



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2015년09월14일  
 (11) 등록번호 10-1549845  
 (24) 등록일자 2015년08월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01R 29/08 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0169207

(22) 출원일자 2013년12월31일

심사청구일자 2013년12월31일

(65) 공개번호 10-2015-0080319

(43) 공개일자 2015년07월09일

(56) 선행기술조사문헌

KR100256088 B1

(73) 특허권자

(주)시스다인

서울특별시 영등포구 당산로 41길 11, 더블유동 703호(당산동4가, 에스케이 브이1센터)

(72) 발명자

조만진

서울 마포구 상암산로1길 52, 501동 504호 (상암동, 상암월드컵파크5단지)

문성원

경기 파주시 미래로 562, 901동 1401호 (와동동, 가람마을9단지남양휴튼아파트)

남궁훈

경기 김포시 김포한강11로 38, 103동 1705호 (운양동, 도담마을한강화성파크드림)

(74) 대리인

이승훈

전체 청구항 수 : 총 7 항

심사관 : 정중환

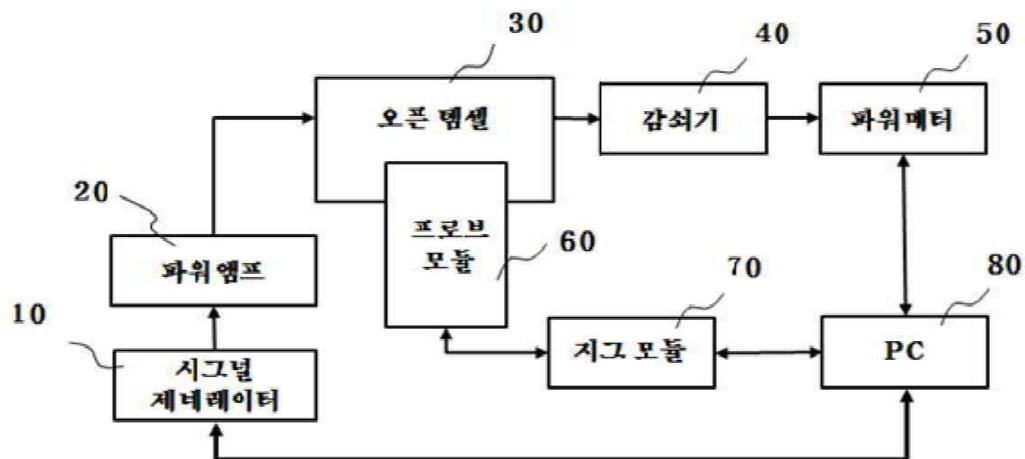
(54) 발명의 명칭 전기장 프로브 모듈의 캘리브레이션 시스템 및 그 시스템을 이용한 캘리브레이션 방법

**(57) 요약**

본 발명은 전기장 프로브 모듈의 캘리브레이션 시스템 및 그 시스템을 이용한 캘리브레이션 방법을 제공하는 것으로서, 더욱 상세하게는 광대역 전자파 모니터링 장치의 캘리브레이션 방법에서 캘리브레이션 테이블의 순서에 따라 설정된 주파수 파워를 출력하는 시그널 제네레이터의 출력 설정하는 단계, 상기 시그널 제네레이터에서 해

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



당되는 출력이 상기 오픈 템셀에서 방사되는 파워를 파워미터로 측정하는 단계, 상기 파워미터에서 측정되어진 측정값과 캘리브레이션 소프트웨어 프로그램 상의 파워 테이블과 비교한 후 오차 범위에 들어가는지를 판단하는 측정 파워 비교 단계, 상기 측정 파워 비교 단계에서 오차 범위에 들어가면 프로브 모듈에서의 출력 ADC 값을 반복하여 측정하는 프로브 모듈 ADC값 측정 단계, 상기 프로브 모듈에서의 출력 ADC 값을 평균하여 측정 테이블에 저장하는 ADC 평균값 저장 단계로 이루어지는 것을 특징으로 함으로서, 프로브 모듈의 장치별 부품 특성 차이와 조립에 따른 편차를 줄여 장치별 일정한 측정값 특성을 가지도록 하고, 장치의 특성에 따라 0.1V/m ~ 200V/m의 구간을 3개로 나누어 함수를 만드는 방법을 채택하여 입력에 대한 측정값의 정확도를 높여, 교정을 위한 설비비용을 절감하고 측정 방법의 신뢰성을 높이는 효과를 제공하기 위함이다.

---

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

전기장 프로브 모듈의 캘리브레이션 시스템에서  
 설정된 주파수의 정현파를 발생시키는 시그널 제네레이터;  
 상기 시그널 제네레이터에서 출력되는 주파수의 파워를 높여주는 파워앰프;  
 상기 파워앰프로부터 출력되는 주파수 입력에 대한 균일장의 전기장이 만들어지도록 하는 오픈 텀셀;  
 상기 파워앰프로부터 과도한 파워의 주파수 입력으로부터 파워미터를 보호하도록 하는 감쇠기;  
 상기 오픈 텀셀에 입력되는 주파수 파워를 측정하는 파워미터;  
 상기 전기장 프로브 모듈의 캘리브레이션 시스템에서 캘리브레이션하고자 하는 장치인 프로브 모듈;  
 상기 프로브 모듈의 입력 및 출력되는 데이터인 ADC값을 PC와 통신이 가능하도록 하는 지그 모듈;  
 캘리브레이션 소프트웨어 프로그램이 설치된 PC;를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는  
 전기장 프로브 모듈의 캘리브레이션 시스템.

