

## 메모리 모듈 시험용 확장 카드(Socket Jig) 개발

최종문\* · 김선주\* · 김동진\* · 홍철호\* · 정영창\*

### The Development of Extension Card(Socket Jig) for Memory Module Test

Chung-Moon Choi, Sun-Ju Kim, Dong-Jin Kim,  
Chol-Ho Hong and Young-Chang Jung

**요약** Desktop-PC의 메모리 모듈 제품을 대상으로 실장 검사를 하는데 있어 발생하는 문제점인 메인 보드 메모리 연결부의 파손을 보완하기 위해 확장 카드를 개발하였다. 확장 카드 개발 전 메인 보드 연결부의 파손은 하루 15%의 수준으로 잉여설비를 15%이상 확보해야 하며 수리를 전담으로 하는 인력을 필요로 하는 문제점을 가지고 있다. 확장카드의 개발로 소켓의 파손에 따른 업무 지연과 잉여설비의 capacity 향상 및 작업성 개선을 통해 연간 7,800만원의 비용을 절감 할 수 있었다.

**Abstract** In order to improve a damage of connection part of Main Board Memory, we developed a hazard extension card(Socket Jig). The damage occurs during the test of the memory module product of the Desktop-PC. The connection part of main board was broken by 15% per a day before the development. There existed two major problems; One was that we must obtain more than 15% of surplus equipment, while the other was that we needed people who were wholly responsible for repair. The development of extension card decreased operation delay. Besides, it improved capacity of surplus equipment and operation efficiency. Therefore, we can save 78,000,000 won per year.

**Key Words** : Memory Module, Extension Card(Socket Jig)

## 서 론

메모리 제품을 만드는 회사에서는 제품을 출시하기 전 완제품 검사를 시행하는데 제품의 이상 여부를 확인하기 위해서 회사자체 사용자 환경 시스템을 구성하여 검사를 한다. 이는 제품의 내구성, 호환성 및 특성적인 문제 등을 확인하기 위함이다. 완제품을 검사하는 방법 중 사용자 환경에서 제품의 이상 유무를 판별하기 위해서 여러 가지 검사를 진행하는데 검사의 종류를 보면 인쇄회로 기판(PCB: Printed Circuit Board)과 부품들 간의 조립상태를 검사하는 조립성 검사, 제품의 정보를 검사하는 정보검사(SPD Data 검사), 제품에 부착하는 라벨(Label)의 외관검사, 현장(Field) 환경에서의 동작여부를 확인하기 위한 실장검사, 기타 전자부품의 기본 검사인 전기적 검사를 진행한다. 이러한 검사 방법 중 실장 검사는 검사할 제품(Mobile-Phone, PDA, Note-PC, Desktop-PC, Server-PC, Graphics Card,

Print, Settop-Box 등)의 종류에 따라 다양한 형태로 검사한다. Desktop-PC 및 Server에서의 메모리 모듈을 실장 검사는 메모리 모듈을 메인보드에 직접 연결하여 검사를 실시한다(그림 1). 수십 번의 실장검사 시 나타나는 문제점인 메인보드의 메모리 연결부와 메모리 모듈의 마모(Socket 파손)에 의한 업무 지연 및 설비의 capacity 문제, 메인 보드 상에서의 작업 불편 문제 등이 발생하는데 이를 개선하기 위해 확장카드를 개발하였다.

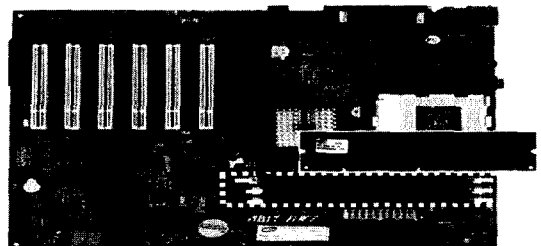


그림 1. 메인보드에 메모리 모듈 부착 모습

\*호서대학교 전기정보통신공학부

## 2. 확장카드 설계 및 제작

본 논문에서는 실장 검사 시 메인 보드에는 변화를 주지 않고 메모리를 연결할 수 있도록 별도의 확장 카드를 설계하였다. 확장 카드는 실장 검사 시 메모리 모듈을 메인 보드에 직접 연결하지 않고, 메인보드에 확장 카드를 연결하고 연결된 확장 카드에 메모리 모듈을 연결할 수 있도록 설계 제작된 카드이다. 제작된 확장 카드는 메인 보드에 메모리 모듈처럼 연결할 수 있도록 PCB로 만들었으며 확장 카드에 메모리 모듈을 연결할 수 있도록 메인 보드의 연결부와 같은 소켓을 사용하였다. 또한 메인 보드 연결부와 확장 카드의 연결부를 고정하기 위해 확장 카드 중간 중간에 hole을 만들어 서로 고정할 수 있게 설계하여 연결부의 벌어짐 현상으로 인한 파손과 실장 검사 시 오류를 줄일 수 있도록 하였다. 현재 양산되고 있는 두 가지의 메모리 모듈을 고려하여 그림 2, 3과 같이 SDRAM(168Pin)과 DDR SDRAM(184Pin)용을 제작 하였다.

