

mmW/ THz 주파수에서의 벡터 네트워크분석기 어플리케이션과 컴퍼넌트 특성 측정



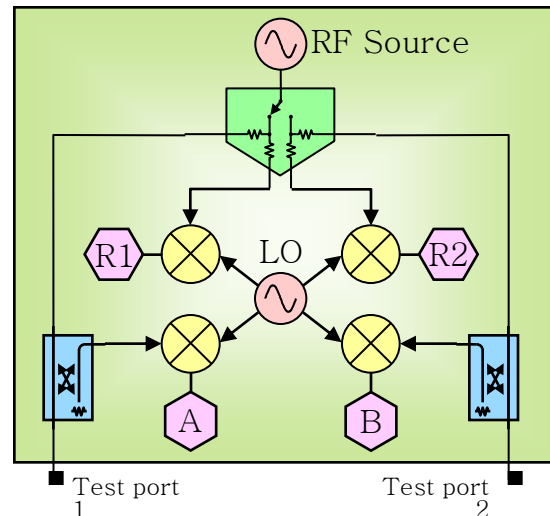
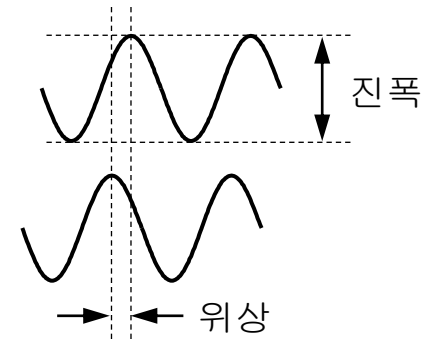
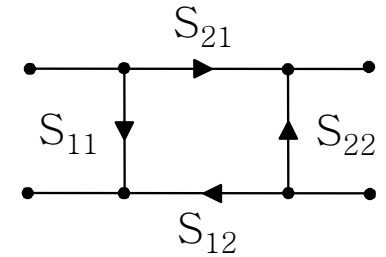
김종환
한국 애질런트테크놀로지스(주)
2013년 1월

- 벡터 네트워크분석기 어플리케이션 개요
 - 벡터 네트워크분석기란 무엇인가?
 - 벡터 네트워크분석기의 주요 응용분야
 - 새로운 융합응용 분야
 - 밀리미터파/테라헤르츠 응용분야
 - 도파관 환경에서의 측정
- 광대역 / 1.1THz까지 확장 가능한 Banded VNA 솔루션
 - 솔루션 개요,
 - 시장을 선도하는 성능:수신기 선형성, 파워 레벨링 등등
 - PNA/PNA-X 기반 솔루션이 제공하는 이점
 - 어플리케이션 Suite:광대역 차동 측정, 이득 압축 측정, 혼변조 스펙트럼 측정, 믹서/안테나/재료정수/펄스환경측정..
 - On-wafer 측정 솔루션
 - THz 영역으로 확장

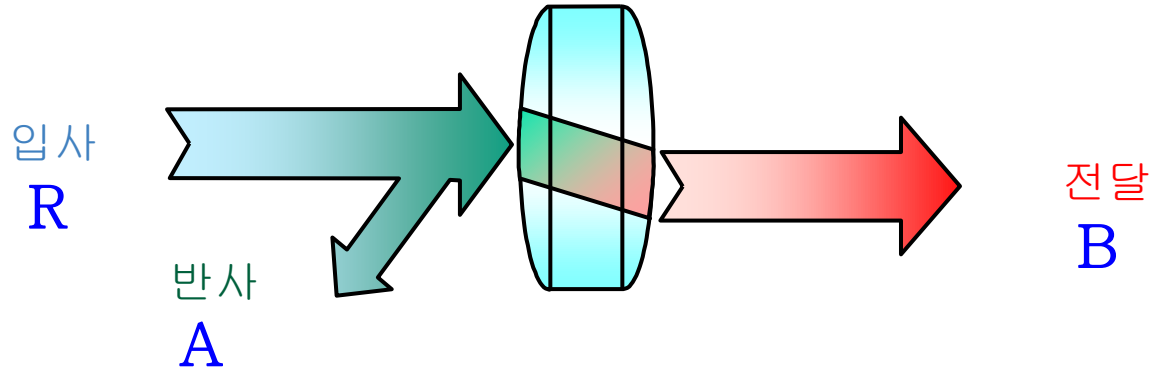
벡터네트워크분석기란?

벡터 네트워크분석기(VNA)...

- 자극/반응 테스트 시스템
- RF/마이크로파 컴퍼넌트의 순방향 과 역방향 반사/전달 반응 (S-파라미터) 특성화
- 선형 진폭과 위상값 정량화
- 매우 빠르게 스윙 측정
- 최고의 측정 정확도 제공

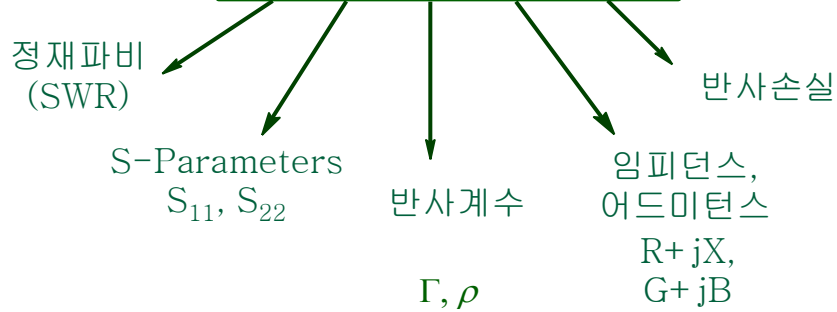


네트워크분석기: 측정개념



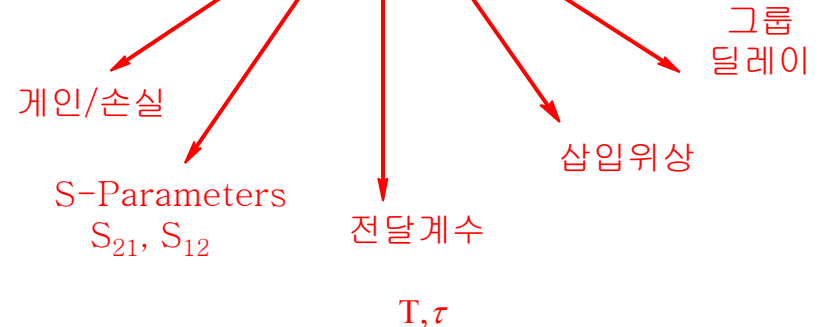
반사

$$\frac{\text{반사파}}{\text{입사파}} = \frac{A}{R}$$



전달

$$\frac{\text{반사파}}{\text{입사파}} = \frac{B}{R}$$



Agilent 's 벡터네트워크분석기



테스트 악세사리

Performance



PNA-X(N524XA), NVNA
업계를 선도하는 최고 성능 VNA
10 M to 13.5/26.5/43.5/50/67 GHz
Banded mm-wave to 2 THz



PNA(N522XA)
고성능 VNA
10 M to 13.5/26.5/43.5/50/ 67/110 GHz
Banded mm-wave to 2 THz



PNA-L(N523XA)
세계에서 가장 높은 가격대 성능 가치의 VNA
300 kHz to 8.5, 13.5, 20 GHz
10 MHz to 43.5, 50 GHz



**PNA-X
Receiver(N5364A)**
8530A 대체용



ENA(E5072A)
최고 성능의 ENA
30 kHz to 4.5, 8.5 GHz



ENA(E5071C)
세계에서 가장 많이 사용되는 경제적인 VNA
9 kHz to 4.5/6.5/8.5 GHz
300 kHz to 14/ 20 GHz



ENA-L(E5061B)
하나의 박스에 NA + ZA, 5 Hz to 3 GHz,
저비용 RF VNA, 100 k to 1.5/3.0 GHz

**ENA
시리즈**



**밀리미터파/THz VNA
시스템
2THz 까지**

**PNA
시리즈**



FieldFox
휴대용 RF 분석기
5 Hz to 4/6/9/14/18//26.5 GHz

PNA 어플리케이션

증폭기 측정

한번 연결:

이득 압축,
IMD, 잡음지수,
고조파,
true differential,
전력효율, hot S₂₂



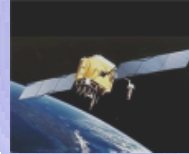
Load-pull 노이즈 파라미터



레이더 T/R 모듈 테스트



위성 탑재체 테스트



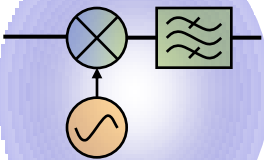
안테나 테스트



광부품 분석



믹서 테스트



스칼라/벡터 교정
절대 그룹 딜레이
내장 LO

고전력 디바이스 또는 부품 측정



2 THz & beyond
500 GHz PNA-X
110 GHz PNA-L
67 GHz PNA
50 GHz
43 GHz
26 GHz
13.5 GHz
6 GHz
300 kHz



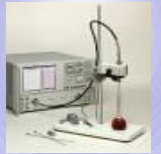
www.agilent.com/find/pna

밀리미터파

테라헤르츠 연구

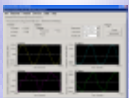


물질상수 측정



비선형 모델링

*X-파라미터 특성화
펄스 포락선 도메인 특성 추출



Metrology

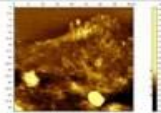
표준/
교정과 수리



신호 무결성



Atomic Force 스캐닝 마이크로스코프



*X-파라미터는 Agilent Technologies의 등록상표
입니다..

그 외 의학용/농업/보안/식품 분야
등등...

VNA의 새로운 측정분야

전기/전자 외 분야

- 마이크로파 센싱 **Physic:**

- 어떻게 마이크로파 측정을 재료과학 또는 생명공학에 적용하는 가

- 마이크로파를 이용해 무엇을 측정하고 볼 수 있나?

- 아주 작은 것들 (예: 세포, 바이러스)

- 물에 젖은 것들 (예: 종양, 제약 분말의 습기, 채굴 광석 수분, 식품)

- 변화하는 것들 (예: 화학 반응, 마이크로파 화학, 세포내 이온 확산)

- 마이크로파 센싱과 이미징 기술의 주요 어플리케이션 영역

- 의료진단과 치료(Medical Diagnosis and Therapy)

- 국토보안(Homeland Security)

- 프로세스 분석과 향상(Process Analytics & Enhancement)

- 나노 스케일 측정 및 이미징(Nano scale measurements and imaging)

어플리케이션 예

의료 진단과 치료(Medical Diagnosis and Therapy)

Medfield Diagnostics Brain Imaging System



Micrima (U of Bristol) Breast Imaging Prototype

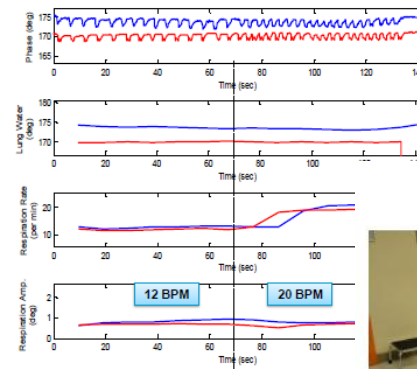


Microwave Stethoscope: A New Method for Measuring Human Vital Signs

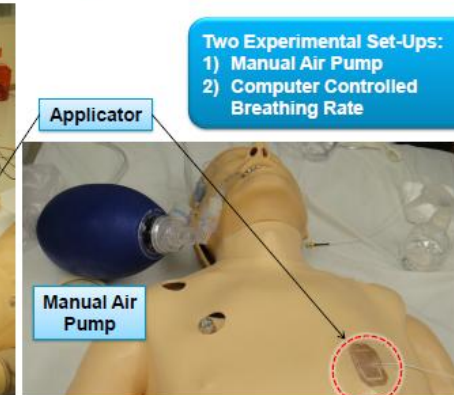
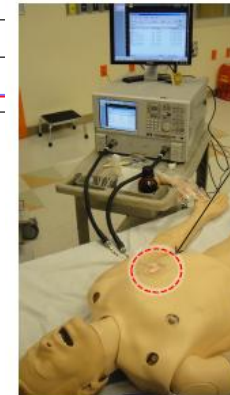
Ruthsenne Gagarin, Nuri Celik, Hyoung-sun Youn, and Magdy Iskander

Hawaii Center for Advanced Communications
University of Hawaii,
Honolulu, HI, USA

Vital Signs Parameter Extraction



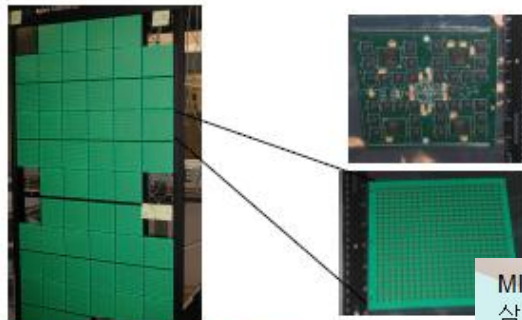
Breathing Rate Set-Up



어플리케이션 예

국토보안(Homeland Security)

Planar, Confocal Lens
Millimeter Wave Imaging System



PROTOTYPE SYSTEM

Footprint: 10 cm deep, 1 meter wide

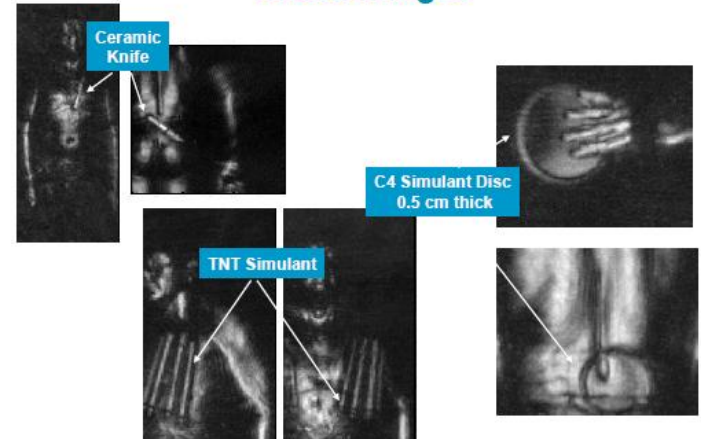
Speed: Real time imaging (20 frames/sec)
Scanning 10 Million voxels/sec.