**청구항 2**

제1 항에 있어서,  
 상기 오픈 텀셀에 입력되는 전기장 세기를 특정화시키기 위해 상기 파워미터로 입력되는 전력 파워를 모니터하  
 고 모니터 결과에 따라 상기 시그널 제네레이터의 출력 파워를 조절하는 것을 특징으로 하는  
 전기장 프로브 모듈의 캘리브레이션 시스템.

**청구항 3**

전기장 프로브 모듈의 캘리브레이션 방법에서  
 오픈 텀셀에서 파워미터까지 연결된 케이블의 로스값을 입력하는 단계;  
 캘리브레이션 테이블의 순서에 따라 설정된 주파수 파워를 출력하는 시그널 제네레이터의 출력을 설정하는  
 단계;  
 상기 시그널 제네레이터에서 해당되는 출력이 상기 오픈 텀셀에서 방사되는 파워를 파워미터로 측정하는 단계;  
 상기 파워미터에서 측정되어진 측정값과 캘리브레이션 소프트웨어 프로그램 상의 파워 테이블과 비교한 후 오차  
 범위에 들어가는지를 판단하는 측정 파워 비교 단계;  
 상기 측정 파워 비교 단계에서 오차 범위에 들어가면 프로브 모듈에서의 출력 ADC 값을 반복하여 측정하는 프로  
 브 모듈 ADC값 측정 단계;  
 상기 프로브 모듈에서의 출력 ADC 값을 평균하여 측정 테이블에 저장하는 ADC 평균값 저장 단계;로 이루어지는  
 것을 특징으로 하는  
 전기장 프로브 모듈의 캘리브레이션 방법.

**청구항 4**

제3 항에 있어서,

상기 프로브 모듈 ADC값 측정 단계는 상기 프로브 모듈의 다이오드 특성에 따라 측정하기 위한 전기장 세기 구간과 간격을 각각 0.1V/m이상 1V/m미만은 0.1V/m, 1V/m이상 10V/m미만은 1V/m, 10V/m이상 200V/m미만은 5V/m 간격으로 분할하여 ADC 값을 측정하는 것을 특징으로 하는

전기장 프로브 모듈의 캘리브레이션 방법.

### 청구항 5

제3 항에 있어서,

상기 프로브 모듈 ADC값 측정 단계에서 측정된 ADC 값들을 이용하여 전기장 함수를 생성하고 생성된 함수의 계수들과 전기장 1V/m, 10V/m에서의 ADC 값만을 프로브 모듈에 저장하여 실 운용 시 저장된 계수와 ADC 값으로 측정된 전기장 세기를 출력하는 것을 특징으로 하는

전기장 프로브 모듈의 캘리브레이션 방법.

### 청구항 6

제3 항에 있어서,

상기 프로브 모듈 ADC값 측정 단계에서의 ADC 측정값에 대한 전기장 세기가 비선형성 구간과 선형성 구간의 그 래프로 나타나는 특성을 반영하기 위하여,

비선형성 구간에서의 계수 생성 함수식과 선형성 구간에서의 계수 생성 함수식으로 전기장 함수의 계수를 구하는 함수 생성 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는

전기장 프로브 모듈의 캘리브레이션 방법.

### 청구항 7

제6 항에 있어서,

상기 함수 생성 단계는 비선형성 구간에서의 계수 생성 함수의 구간은 0.1V/m이상 1V/m미만, 1V/m이상 10V/m미만 구간이고, 선형성 구간에서의 계수 생성 함수의 구간은 10V/m이상 200V/m미만 구간의 구간으로 구분하여 계수를 구하는 것을 특징으로 하는

전기장 프로브 모듈의 캘리브레이션 방법.

## 발명의 설명

### 기술분야

[0001]

본 발명은 전기장 프로브 모듈의 캘리브레이션 시스템 및 그 시스템을 이용한 캘리브레이션 방법에 관한 것으로, 좀 더 상세하게는 광대역 전자파 모니터링 장치에서 전기장 프로브 모듈의 캘리브레이션 시스템으로, 오픈 템셀(Open TEM Cell)의 일면에 캘리브레이션(Calibration)하고자 하는 프로브 모듈(Probe Module)을 구비하고 파워미터(Power meter)의 RF 파워(Radio Frequency Power) 값을 모니터링하여 시그널 제네레이터(Signal generator)의 출력을 조절하며 정해진 파워 테이블(Power table)에 따라 상기 프로브 모듈로부터 ADC(Analog to Digital Converter) 측정값을 읽어 저장하고 수집된 ADC 측정값들로부터 전기장 세기를 계산하기 위한 함수를 생성하고 생성된 함수의 계수값을 프로브 모듈에 저장하는 것을 특징으로 하는 광대역 전자파 모니터링 장치에서 전기장 프로브 모듈의 캘리브레이션 시스템 및 그 시스템을 이용한 캘리브레이션 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