그림 4는 메인 보드에 제작된 확장 카드를 연결하고 실장 검사를 해야 할 메모리 모듈을 연결한 모습을 나타내었다.



그림 2. 제작된 SDRAM 용 확장카드

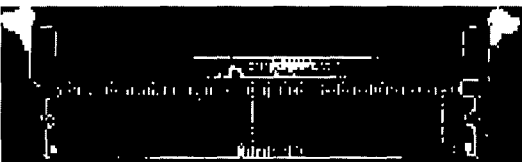


그림 3. 제작된 DDR SDRAM 용 확장카드

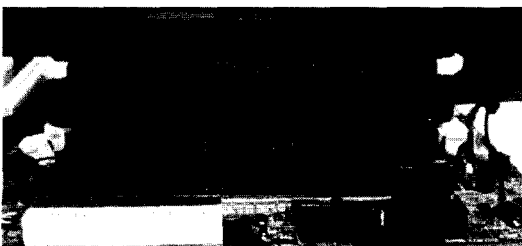


그림 4. 부착된 확장 카드

## 3. 성능 및 특성 실험

본 논문에서 설계하고 개발한 SDRAM용 확장카드와 DDR SDRAM용 확장카드의 성능을 기존 보드에 직접 연결하는 방법과 비교 평가하였다. 실험은 신호 특성 실험과 호환성, 그리고 제조 공정에 적용하여 실시하였다. 개발된 확장카드를 사용하기 위해 성능 및 특성 실험을 행하였다. 성능 및 특성 실험에 사용된 메인 보드는 Intel사의 i845 보드를 사용하였고 메모리는 256 Mbyte의 메모리 모듈을 사용하였다. 표 1에 실험 조건을 보여준다.

특성 실험은 메인 보드에 메모리 모듈을 연결하고 메모리 모듈의 입, 출력 신호를 파형 분석기를 통해 측정된 신호(Original)를 기준으로 하고, 확장 카드를 메인 보드에 연결하고 메모리 모듈을 확장 카드에 연결해서 입, 출력 신호를 측정해 기준 신호와 비교 평가하였다. 파형 분석기를 통해 측정된 신호의 특성 차이가 없다면 확장 카드를 사용하여 메모리 모듈을 연결하여도 메인 보드에 직접 연결하여 사용할 때와 동일하게 동작한다고 할 수 있다. 측정은 클록, CS0 (Chip Select 0), RAS(Row Address Strobe), CAS (Column Address Strobe), WE(Write Enable), A0 (Address 0), DQ0 (Data Input Output 0)에 대해 했다. 이들을 파형분석기로 측정하여 기준 신호와 어떠한 특성 차이가 있는지 분석하였다. 신호 특성은 측정된 파형의 상승시간( $t_R$ ), 하강시간( $t_F$ ), Duty Time, 전압( $V_{max}$ ,  $V_{min}$ ), Setup Time ( $t_{ss}$ ), Hold Time( $t_{SH}$ )등을 통해 알 수 있다.

### 3.1. SDRAM 확장 카드 특성 실험

메모리 모듈을 제작된 SDRAM용 확장 카드와 메인

표 1. 성능 및 특성실험 조건

System	Intel i845-Sync Chipset
Condition	Room temp, Nominal Vcc
대상 메모리	M366S3253DTS-C7A (SDRAM 256MB) M368L3223DTL-CB0 (DDR SDRAM 256MB)
측정 방법	Memory Module내 I/O Pin에 측정
측정기기	파형 분석기 (BW 2GHz)

표 2. Clock pin 측정 결과

구분	$t_R$	$t_F$	+Duty	-Duty	$V_{max}$	$V_{min}$
Original	732ps	824ps	3.93ns	3.56ns	3.41v	-0.42v
확장카드	664ps	968ps	3.88ns	3.61ns	3.18v	0.10v

표 3. 입력 핀 측정 결과

구분		CS0	RAS	CAS	WE	A0	DQ0
Original	t <sub>SS</sub>	4.76ns	11.0ns	18.4ns	11.2ns	11.3ns	4.24ns
	t <sub>SH</sub>	2.84ns	3.44ns	3.76ns	3.76ns	3.68ns	3.12ns
	V <sub>max</sub>	3.42v	3.50v	3.58v	3.52v	3.48v	3.70v
	V <sub>min</sub>	-0.42v	-0.22v	0.20v	-0.12v	-0.10v	-0.74v
	t <sub>R</sub>	0.75ns	1.95ns	1.88ns	1.34ns	1.07ns	0.32ns
	t <sub>F</sub>	0.64ns	1.94ns	1.78ns	1.86ns	0.92ns	0.50ns
확장카드	t <sub>SS</sub>	4.80ns	11.3ns	18.8ns	11.4ns	11.6ns	4.00ns
	t <sub>SH</sub>	2.68ns	3.28ns	3.52ns	3.60ns	3.52ns	3.12ns
	V <sub>max</sub>	3.48v	3.50v	3.62v	3.48v	3.56v	3.66v
	V <sub>min</sub>	-0.34v	-0.22v	-0.14v	-0.12v	-0.16v	-0.60v
	t <sub>R</sub>	0.72ns	1.70ns	1.91ns	1.63ns	0.90ns	0.33ns
	t <sub>F</sub>	0.66ns	2.00ns	1.74ns	1.80ns	0.79ns	0.63ns

