ADC 10 모드 레지스터
ADC10_CONFIG	0x1148	16	R/W	ADC 10 설정 레지스터
ADC10_DATA	0x114C	16	R/W	ADC 10 데이터 레지스터
ADC10_ID	0x1150	16	R/W	ADC 10 ID 레지스터

이름	주소	넓이	접근	설명
ADC10_IO	0x1154	16	R/W	ADC 10 IO 레지스터
ADC10_OFFSET	0x1158	16	R/W	ADC 10 오프셋 레지스터
ADC10_FSCALE	0x115C	16	R/W	ADC 10 풀 스케일 레지스터
ADC11_STATUS	0x1160	16	R/W	ADC 11 상태 레지스터
ADC11_MODE	0x1164	16	R/W	ADC 11 모드 레지스터
ADC11_CONFIG	0x1168	16	R/W	ADC 11 설정 레지스터
ADC11_DATA	0x116C	16	R/W	ADC 11 데이터 레지스터
ADC11_ID	0x1170	16	R/W	ADC 11 ID 레지스터
ADC11_IO	0x1174	16	R/W	ADC 11 IO 레지스터
ADC11_OFFSET	0x1178	16	R/W	ADC 11 오프셋 레지스터
ADC11_FSCALE	0x117C	16	R/W	ADC 11 풀 스케일 레지스터
ADC12_STATUS	0x1180	16	R/W	ADC 12 상태 레지스터
ADC12_MODE	0x1184	16	R/W	ADC 12 모드 레지스터
ADC12_CONFIG	0x1188	16	R/W	ADC 12 설정 레지스터
ADC12_DATA	0x118C	16	R/W	ADC 12 데이터 레지스터
ADC12_ID	0x1190	16	R/W	ADC 12 ID 레지스터
ADC12_IO	0x1194	16	R/W	ADC 12 IO 레지스터
ADC12_OFFSET	0x1198	16	R/W	ADC 12 오프셋 레지스터
ADC12_FSCALE	0x119C	16	R/W	ADC 12 풀 스케일 레지스터
ADC13_STATUS	0x11A0	16	R/W	ADC 13 상태 레지스터
ADC13_MODE	0x11A4	16	R/W	ADC 13 모드 레지스터
ADC13_CONFIG	0x11A8	16	R/W	ADC 13 설정 레지스터
ADC13_DATA	0x11AC	16	R/W	ADC 13 데이터 레지스터
ADC13_ID	0x11B0	16	R/W	ADC 13 ID 레지스터
ADC13_IO	0x11B4	16	R/W	ADC 13 IO 레지스터
ADC13_OFFSET	0x11B8	16	R/W	ADC 13 오프셋 레지스터
ADC13_FSCALE	0x11BC	16	R/W	ADC 13 풀 스케일 레지스터
ADC14_STATUS	0x11C0	16	R/W	ADC 14 상태 레지스터
ADC14_MODE	0x11C4	16	R/W	ADC 14 모드 레지스터
ADC14_CONFIG	0x11C8	16	R/W	ADC 14 설정 레지스터
ADC14_DATA	0x11CC	16	R/W	ADC 14 데이터 레지스터
ADC14_ID	0x11D0	16	R/W	ADC 14 ID 레지스터
ADC14_IO	0x11D4	16	R/W	ADC 14 IO 레지스터
ADC14_OFFSET	0x11D8	16	R/W	ADC 14 오프셋 레지스터
ADC14_FSCALE	0x11DC	16	R/W	ADC 14 풀 스케일 레지스터

이름	주소	넓이	접근	설명
ADC15_STATUS	0x11E0	16	R/W	ADC 15 상태 레지스터
ADC15_MODE	0x11E4	16	R/W	ADC 15 모드 레지스터
ADC15_CONFIG	0x11E8	16	R/W	ADC 15 설정 레지스터
ADC15_DATA	0x11EC	16	R/W	ADC 15 데이터 레지스터
ADC15_ID	0x11F0	16	R/W	ADC 15 ID 레지스터
ADC15_IO	0x11F4	16	R/W	ADC 15 IO 레지스터
ADC15_OFFSET	0x11F8	16	R/W	ADC 15 오프셋 레지스터
ADC15_FSCALE	0x11FC	16	R/W	ADC 15 풀 스케일 레지스터
EEPROM_EWDS	0x1800	32	W	EEPROM 지우기/쓰기 비활성화
EEPROM_EWEN	0x18C0	32	W	EEPROM 지우기/쓰기 활성화
EEPROM_WRITE	0x1900-0x19FF	32	W	EEPROM 쓰기
EEPROM_READ	0x1A00-0x1AFF	32	R	EEPROM 읽기
EEPROM_ERASE	0x1B00-0x1BFF	32	W	EEPROM 지우기