Safety: RF exposure intensity 1/100,000 of typical cell phone.

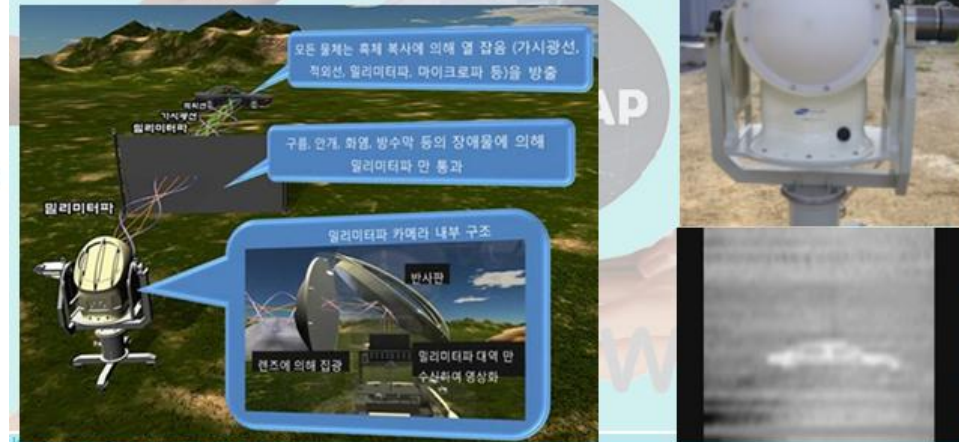
No Moving Parts: Digital electronic architecture.

Cost: Off-the-shelf digital components.

Threat Images



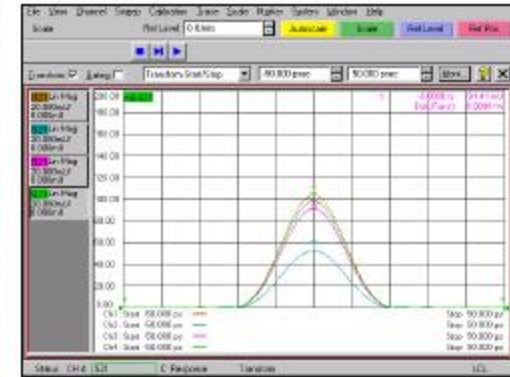
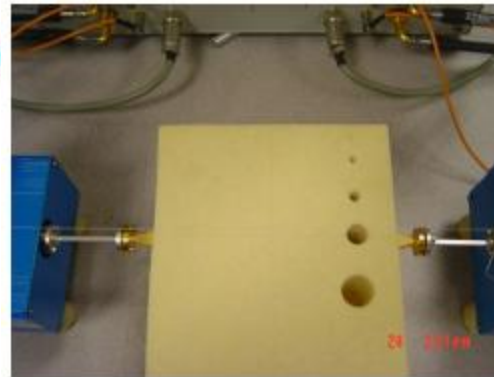
MIRAE (Millimeter-wave Imaging Radiometer Equipment),
삼성탈레스, 2009
94GHz, LNA 국산화



어플리케이션 예

공정 분석과 향상(Process Analytics & Enhancement)

NASA space shuttle external tank foam experiments



Microwave Chemistry (CEM peptide synthesis system)



Pharmaceutical Tablet Measurement System



어플리케이션 예

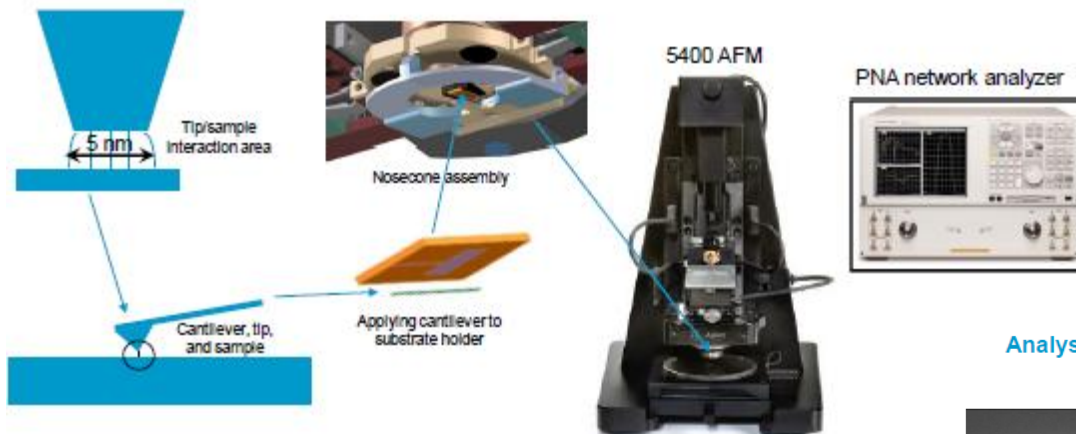
나노 스케일 측정과 이미징

How do we measure small things?

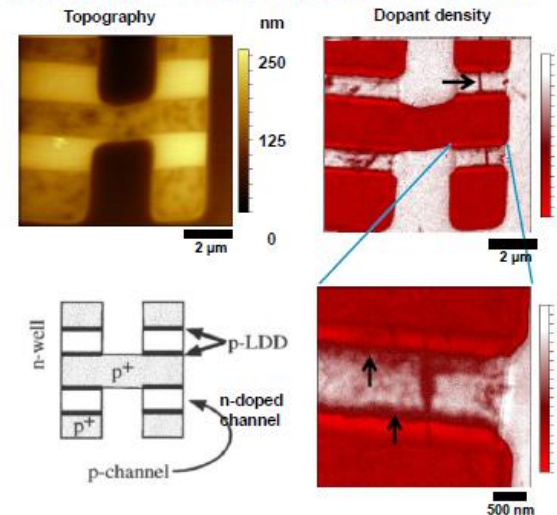
-SMM is a near field system. The resolution is determined by the Electric field interaction area with the sample. This is on the order of 5-10 nm

-SMM uses a network analyzer to measure the vector reflection coefficient caused by the tip-sample interaction; this gives information about the material properties (dielectric properties)

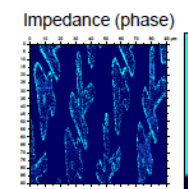
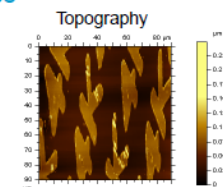
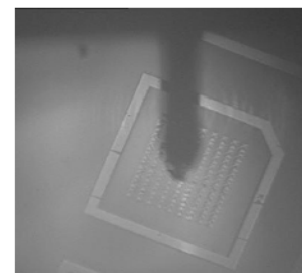
-While an AFM needs "contact" to make a measurement the SMM can measure without contact. You can be 1-10 nm away from the sample and still have good sensitivity



Dopant profiling application: SRAM II



Analysis of human Rhinovirus on Gold-Patterned Glass Substrates



Viruses bind specifically to gold island
 → SMM phase image resolves viruses from inorganic substrate better than AFM topography

밀리미터파/ 테라헤르츠 어플리케이션들

밀리미터파 컴포넌트 측정

- 웨이퍼상의 디바이스 모델링
- 무선 HDMI & WiGig
- 자동차용 레이더
- Metrology 표준 > 110 GHz

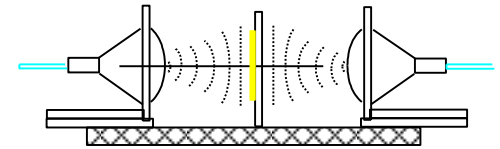


물질상수 측정(Material Measureemnt)및 이미징

- 자유공간 재료 측정
- 보안 이미징 시스템
- 충돌방지
- 바이오 연료 (융합기술)

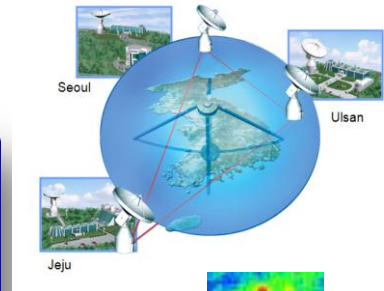
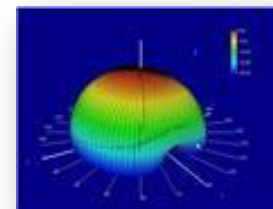


Active/passive
mmW imaging
~100 GHz



연구

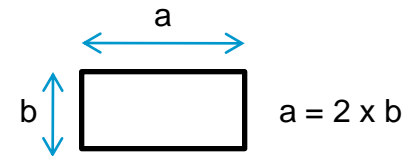
- 안테나 측정
- (Sub) mm-wave interferometer for astrophysics (융합기술) : Korean VLBI Network
- Atacama Large Millimeter Array (ALMA) (NRAO, ESO, IRAM)
- 우주전파만원경 (Expanding)
- 생명공학 (2- 3 THZ) (Emerging)



Screening
0.2-4 THz

도파관

- 일반적으로 가로 세로비율이 2:1의 구 형태의 구멍이 있는 금속 파이프 형태의 전송선로
- 장점:
 - THz 신호 전송
 - 낮은 손실/ 고 전력
- 단점:
 - 대역폭 < 1 octave
 - 무겁고 크며 단단 함.
 - 가격이 비쌘
 - 분산적



구형 도파관 구격

밀리미터파/THz 도파관 대역

Band	MIL Series Name	P1785 ⁽¹⁾ Name	f _c (GHz)	f _{min} (GHz)	f _{max} (GHz)	a ⁽²⁾ (inches)	b ⁽²⁾ (inches)	a ⁽²⁾ (um)	b ⁽²⁾ (um)
W	WR-10	WM-2540	59.014	75	110	0.100	0.050	2540	1270
F	WR-08	WM-2032	73.767	90	140	0.080	0.040	2032	1016
D	WR-06	WM-1651	90.790	110	170	0.065	0.0325	1651	825.5
G	WR-05	WM-1295	115.75	140	220	0.0510	0.0255	1295	647.5
-	WR-04	WM-1092	137.27	170	260	0.0430	0.0215	1092	546
-	WR-03	WM-864	173.49	220	330	0.0340	0.0170	864	432
-	WR-2.8	WM-710	211.12	260	400	0.0280	0.0140	710	355
-	WR-2.2	WM-570	262.97	330	500	0.0220	0.0110	570	285
-	WR-1.9	WM-470	318.93	400	600	0.0190	0.0095	470	235
-	WR-1.5	WM-380	394.46	500	750	0.0150	0.0075	380	190
-	WR-1.2	WM-310	483.53	600	900	0.0120	0.0060	310	155
-	WR-1.0	WM-250	599.58	750	1100	0.0100	0.0050	250	125
-	-	WM-200	749.48	900	1400	-	-	200	100
-	-	WM-164	913.99	1100	1700	-	-	164	82
-	-	WM-130	1153.0	1400	2200	-	-	130	65
-	-	WM-106	1414.1	1700	2600	-	-	106	53
-	-	WM-86	1743.0	2200	3300	-	-	86	43



WR15



WR10



WR03

⁽¹⁾ Proposed naming convention, IEEE working group P1785

⁽²⁾ MIL series waveguide dimensions (in inches) and P1785 waveguide dimensions (in millimeters) vary by as much as 3% for waveguide smaller than WR-03