보드에 연결하여 파형을 측정 한 결과 표 2, 3과 같은 결과를 얻었다. 클럭 신호를 측정 한 결과 상승시간은 확장카드가 빨랐으며 하강시간은 길었다. 전압을 비교 하면 확장보드의 PCB 패턴 길이에 따른 임피던스 차이 때문에 최대 전압 0.23V, 최소 전압 0.52V의 차이를 가지고 있으나 메인 보드에서 메모리 모듈이 동작하는데

영향을 주지 않는 범위이다. 표 2에 파형분석기를 통해 측정된 신호를 분석한 것이며 그림 5, 6은 파형분석기를 통해 측정된 신호를 나타낸다.

그림 7과 8은 클럭 신호의 지터(Jitter)를 측정한 결과로 기준 신호의 지터는 20ps이며 확장 보드의 지터는 200ps로 10배의 차이를 보였으나 1ns 이하로 동작에 문제가 없다. 클럭 핀 외에 입, 출력 핀(CS0, RAS, CAS, WE, A0, DQ0)의 신호를 측정하여 비교 분석하였다. 비교 분석 결과는 표 3과 같고 그림 9에서 그림 20과 같이 Original과 확장카드의 입, 출력 핀을 측정하였다. 측정 결과 시간 특성은 확장 카드에 연결한 것이 0.5ns 이하의 차이가 있으며 전압 특성은 약 200mV 이하의 차이를 보였지만 메모리 모듈 동작 특성에는 영향을 주지 않는다.

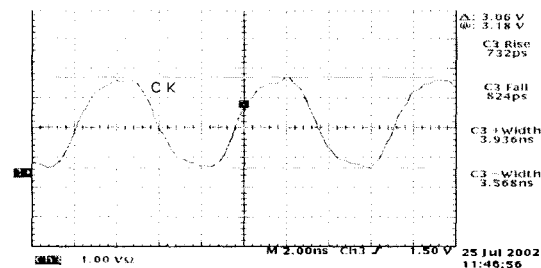


그림 5. Clock 측정 파형 (SDRAM Original)

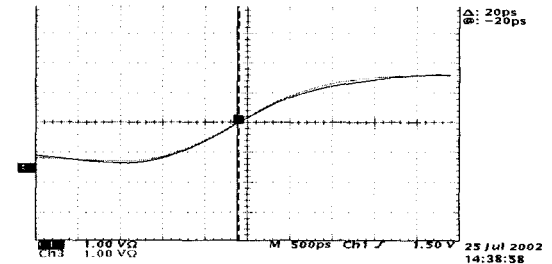


그림 7. Clock Jitter 측정 파형 (SDRAM Original)

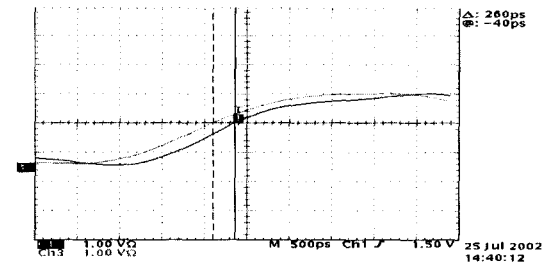


그림 8. Clock Jitter 측정 파형 (SDRAM 확장카드)

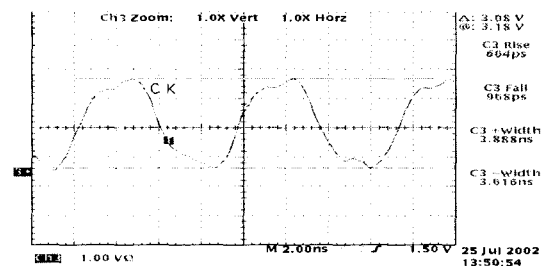


그림 6. Clock 측정 파형 (SDRAM 확장카드)

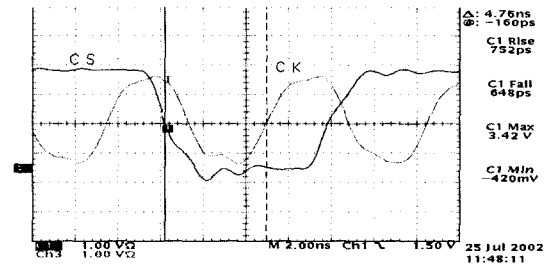


그림 9. CS 측정 파형 (SDRAM Original)

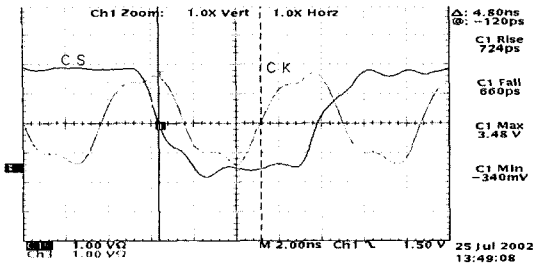


그림 10. CS 측정 파형 (SDRAM 확장카드)