- [0002] 전자파 모니터링(Monitoring) 시스템(System)이란 각종 산업의 기반 시설 및 기기, 특히 이동통신 중계기, 변압기 등에서 많이 발생하는 유해 전자파에 대하여, 이러한 전자파를 지속적이며 주기적으로 측정하고, 관련 시설의 전자파 방출량 세기의 기준 이상 여부를 확인하는 시스템이다.
- [0003] 상기한 전자파 모니터링 시스템의 측정은 측정에 앞서 측정 장비가 정확한 수치와 눈금을 표시하고 있는지, 주어진 기준에 따른 측정 장비가 정확한 동작을 수행하고 있는지의 판단이 중요하다.
- [0004] 이러한 전자파 모니터링 시스템의 측정 장비 중에 필드 프로브라고 하는 것은 소형의 등방성 다이폴 안테나와 수신기를 사용해서 전자파 무선원 근방의 전계 강도인 전기장을 측정하는 장치이다. 상기 프로브 장치는 전기장 측정에서 핵심적인 요소로서, 프로브가 측정 회로에 최소한의 영향을 미치며, 원하는 측정 수준에 적합한 신호 충실도를 유지하는 것은 필수적이다.
- [0005] 상기 필드 프로브는 본 발명에서 전기장 프로브 모듈 또는 프로브 모듈과 같은 의미로 지칭되어진다.
- [0006] 그러므로 상기 전자파 모니터링 시스템의 필드 프로브는 비교적 넓은 주파수 대역에서 정확한 전계 강도를 측정하기 위해서 교정 및 검증이 필요하다.
- [0007] 캘리브레이션(Calibration)이란 교정이라는 말과 같은 용어로서, 장비 사용 이전에 모든 세팅(Setting)을 초기화하고 최적의 측정을 위한 상태를 만들기 위한 것을 말한다.
- [0008] 상기 전기장 필드 프로브의 캘리브레이션은 상기와 같은 전자파 모니터링 시스템의 측정에서 측정 장비의 사용된 부품이나 조립차이로 인해 발생된 오차를 줄여 장치별로 일정한 측정 특성을 가지도록 하는 과정이다.
- [0009] 그러나 필드 프로브의 교정을 위하여는 전자파 무 반사실이나 야외 시험장과 같은 전자파 간섭 영향이 없고 타 장애물과의 반사 및 커플링 효과가 없어야 하는 시험 환경 요구 조건이 필요하나, 이러한 조건을 만족하기 위해서는 엄청난 설비비용을 부담해야 하는 어려움이 있다.
- [0010] 또한, 상기 캘리브레이션의 기술 기준 및 측정 방법에 대한 설정이 여러 가지 평가 방법의 조건에 따라 상이하고, 측정 방법의 신뢰성에 대한 관심과 논란도 끊이지 않고 있는 실정이다.
- [0011] 본 발명은 본 출원인에 의해서 한국 공개특허공보 제10-2013-0047000호에 의하여 개시되어진 전자파 모니터링 장치 및 그 방법에 바탕을 두고 광대역 전자파 모니터링 장치에서 사용되어지는 전기장 프로브 모듈의 효과적인 캘리브레이션 시스템 및 그 시스템을 이용한 캘리브레이션 방법을 제시하기 위함이다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0012] (특허문헌 0001) KR 공개특허공보 A 10-2013-0047000 (2013. 05. 08)

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0013] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은 오픈 트랜스벨(Open Transverse Electromagnetic Cell)을 사용하여 전기장 프로브 모듈을 교정 및 검증함으로써 광대역 전자파 모니터링 시스템에서 전기장의 효과적인 측정을 보장하는 광대역 전자파 모니터링 장치에서 전기장 프로브 모듈의 캘리브레이션 시스템 및 그 시스템을 이용한 캘리브레이션 방법을 제공하기 위함이다.
- [0014] 또한, 본 발명의 다른 목적은 광대역 전자파 모니터링 장치에서 다이폴(Dipole) 안테나, 다이오드(Diode), 고저항전송선, ADC(Analog Digital Converter), 메인컨트롤유닛(MCU)으로 구성된 전기장 프로브 모듈에 대한 각 부품별 편차를 효과적으로 보정하는 광대역 전자파 모니터링 장치에서 전기장 프로브 모듈의 캘리브레이션 방법을 제공한다.

- [0015] 또한, 본 발명의 목적은 동일 세기의 전자파 환경에서 각 전자파 모니터링 장치별로 상이하게 측정되는 출력 값에 대한 전기장 프로브 모듈의 교정을 위하여 오픈 텀셀과 시그널 제네레이터 및 개인용 컴퓨터(PC)의 캘리브레이션 프로그램을 사용하여 전기장 프로브 모듈의 캘리브레이션 방법을 제공한다.
- [0016] 또한, 본 발명의 다른 목적으로는 0.1V/m ~ 200V/m의 구간을 세분화하여 각 전기장 세기에 맞는 알에프 파워(RF Power)가 오픈 텀셀(Open TEM Cell)에 형성될 수 있도록 시그널 제네레이터(Signal Generator)의 출력 파워를 자동 조절하고 보정하고자 하는 전자파 모니터링 장치의 측정 ADC 값을 읽을 수 있는 구동 소프트웨어(Software) 프로그램을 구현하고 출력된 ADC값을 통해 ADC값 대비 전기장 세기(V/m)에 매칭되는 함수를 만드는 방법을 제공하는 데 있다.
- [0017] 또한, 본 발명은 다이오드(Diode) 특성에 따라 0.1V/m ~ 200V/m의 구간을 3개로 나누어 함수를 만드는 방법을 채택하여 입력에 대한 측정값의 정확도를 높였다.
- [0018] 또한, 본 발명은 전자파 모니터링 장치에 입력되는 전기장의 세기가 설정된 값에 맞게 입력되도록 파워(Power)를 측정하여 시그널 제네레이터의 출력을 조절하도록 하여 광대역 전자파 모니터링 장치에서 전기장 프로브 모듈의 캘리브레이션 방법을 제공하는 데 그 목적이 있다.