도파관 규격

- MIL-F-3922/74-00x 규격

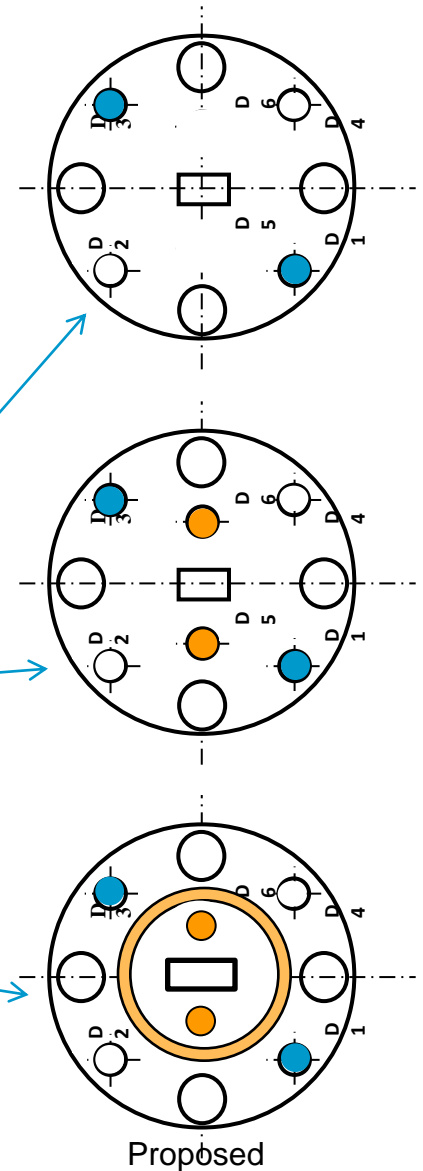
- 플랜지 크기에 대한 “기관“(정부 후원)규격 \leq WR08
- 정밀도 결여 \leq WR05
- 일반적으로 사용되지 않음

- MIL-F-3922-67B 규격 (UG387)

- 플랜지 크기에 대한 “기관“(정부 후원)규격 \geq WR10
- 인터페이스 허용오차 = $\lambda/8$ @ 325GHz
- 업계 표준인 "precision 67B "규격을 수정, 기존의 핀 허용 오차 강화하고 두 개의 핀 추가 < WR10

- Future: IEEE P1785 working group

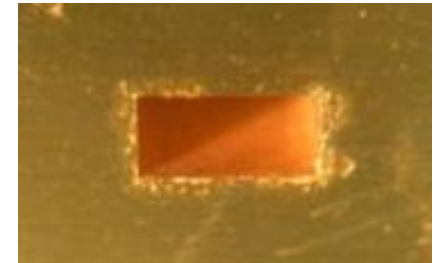
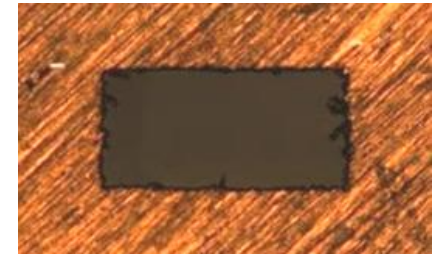
- Part 1 : 대역과 어파쳐 크기 정의
- Part 2 : WG 결함과 플랜지 정의



도파관 환경에서의 측정의 과제

교정 에러는 다음에 의해서 결정:

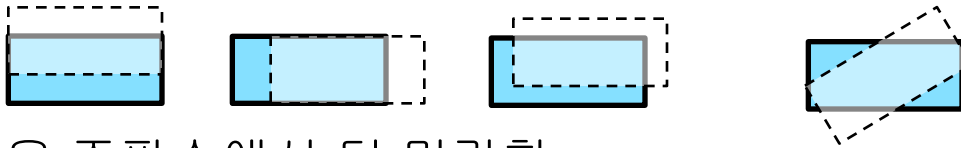
- 교정 표준의 정확도
 - 로드(Load) – 매치(match)
 - 오프셋과 심(Offsets & Shims) – 길이, 정합, 손실
- 도파관의 고르지 못한 특성
 - 울퉁불퉁한 표면
 - 둥근 모서리와 측벽
 - 플랜지 가장자리와 표면 마무리
 - 개구면(Aperture) 크기
- 체결시 토크
- 청결상태
- 정렬



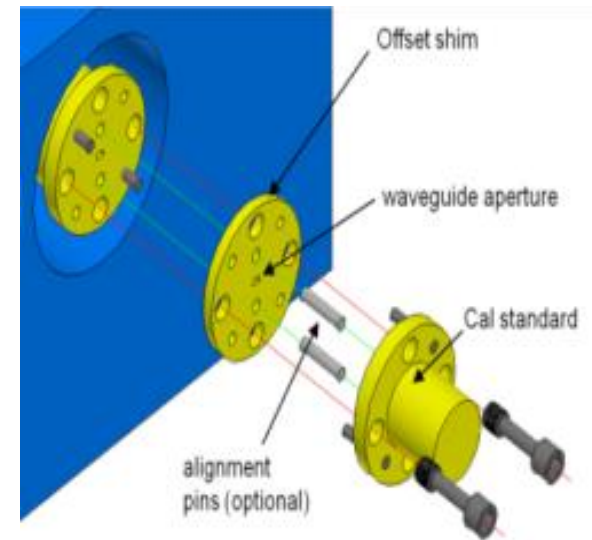
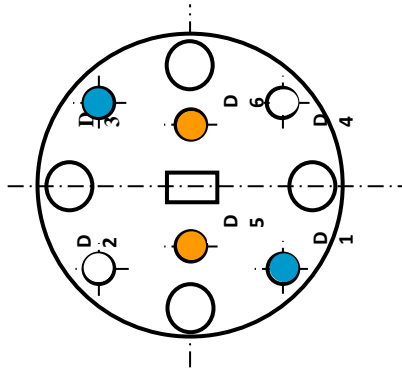
정렬 에러

도파관 정렬(콘넥터 재연성)

- 수직, 수평, 대각선, 회전 오프셋에 기인(1)



- 높은 주파수에서 더 민감함
- 정밀 UG-387 플랜지 사용할 것 (탈착가능한 정렬 핀)



(1) C. Oleson, A. Denning, "Millimeter Wave Vector Analysis Calibration and Measurement Problems Caused by Common Waveguide Irregularities", Nov. 2000 ARFTG Conference Digest

디바이스- VNA 측정 요구 사양 및 기능

디바이스

- 반도체 디바이스:
믹서, 저잡음 증폭기,
주파수 체배기,
전력 증폭기, 발진기...
- 집적화된 수신기 전단
(Integrated receiver
front-end):
- 수동 부품들:
써큘레이터, 격리기,
위상천이기, 스위치,
다이플렉서, 커플러,
감쇄기, 도파관
디바이스
- 안테나
- Materials

측정 파라미터

- S-파라미터
- Differential S-파라미터
- 멀티포트 S-파라미터
- 절대 전력
- 이득, 이득압축
- 변환 파라미터
- 펄스 환경 측정
- 물질상수 측정
(유전율/투자율)
- 시간영역 분석
- 안테나 방사 패턴

측정 기능

- S-파라미터 교정
- 소스 전력 교정
- 소스 전력 제어
- Differential 위상 제어
- 전력스윙 범위
- 가용 포트 전력
- 넓은 주파수 측정 범위
- 넓은 동적 범위
- 다 대역에 걸친 측정
- 물질상수 측정을 위한 교정
- 펄스 변조기/ 수신기s
- Probing
- Distributed Architecture

솔루션개요

광대역 10 MHz 에서 110 GHz 단일 스위프 시스템

- 1.0 mm 동축 콘넥터 인터페이스
- 업계 선도 다양한 환경에서의 교정 기법 (동축, 인 픽스처, 웨이퍼 상의 디바이스 측정)
- 선택사양: 포트에서 kalbin Bias -T
- 선택사양: 동축 감쇄기



대역 별 시스템

표준 2 또는 4 포트
Banded 도파관 시스템

26.5 GHz
43.5 GHz
50 GHz



WR15	50 – 75 GHz
WR12	60 – 90 GHz
WR12E	54 – 92 GHz
WR10	75 – 110 GHz
WR6	110 – 170 GHz
WR5	140 – 220 GHz
WR3	220 – 325 GHz
WR2.2	325 – 500 GHz
WR1.5	500 – 750 GHz
WR 1.2	600 – 900 GHz
WR 1.0	750 – 1.1 THz

2 포트 직접 연결
Banded 도파관 시스템

THz 이미징

26.5 GHz
43.5 GHz
50 GHz



광대역 110 GHz 솔루션 개요

- 단일 스위프 10 MHz-110 GHz
- 2-포트/ 4-포트 솔루션
- 67GHz PNA 또는 PNA-X 사용
- 인터페이스 = 1mm 동축콘넥터
- 옵션: Kelvin Bias Tees
- 기능:
 - 파워 레벨링
 - True differential 구동
 - 펄스 측정
 - 믹서 측정

대역별 모델을 추가 함으로써 주파수를 확장 할 수 있습니다.

WR15	50 – 75 GHz
WR12	60 – 90 GHz
WR12E	54 – 92 GHz
WR10	75 – 110 GHz
WR6	110 – 170 GHz
WR5	140 – 220 GHz
WR3	220 – 325 GHz
WR2.2	325 – 500 GHz
WR1.5	500 – 750 GHz
WR 1.2	600 – 900 GHz
WR 1.0	0.75 – 1.1 THz