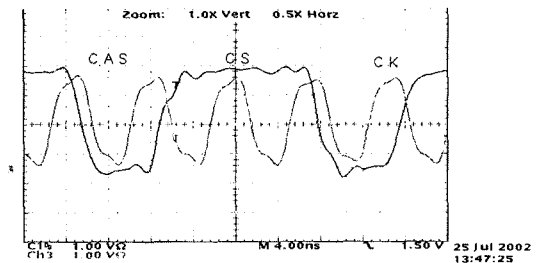


그림 14. CAS 측정 파형 (SDRAM 확장카드)

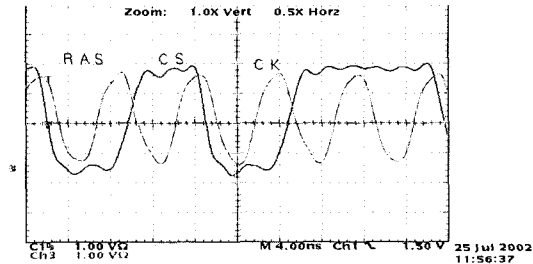


그림 11. RAS 측정 파형 (SDRAM Original)

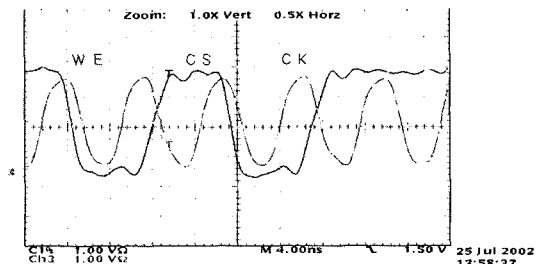


그림 15. WE 측정 파형 (SDRAM Original)

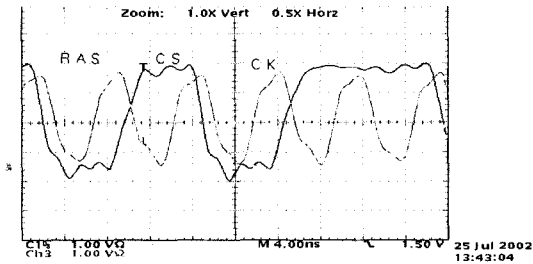


그림 12. RAS 측정 파형 (SDRAM 확장카드)

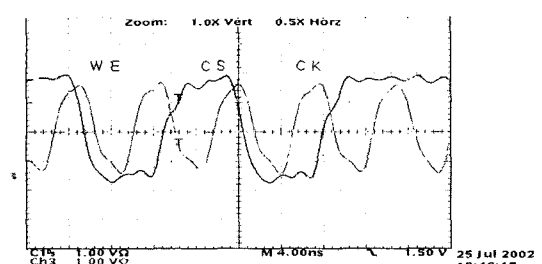


그림 16. WE 측정 파형 (SDRAM 확장카드)

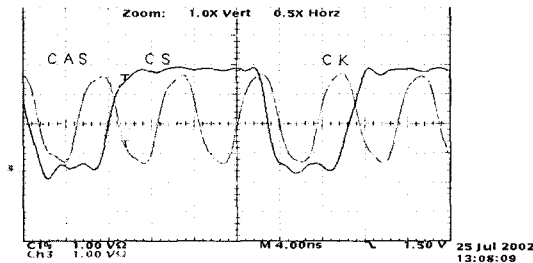


그림 13. CAS 측정 파형 (SDRAM Original)

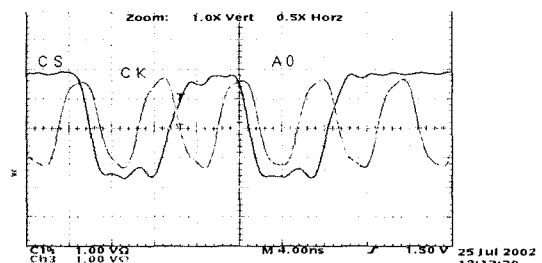


그림 17. A0 측정 파형 (SDRAM Original)

### 3.2. DDR SDRAM 확장 카드 특성 실험

제작된 DDR SDRAM용 확장 카드도 SDRAM용 확장 카드와 같은 방법으로 특성 비교 실험을 하였다. 확장 카드에 연결한 것과 메인 보드에 연결한 메모리 모듈의 클럭 신호를 측정하고 결과 표 4와 같이 분석하였고 그림 21, 22와 같은 측정 파형을 얻었다. 상승시간( $t_r$ )

표 4. Clock pin 측정 결과

구분	$t_r$	$t_f$	+Duty	-Duty	$V_{max}$	$V_{min}$
Original	732ps	824ps	3.93ns	3.56ns	3.41v	-0.42v
확장카드	664ps	968ps	3.88ns	3.61ns	3.18v	0.10v

