

과전력 시험을 통한 LNA 고장개선 사례

일자 : 2006. 05. 18.(목)
장소 : 산업기술시험원
발표자 : 황순미, 이관훈, 김철희, 송병석

발표순서

1. 과제 소개
2. 사업 내용
3. 시험 샘플 소개
4. ESD시험을 통한 고장개선
5. 과전력시험을 통한 고장개선
6. 사업 효과
7. 종합

과제 소개(I)

사업명	LNA의 신뢰성보증 및 향상을 위한 시험지원
주관기관	RFHIC(주), 책임자 : 한병근 차장
위탁기관	전자부품연구원, 책임자 : 이관훈 수석
사업기간	2004.06.01.~ 2005.05.31.(12개월)
사업비	정부 : 64940천원, 민간현금 : 12988천원, 현물 : 8660천원

3/37

KEIT Reliability & Failure Analysis Center

과제 소개(II)

적용제품	가치국 및 중계기용 LNA
사업의 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제품의 경제적, 기술적인면 - 수요가 많은 반면 신뢰성이 낮아 수입의존도가 높음 ○ 기업내 신뢰성문제 - 기업내 보유된 신뢰성 시험장비 및 관련 기술인력 Knowhow 부족함 ○ 최근 국내외 동향 <ul style="list-style-type: none"> - 최근 국내외 대기업 납품과, 수출상당시 제품에 대한 신뢰성 확보가 주요한 문제가 되고 있음.
사업범위	<ul style="list-style-type: none"> ○ 생산제품 특성 확인을 위한 시험지원 <ul style="list-style-type: none"> - 전자파내성에 의한 IC 파손 시험(Surge, ESD) 및 기타 시험지원(진동, 성능측정, ...) ○ 납품 및 신뢰성보증을 위한 평가시험 및 고장원인 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 신뢰성보증 평가 기준 개발 - 고장원인분석(광학검사, 바파과검사, 파괴검사) - 고장률시험 - 제품설계에 반영(Feedback)
기술현황	<ul style="list-style-type: none"> ○ GaAs 반도체를 이용한 LNA IC의 제조기술 ○ 세라믹PCB를 사용한 PCB상의 회로 구조 및 임/출력 Matching 회로 설계기술 및 Knowhow
기술적 파급효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 신뢰성시험으로 부품의 성능 및 수명개선이 가능할 것임 ○ 국내외 납품시 인증데이터로 활용 가능할 것임 ○ 구축된 기술을 기반으로 유사제품의 신뢰성시험에 대한 광범위한 응용이 가능할 것임

4/37

KEIT Reliability & Failure Analysis Center

사업내용

사업 목표	계획	성과
생산제품 특성 확인을 위한 시험		
전자파내성(ESD, Surge) 시험	2건	5건
내환경시험	1건	진동시험 1건
기타 시험		유해물질분석 1건 열방출량측정 4건 성능측정 5건
납품 및 신뢰성보증을 위한 평가시험 및 고장 분석		
신뢰성보증 평가 기준 개발	1건	1건
고장률 시험	1건	1건
고장원인분석(광학검사, 비파괴검사...)	2건	100샘플 3건
제품설계에 반영	1건	1건

8/37

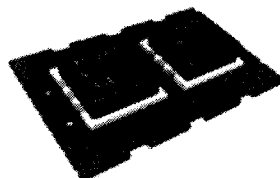
KEIT Reliability & Failure Analysis Center

시험 샘플 소개(I)

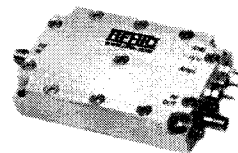
- LNA(Low Noise Amplifier)는 기지국 및 중계기에 다채널 신호와 W-CDMA의 신호가 입력될 때 이를 낮은 잡음 지수와 높은 직선성을 갖고 증폭해주는 기능을 함.
- 세라믹 기판에 모든 매칭 회로를 Chip On Hybrid로 구현한 제품임.
- 내부에 매칭회로가 구성되어 있어서 별도의 매칭 회로를 꾸미지 않고 적용 가능함.
- 제품을 하이브리드화하여 혼합모듈을 제작하는 방법으로 부품의 단가를 낮출 수 있음.
- 열적 안정성 및 신뢰성이 높으며, 표면 실장용(SMD type)임.
- Noise Figure 및 선형성이 우수하며, 5V의 단일전원을 사용(negative voltage 사용 無).
- 0.15 μ m의 P-HEMT Chip(GaAs P-HEMT) 개발, Ceramic 기판 개발, Chip On Board 기술 개발.



(a)



(b)



(c)

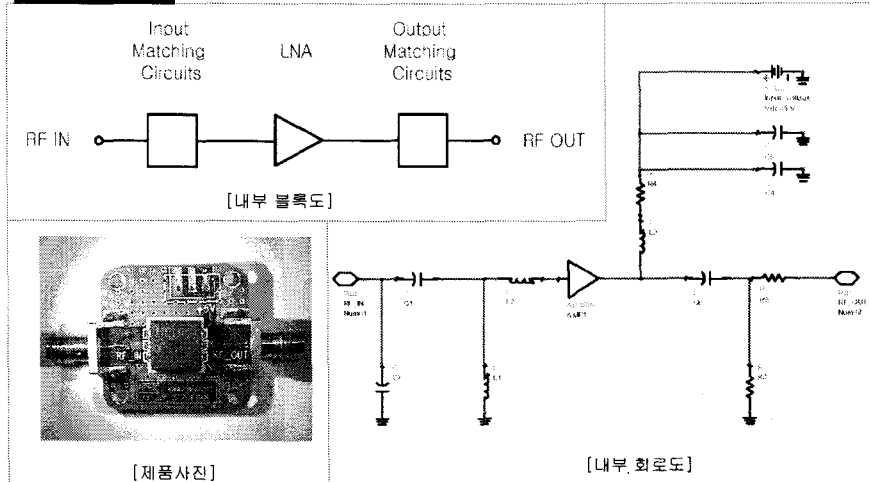
[LNA 샘플 (a)단품, (b)(c)모듈]

8/37

KEIT Reliability & Failure Analysis Center

시험 샘플 소개(II)