**과제의 해결 수단**

- [0019] 본 발명은 상술한 목적을 달성하기 위하여, 광대역 전자파 모니터링 장치에서 설정된 주파수의 정현파를 발생시키는 시그널 제네레이터와 상기 시그널 제네레이터에서 출력되는 주파수의 파워를 높여주는 파워앰프, 상기 파워앰프로부터 출력되는 주파수 입력에 대한 균일장의 전기장이 만들어지도록 하는 오픈 텀셀, 상기 파워앰프로부터 과도한 파워의 주파수 입력으로부터 파워미터를 보호하도록 하는 감쇠기, 상기 오픈 텀셀에 입력되는 주파수 파워를 측정하는 파워미터 및 상기 광대역 전자파 모니터링 장치에서 캘리브레이션하고자 하는 장치인 프로브 모듈과 상기 프로브 모듈의 입력 및 출력되는 데이터인 ADC값을 PC와 통신이 가능하도록 하는 지그 모듈, 캘리브레이션 프로그램이 설치된 PC를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 구성되어지는 전기장 프로브 모듈의 캘리브레이션 시스템을 제공한다.
- [0020] 또한, 본 발명은 상기 오픈 텀셀에 입력되는 전기장 세기를 특정화시키기 위해 상기 파워미터로 입력되는 전력 파워를 모니터링하고 모니터 결과에 따라 상기 시그널 제네레이터의 출력 파워를 조절하는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 또한, 본 발명은 광대역 전자파 모니터링 장치의 전기장 프로브 모듈의 교정 방법으로 오픈 텀셀에서 파워미터까지 연결된 케이블의ロス값을 입력하는 단계, 캘리브레이션 테이블의 순서에 따라 설정된 주파수 파워를 출력하는 시그널 제네레이터의 출력 설정하는 단계, 상기 시그널 제네레이터에서 해당되는 출력이 상기 오픈 텀셀에서 방사되는 파워를 파워미터로 측정하는 단계, 상기 파워미터에서 측정되어진 측정값과 캘리브레이션 프로그램 상의 파워 테이블과 비교한 후 오차 범위에 들어가는지를 판단하는 측정 파워 비교 단계, 상기 측정 파워 비교 단계에서 오차 범위에 들어가면 프로브 모듈에서의 출력 ADC 값을 반복하여 측정하는 프로브 모듈 ADC값 측정 단계 및 상기 프로브 모듈에서의 출력 ADC 값을 평균하여 측정 테이블에 저장하는 ADC 평균값 저장 단계로 이루어지는 것으로 전기장 프로브 모듈의 캘리브레이션 방법을 제공하기 위함이다.
- [0022] 또한, 본 발명은 상기 프로브 모듈 ADC값 측정 단계는 상기 프로브 모듈의 다이오드 특성에 따라 측정하기 위한 전기장 세기 구간과 간격을 각각 0.1V/m이상 1V/m미만은 0.1V/m, 1V/m이상 10V/m미만은 1V/m, 10V/m이상 200V/m미만은 5V/m 간격으로 분할하여 ADC 값을 측정하는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 또한, 본 발명은 상기 프로브 모듈 ADC값 측정 단계에서 측정된 ADC 값들을 이용하여 전기장 함수를 생성하고 생성된 함수의 계수들과 전기장 1V/m, 10V/m에서의 ADC 값만을 프로브 모듈에 저장하여 실 운용 시 저장된 계수와 ADC 값으로 측정된 전기장 세기를 출력하는 것을 특징으로 한다.
- [0024] 또한, 본 발명은 상기 프로브 모듈 ADC값 측정 단계에서의 ADC 측정값에 대한 전기장 세기가 로그 타입의 비선형성 구간과 선형성 구간의 그래프로 나타나는 특성을 반영하기 위하여, 비선형성 구간에서의 계수 생성 함수식과 선형성 구간에서의 계수 생성 함수식으로 전기장 함수의 계수를 구하는 함수 생성 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하며, 상기 함수 생성 단계는 비선형성 구간에서의 계수 생성 함수의 구간은 0.1V/m이상 1V/m미만, 1V/m이상 10V/m미만 구간이고, 선형성 구간에서의 계수 생성 함수의 구간은 10V/m이상 200V/m미만 구간의 구간으로 구분하여 계수를 구하는 것을 특징으로 하는 전기장 프로브 모듈의 캘리브레이션 방법을 제공한다.

**발명의 효과**

- [0025] 본 발명은 광대역 전자파 모니터링 장치에서 전기장 프로브 모듈의 캘리브레이션 시스템 및 그 시스템을 이용한 캘리브레이션 방법을 제공하는 것으로 프로브 모듈의 장치별 부품 특성 차이와 조립에 따른 편차를 줄여 장치별 일정한 측정값 특성을 가지도록 하며 자동적인 보정과정을 수행하는 프로그램인 소프트웨어 툴(Software tool)을 사용하여 보정이 용이하도록 하는 효과가 있다.
- [0026] 또한, 본 발명은 장치의 특성에 따라 0.1V/m ~ 200V/m의 구간을 3개로 나누어 함수를 만드는 방법을 채택하여 입력에 대한 측정값의 정확도를 높이는 효과가 있다.
- [0027] 또한, 본 발명은 전기장 프로브 모듈의 교정을 위하여 오픈 템셀과 시그널 제네레이터 및 개인용 컴퓨터(PC)의 캘리브레이션 프로그램을 사용하여 교정을 위한 설비비용을 절감하고 측정 방법의 신뢰성을 높이는 효과를 제공하기 위함이다.