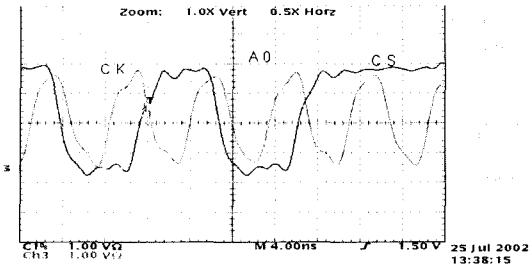


그림 18. A0 측정 파형 (SDRAM 확장카드)

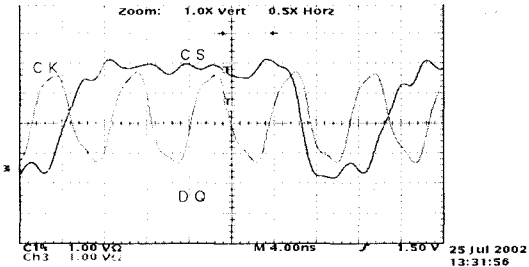


그림 19. DQ 측정 파형 (SDRAM Original)

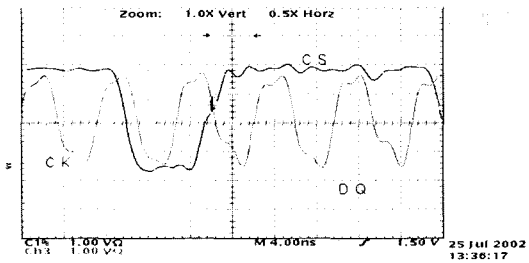


그림 20. DQ 측정 파형 (SDRAM 확장카드)

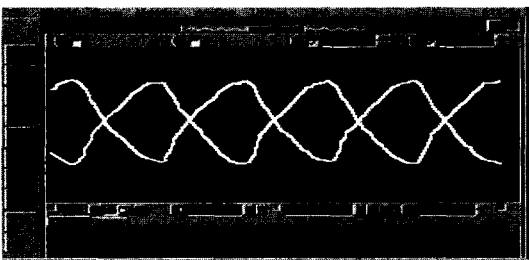


그림 21. Clock 측정 파형 (DDR SDRAM Original)

과 하강시간( $t_f$ )을 측정하여 분석한 결과 상승시간은 확장카드가 빨랐으며 하강시간은 길었다. 전압( $V_{max}$ ,  $V_{min}$ )을 비교하면 PCB 패턴상의 임피던스 차이 때문에 약 0.5V 차이가 발생한다.

클럭 신호의 지터를 측정한 결과 그림 23, 24과 같다. 측정 결과 지터 데이터 값에는 10ps의 차이는 보이지만 기준 전압에서는 안정적이며 1ns이하의 지터로 990ns의 신호 이득이 크기 때문에 동작에는 문제가 없다. 클

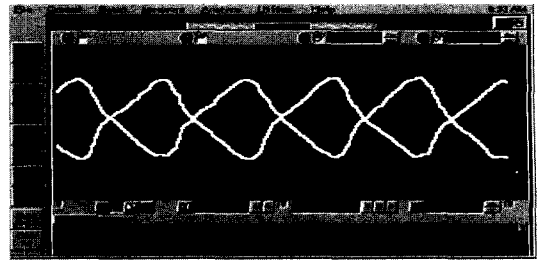


그림 22. Clock 측정 파형 (DDR SDRAM 확장카드)

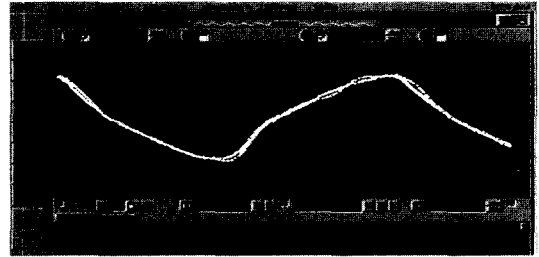


그림 23. Clock Jitter 측정 파형 (DDR SDRAM Original)

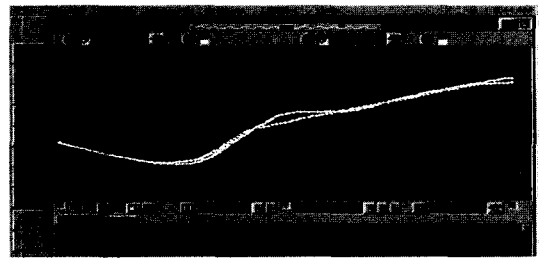


그림 24. Clock Jitter 측정 파형 (DDR SDRAM 확장카드)