CL 0901

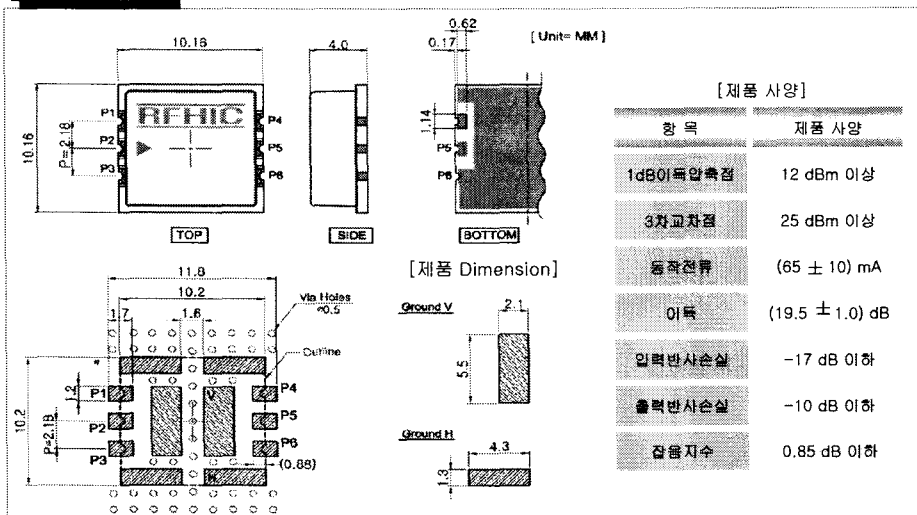


7/37

KEIT Reliability & Failure Analysis Center

시험 샘플 소개(III)

CL 0901



8/37

KEIT Reliability & Failure Analysis Center

ESD시험을 통한 고장개선



9/37

KEFI Reliability & Failure Analysis Center

ESD시험을 통한 고장개선-ESD에 의한 불량

□ 정전기 (Electro-Static Discharge:ESD) 란?

: 정전하의 방전현상

□ 전자부품에서의 ESD

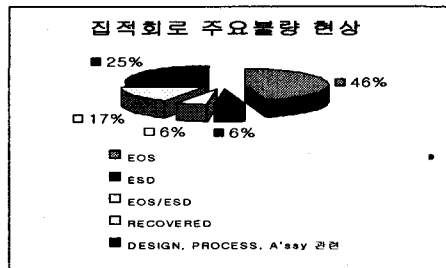
: ESD에 의해 전자부품 산화피막 손상, 품질저하 및 파손 원인

Cf) 반도체소자 내부의 정전기 피해 -a. 절연막파괴 (Dielectric Breakdown) b. 금속용해 (Metallization Melt)

: 초기 전자부품 - 소비전력↑ → 정전기 감해↓

현재 전자부품 - 고밀도 집적회로(IC:소비전력↑) → 정전기 감해↑↑

반도체 소자	손상 범위(V)
MOSFET	100~200
Junction FET	140~10,000
CMOS	250~2,000
Schottky Diode	300~2,500
TTL	380~7,000
Bipolar TR	380~7,000
SCR	580~1,000

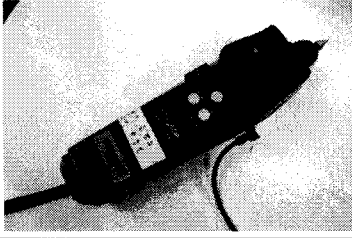


[참고 :T. Green, "A Review of EOS/ESD Field Failure in Military Equipment", Proc. 10th EOS/ESD symposium, 1998]

10/37

KEFI Reliability & Failure Analysis Center

ESD시험을 통한 고장개선-ESD시험

ESD 시험	
시험 조건	<ul style="list-style-type: none"> ◦ IEC61000-4-2(330 ohm, 150 pF) ◦ 방전방법 : Contact Discharge ◦ 방전간격 : 1초 이상 ◦ (±)500 V 부터 500 V단위로 증가, 각 3회
시험 장비	정전기시험기(Key-Tek , MZ-15/EC) <div style="text-align: right; margin-top: 10px;">  </div>