**도면의 간단한 설명**

- [0028] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 광대역 전자파 모니터링 장치에서 전기장 프로브 모듈의 캘리브레이션 환경 구성도.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 광대역 전자파 모니터링 장치에서 전기장 프로브 모듈의 캘리브레이션 절차 흐름도.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 0.1V/m이상 1V/m미만 구간 전기장 세기와 ADC 값으로 만들어진 함수의 그래프 측정 예시도.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 1V/m이상 10V/m미만 구간 전기장 세기와 ADC 값으로 만들어진 함수의 그래프 예시도.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 10V/m이상 200V/m미만 구간 전기장 세기와 ADC 값으로 만들어진 함수의 그래프 예시도.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 전기장 프로브 모듈의 캘리브레이션 소프트웨어 프로그램 UI 화면 예시도.
- 도 7은 발명의 일 실시예에 따른 캘리브레이션의 구간별 측정 범위와 식 3으로 계산된 전기장 세기별 입력 RF Power 도표.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0029] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명한다.
- [0030] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 광대역 전자파 모니터링 장치에서 전기장 프로브 모듈의 캘리브레이션 환경 구성도이다.
- [0031] 도시된 바와 같이 광대역 전자파 모니터링 장치에서의 전기장 프로브 모듈의 캘리브레이션(Calibration) 환경은 시그널 제네레이터(Signal generator)(10), 파워앰프(Power Amp)(20), 오픈 템셀(Open TEM Cell)(30), 감쇠기(Attenuator)(40), 파워미터(Power meter)(50), 전기장 프로브 모듈(Probe Module)(60), 지그 모듈(Jig Module)(70), 캘리브레이션 소프트웨어 프로그램(Calibration Software Program)이 설치된 개인용 컴퓨터(PC)(80)로 구성된다.
- [0032] 상기 시그널 제네레이터는 설정된 주파수의 정현파를 발생시키는 장치로서 PC의 캘리브레이션 소프트웨어 프로그램에 의해 출력 파워가 조절된다.
- [0033] 상기 파워앰프는 상기 오픈 템셀(Open TEM Cell)에 입력되어야 할 RF 파워만큼 시그널 제네레이터(Signal Generator)에서 신호를 출력할 수 없기 때문에 상기 오픈 템셀에 입력되는 RF 파워를 높여 주는 역할을 한다.
- [0034] 상기 오픈 템셀은 상기 파워앰프로부터 출력되는 RF 입력에 대한 균일장의 전기장이 만들어지도록 하는 내구 구조를 갖는 장치이다. 이는 클로즈 템셀(Close TEM Cell)을 사용할 수도 있으나, 반사파의 오차를 효과적으로 제

거하고 균일한 전기장을 만들어 측정 오차를 줄이기 위하여 오픈 텀셀을 사용하였다.