## 7. 레지스터 설명

### 7.1 PCI 설정 공간

PCI 설정 공간은 PCI 베이스 주소, 인터럽트 등 PCI 버스에서 요구하는 각종 설정을 저장하는 공간으로 PCI 규격 2.2를 따른다.

### 7.2 인터럽트 제어 레지스터(ICR)

인터럽트 제어 레지스터(ICR)는 인터럽트를 허용 하거나 금지 하는 역할을 한다.

표 4. ICR 비트 정의

비트 #	이름	설명
0	인터럽트 전달 허용	1이면, UART의 인터럽트가 INTA#로 전달 된다.
2	PCI 에러 인터럽트 허용	1이면, 쓰기 사이클 동안 에러가 발생했을 경우 인터럽트를 발생 시킨다.
3	패리티 에러 인터럽트 허용	1이면, 패리티 에러가 발견되었을 때 인터럽트를 발생 시킨다.
31	소프트웨어 Reset	1이면, 소프트웨어 Reset이 발생한다.

### 7.3 인터럽트 상태 레지스터(ISR)

인터럽트 상태 레지스터(ISR)는 인터럽트의 상태를 나타낸다.

표 5. ISR 비트 정의

비트 #	이름	설명
0	인터럽트	1이면, UART에서 인터럽트가 발생했음을 나타낸다.
2	PCI 에러 인터럽트	1이면, 쓰기 사이클 동안 에러가 발견되어 인터럽트가 발생 했음을 나타낸다.
3	패리티 에러 인터럽트	1이면, 패리티 에러에 의해 인터럽트가 발생 했음을 나타낸다.

### 7.4 UART 받기 버퍼 레지스터(UART\_RBR)

UART\_RBR은 UART에서 RX를 통해 받은 데이터를 저장한다.

### 7.5 UART 보내기 홀딩 레지스터(UART\_THR)

UART\_THR은 UART에서 TX로 보낼 데이터를 저장한다.

### 7.6 UART 인터럽트 가능 레지스터(UART\_IER)

UART\_IER은 인터럽트를 허용하거나 금지하는 역할을 한다. UART인터럽트는 데이터 받음 인터럽

트, 보내기 홀딩 레지스터 빔 인터럽트, 선 상태 인터럽트 및 모뎀 상태 인터럽트의 4가지가 있는데 각각의 인터럽트에 할당된 비트는 다음 표와 같다.

**표 6. UART\_IER 비트 정의**

비트 #	이름	설명
0	IER_RDI	데이터 받음 인터럽트
1	IER_THRI	보내기 홀딩 레지스터 빔 인터럽트
2	IER_RLSI	선 상태 인터럽트
3	IER_MSI	모뎀 상태 인터럽트

### 7.7 UART 인터럽트 구별 레지스터(UART\_IIR)

UART\_IIR은 인터럽트의 발생여부와 어떤 인터럽트가 발생 했는지를 알려주는 역할을 한다. 또한 FIFO가 활성화 되어있는지를 알려준다.

**표 7. UART\_IIR 비트 정의**

비트 #	이름	설명
0	IIR_NO_INT	처리되지 않은 인터럽트가 없으면 1
1	IIR_ID0	인터럽트 ID 비트 0
2	IIR_ID1	인터럽트 ID 비트 1
3	IIR_ID2	인터럽트 ID 비트 2
6	IIR_ENABLE_FIFO	FIFO가 활성화 되어 있으면 1
7	IIR_ENABLE_FIFO	FIFO가 활성화 되어 있으면 1

인터럽트 ID는 다음 표와 같이 정의된다. 여러 인터럽트가 동시에 발생했을 경우 우선순위가 높은 인터럽트 ID가 읽혀진다.