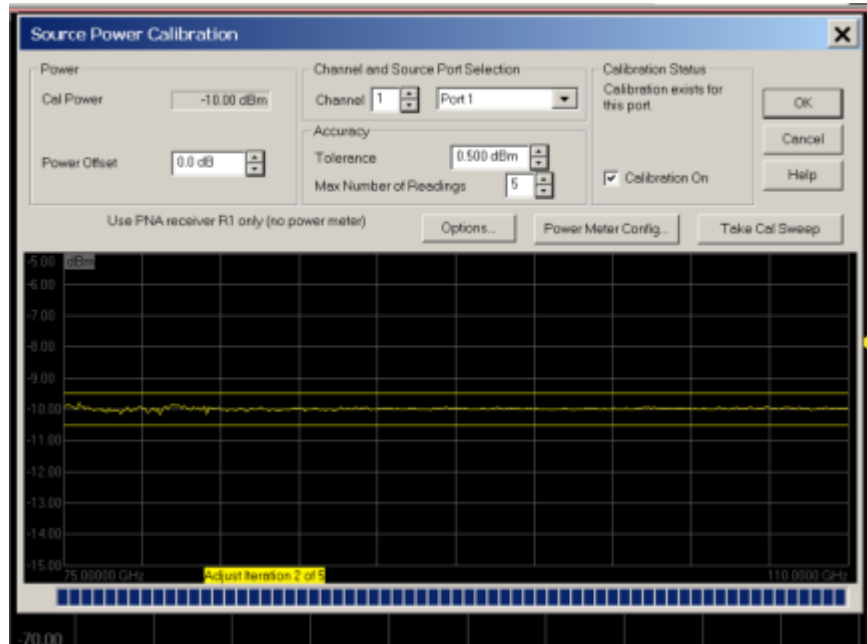


대역 제한 밀리미터 시스템에서의 직접 연결 우수한 성능과 유연성

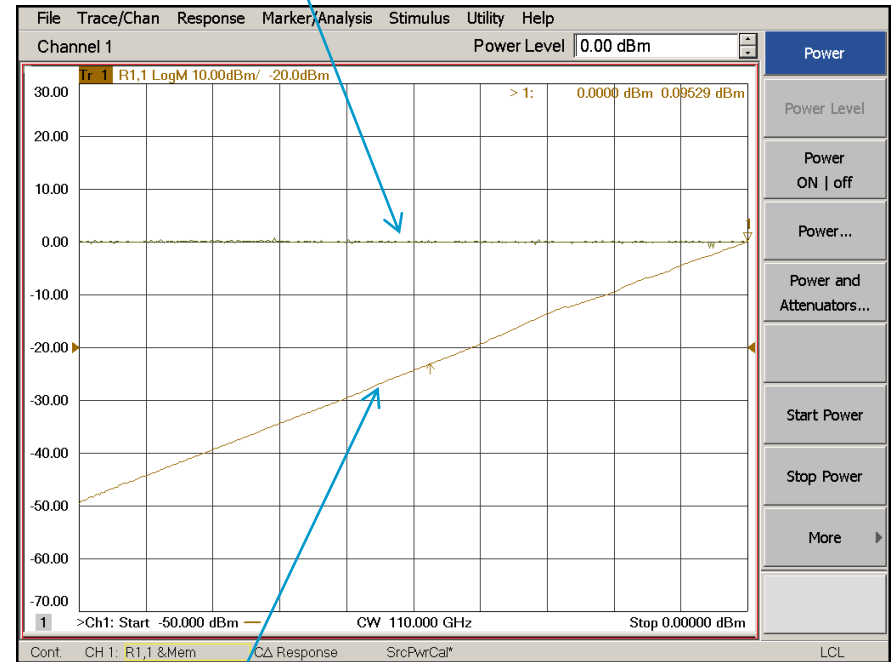


정확한 전력 레벨과 전력스윙

어느 주파수 또는 레벨에서는 정확한 전력 레벨



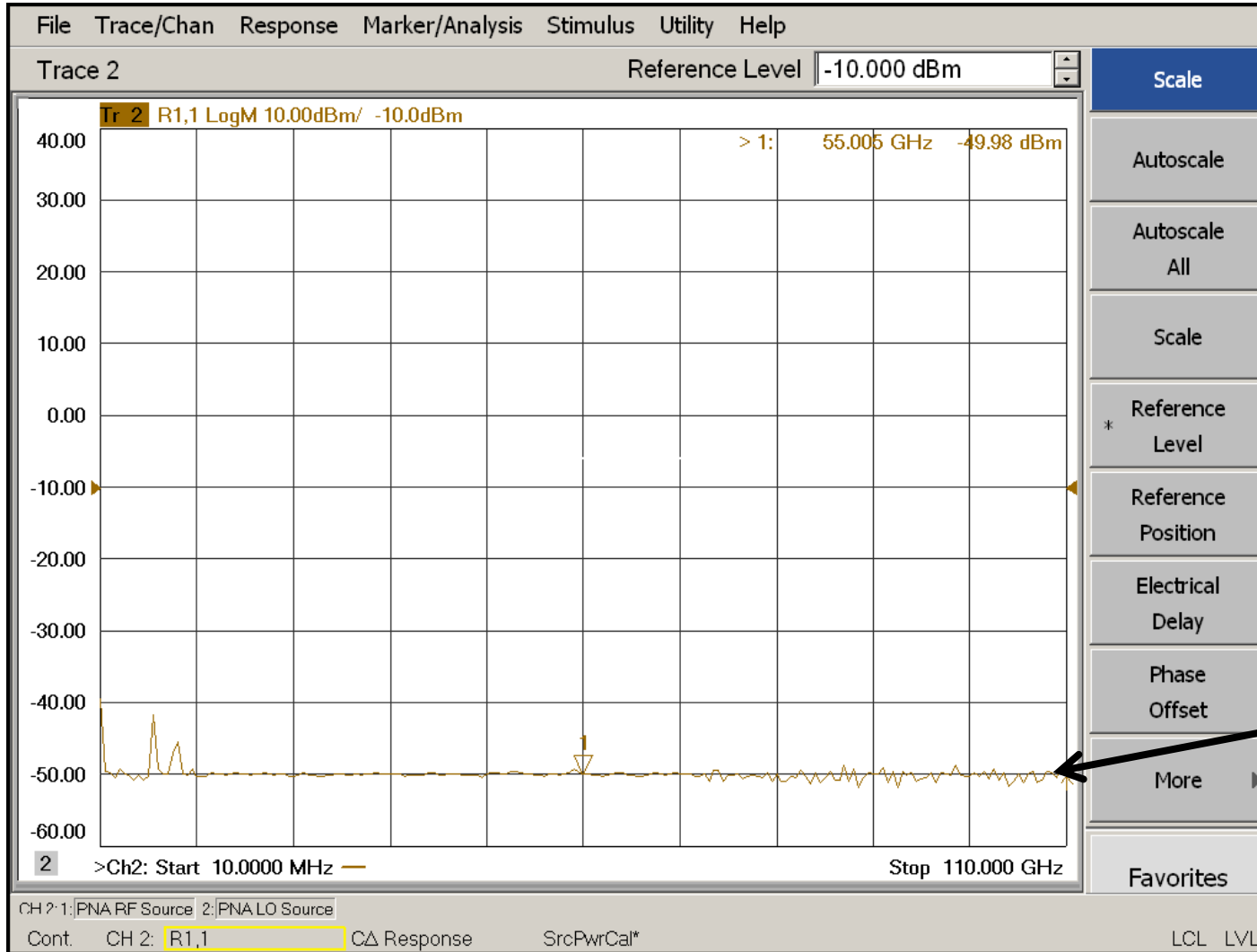
전력 레벨 @ 0 dBm



50 dB 전력 스윙 @ 110 GHz

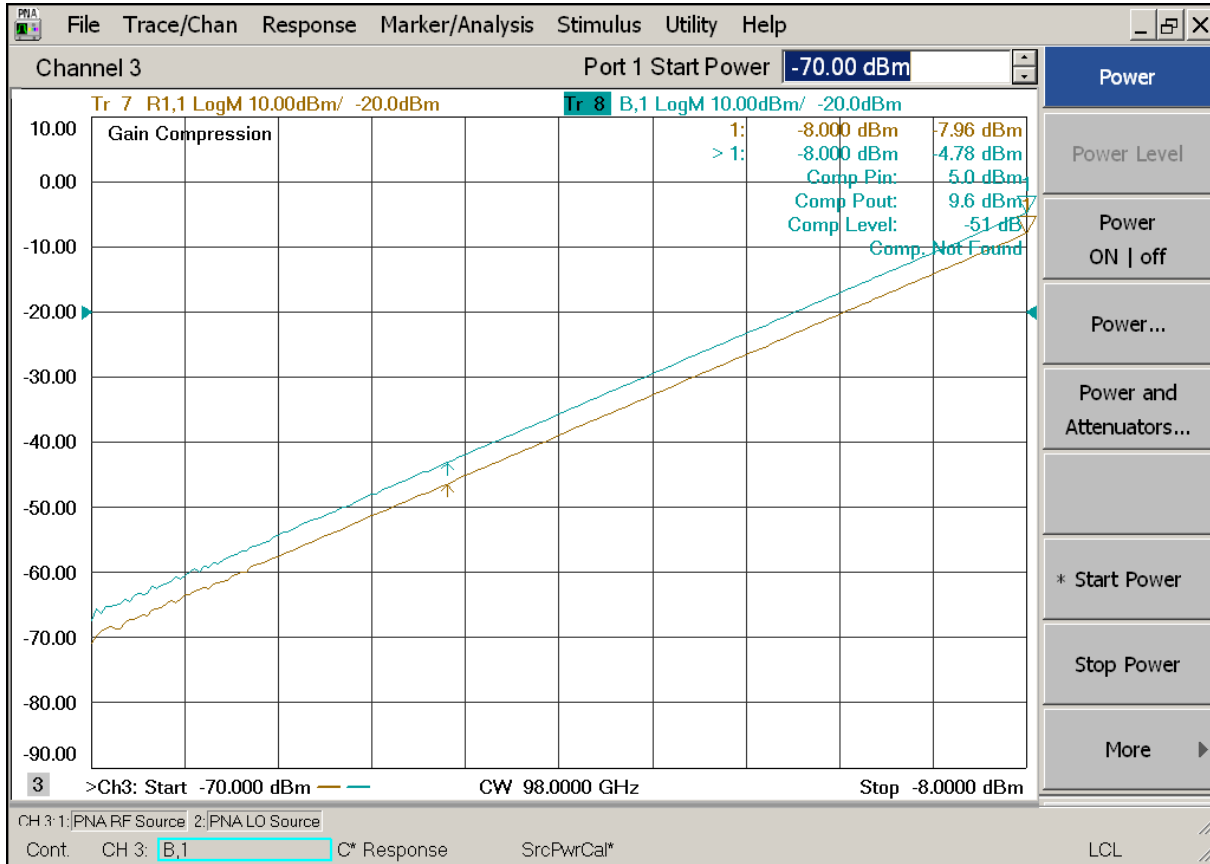
진일보한 소스 파워 교정은 전체 주파수 범위에 걸쳐 정확한 레벨의 테스트 포트 전력을 출력하게 합니다. 정확성 범위는 사용자에게 의해 결정됩니다.

업계에서 가장 낮은 안정화된 신호원 전력 낮은 레벨에서 디바이스의 응답 측정



수신기 R1 소스
전력 레벨
디스플레이 @50
dBm, 수신기
레벨링 활성화

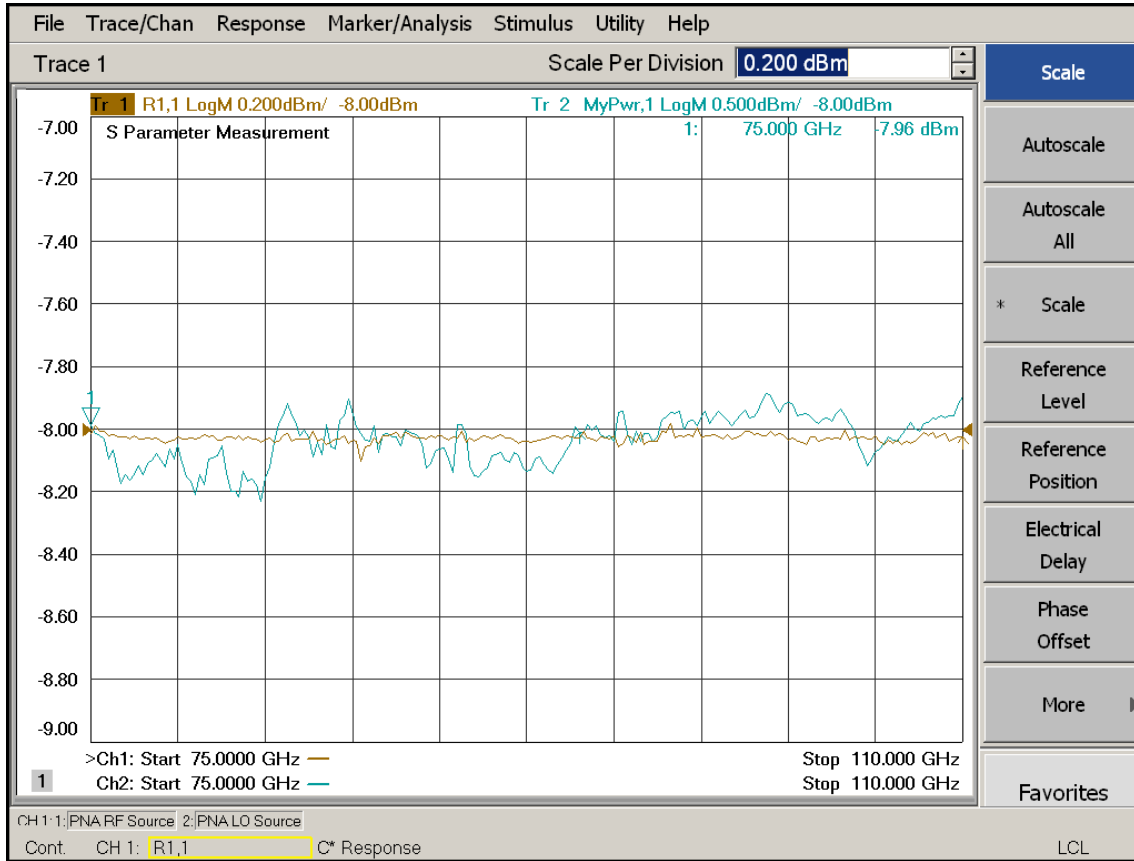
가장 넓은 전력 스윙



- 페 루프 수신기 레벨링 기법은 가장 넓은 파워스윙 범위를 가능하게 합니다.
- 증폭기 이득 압축 측정에 매우 유용

98GHz , 광대역 버퍼 AMP 측정을 위한 입력 (R1,1)과 출력 (B,1) 70 dB 전력 스윙

가장 좋은 전력 정확도 가능



- 수신기 레벨링 기법으로 ± 0.2 dB 정확도를 유지하는 것이 가능합니다.
- 8510의 경우 최대 ± 1 dB 가능

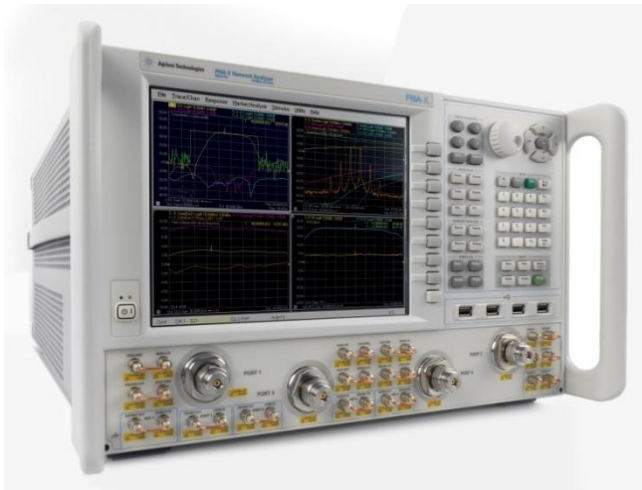
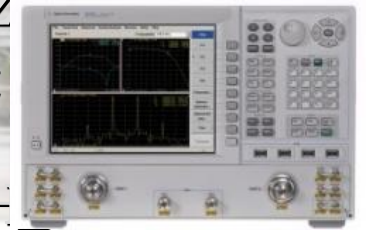
실제 Test 포트 전력을 PNA-X(R1,1)에서 측정한 것과 파워센서를 이용해 측정한 것(MyPwr) 의 비교

PNA 또는 PNA-X 기반의 110 GHz 시스템

세상에서 최고 성능의 네트워크분석기

- 가장 우수한 동적범위
- 가장 높은 평균 출력 전력
- 가장 좋은 잡음 레벨
- 가장 좋은 트레이스 노이즈 특성
- 어플리케이션 옵션에 따른 다양한 선택 가능
- 가장 좋은 가격 대비 성능
- 미래 준비: CPU 업그레이드 가능, 탈/부착 가능한 하드 디스크
- 긴 플랫폼 주기/ 저렴한 보유 비용
- 높은 중고 가치