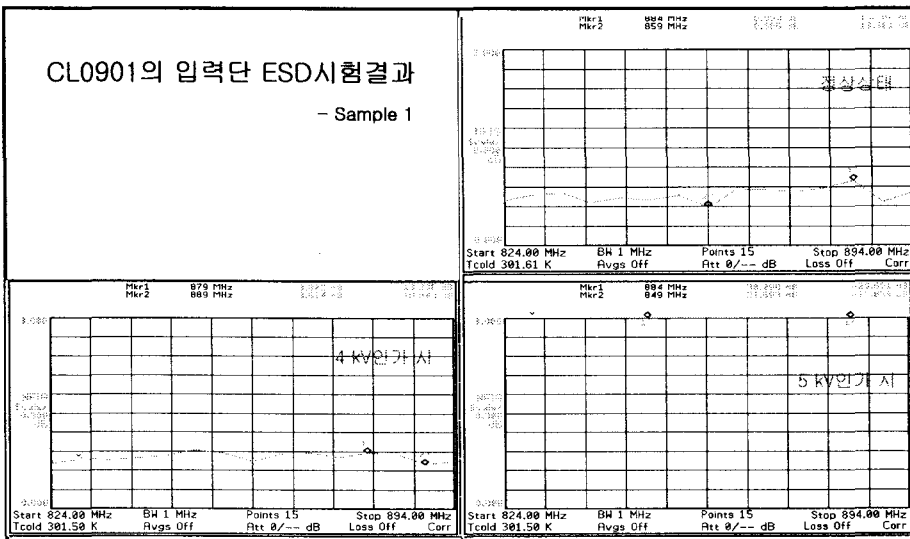
11/37

KE-IT Reliability & Failure Analysis Center

ESD시험을 통한 고장개선-시험결과

CL0901의 입력단 ESD시험결과

- Sample 1

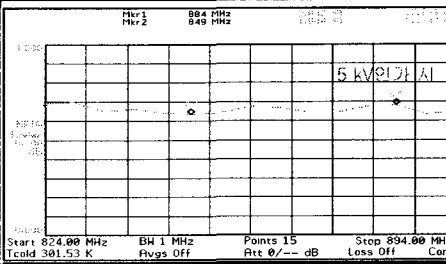
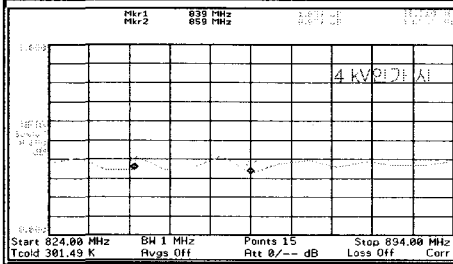
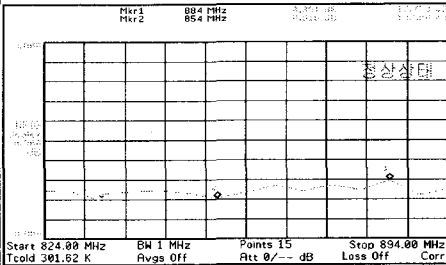


12/37

KE-IT Reliability & Failure Analysis Center

ESD시험을 통한 고장개선-시험결과

CL0901의 입력단 ESD시험결과
- Sample 2

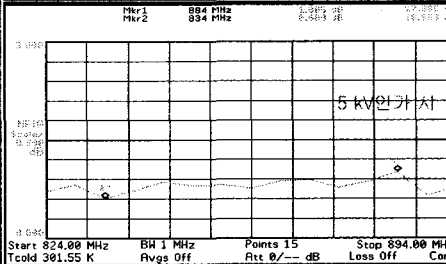
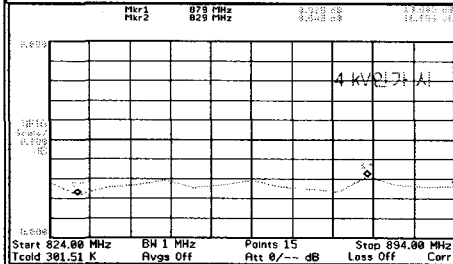
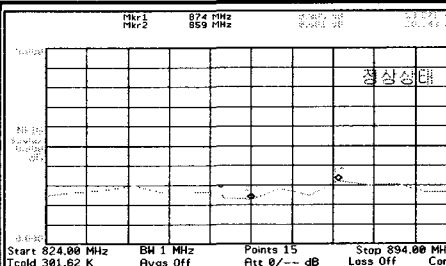