**표 8. IIR\_IID**

IIR_ID	이름	우선순위	설명
011	IIR_RLSI	1	선 상태 인터럽트
010	IIR_RDI	2	데이터 받음 인터럽트
110	IIR_CTOI	2	문자 시간 초과 인터럽트
001	IIR_THRI	3	보내기 홀딩 레지스터 빔 인터럽트
000	IIR_MSI	4	모뎀 상태 인터럽트

문자시간 초과 인터럽트는 4개의 문자를 받을 수 있는 시간 동안 데이터 받기 레지스터에 데이터가 있는데 읽어가지 않을 경우 발생한다.

### 7.8 UART FIFO 제어 레지스터(UART\_FCR)

UART\_FCR은 FIFO를 제어하는 역할을 한다. 각 비트의 정의는 다음 표와 같다.

표 9. UART\_FCR 비트 정의

비트 #	이름	설명
0	FCR_ENABLE_FIFO	FIFO 활성화
1	FCR_CLEAR_RCVR	받기 FIFO 초기화
2	FCR_CLEAR_XMIT	보내기 FIFO 초기화
6	FCR_R_TRIG0	받기 방아쇠 비트 0
7	FCR_R_TRIG1	받기 방아쇠 비트 1

받기 방아쇠는 다음 표와 같이 동작한다.

표 10. R\_TRIG

FCR_R_TRIG	설명
00	받기 FIFO에 데이터가 1개 이상 있을 때 데이터 받기 인터럽트 발생
01	받기 FIFO가 1/4 이상 찼을 때 데이터 받기 인터럽트 발생
10	받기 FIFO가 1/2 이상 찼을 때 데이터 받기 인터럽트 발생
11	받기 FIFO가 다 찼을 때 데이터 받기 인터럽트 발생

### 7.9 UART 선 제어 레지스터(UART\_LCR)

UART\_LCR은 워드 크기, 정지 비트, 패리티 등을 설정하는 역할을 한다. 각 비트의 정의는 다음 표와 같다.

표 11. UART\_LCR 비트 정의

비트 #	이름	설명
0	LCR_WLEN0	워드 크기 비트 0
1	LCR_WLEN1	워드 크기 비트 1
2	LCR_STOP	정지 비트
3	LCR_PARITY	패리티
4	LCR_EPAR	짝수 패리티
5	LCR_SPAR	고정 패리티
6	LCR_SBRK	브레이크
7	LCR_DLAB	나누기 레지스터 접근

LCR\_WLEN은 다음 표와 같이 설정된다.

표 12. LCR\_WLEN

LCR_WLEN	워드 크기
00	5 비트
01	6 비트
10	7 비트
11	8 비트

LCR\_STOP은 0일 경우 정지 비트가 1비트로 설정되고, 1일 경우 정지비트가 2비트로 설정된다.

LCR\_PARITY는 1일 경우 패리티가 활성화 된다.

LCR\_EPAR는 1일 경우 짝수 패리티가, 0일 경우 홀수 패리티가 설정된다.

LCR\_SPAR는 1일 경우 LCR\_EPAR이 1이면 패리티 비트가 무조건 0이 되고, 0이면 패리티 비트가 무조건 1이 된다.

LCR\_BREAK는 1일 경우 TX로 무조건 0이 나간다.

LCR\_DLAB는 1이면 UART\_DLL, UART\_DLM 레지스터가 선택되고, 0이면 UART\_RBR, UART\_THR, UART\_IER 레지스터가 선택된다.

### 7.10 UART 모뎀 제어 레지스터(UART\_MCR)

UART\_MCR은 모뎀 제어 신호를 제어하는 역할을 한다. 비트 정의는 다음과 같다.

표 13. UART\_MCR 비트 정의

비트 #	이름	설명
0	MCR_DTR	1이면 DTR 신호에 0, 0이면 DTR 신호에 1이 나간다.
1	MCR_RTS	1이면 RTD 신호에 0, 0이면 RTD 신호에 1이 나간다.
4	MCR_LOOP	1이면 TX, RX 신호와 모뎀 제어 신호가 내부적으로 연결된다.
5	MCR_AFE	1이면 자동 흐름 제어가 활성화 된다.