67 GHz
50 GHz
43 GHz
26 GHz
13.5 GHz



PNA Spec'd 성능 @ 67 GHz

- 110 dB 시스템 동적범위
- +11 dBm 출력 파워
- -110 dBm 잡음 레벨
- +12 dBm 수신기 0.1 dB 압축 포인트
- 0.003 dB 트레이스 노이즈 @1kHz IF 밴드폭
- 높은 안정도: < 0.03 dB/deg C



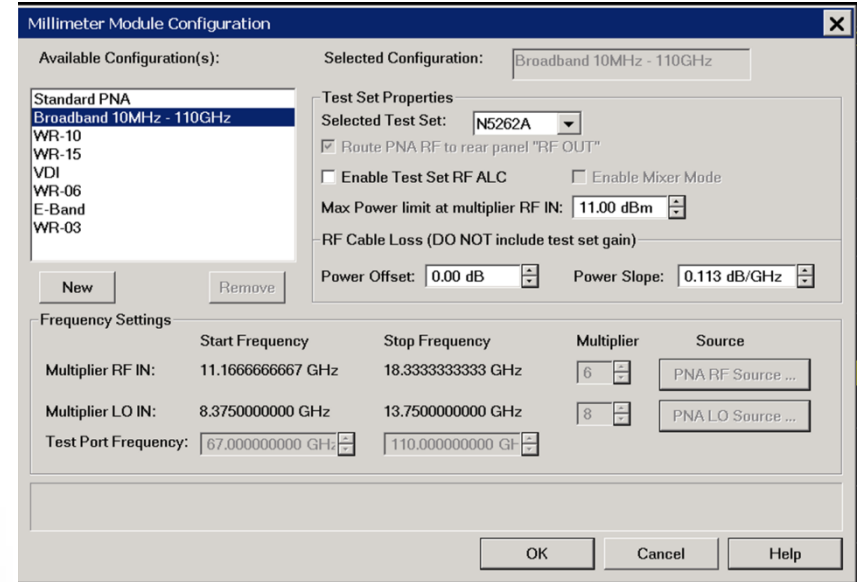
+10 dBm

124 dB

-114 dBm

즉시 모드변경

- 최소한의 재구성으로 표준 벡터네트워크분석기로 사용하기 위해 간단하게 “표준 PNA” 로 변경 가능.
- 디바이스를 직접 전면판의 테스트 포트에 연결 하여 67GHz 까지의 VNA 측정 가능.

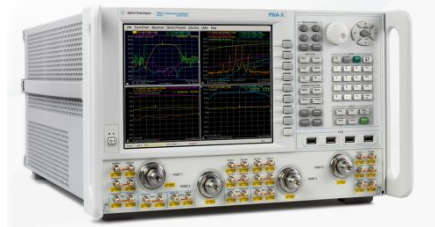


세계를 선도하는 교정 능력

기준 측량 랩



85059A 1 mm 정밀 교정 키
DC 에서 110 GHz



진일보된 교정 기술

- Use of “weighted least squares database cal”은 가장 소급 가능한 정밀한 교정을 가능하게 합니다.
- Agilent 는 기준 표준 lab 입니다.

교정 표준 정의에 대한 특허

애질런트의 독자적인 모델링 방법과 함께 가장 정확하게 특징 표준 정밀 가공은 가장 정확한 표준 측정/특성화 합니다. [기계공학 에서 전기공학으로]

세계를 선도하는 정밀 가공과 기구 측정

- 건 드릴 기계 중의 하나는 가장 정밀하게 에어라인을 가공합니다.
- Air Probe는 내부 도체의 표면을 측정 합니다.
- 이상적인 표면 마무리에 대한 제어 도금 방법
- 간섭계를 이용 정확한 마무리 측정



“weighted least squares fit” 방법은 애질런트의 1mm 교정 키를 가장 정밀한 표준 특성화를 가능하게 했고, 이를 이용해서 10MHz에서 110 GHz서 가장 정확한 교정이 가능

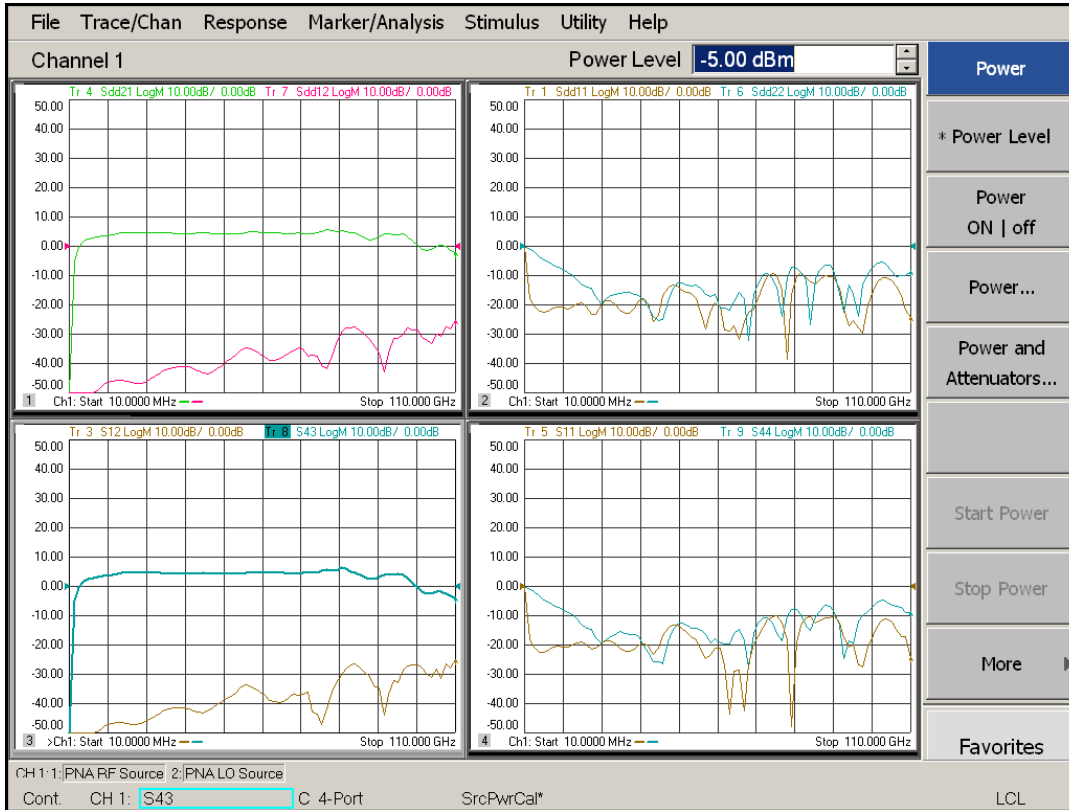
응용분야

- 표준 S 파라미터 , 9 kHz to 110 GHz
- 3 또는 4 포트 True 차동(Differentia) 디바이스
- 이득 압축(Gain Compression)/ 파워스윙
- 스펙트럼 측정
- 한번 연결해서 밀리미터파 측정
- 밀리미터파 믹서 측정
- 재료상수 (Material) 측정
- 안테나 측정
- 내장 통합된 펄스 환경(Pulsed RF) 측정
- 웨이퍼 상(On-wafer) 측정

다음 슬라이드는 특정 측정 예입니다.

광대역 차동 (True Differential)

차동 디바이스의 완전한 특성화



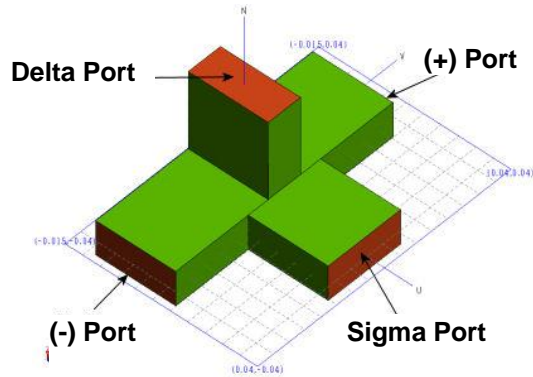
- 4 포트 테스트 셋 컨트롤러는 110 GHz 까지의 True Differential 측정을 가능하게 함
- 외부 신호발생기 불필요 - PNA 시리즈가 위상잡음 더 우수
- 신호무결성 측정을 위해 업계 표준 PLTS 소프트웨어 가용



한 쌍의 광대역 110GHz 증폭기의 Single ended와 Mixed mode differential 측정

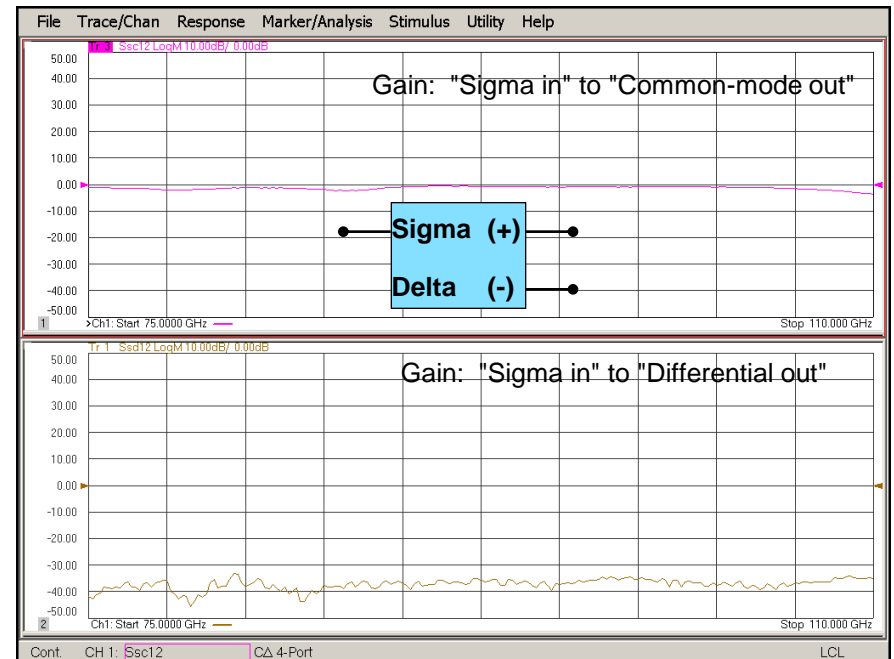
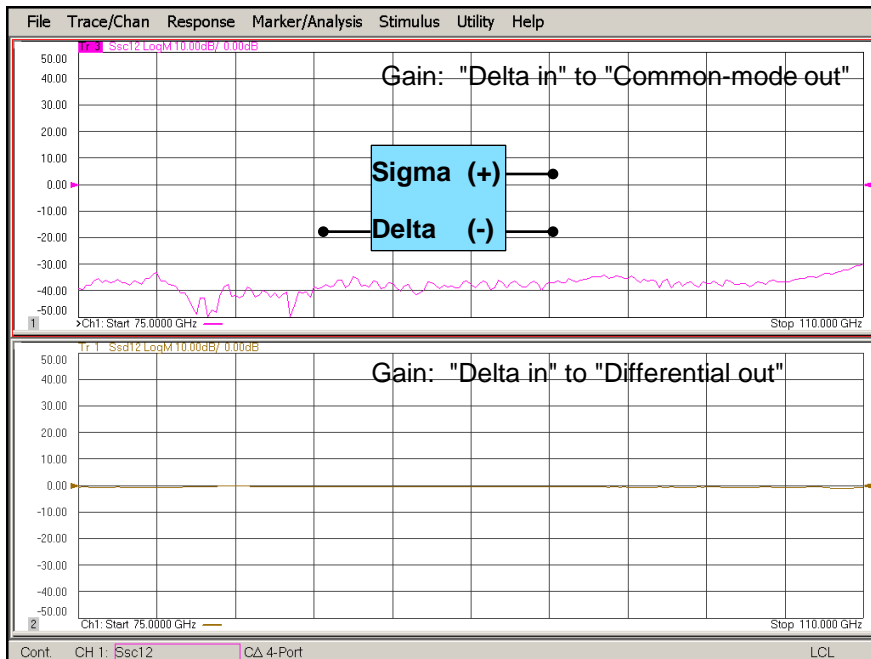
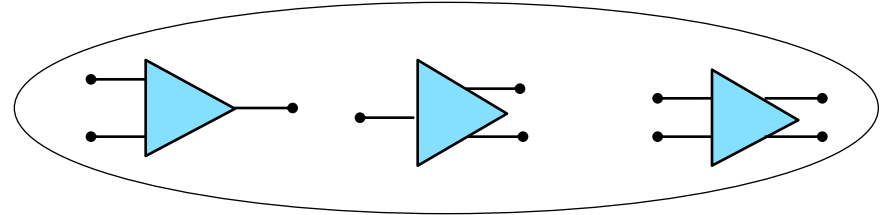
차동 (True Differential) 디바이스 측정