13/37

KEIT Reliability & Failure Analysis Center

ESD시험을 통한 고장개선-시험결과

CL0901의 입력단 ESD시험결과
- Sample 3



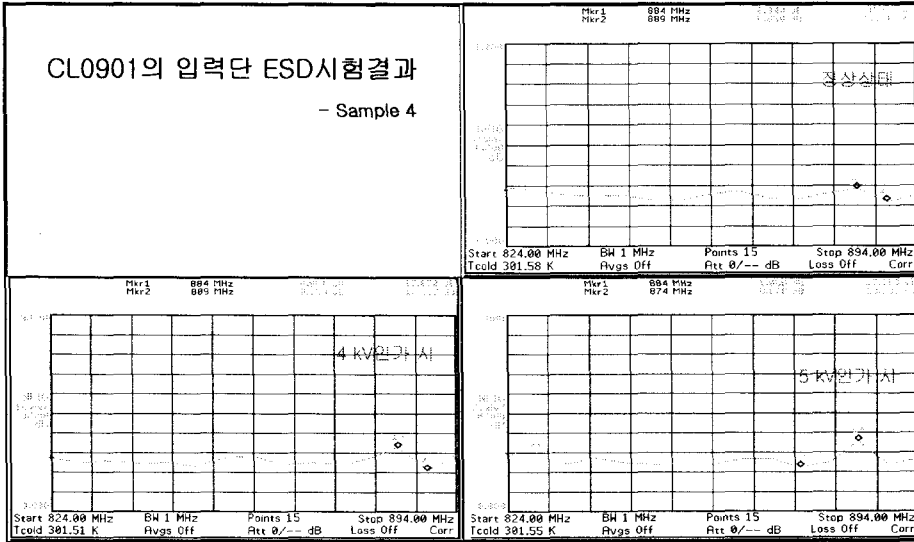
14/37

KEIT Reliability & Failure Analysis Center

ESD시험을 통한 고장개선-시험결과

CL0901의 입력단 ESD시험결과

- Sample 4



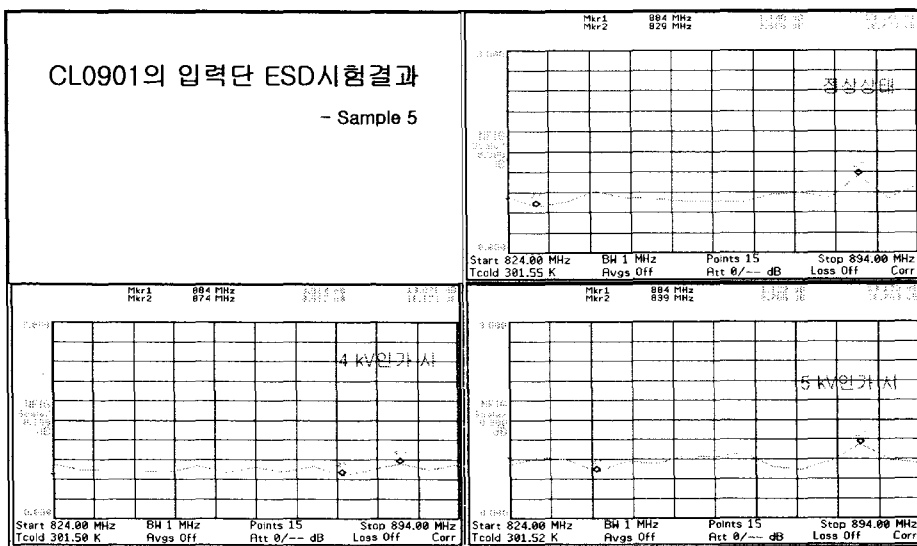
15/37

KETI Reliability & Failure Analysis Center

ESD시험을 통한 고장개선-시험결과

CL0901의 입력단 ESD시험결과

- Sample 5

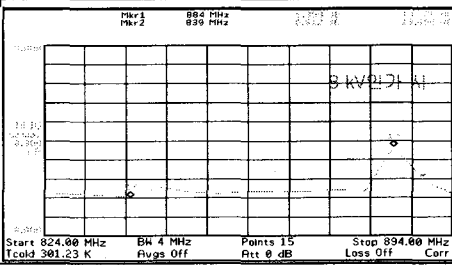
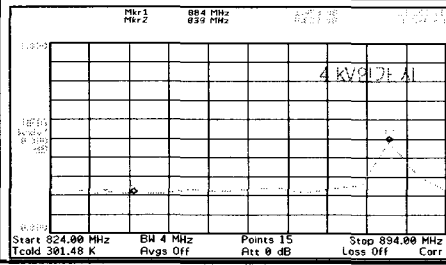
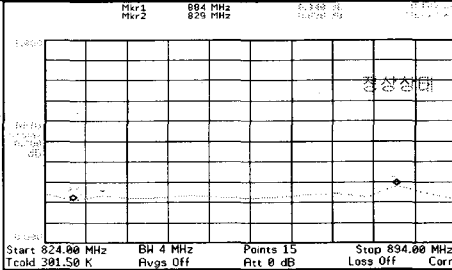


16/37

KETI Reliability & Failure Analysis Center

ESD시험을 통한 고장개선-시험결과

CL0901의 출력단 ESD시험결과
- Sample 1

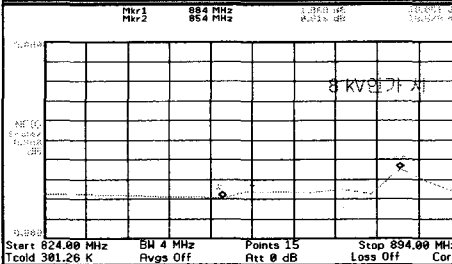
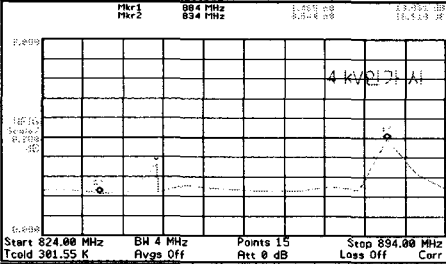
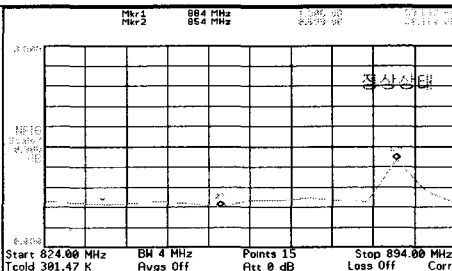