### 7.11 UART 선 상태 레지스터(UART\_LSR)

UART\_LSR은 데이터 전송의 상태를 나타낸다. 비트 정의는 다음 표와 같다.

비트 #	이름	설명
0	LSR_DR	데이터가 준비됨
1	LSR_OE	데이터가 RBR에 겹쳐 써짐
2	LSR_PE	패리티 에러
3	LSR_FE	프레임 에러
4	LSR_BI	브레이크 인터럽트
5	LSR_THRE	보내기 홀딩 레지스터 빔

비트 #	이름	설명
6	LSR_TEMT	보내기 시프트 레지스터 까지 빈
7	LSR_FIFO_ERR	FIFO안에 에러가 있음

### 7.12 UART 모뎀 상태 레지스터(UART\_MSR)

UART\_MSR은 모뎀 제어 신호들의 상태를 표시한다. 비트 정의는 다음 표와 같다.

비트 #	이름	설명
0	MSR_DCTS	CTS 신호가 변하면 1
1	MSR_DDSR	DSR 신호가 변하면 1
2	MSR_TERI	RI 신호가 변하면 1
3	MSR_DDCD	DCD 신호가 변하면 1
4	MSR_CTS	CTS 신호의 반대
5	MSR_DSR	DSR 신호의 반대
6	MSR_RI	RI 신호의 반대
7	MSR_DCD	DCD 신호의 반대

### 7.13 UART 스크래치 레지스터(UART\_SCR)

UART\_SCR은 쓰기 접근할 때 써지지 않고, 읽을 때는 항상 0값이 읽혀진다.

### 7.14 UART 나누기 레지스터 LSB(UART\_DLL)

UART\_DLL은 UART 나누기 레지스터의 LSB 값을 저장한다. 접근 할 때는 FCR\_DLAB를 1로 설정하고 접근 해야 한다. 나누기 레지스터의 값은 다음과 같은 공식으로 구할 수 있다.

$$DIV = FREQ / (BAUD * 16)$$

이때 FREQ 값은 14745600이다.

### 7.15 UART 나누기 레지스터 MSB(UART\_DLM)

UART\_DLM은 UART 나누기 레지스터의 MSB 값을 저장한다. 접근 할 때는 FCR\_DLAB를 1로 설정하고 접근 해야 한다.

### 7.16 ADC 상태 레지스터(ADC\_STATUS)

ADC\_STATUS 레지스터는 8비트 읽기 전용 레지스터이다. 비트 정의는 다음 표와 같다.

표 14. ADC\_STATUS 비트 정의

비트 #	이름	설명
7	RDY	ADC 가 준비된 상태면 0, 레지스터에 데이터 쓰거나 A/D 변환이 완료되지 않아서 준비되지 않은 상태면 1
6	ERR	A/D 변환 중에 입력이 변환 범위를 넘는 등의 오류가 발생하면 1, 에러가 없으면 0

비트 #	이름	설명
5 - 4	0	무조건 0
3	0	무조건 0
2 - 0	CH	어떤 채널이 변환되고 있는지 표시

### 7.17 ADC 모드 레지스터(ADC\_MODE)

모드 레지스터는 16비트 읽기/쓰기 레지스터 이다. 이 레지스터는 동작 모드, 갱신 속도 및 클럭 공급원 등을 설정하는데 사용된다.

표 15. ADC\_MODE 레지스터 비트 정의

비트 #	이름	설명
15 - 13	MD	동작 모드
12 - 8	0	무조건 0
7 - 6	CLK	클럭 공급원
5 - 4	0	무조건 0
3 - 0	FS	필터 갱신 속도

동작 모드는 다음과 같다

표 16. ADC\_MODE 레지스터 동작 모드

MD2	MD1	MD0	설명
0	0	0	계속 변환 모드
0	0	1	단일 변환 모드
0	1	0	쉬는 모드
0	1	1	전원 내리기 모드
1	0	0	내부 0 스케일 측정
1	0	1	내부 전 스케일 측정
1	1	0	시스템 0 스케일 측정
1	1	1	시스템 전 스케일 측정

클럭 공급원 설정은 다음과 같다.