- [0035] 상기 감쇠기(Attenuator)는 과도한 파워의 RF 입력으로부터 파워미터(Power meter)를 보호하도록 RF 출력 파워 레벨을 낮추는 역할을 하는 장치이다. 일반적으로 감쇠기는 전력 레벨을 원하는 레벨로 낮추어야 할 경우에 흔히 사용되는 장치로서, 발진을 잡거나 반사손실을 줄이는 용도 등으로 광범위하게 응용된다.
- [0036] 상기 파워미터는 상기 오픈 텀셀에 입력되는 RF 파워를 측정하는 역할을 한다. 또한, 상기 파워미터와 호환하는 장비인 스펙트럼 아날라이저(Spectrum Analyzer) 장치를 통하여도 전기장 세기를 측정할 수도 있다.
- [0037] 상기 전기장 프로브 모듈(Probe Module)는 광대역 전자파 모니터링 장치에서 캘리브레이션하고자 하는 타겟(Target) 장치이다.
- [0038] 상기 지그 모듈(Jig Module)은 상기 프로브 모듈의 입력 및 출력되는 데이터인 ADC값을 PC와 통신이 가능하도록 통신 프로토콜을 변환해 주는 역할을 하는 장치이다.
- [0039] 상기 PC는 본 발명의 캘리브레이션 소프트웨어 프로그램이 설치되어 있어 파워미터의 RF 파워 값을 모니터링하여 시그널 제네레이터의 출력을 조절하며 정해진 파워 테이블(Power Table)에 따라 프로브 모듈로부터 ADC 측정값을 읽어 저장하고 수집된 ADC 측정값들로부터 전기장 세기를 계산하기 위한 함수를 생성하고 생성된 함수의 계수값을 프로브 모듈에 저장하는 역할을 수행한다.
- [0040] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 광대역 전자파 모니터링 장치에서 전기장 프로브의 캘리브레이션 절차 흐름도이다.
- [0041] 도시에 따라 광대역 전자파 모니터링 장치에서 전기장 프로브 모듈의 캘리브레이션을 위하여, 오픈 텀셀에서 파워미터까지의 케이블 로스(Cable loss)를 입력한다.
- [0042] 케이블 로스 입력 단계(S10)는 오픈 텀셀에서 스펙트럼 세기 측정 장치인 파워미터까지의 케이블 로스를 캘리브레이션 소프트웨어 프로그램의 초기값으로 입력하는 단계이다.
- [0043] 이는 오픈 텀셀에서 파워미터까지 연결된 케이블(Cable)에 의해 손실(Loss)이 발생하기 때문에 PC에서 파워미터 측정값을 읽을 때 케이블 손실만큼 보상시켜줘야 하는 것으로, 케이블의 길이에 의한 위상차를 보정하고 주변 잡음에 의한 영향을 상쇄시키는 것을 의미한다.
- [0044] 다음은 캘리브레이션 시작(S11) 단계로서 PC상의 캘리브레이션 소프트웨어 프로그램의 UI(User Interface) 창에서 캘리브레이션을 시작(Start)한다.
- [0045] 다음으로 시그널 제네레이터의 출력 설정(S12) 단계는 PC의 캘리브레이션 소프트웨어 프로그램이 Power Table의 순서에 따라 시그널 제네레이터의 출력 파워를 설정하고 시그널 제네레이터는 해당되는 파워를 출력하는 단계이다.
- [0046] 파워미터 측정(S13) 단계는 시그널 제네레이터에서 해당되는 출력이 오픈 텀셀에서 방사되는 것을 스펙트럼 아날라이저 또는 파워미터로 측정하는 것으로서 dBm의 전력 파워를 읽는 단계이다.
- [0047] 다음의 측정 파워 비교(S14) 단계는 상기 파워미터 측정(S13) 단계에서의 파워미터로부터 측정되어진 측정값과 캘리브레이션 소프트웨어 프로그램 상의 RF Power Table과 비교한 후 오차 범위에 들어가는지를 판단하는 단계이다. 상기 오차 범위는  $\pm 0.1\text{dB}$  이내의 오차를 허용 범위로 한다.
- [0048] 상기 측정 파워 비교(S14) 단계에서 파워미터로부터 측정되어지는 dBm의 전력값을 Power Table과 비교한 후 오차 범위 ( $\pm 0.1\text{dB}$ )에 벗어나면, 상기 시그널 제네레이터의 출력 설정(S12) 단계와 상기 파워미터 측정(S13) 단계를 반복 하여 측정 파워 비교(S14) 단계에서의 오차 범위에 들어오도록 동일과정을 반복 수행한다.
- [0049] 다음의 ADC값 측정(S15) 단계는 상기 측정 파워 비교(S14) 단계에서 오차 범위에 들어가면 프로브 모듈에서의 출력 ADC 값을 10회 반복하여 측정하는 단계이다.
- [0050] 다음으로 ADC 평균값 저장(S16) 단계는 상기 10회 반복하여 측정된 프로브 모듈에서의 출력 ADC 값을 평균하여 측정 테이블에 저장하는 단계이다.
- [0051] 이어 Power Table의 다음 테이블 값으로 시그널 제네레이터의 파워 출력을 조절하고 동일과정을 반복하여  $0.1\text{V/m} \sim 200\text{V/m}$ 까지의 프로브 모듈의 ADC 값을 측정하여, 캘리브레이션 소프트웨어 프로그램에 포함된 전기장



세기에 따른 RF Power Table의 낮은 값부터 높은 값까지 Power를 변경하며 프로브 모듈에서 측정되는 ADC 값을 읽어 저장하는 과정을 반복 수행한다.

[0052] 전기를 띤 전하나 시간에 따라 변하는 자기장 주위의 공간에는 전기장이 형성되며, 이 전기장 안에서 하전된 물체는 전기력을 받게 된다. 전기장은 패러데이(Michael Faraday)가 처음 소개한 물리량으로 전장 또는 전계라고도 한다. 전기장은 보통 기호 E로 표시하며, 크기와 방향을 갖는 벡터량이다. 국제표준단위계의 단위로 N/C(newton per coulomb), 혹은 V/m(volt per meter)를 사용한다.

[0053] 상기와 같이 전기장의 세기[E]는  $E [V/m] = F / C$  로 나타내어지며 이는 단위 전하인 C가 받는 힘 F를 나타내는 것이다.

[0054] 도 7은 식 1로 부터 계산된 전기장 세기별 입력 RF Power 도표로서 캘리브레이션 구간에 따라 파워미터로 부터 측정되어진 dBm의 전력 P값에 대해서 전기장의 세기[E]를 계산하여 나타내어진 것이다.

[0055] 본 발명의 전기장 세기별 RF Power Table은 도 7과 같이 0.1V/m이상 1V/m미만 구간은 0.1V/m 간격으로, 1V/m이상 10V/m미만 구간은 1V/m 간격으로, 10V/m이상 200V/m미만 구간은 5V/m 간격으로 세분화 되어진다.

[0056] 식 1은 사용된 오픈 템플에 입력된 RF 파워 대비 형성되는 전기장 세기식이다. 이는 구간별 테이블에 따라 시그널 제네레이터의 출력 RF Power를 dBm으로 측정된 전력값이 전기장의 세기 E(단위 V/m)로 나타내어지는 수식이다.

$$E = \frac{\sqrt{P^* 50}}{0.147} \quad [식 1]$$

[0058] 또한, 함수 생성(S19) 단계는 측정된 프로브 모듈의 ADC 측정 평균값들로부터 0.1V/m이상 1V/m미만, 1V/m이상 10V/m미만, 10V/m이상 200V/m미만 구간으로 나누어 식 2, 식 3을 이용하여 측정 계수 a, b, c와 같은 전기장 함수의 계수를 구하는 단계이다.