17/37

KE-11 Reliability & Failure Analysis Center

ESD시험을 통한 고장개선-시험결과

CL0901의 출력단 ESD시험결과
- Sample 2



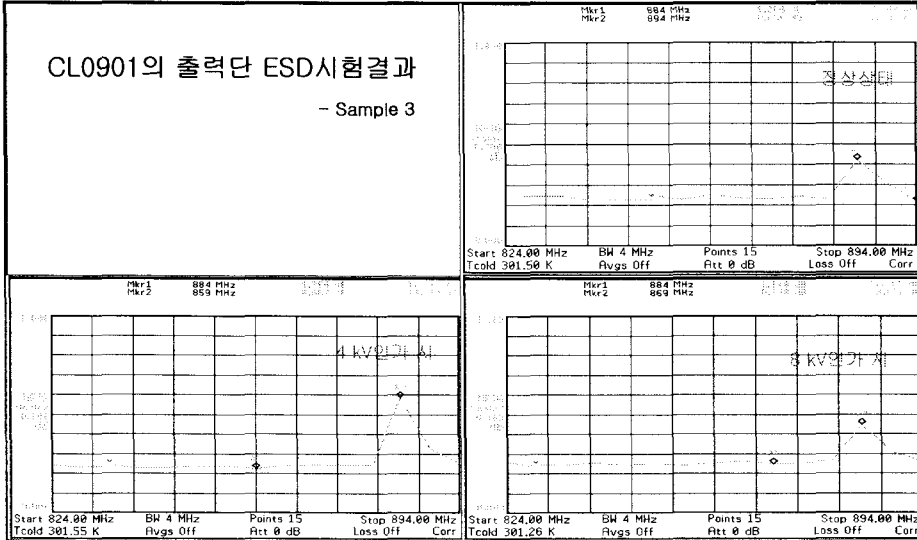
18/37

KE-11 Reliability & Failure Analysis Center

ESD시험을 통한 고장개선-시험결과

CL0901의 출력단 ESD시험결과

- Sample 3



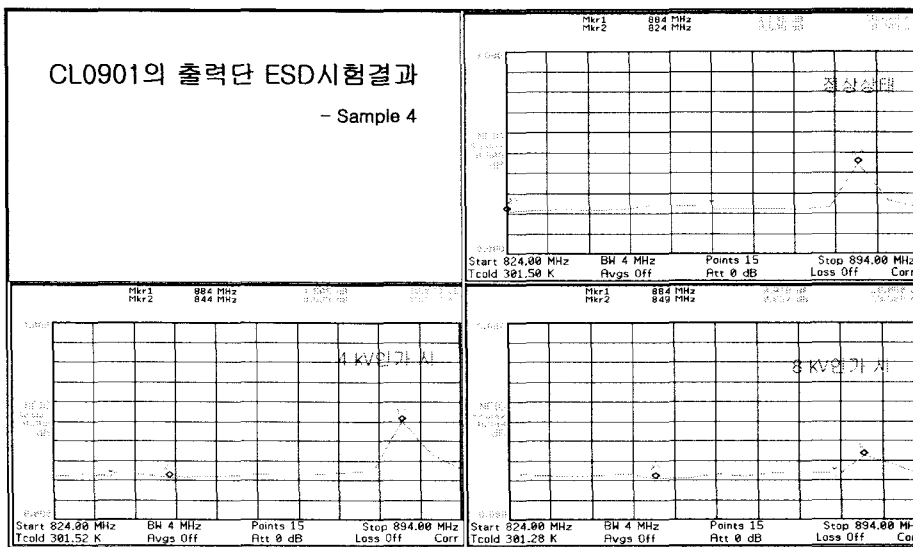
19/37

KETI Reliability & Failure Analysis Center

ESD시험을 통한 고장개선-시험결과

CL0901의 출력단 ESD시험결과

- Sample 4



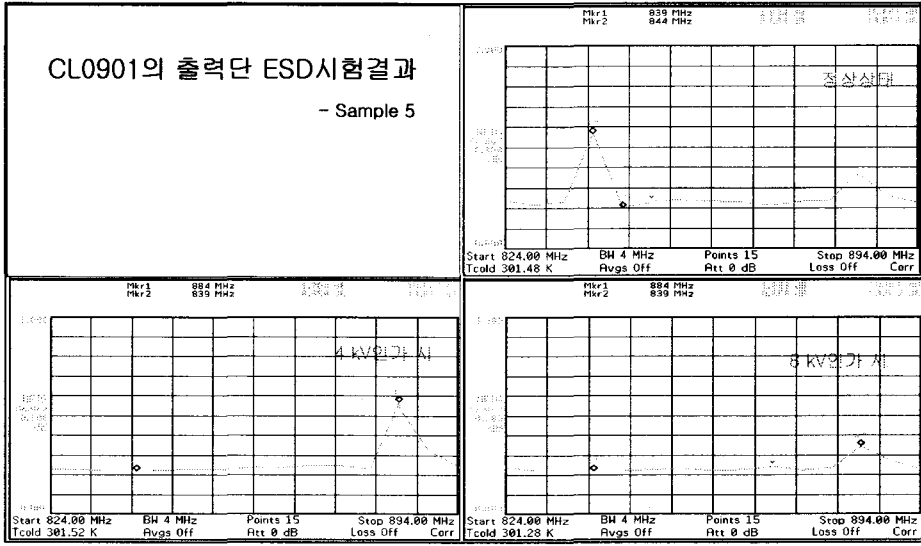
20/37

KETI Reliability & Failure Analysis Center

ESD시험을 통한 고장개선-시험결과

CL0901의 출력단 ESD시험결과

- Sample 5



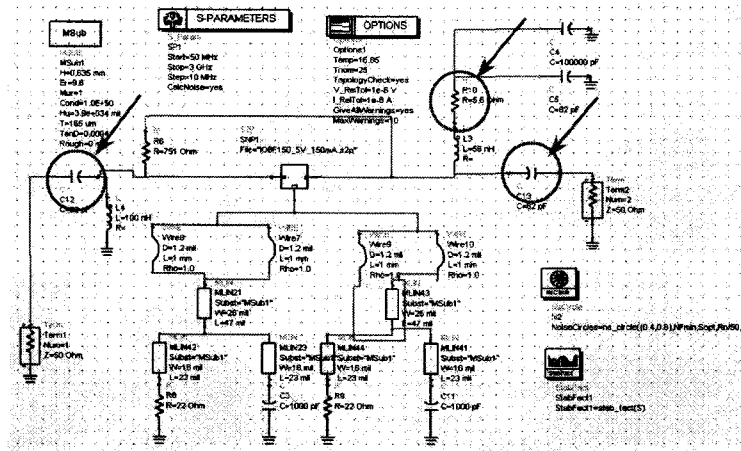
21/37

KE-11 Reliability & Failure Analysis Center

ESD시험을 통한 고장개선-개선사항

회로도 수정

- 입력/출력단 캐패시터 용량을 작게함
- 드레인단 저항 추가



22/37

KE-11 Reliability & Failure Analysis Center

과전력시험을 통한 고장개선

A사 납품한 중계기용 LNA모듈 중 CL0901 7개의 고장이 발생함

정밀한 성능측정 후 광학현미경과 ESEM을 사용해 고장분석을 실시함

고장분석결과 모든 샘플에서 단선과 Burning 현상이 발생했음

단선과 Burning의 유사한 고장현상을 보일 것이라 예상되는 과전력(Surge)시험을 실시했음

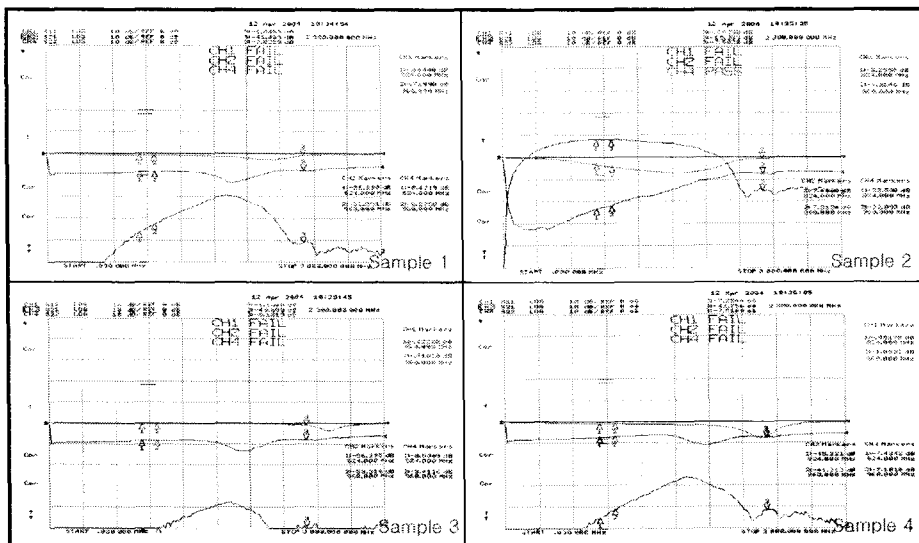
시험결과 LNA모듈 입/출력 포트의 과전력에 의해 단선과 Burning 현상이 발생함을 확인했음