테스트 디바이스: Magic Tee



측정

- 3 / 4-port 디바이스
- Balanced S-params
- Swept power (compression)
- Swept phase (sensitivity)



밀리미터파 이득 압축 (Gain Compression) 측정

교정(calibration)

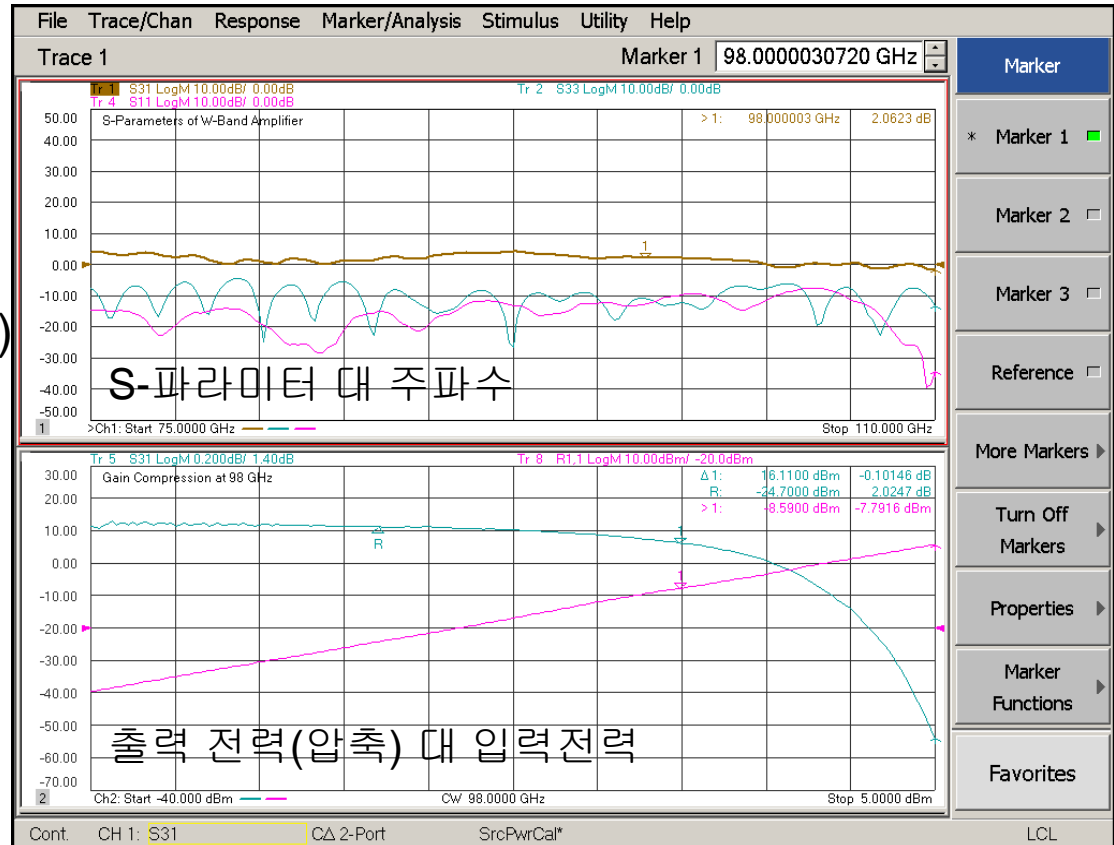
- S-파라미터
- 신호원 전력 (Source Power Cal)
- 수신기 전력 (Receiver Cal)

측정조건(Stimulus)

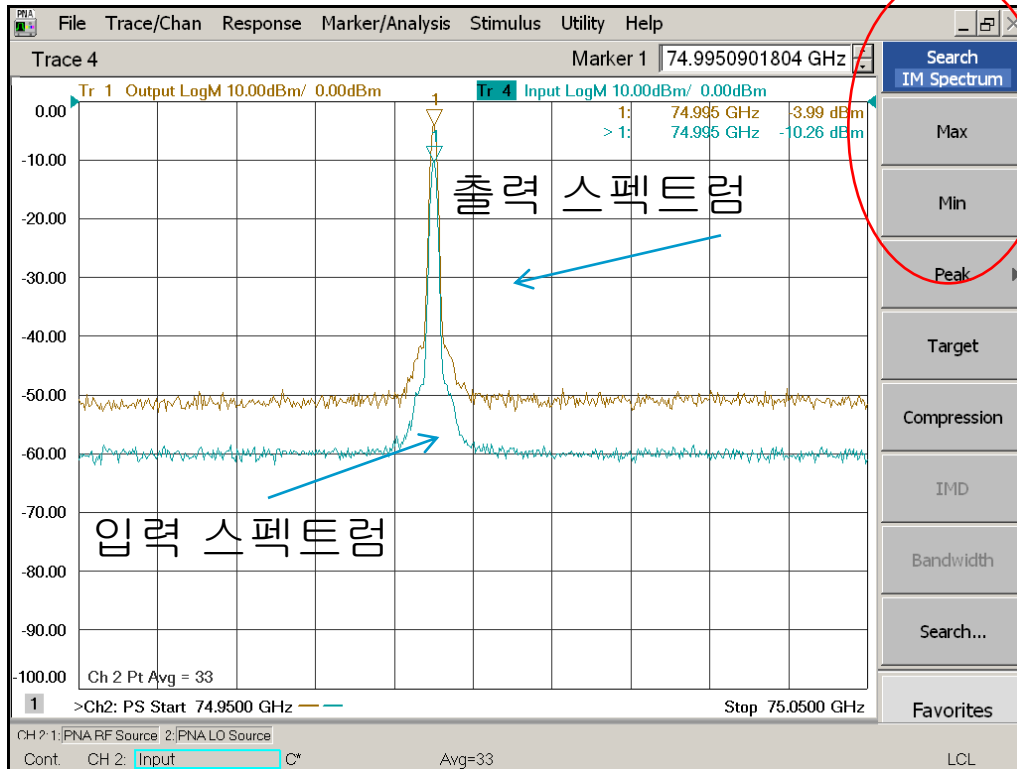
- 스위프 주파수
- 스위프 신호원 전력 (Sweep source power)

측정(Measure)

- S-파라미터
- 절대전력 (Absolute power)
- 압축 (Compression)



혼변조스펙트럼 (IM Spectrum) 측정 @ 75 GHz



간단한 측정 셋업

- 측정 클래스 할당
- 경로 구설 설정 : Thru path로
- 포트 전력 레벨 선택

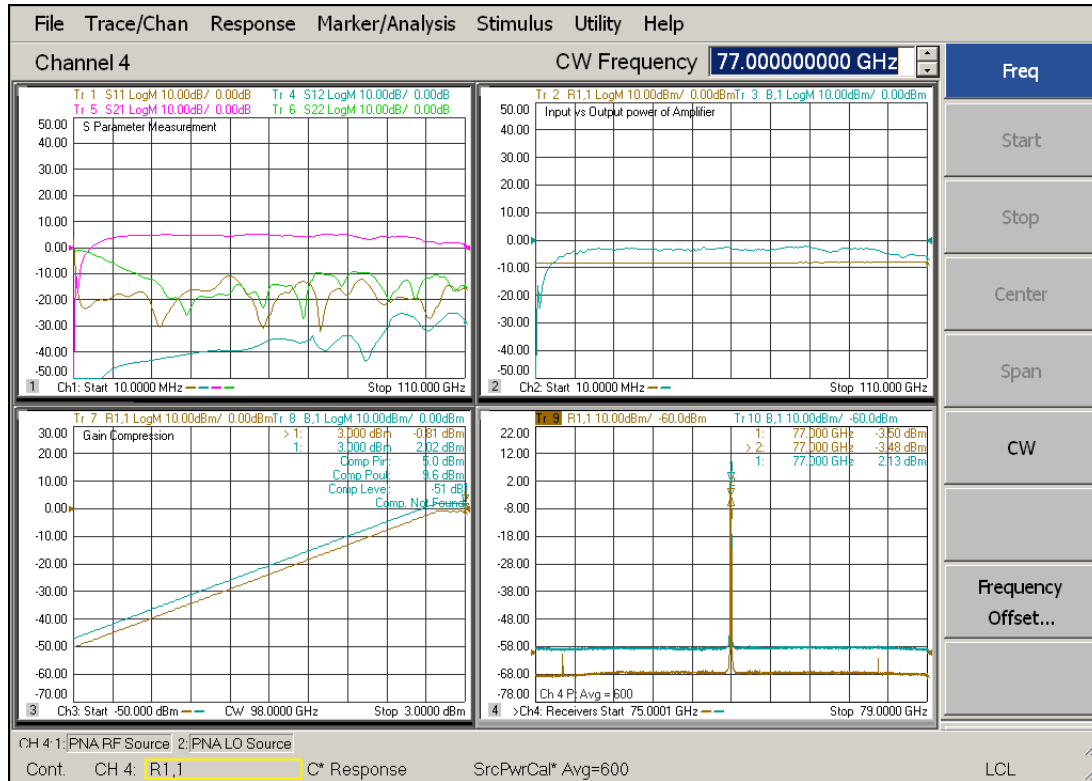
측정 조건(Stimulus)

- 시작/종료 주파수 설정

측정(Measure)

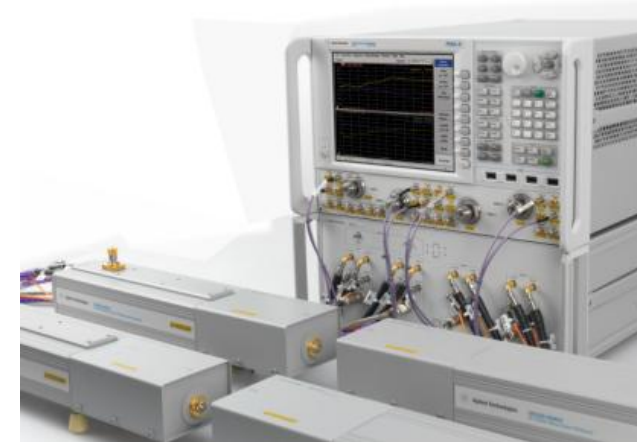
- 입/출력 스펙트럼 측정

단일 연결(Single Connection) 측정 @ 110 GHz



- 획기적인 테스트 시간 단축
- 측정을 위한 연결/재연결 횟수 감소
- 연결/재연결로 인한 에러 감소
- 웨이퍼 상 (On-wafer) 측정 시 웨이퍼 프루브의 접촉 횟수를 줄임으로써 디바이스와 프루브 팁의 수명 단축 최소.

한번 연결로 110GHz 증폭기의 S-파라미터 측정, 파워스윙 측정, IM 스펙트럼 측정



밀리미터파 믹서 (mixer) 측정

테스트 디바이스: WR10 모듈



교정(Calibration)

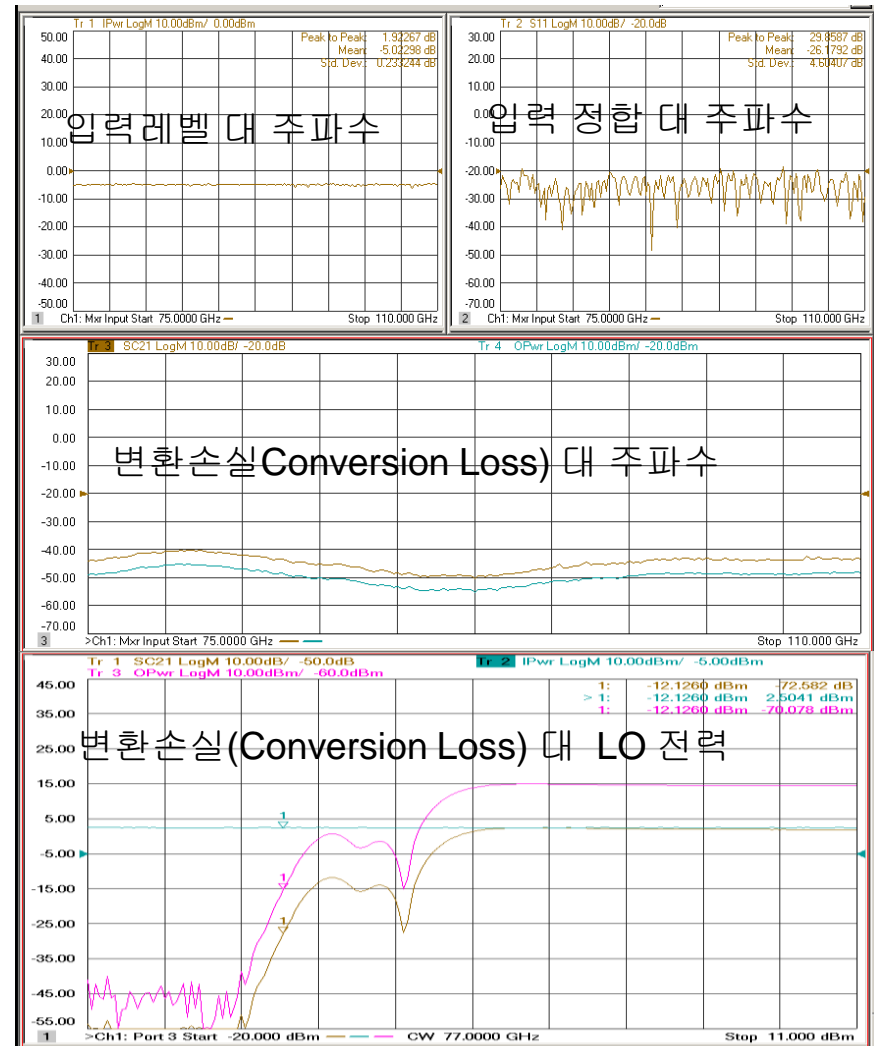
- S-파라미터(2-port Cal)
- 신호원 전력(Source Power)
- 수신기 전력(Receiver power)