[0059] 식 2는 0.1V/m이상 1V/m미만, 1V/m이상 10V/m미만 구간에서와 같이 비선형성 구간에서의 계수 생성 함수식으로, 측정 ADC 값에 따른 전자파세기의 함수식이다.

$$V/m = ax^b + c, x = ADC \quad [식 2]$$

[0061] 식 3은 10V/m이상 200V/m미만의 선형성 구간에서의 계수 생성 함수식으로서 측정 ADC 값에 따른 전자파세기의 함수식이다.

$$V/m = ax^3 + bx^2 + cx + d, x = ADC \quad [식 3]$$

[0063] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 0.1V/m이상 1V/m미만 구간 전기장 세기와 ADC 값으로 만들어진 함수의 그래프 측정 예시도이고, 도 4는 1V/m이상 10V/m미만 구간 전기장 세기와 ADC 값으로 만들어진 함수의 그래프 예시도이며, 도 5는 10V/m이상 200V/m미만 구간 전기장 세기와 ADC 값으로 만들어진 함수의 그래프 예시도이다.

[0064] 도 3과 도 4에서 보여지는 바와 같이, 0.1V/m이상 1V/m미만, 1V/m이상 10V/m미만 구간에서는 ADC 측정값에 대한 전기장 세기가 로그 타입의 비선형성 그래프로 나타내어지며, 도 5에서와 같이 10V/m이상 200V/m미만 구간에서는 선형성 그래프로 나타나는 특성을 갖는다. 식 1과 식 2 및 식 3은 이러한 특성을 반영하기 위하여 적용되는 계수 생성 함수이다.

[0065] 다음으로 계수값 저장(S20) 단계는 측정된 ADC 값들로부터 0.1V/m이상 1V/m미만, 1V/m이상 10V/m미만, 10V/m이상 200V/m미만 구간으로 나누어 식 2, 식 3과 같은 전기장 함수에 의해서 생성된 전기장 함수의 계수값들과 1V/m, 10V/m의 ADC 값을 프로브 모듈에 저장하는 단계이다.

[0066] 이를 통하여 RF 전기장 테이블의 0.1V/m이상 1V/m미만, 1V/m이상 10V/m미만, 10V/m이상 200V/m미만 구간별 캘리브레이션을 종료한다.

[0067] 도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 광대역 전자파 모니터링 장치에서 전기장 프로브의 캘리브레이션 소프트웨어 툴의 UI(User Interface) 화면의 예시도로서, 상술한 본 발명의 전기장 프로브의 캘리브레이션을 모니터링하

고 측정된 값을 계산하며, 캘리브레이션 진행 상태를 제어하고 실행하는 프로그램이다.

[0068]

본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 하여 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 기술적 보호범위는 아래의 특허청구범위에 의해서 정하여져야 할 것이다.

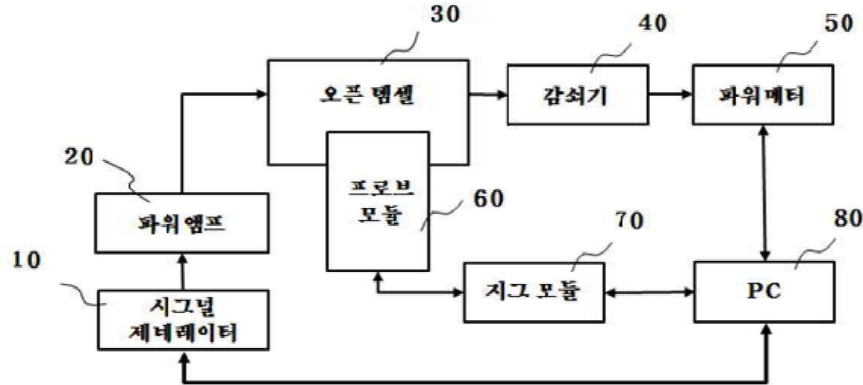
**부호의 설명**

[0069]

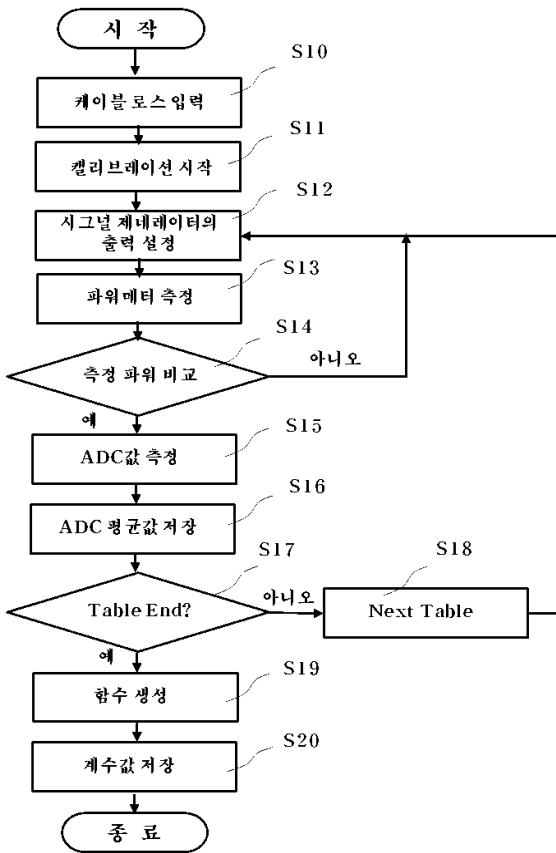
- 10 : 시그널 제네레이터(Signal generator)
- 20 : 파워앰프(Power Amp)
- 30 : 오픈 템셀(Open TEM Cell)
- 40 : 감쇠기(Attenuator)
- 50 : 파워미터(Power meter)
- 60 : 프로브 모듈(Probe Module)
- 70 : 지그 모듈(Jig Module)
- 80 : 개인용 컴퓨터(PC)