표 17. ADC\_MODE 레지스터 클럭 공급원

CLK1	CLK0	설명
0	0	내부 64kHz 클럭 사용, CLK 핀으로 출력 안함
0	1	내부 64kHz 클럭 사용, CLK 핀으로 출력 함
1	0	외부 64kHz 클럭 사용

CLK1	CLK0	설명
1	1	외부 클럭을 2로 나누어서 사용

필터 갱신 속도 설정은 다음과 같다

표 18. ADC\_MODE 레지스터 필터 갱신속도

FS3	FS2	FS1	FS0	$f_{ADC}$ (Hz)	$t_{SETTLE}$	Rejection
0	0	0	0	X	X	
0	0	0	1	500	4	
0	0	1	0	250	8	
0	0	1	1	125	16	
0	1	0	0	62.5	32	
0	1	0	1	50	40	
0	1	1	0	39.2	48	
0	1	1	1	33.3	60	
1	0	0	0	19.6	101	90dB(60 Hz only)
1	0	0	1	16.7	120	80dB(50 Hz and 60Hz)
1	0	1	0	16.7	120	65dB(50 Hz and 60Hz)
1	0	1	1	12.5	160	66dB(50 Hz and 60Hz)
1	1	0	0	10	200	69dB(50 Hz and 60Hz)
1	1	0	1	8.33	240	70dB(50 Hz and 60Hz)
1	1	1	0	6.25	320	72dB(50 Hz and 60Hz)
1	1	1	1	4.17	480	74dB(50 Hz and 60Hz)

### 7.18 ADC 설정 레지스터(ADC\_CONFIG)

ADC\_CONFIG 레지스터는 16비트 읽기/쓰기 레지스터이다. 이 레지스터는 ADC의 단극 또는 양극 모드, 버퍼 활성화 또는 비활성화, 전류 출력 활성화 또는 비활성화, 이득 선택 및 아날로그 입력 채널 선택 설정을 위해서 사용된다.

표 19. ADC\_CONFIG 레지스터 비트 정의

비트 #	이름	설명
15 - 14	VBIAS	바이어스 전압 발생기 설정
13	BO	1이면 전류 출력 활성화
12	U/B	0이면 단극, 1이면 양극
11	BOOST	1이면 바이어스 전압 발생기에서 사용되는 전류가 증가한다.
10 - 8	G	이득 선택

비트 #	이름	설명
7	REFSEL	기준 공급원 선택
6 - 5	0	무조건 0
4	BUF	1이면 아날로그 입력이 버퍼 모드, 0이면 버퍼 없는 모드
3	0	무조건 0
2 - 0	CH	채널 선택

바이어스는 설정은 다음과 같다

표 20. ADC\_CONFIG 바이어스 설정

VBIAS1	VBIAS0	바이어스 전압
0	0	바이어스 전압 발생기 비활성화
0	1	바이어스 전압이 AIN1(-)에 연결됨
1	0	바이어스 전압이 AIN1(-)에 연결됨
1	1	예약됨

이득 설정은 다음과 같다

표 21. ADC\_CONFIG 이득 설정

G2	G1	G0	Gain	ADC 입력 범위(2.5V 기준)
0	0	0	2.5V	2.5V
0	0	1	1.25V	1.25V
0	1	0	625mV	625mV
0	1	1	312.5mV	312.5mV
1	0	0	156.2mV	156.2mV
1	0	1	78.125mV	78.125mV
1	1	0	39.06mV	39.06mV
1	1	1	19.53mV	19.53mV

기준 공급원 설정은 다음과 같다.

표 22. ADC\_CONFIG 기준 공급원 설정

REFSEL	기준 공급원
0	외부 기준
1	내부 기준

채널 설정은 다음과 같다.

표 23. ADC\_CONFIG 채널 설정

CH2	CH1	CH0	채널
0	0	0	AIN1(+)-AIN1(-)
0	0	1	AIN2(+)-AIN2(-)
0	1	0	AIN3(+)-AIN3(-)
0	1	1	AIN1(-)-AIN1(-)
1	0	0	예약됨
1	0	1	예약됨
1	1	0	온도 센서
1	1	1	AVDD 모니터

### 7.19 ADC 데이터 레지스터(ADC\_DATA)

ADC\_CONFIG 레지스터는 16비트 읽기 전용 레지스터이다. ADC의 변환 결과는 이 레지스터에 저장된다.