표 5. 입력 핀 측정 결과

구분		CS0	RAS	CAS	WE	A0	DQ0
Original	$t_{SS}$	2.51ns	10.0ns	17.7ns	10.0ns	10.7ns	2.07ns
	$t_{SH}$	3.84ns	3.44ns	3.56ns	3.56ns	3.64ns	1.85ns
	$V_{max}$	2.25v	1.98v	1.99v	2.08v	2.23v	1.99v
	$V_{min}$	0.25v	0.68v	0.59v	0.62v	0.56v	0.76v
	$t_R$	0.98ns	1.00ns	1.03ns	0.98ns	0.89ns	0.05ns
	$t_F$	0.96ns	1.06ns	1.00ns	0.99ns	1.05ns	0.04ns
확장카드	$t_{SS}$	2.44ns	9.45ns	17.7ns	9.73ns	10.4ns	2.07ns
	$t_{SH}$	3.95ns	3.78ns	3.77ns	3.80ns	3.72ns	1.79ns
	$V_{max}$	2.11v	2.03v	1.99v	2.06v	2.07v	1.95v
	$V_{min}$	0.22v	0.33v	0.59v	0.69v	0.55v	0.57v
	$t_R$	0.99ns	1.05ns	1.05ns	1.01ns	1.07ns	0.03ns
	$t_F$	1.00ns	1.05ns	1.10ns	1.05ns	1.03ns	0.04ns

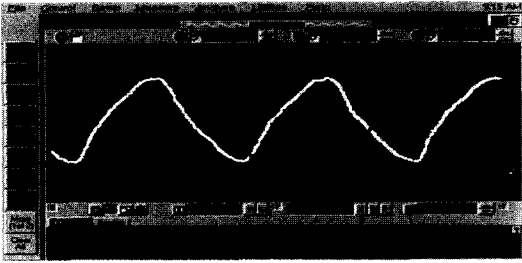


그림 25. CS 파형 측정 (DDR SDRAM Original)

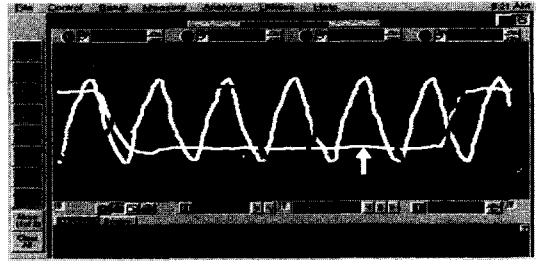


그림 29. CAS 파형 측정 (DDR SDRAM Original)

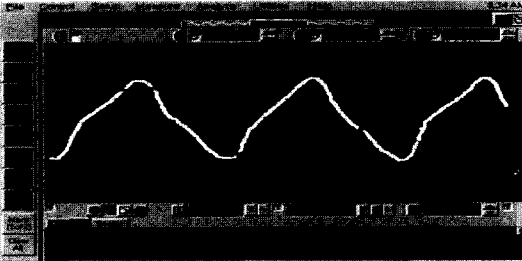


그림 26. CS 파형 측정 (DDR SDRAM 확장카드)

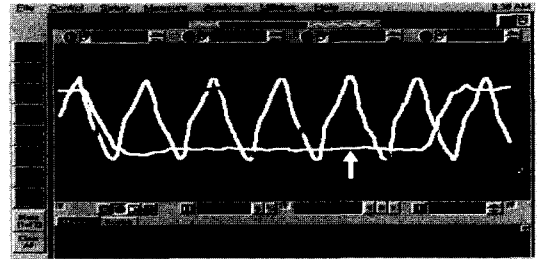


그림 30. CAS 파형 측정 (DDR SDRAM 확장카드)

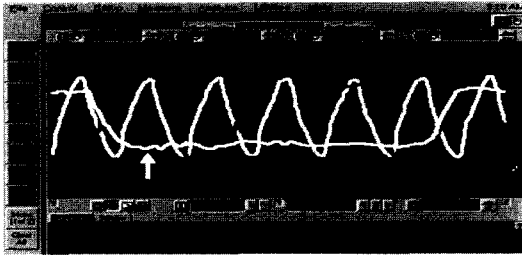


그림 27. RAS 파형 측정 (DDR SDRAM Original)

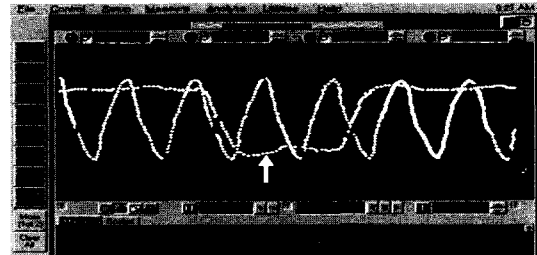


그림 31. WE 파형 측정 (DDR SDRAM Original)

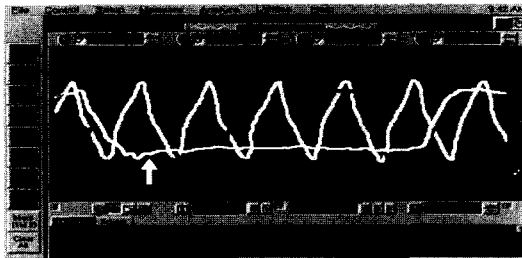


그림 28. RAS 파형 측정 (DDR SDRAM 확장카드)