회로개선과 water 변경으로 고장개선

23/37

KEITI Reliability & Failure Analysis Center

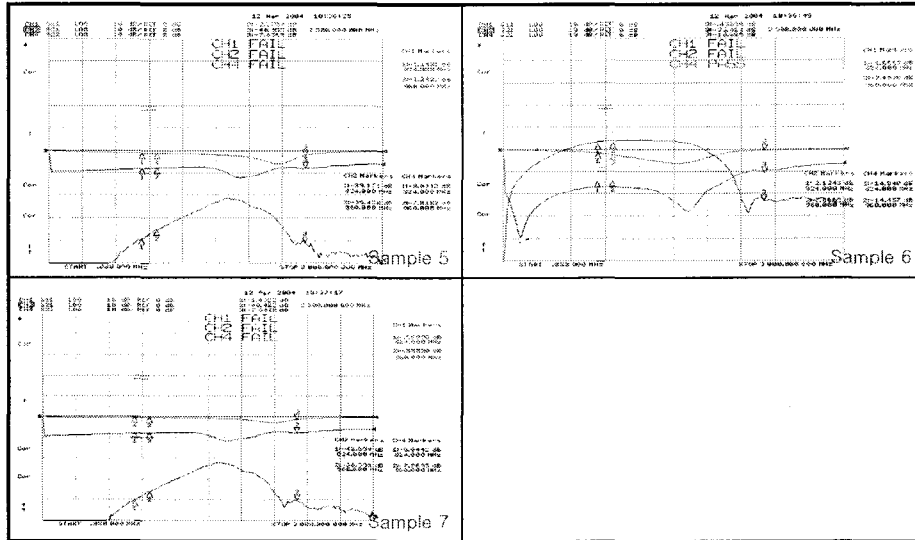
과전력시험을 통한 고장개선 - 성능측정결과



24/37

KEITI Reliability & Failure Analysis Center

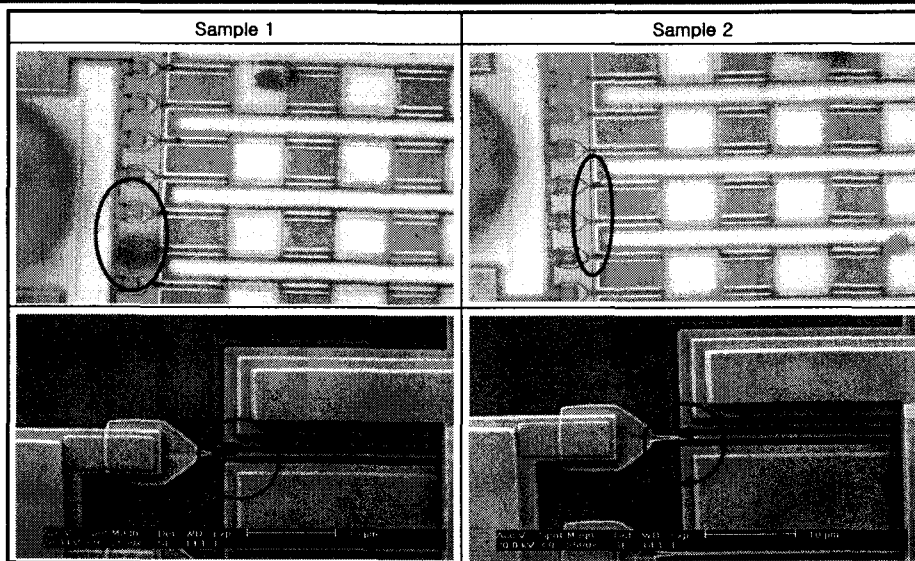
과전력시험을 통한 고장개선-성능측정결과



26/37

KEIT Reliability & Failure Analysis Center

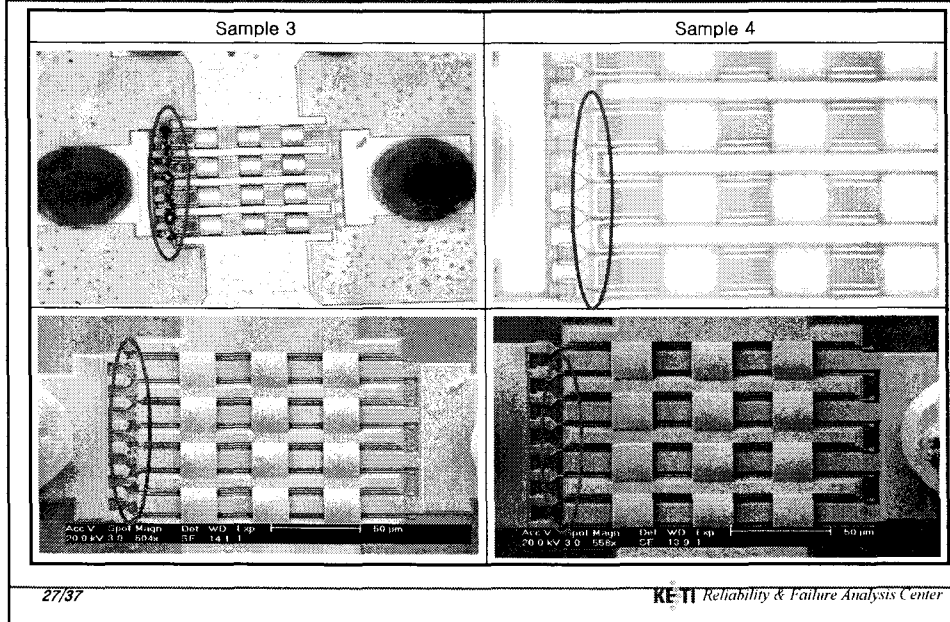
과전력시험을 통한 고장개선-고장분석결과



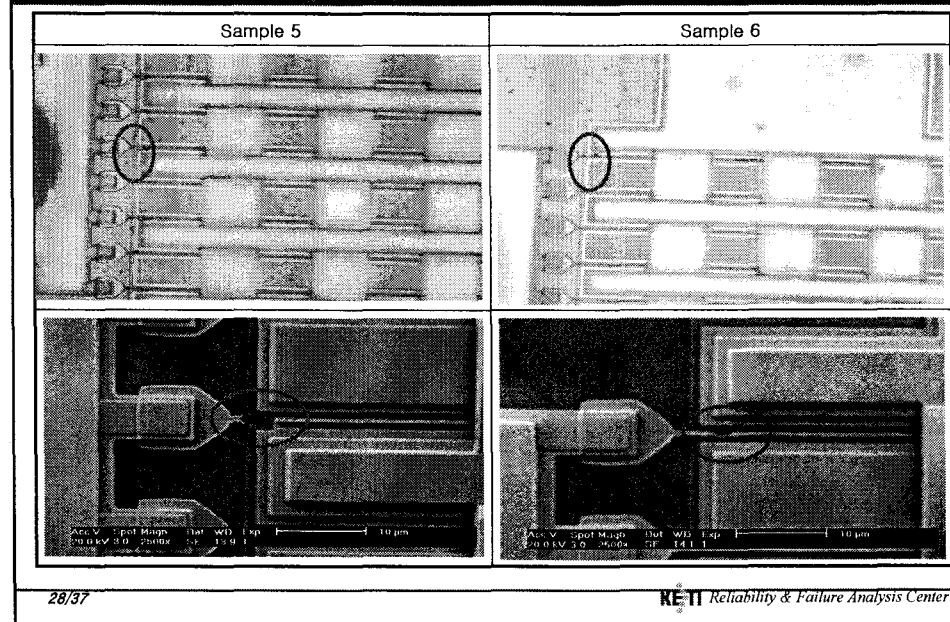
26/37

KEIT Reliability & Failure Analysis Center

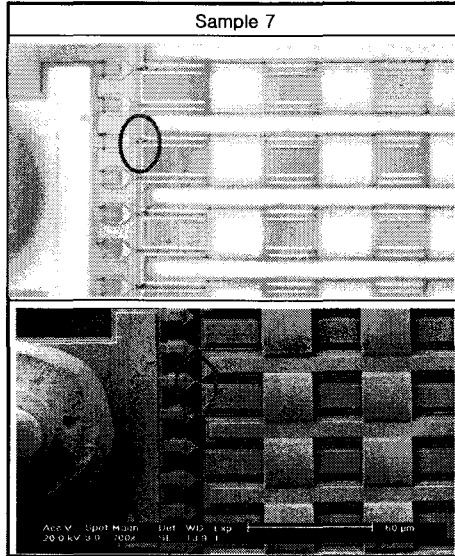