표 24. ADC\_DATA 레지스터 비트 정의

비트 #	이름	설명
15-0	DATA	ADC의 변환 결과

### 7.20 ADC ID 레지스터(ADC\_ID)

ADC\_ID 레지스터는 8비트 읽기 전용 레지스터이다. 이 레지스터는 ADC의 ID 값(0xA)을 저장한다.

표 25. ADC\_ID 레지스터 비트 정의

비트 #	이름	설명
7-0	ID	0xA

### 7.21 ADC IO 레지스터(ADC\_IO)

ADC\_IO레지스터는 8비트 읽기/쓰기 레지스터이다. 이 레지스터는 전류 출력을 활성화 하고 전류 값을 선택하기 위해 사용된다.

표 26. ADC\_IO 레지스터 비트 정의

비트 #	이름	설명
7 - 4	0	무조건 0
3 - 2	IEXCDIR	전류 공급원 방향

비트 #	이름	설명
1 - 0	IEXCEN	전류 값

전류 공급원 방향은 다음과 같이 설정한다.

표 27. ADC\_IO 레지스터 전류 공급원 방향

IEXCDIR1	IEXCDIR0	전류 공급원 방향
0	0	전류 공급원 IEXC1이 IOUT1 핀으로 연결되고, 전류 공급원 IEXC2가 IOUT2 핀으로 연결됨
0	1	전류 공급원 IEXC1이 IOUT2 핀으로 연결되고, 전류 공급원 IEXC2가 IOUT1 핀으로 연결됨
1	0	양쪽 전류 공급원이 IOUT1 핀으로 연결됨, 전류 공급원이 10uA 또는 210uA로 설정 될 때만 허용됨
1	1	양쪽 전류 공급원이 IOUT2 핀으로 연결됨, 전류 공급원이 10uA 또는 210uA로 설정 될 때만 허용됨

전류 값은 다음과 같이 설정한다.

IEXCEN1	IEXCEN0	전류 값
0	0	0uA
0	1	10uA
1	0	210uA
1	1	1mA

### 7.22 ADC 오프셋 레지스터(ADC\_OFFSET)

ADC\_OFFSET 레지스터는 오프셋을 저장하는 레지스터 이다. 전원을 켜고 초기 값은 0x8000 이고 시스템 측정을 하면 오프셋 값이 측정되어 설정된다.

표 28. ADC\_OFFSET 레지스터 비트 정의

비트 #	이름	설명
15 - 0	OFFSET	오프셋 값

### 7.23 ADC 풀 스케일 레지스터(ADC\_FSCALE)

ADC\_FSCALE 레지스터는 풀 스케일을 저장하는 레지스터 이다. 기본 값은 ADC를 생산할 때 측정되어 들어 있고, 시스템 측정을 하면 다시 측정되어 설정된다.

표 29. ADC\_FSCALE 레지스터 비트 정의

비트 #	이름	설명
------	----	----

비트 #	이름	설명
15 - 0	FSCALE	전 스케일 값

### 7.24 EEPROM 지우기/쓰기 비활성화 레지스터(EEPROM\_EWDS)

EEPROM\_EWDS 레지스터는 32비트 쓰기 전용 레지스터이다. 이 레지스터에 0값을 쓰면 EEPROM에 지우기/쓰기가 비활성화 된다.

### 7.25 EEPROM 지우기/쓰기 활성화 레지스터(EEPROM\_EWEN)

EEPROM\_EWEN 레지스터는 32비트 쓰기 전용 레지스터이다. 이 레지스터에 0값을 쓰면 EEPROM에 지우기/쓰기가 활성화 된다.

### 7.26 EEPROM 쓰기 레지스터(EEPROM\_WRITE)

EEPROM\_WRITE 레지스터는 32비트 쓰기 전용 레지스터이다. 이 레지스터에 데이터를 쓰면 전원이 꺼져도 그 값이 보존 되고 EEPROM\_READ 레지스터를 통해 그 값을 읽을 수 있다. LKP-RTD 보드에는 64개의 EEPROM\_WRITE 레지스터가 존재한다. 레지스터의 비트 중 31 - 16에 쓴 값은 저장되지 않고, 15 - 0에 쓴 값만 저장 된다. 각 레지스터의 비트 정의는 다음과 같다.