**도면**

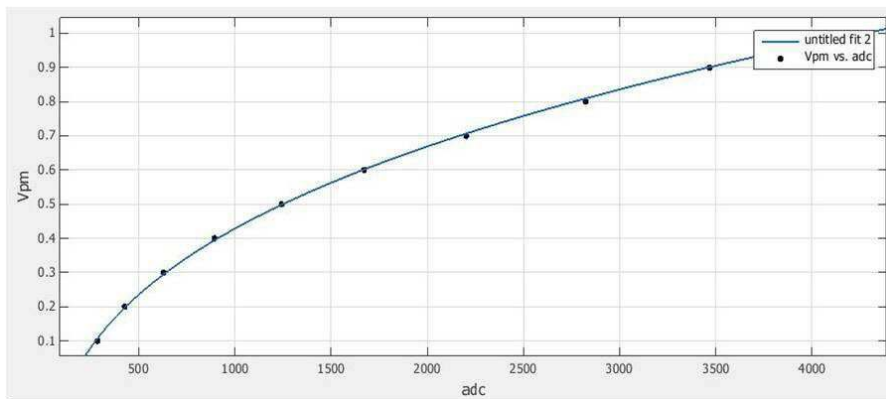
**도면1**



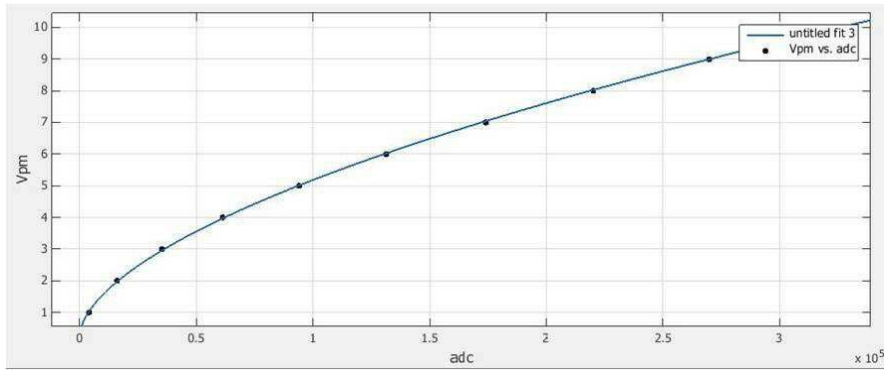
도면2



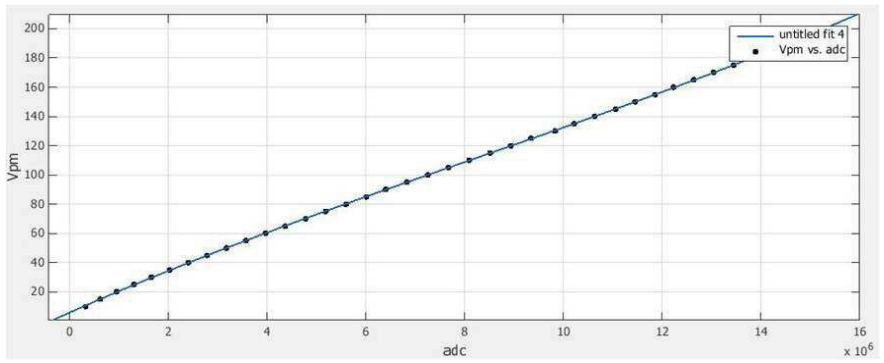
도면3



도면4



도면5



도면6

The screenshot shows the 'BEMF ADC Adjust Program' interface. On the left, 'DUT Information' includes Model: SDBM-3000\_PRB, HW Rev: 01, SW Rev: A01B01, SN: PBR1310.0013, ADC: 2655, VIm: 1.00, and SA(dBm): -54.41. The 'Tests Monitor' table lists 20 test results with columns for No, E(VIm), E->W, IN(d...), ADC\_D, OUT(...), AMP, R(VIm), ADC, SA(d...), and PIF. The 'Test Control' panel features a 'TEST' button, a 'STOP' button, and a '리포트보기' (View Report) button. The 'Test Progress' shows 59 passed and 0 failed tests. The 'Test Counter' shows 153 hits, 145 misses, and 0 errors. The bottom status bar displays system information like 'No AUDIO ANALYZER', IP '35/01.1948171.1211', and date '2013-10-17 오후 6:03'.

도면7

E(V/m)	dBm	E(V/m)	dBm	E(V/m)	dBm
0.1	-23.64	15	19.88	110	37.18
0.2	-17.62	20	22.38	115	37.57
0.3	-14.10	25	24.32	120	37.94
0.4	-11.60	30	25.90	125	38.29
0.5	-9.66	35	27.24	130	38.64
0.6	-8.08	40	28.40	135	38.96
0.7	-6.74	45	29.42	140	39.28
0.8	-5.58	50	30.34	145	39.58
0.9	-4.56	55	31.16	150	39.88
1	-3.64	60	31.92	155	40.16
2	2.38	65	32.61	160	40.44
3	5.90	70	33.26	165	40.71
4	8.40	75	33.86	170	40.97
5	10.34	80	34.42	175	41.22
6	11.92	85	34.95	180	41.46
7	13.26	90	35.44	185	41.70
8	14.42	95	35.91	190	41.93
9	15.44	100	36.36	195	42.16
10	16.36	105	36.78	200	42.38

【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 3

【변경전】

    파워메타까지

【변경후】

    파워미터까지