과전력시험을 통한 고장개선-고장분석결과



과전력시험을 통한 고장개선-고장분석결과



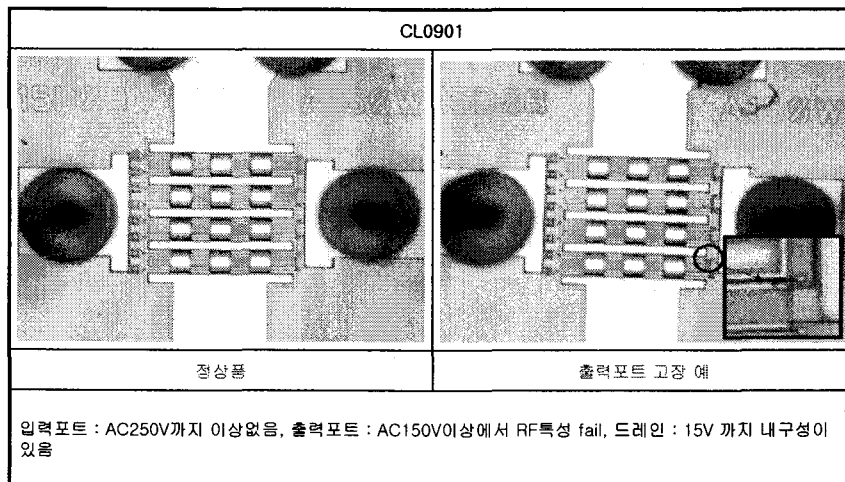
과전력시험을 통한 고장개선-고장분석결과



29/37

KEIT Reliability & Failure Analysis Center

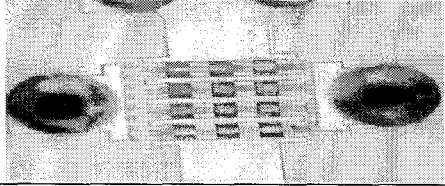
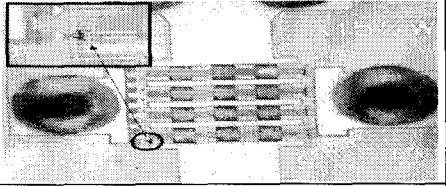
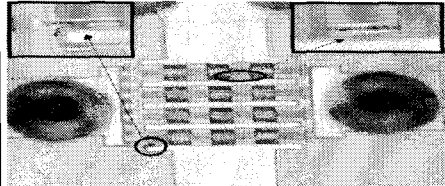
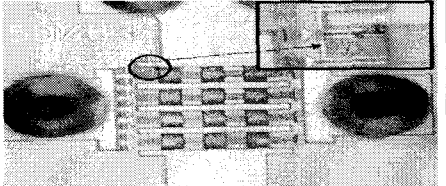
과전력시험을 통한 고장개선-과전력시험



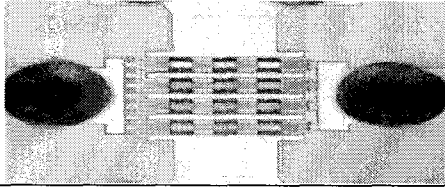
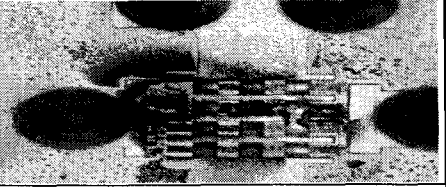
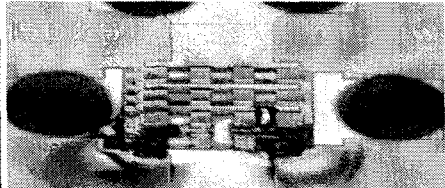
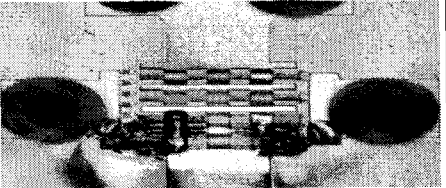
30/37