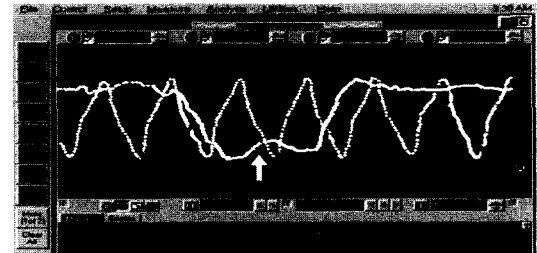


그림 32. WE 파형 측정 (DDR SDRAM 확장카드)

록 핀 외에 6개의 입, 출력 핀(CS0, RAS, CAS, WE, A0, DQ0)에 대해서도 신호를 측정하여 비교하였다. 비교 측정 결과는 표 5와 같고 그림 25에서 그림 36과 같이 각각의 입, 출력 핀을 측정하였다. 측정 결과 시간 특성은 0.5ns 이하의 차이가 있으며 전압 특성은 100 mV 이하의 차이를 보였지만 메모리 모듈 동작 특성에는 영향을 주지 않는다.

제작된 확장 카드와 메인 보드 직접 연결 방법의 특성 실험 결과 확장 카드에 추가되는 PCB 패턴의 길이로 인하여 메인 보드 직접 연결 방법에 비해 일정 시간의 지연이 발생하였으나 불량률의 발생이나 오동작은 발생하지 않았다. 또한 DQ Read Time( $T_{sac}$ )에서 약 500ps 정도 이득 손실이 있으나 DQ Setup Time이 2.07ns이고 Setup Hold time은 1.79ns로 메모리 동작

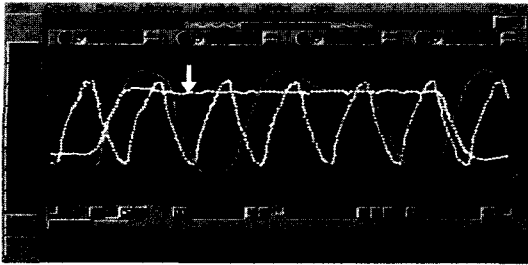


그림 33. A0 파형 측정 (DDR SDRAM Original)

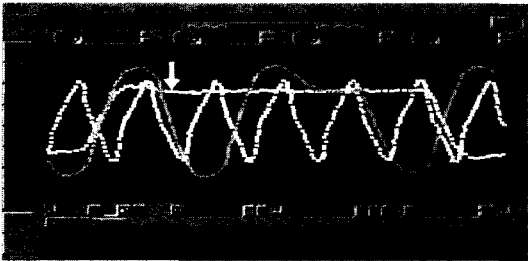


그림 34. A0 파형 측정 (DDR SDRAM 확장카드)

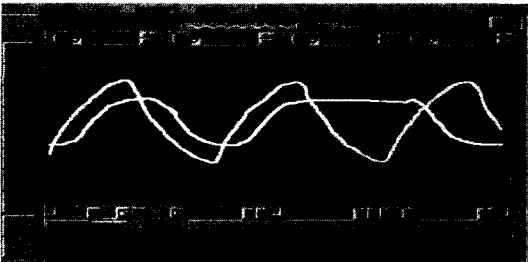


그림 35. DQ 파형 측정 (DDR SDRAM Original)

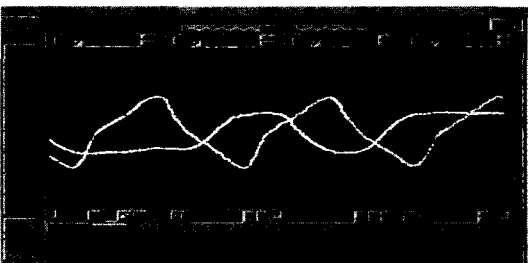


그림 36. A0 파형 측정 (DDR SDRAM 확장카드)

시 요구되는 최소시간 Setup Time 2ns와 Setup Hold Time 1ns를 넘어 시간적으로 충분한 이득여유가 있으므로 무난히 동작하였다.

### 3.3. 호환성 실험

제작된 SDRAM 및 DDR SDRAM용 확장 카드를

표 6. SDRAM 확장카드 호환성 실험

대상 메모리	GX	i845	P4266	NAPA	MPX
M390S1723DT1-C7AD (128MB)	Pass	-	Pass	-	-
M374S1723DTS-C7A0 (128MB)	Pass	Pass	Pass	-	-
M366S1654DTS-C7A (128MB)	Pass	Pass	Pass	-	-
M366S3323DTS-C7A (256MB)	Pass	Pass	Pass	-	-
M390S6450T1-C7A (512MB)	Pass	-	Pass	Pass	Pass

표 7. DDR SDRAM 확장카드 호환성 실험

대상 메모리	G-byte	MPX	i845D	P4266	Sis5
M383L6420DTS-CB0 (512MB)	Pass	Pass	-	-	-
M368L3223DTL-CB0 (256MB)	-	-	Pass	Pass	Pass
M368L3313DTL-CB0 (256MB)	-	-	Pass	Pass	Pass

테스트 메인 보드인 인텔 i845 외에 타사 메인 보드에 연결하고 실험하였다. 두 확장 카드 실험결과 정상적인 동작을 하였고 실장 검사에 사용하여도 오동작을 하는 문제는 발생하지 않았다.