측정 조건(Stimulus)

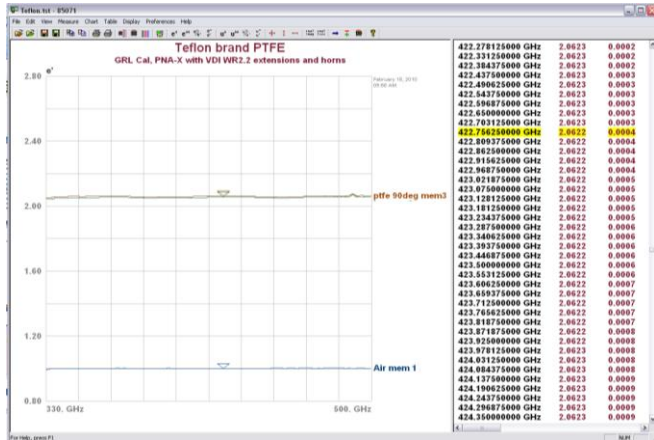
- LO 전력 스위핑

측정(Measure)

- 정합특성(Match)
- 전력
- 변환손실(Conversion Loss)



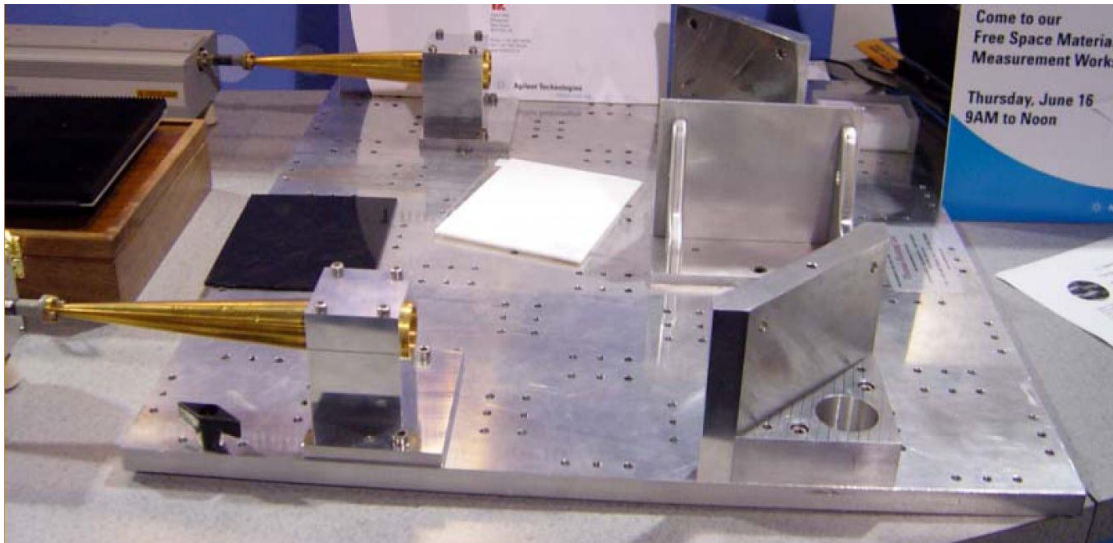
물질상수 (Material) 측정



85071E SW
GUI

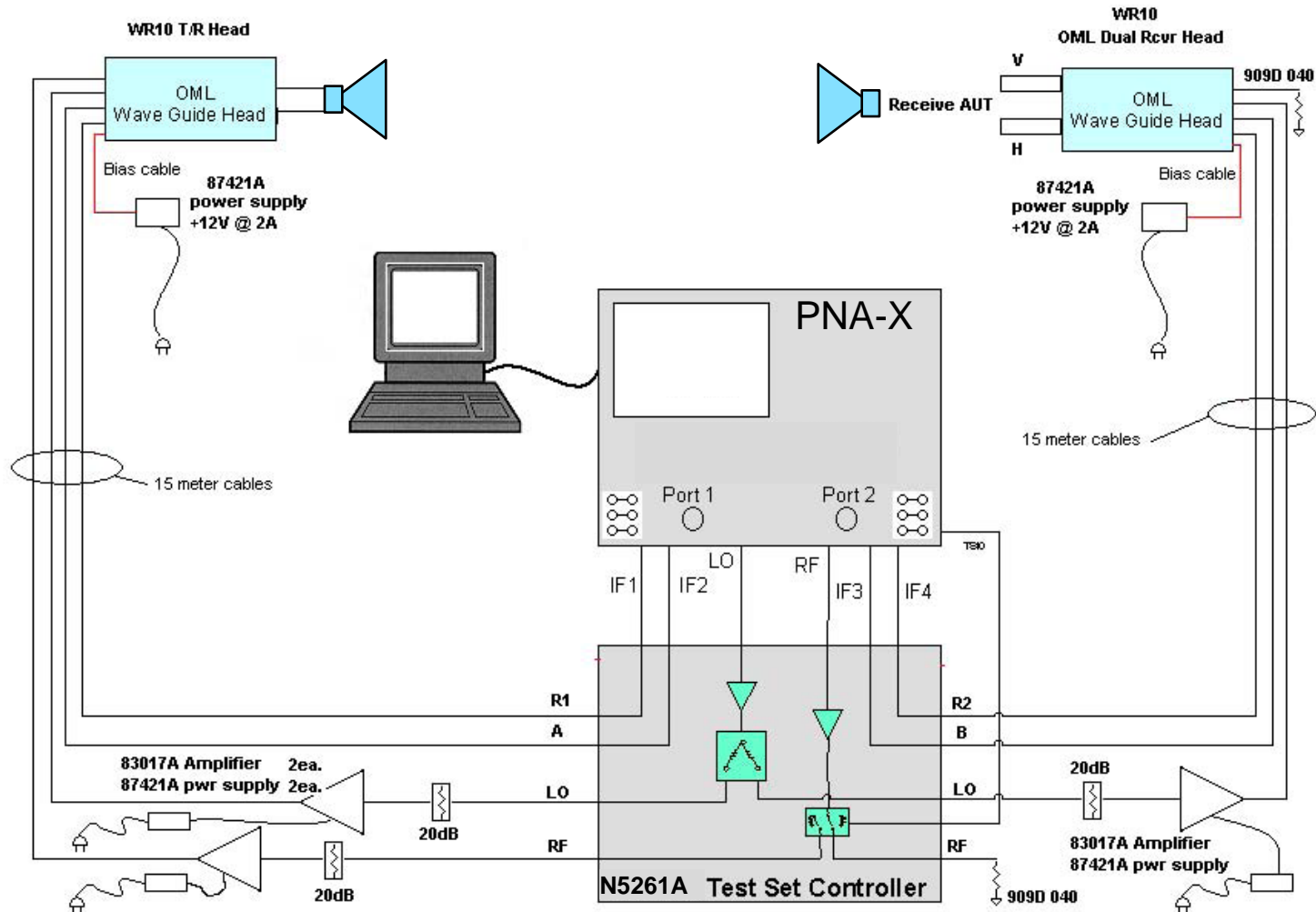


자유공간(Free space) W-대역 시스템

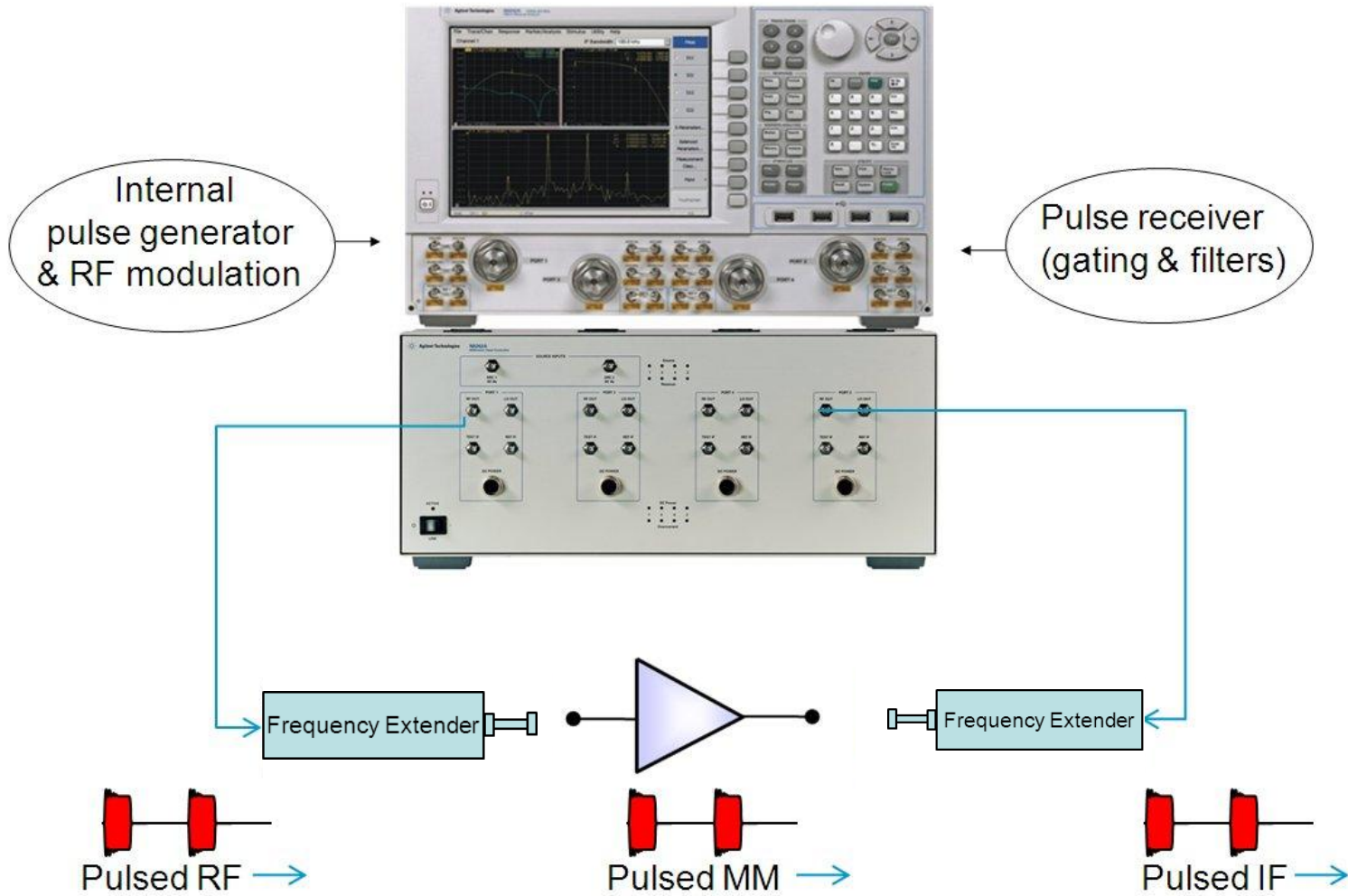


Quasi-optical W-대역 시스템

Antenna 측정 시스템



펄스 측정



펄스 측정

교정(Calibration)