KEIT Reliability & Failure Analysis Center

과전력시험을 통한 고장개선 -과전력시험

CL1802	
	
정상품	입력포트 고장 예
	
출력포트 고장 예	드레인 전류 9.5V 인가시
<p>입력포트 : AC200V까지 이상없음, 출력포트 : AC250V이상에서 RF특성 fail, 드레인 : 9V 까지 내구성이 있음</p>	
31/37	KE-IT Reliability & Failure Analysis Center

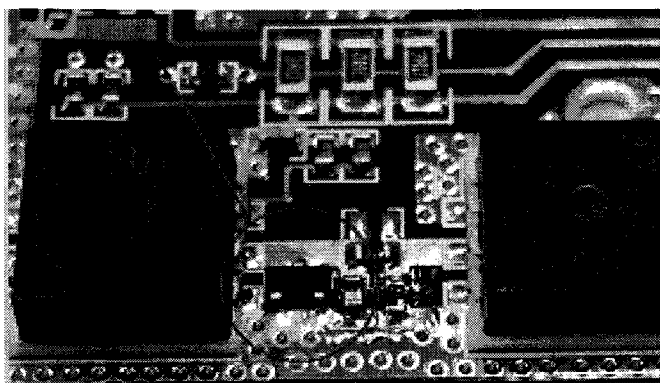
과전력시험을 통한 고장개선 -과전력시험

GB0108	
	
정상품	입력포트 고장 예
	
출력포트 고장 예	드레인 전류 9.5V 인가시
<p>입력포트 : AC70V까지 이상없음, 출력포트 : AC70V까지 이상없음, 드레인 : 9V 까지 내구성이 있음</p>	
32/37	KE-IT Reliability & Failure Analysis Center

과전력시험을 통한 고장개선-개선사항

과입력 보호 회로 추가

□ 과전력에 대한 보호용 다이오드(HS2850) 추가



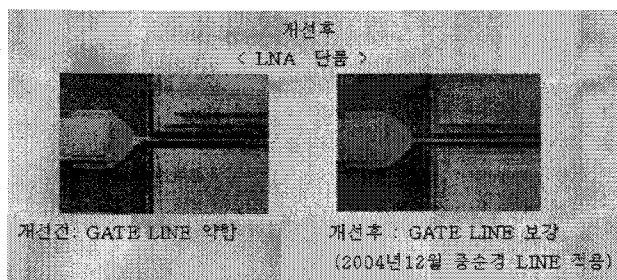
33/37

KE-11 Reliability & Failure Analysis Center

과전력시험을 통한 고장개선-개선사항

성능 검사 항목 추가

□ DC 시험 항목 중 Break Down Voltage 항목을 추가하여 Gate Width의 불규칙함에 의한 과전력피해를 사전 방지함



Wafer 변경

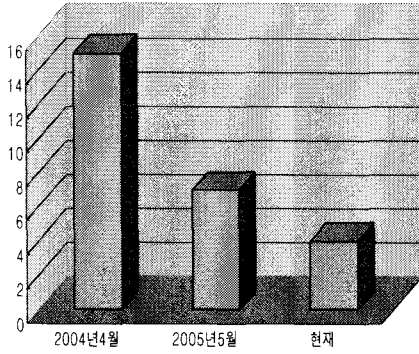
□ 서지나 정전기에 취약한 갈륨아세나이드 wafer에 대해 적정 수준의 과전압 내성을 요구했음

34/37

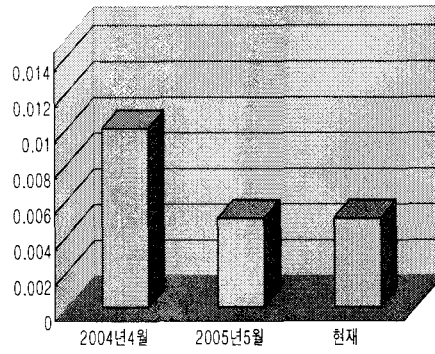
KE-11 Reliability & Failure Analysis Center

사업효과-불량을개선

공정불량률(%)



Field불량률(%)

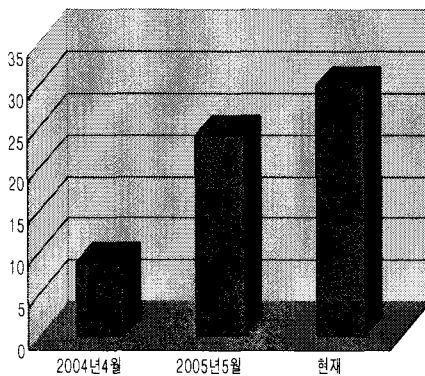


36/37

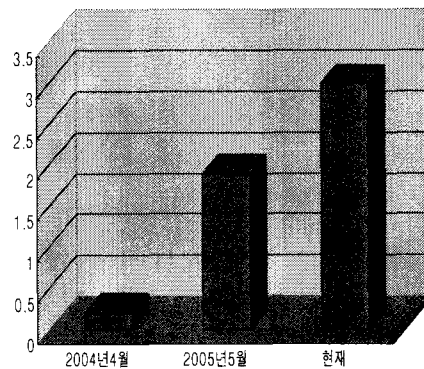
KE-TI Reliability & Failure Analysis Center

사업효과-매출증가

국내매출액(억)



국외수출액(억)



38/37

KE-TI Reliability & Failure Analysis Center

결 과

04년도 신뢰성향상지원사업으로 LNA의 신뢰성보증 및 향상을 위한 시험지원사업을 실시했음

전체적으로 사업 계획 대비 150 % 이상을 달성했음

ESD시험과 과입력 시험을 통해 LNA의 고장을 개선 하였음

사업 결과 공정불량률(15%에서 7%)과 Field불량률(0.01%에서 0.005%)을 개선했음

사업 결과 국내매출액(8.8억에서 24억)과 국외매출액(0.2억에서 1.9억) 증가를 이루었음