표 30. EEPROM\_WRITE 레지스터 비트 정의

비트 #	이름	설명
31 - 16	0	사용하지 않음
15 - 0	DATA	데이터

레지스터의 어드레스는 다음 공식으로 결정된다.

$$ADDR = EEPROM\_WRITE\_BASE + REG\_NO * 4$$

여기서 EEPROM\_WRITE\_BASE는 EEPROM\_WRITE의 BASE 주소 이고, REG\_NO는 데이터를 쓰려고 하는 쓰기 레지스터 번호이다.

### 7.27 EEPROM 읽기 레지스터(EEPROM\_READ)

EEPROM\_READ 레지스터는 32비트 읽기 전용 레지스터이다. EEPROM\_WRITE 레지스터를 통해 EEPROM에 쓴 값은 이 레지스터를 통해 읽을 수 있다. LKP-RTD 보드에는 64개의 EEPROM\_READ 레지스터가 존재한다. 레지스터의 비트 중 31 - 16에는 0값이 들어있고, 15 - 0에는 저장된 데이터가 들어있다. 각 레지스터의 비트 정의는 다음과 같다.

표 31. EEPROM\_READ 레지스터 비트 정의

비트 #	이름	설명
31 - 16	0	무조건 0
15 - 0	DATA	데이터

레지스터의 어드레스는 다음 공식으로 결정된다.

$$\text{ADDR} = \text{EEPROM\_READ\_BASE} + \text{REG\_NO} * 4$$

여기서 EEPROM\_READ\_BASE는 EEPROM\_READ의 BASE 주소 이고, REG\_NO는 데이터를 읽으려고 하는 읽기 레지스터 번호이다.

### 7.28 EEPROM 지우기 레지스터(EEPROM\_ERASE)

EEPROM\_READ 레지스터는 32비트 쓰기 전용 레지스터이다. EEPROM\_ERASE 레지스터에 쓰면 해당 어드레스의 EEPROM이 지워진다.

레지스터의 어드레스는 다음 공식으로 결정된다.

$$\text{ADDR} = \text{EEPROM\_ERASE\_BASE} + \text{REG\_NO} * 4$$

여기서 EEPROM\_ERASE\_BASE는 EEPROM\_ERASE의 BASE 주소 이고, REG\_NO는 데이터를 지우려고 하는 지우기 레지스터 번호이다.

## 8. 디바이스 드라이버

### 8.1 UART 관련 함수

UART는 대부분 기능이 16550과 호환 되므로 16550 드라이버를 그대로 사용한다.

### 8.2 RTD 초기화

RTD 초기화 함수는 다음과 같이 정의된다.

```
STATUS sysRtdInit(void);
```

이 함수는 RTD 인터페이스에 사용되는 A/D 변환기, 각 채널 별 이득 값 및 RTD 타입을 초기화 하는 함수 이다. RTD 타입은 Pt 100 타입(계수 0.00392)으로 초기화 된다.

초기화가 정상적으로 이루어 졌을 경우 OK를 아닐 경우 ERROR를 리턴 한다.

### 8.3 RTD 타입 설정

RTD 타입을 설정하는 함수는 다음과 같이 정의 된다.

```
STATUS sysRtdSetType(int channel, int type);
```

첫째 인자는 채널 번호로, 16개의 채널이 있으므로 0에서 15까지의 값이 들어갈 수 있다. 둘째 인자는 RTD 타입으로 다음과 같이 설정된다.

표 32. RTD 타입

번호	이름	설명
0	NONE	초기화 되지 않은 상태
1	RTD_CU10_TYPE	Cu 10 타입, 계수 0.00427
2	RTD_DIN_TYPE	Pt 100 타입, 계수 0.00385
3	RTD_PURE_TYPE	Pt 100 타입, 계수 0.00392
4	RTD_N_120_TYPE	Ni 120 타입, 계수 0.00672

리턴 값은 함수가 성공한 경우 OK, 없는 채널 번호를 선택하거나 없는 타입일 경우 ERROR이다.