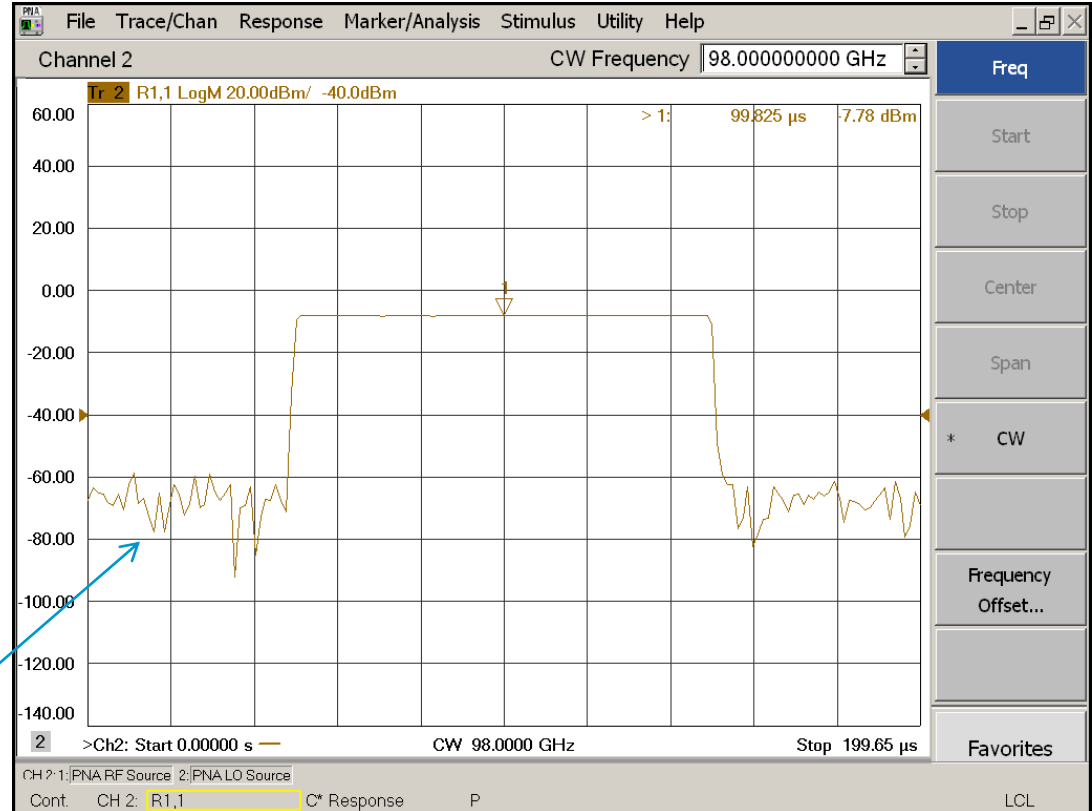
- S-파라미터(2-port Cal)
- 신호원 전력 (Source Power)
- 수신기 전력 (Receiver power)

측정조건(Stimulus)

- 펄스 변조
- 주파수 또는 파워스윙

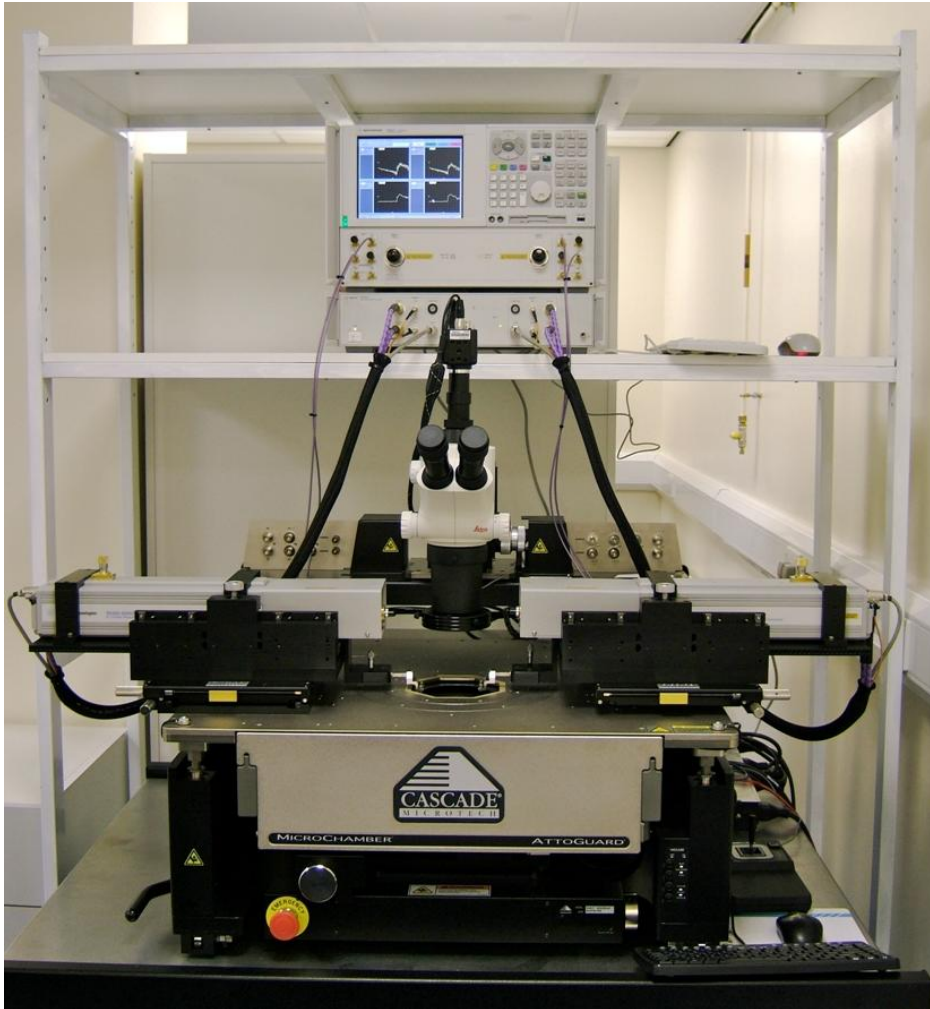
측정(Measure)

- S-파라미터
- 절대 전력(Absolute power)
- 펄스파형(Pulse waveform)



100us 펄스폭의 펄스 파형 @ 98GHz

On Wafer: Cascade와 협력



- 주파수 확장 모듈에 Bias Tee 내장.
- 주파수 확장 모듈과 Test port 열 격리
- Cascade 로부터 Probe Station에 주파수 확장 모듈 장착 솔루션 및 사용자 맞춤 가능

교정할 때 이점

- “Weighted Least Squares” 기술
특허기반의 데이터 기반 교정 지원
- Unknown through 교정 지원. 더 많은 스텝
필요한 “Adapter Removal Cal” 대체
- “Adapter Characterization” Macro
프로그램 내장
- 점검용 정합(match)/ 부정합(Mismatch)
표준
- PNA-X/PNA 데이터 기반 교정 데이터 로드
가능, 사용자 정의 Cal 데이터 가능.
- 데이터 베이스 cal 데이터를 이용한 LRM
On-wafer Cal 가능
- 사용자 정의 On-wafer 교정 킷 지원

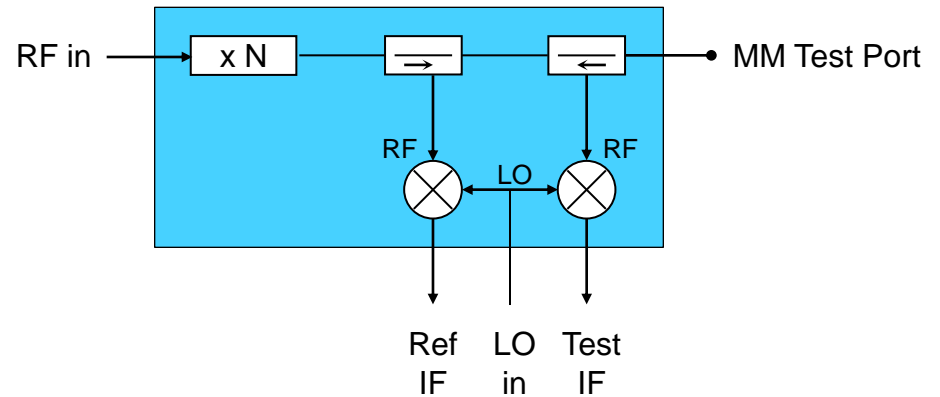
THz 주파수 확장

- 광대역 모듈: 10MHz - 110GHz
- 대역제한 modules: 50GHz ... 1 THz



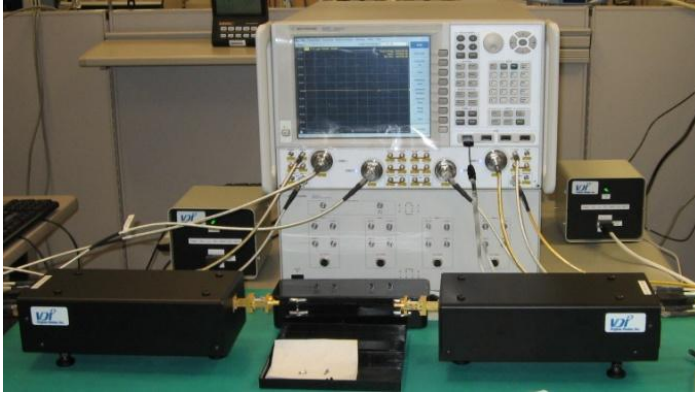
주파수 범위

WR 15	50 – 75 GHz
WR 12	60 – 90 GHz
WR 12E	54 – 92 GHz
WR 10	75 – 110 GHz
WR 6	110 – 170 GHz
WR 5	140 – 220 GHz
WR 3	220 – 325 GHz
WR 2.2	325 – 500 GHz
WR 1.5	500 – 750 GHz
WR 1.2	600 – 900 GHz
WR 1.0	750 – 1.15 THz



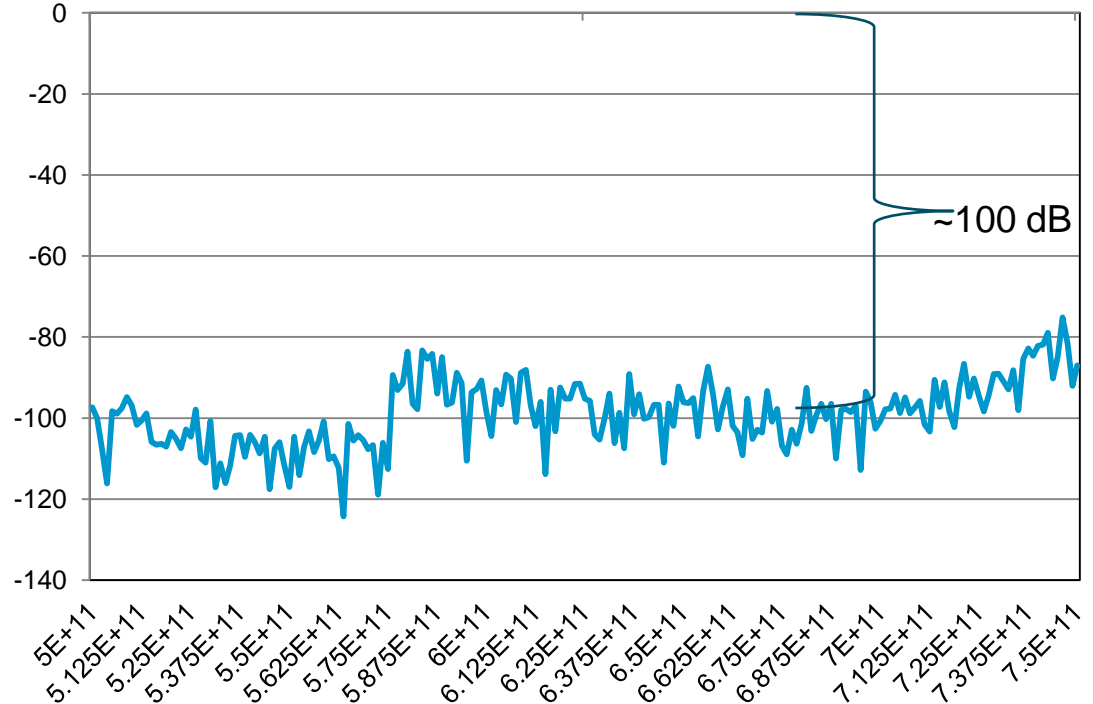
세계 최초 500 – 750 GHz 네트워크분석기 (2010)

세계 최초 750GHz– 1.1 THz 네트워크분석기 (2011)



- 주파수 확장 모듈과 PNA-X 직접 연결—테스트 셋 불필요
- PNA-X FOM 모드 사용
- 완전한 교정된 S-파라미터 측정
- 주파수 500 – 750 GHz

WR-1.5 500 - 750 GHz 동적 범위



애질런트의 밀리미터파/THz 솔루션의 이점

- 2/4 포트, 110GHz에서 1.1THz까지 조정 가능 구성의 한 밀리미터파 솔루션
- CPU 업 그레이드 가능, 쉽게 HD 장/탈 착 가능: 향후 확장 및 보안 기능
- 업계 최고 성능의 새로운 PNA와 PNA-X 기반 밀리미터 솔루션
 - 가장 좋은 수신기 선형성, 출력전력, 동적 범위, P1dB, 트레이스 노이즈 등등..
- 가장 낮은 레벨의 안정된 출력 전력, 가장 넓은 스윙 범위, 가장 정확한 파워레벨
- 가장 높은 안정도 < 0.03 dB/degC
- 간단한 모드 선택으로 PNA/PNA-X 기본 모드로 전환 가능 - 재 케이블연결 불필요
- 진일보한 높은 주파수 교정 기술 . 정밀 기구 가공 기술, Primary Metrology Lab
- 업계를 선도하는 성능
- Cascade사와 긴밀한 협조 하에 On-wafer 측정을 위한 Probe Station 연동 솔루션 제공
- 애질런트는 지속적으로 R&D에 투자, 첨단 과학기술 연구를 도울 수 있는 솔루션 개발:
 - 2010년 세계 최초 500-750 GHz VNA 시스템 소개
 - 2011년 세계 최초 750GHz- 1.1THz VNA 시스템 소개

감사합니다!!!