SDRAM용 확장 카드의 호환성 실험은 5종류의 메인 보드에 양산중인 메모리 모듈을 사용하여 실장검사를 하였다. 실장 검사결과 양산되고 있는 메모리 모듈은 정상적으로 동작하였고 표 6에 결과를 나타내었다.

DDR SDRAM용 확장 카드의 호환성 실험은 5종류의 메인 보드를 대상으로 실장 검사를 하였다. 실장 검사 결과 표 7과 같다.

### 3.4. 제조공정 적용 실험

양산되고 있는 메모리 공정에 적용하여 확장 카드를 실험하였다. SDRAM과 DDR SDRAM을 제조 공정에서 random하게 제품의 표본 sample을 추출하여 동작 실험을 실시하였다.

표 8. SDRAM 확장 카드 제조공정 적용 결과

대상 메모리	Board	표본수량	오류
M374S1723DTS-C7A0 (128MB)	i845	108	0/108

표 9. DDRSDRAM 확장 카드 제조공정 적용 결과

대상 메모리	Board	표본수량	오류
M374S1723DTS-C7A0(128MB)	i845D	243	0/243

표 10. 경비 절감 효과

구분	Socket 파손 빈도 (Daily 15 / 100 대)
수리비	Socket (45,000원/개) 메인보드 당 Socket 수 2개 45,000*30개*365일=49,275,000원(연간 수리비)
잉여 설비	잉여 설비 파손 빈도 이상 운영 Set 당 비용 15만원 30대 * 15만원 = 450만원
인력	수리전담인력 1명 (2000만원 / 연간)
작업성	개선 후 잉여설비 만큼 효과 증대 잉여 설비 30대분 = 450만원
절감 효과	수리비 + 잉여설비비 + 인력비용 + 작업성 4900만원+450만원+2000만원+450만원 = 7,800만원의 경비 절감.

SDRAM용 확장 카드를 Intel사의 i845 보드에 연결하여 제조 공정에서 생산되는 메모리 모듈 108개를 무작위로 추출하여 실험을 한 결과 표 8과 같이 정상적으로 동작하였다.

DDR SDRAM용 확장 카드를 Intel사의 i845 보드에 연결하여 제조 공정에서 생산되는 메모리 모듈 243개를 무작위로 추출하여 실험을 한 결과 표 9와 같이 정상적으로 동작하였다.

### 3.5. 실험결과 및 고찰

신호 특성 실험 결과 약간의 지연이 발생하였으나 이는 확장 카드의 PCB 패턴길이 증가로 임피던스가 변하여 발생하는 문제여서 동작 특성에 아무런 영향을 주지 않는다. 또한 호환성 실험 결과 이상 없이 동작하였고 제조 공정에 적용하여 실험한 결과 불량 발생이 없었으며 실장 검사 시에 발생되었던 메인 보드의 메모리 연결부 파손의 문제는 발생하지 않았다. 또한 실장 검사 시 사용하는 메인보드를 100대라고 할 때 메모리 연

결부 파손은 하루 15% 정도 수준이다. 따라서 잉여설비를 15% 이상 확보해야 한다. 또한 수리를 위해 전담 인원이 필요하고 수리를 위해 많은 비용이 지출되어야 한다.

확장 카드의 개발은 메인 보드 메모리 연결부의 파손으로 발생하는 손실을 막을 수 있고 연간 7,800만원의 경비 절감을 가져올 수 있다. 표 10은 확장 카드의 개발로 절감되는 경비에 대해 나타냈다.

## 4. 결 론

본 논문에서는 개발한 확장 카드(Socket Jig)를 이용하여 특성 실험과 호환성 및 제조공정상에서 실험을 하였다. 실험 결과 오동작 없이 정상적으로 동작하였으며 메인 보드에 메모리를 직접 연결 방법과 동작 특성 차이가 없이 정상적으로 동작하여 실장 검사 공정에 사용하여도 문제가 없다는 결론을 얻었다. 단지 추가되는 확장 카드의 PCB 패턴의 길이 문제로 시간적인 지연을 가지고 있다.

개발된 확장 카드는 개선 전에 나타났던 문제점인 메모리 연결부의 파손으로 인하여 발생하는 고장 수리비용의 절감과 잉여설비의 capacity를 가지고 가는 문제점의 해소, 그리고 공정상에서 메모리 연결부가 높아져 메모리 모듈을 빼고 꽂는 작업이 수월해졌으며 연간 7,800만원의 경비 절감을 할 수 있다.

## 참고문헌

- [1] E. C. Bell & R. W. Whitehead, "Basic Electrical and Electronic Engineering" 4th Edition, Black Well Scientific Publications, 1993.
- [2] B. C., "RF Microwave Connector Design for Low Inter Modulation Generation", Interconnection Technology, July, 1993.
- [3] W. G. Curry, "Measuring Low Contact Resistance Values", Connection Technology, June, 1987
- [4] K. E. Pithney, "New Contact Manual : Electrical Contacts for Low-Energy Users", The J. M. Ney Company, 1973