설정된 타입을 얻는 함수는 다음과 같다.

```
int sysRtdGetType(int channel);
```

첫째 인자는 채널 번호 이다.

리턴 값은 설정 되어있는 타입이다.

#### 8.4 RTD 저항 값 읽기

RTD의 저항 값을 읽는 함수는 다음과 같다.

```
float sysRtdGetResistance(int channel);
```

첫째 인자는 채널 번호이다.

리턴 값은 저항 값이다.

#### 8.5 RTD 온도 값 읽기

RTD의 온도를 읽는 함수는 다음과 같다.

```
float sysRtdGetTemperature(int channel);
```

첫째 인자는 채널 번호이다.

리턴 값은 온도 값(섭씨) 이다.

#### 8.6 RTD 조정 하기

RTD의 이득 값을 조정하는 함수는 다음과 같다.

```
STATUS sysRtdCalibrate(void);
```

리턴 값은 이득 값이 조정되어 EEPROM에 저장되면 OK를 아니면 에러를 리턴 한다.

이 함수는 반드시 각 채널에 100옴 저항을 연결하고, 실행 시켜야 한다.

출하할 때 이득 값이 측정되어 저장된 상태로 출하 되므로 별도로 이 함수를 실행 시킬 필요는 없다.

#### 8.7 RTD 디버깅 함수들

다음은 RTD를 디버깅 하기 위해 사용되는 함수 들이다.

```
STATUS sysRtdDumpAdc(int channel);
```

```
STATUS sysRtdDumpEeprom(void);
```

```
STATUS sysRtdDumpResistance(void);
```

```
STATUS sysRtdDumpTemperature(void);
```

sysRtdDumpAdc는 ADC의 레지스터 값을 표시한다.

sysRtdDumpEeprom은 EEPROM에 저장되어 있는 데이터를 표시한다.

sysRtdDumpResistance는 각 채널의 저항 값을 표시한다.  
 sysRtdDumpTemperature는 각 채널의 온도 값을 표시한다.

## 9. RTD 입력 상세 사양

LKP-RTD 보드의 RTD 인터페이스에 대한 상세 사양은 다음과 같다. LKP-RTD는 3선식 RTD 16 채널을 지원한다. RTD 전류는 1mA를 사용 하고, 10 $\mu$ A 또는 210 $\mu$ A도 사용 가능하다. RTD 센서는 10 옴 구리 (계수: 0.00472), 100 옴 백금 (계수: 0.00385), 100 옴 백금 (계수: 0.00392) 및 120 옴 니켈 (계수: 0.00672)을 지원 하는데 초기화 시에는 100 옴 백금 (계수: 0.00392)으로 설정 된다. 측정 범위는 10 옴 구리는 -200 $^{\circ}$ C ~ 260 $^{\circ}$ C, 100 옴 백금은 -200 $^{\circ}$ C ~660 $^{\circ}$ C 그리고 120 옴 니켈은 -80 $^{\circ}$ C ~260 $^{\circ}$ C이다. 갱신 간격은 4.17Hz에서 500Hz까지 설정 할 수 있고, 초기화 시 16Hz로 설정된다. 온도 측정을 위해 사용되는 A/D 변환기의 분해능은 16비트이고, 온도 측정 단계는 100 옴 백금(계수 0.00392)를 사용 할 때 1 단계 당 0.019 $^{\circ}$ C이다. 표로 정리하면 다음과 같다.

표 33. RTD 입력 상세 사양

채널 수	16 채널 RTD 입력 (3선식)
전류	1mA (10 $\mu$ A, 210 $\mu$ A, 1mA 중 선택 가능)
센서	10 옴 구리 (계수: 0.00472), 100 옴 백금 (계수: 0.00385), 100 옴 백금 (계수: 0.00392), 120 옴 니켈 (계수: 0.00672)
측정 범위	-200 $^{\circ}$ C ~ 660 $^{\circ}$ C
샘플링 타임	16.7Hz (4.17Hz에서 500Hz 까지 변경 가능)
A/D 변환기 분해능	16비트
온도 측정 단계	0.019 $^{\circ}$ C (100옴 백금(계수 0.00392)일 때)