(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2023 년 1 월 5 일 (05.01.2023)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2023/277447 A1

(51) 국제특허분류:
G01R 35/02 (2006.01) *G01R 31/28* (2006.01)
G01R 23/16 (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2022/008945

(22) 국제출원일: 2022 년 6 월 23 일 (23.06.2022)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2021-0085329 2021 년 6 월 30 일 (30.06.2021) KR

(71) 출원인: 한국표준과학연구원 (**KOREA RESEARCH INSTITUTE OF STANDARDS AND SCIENCE**) [KR/KR]; 34113 대전광역시 유성구 가정로 267, Daejeon (KR).

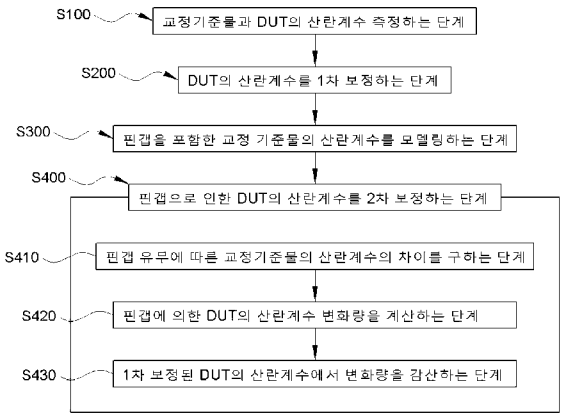
(72) 발명자: 구현지 (**KOO, Hyunji**); 34140 대전광역시 유성구 어은로 57, 122-1001, Daejeon (KR). 조치현 (**CHO, Chihyun**); 34089 대전광역시 유성구 노은서로 126-13, Daejeon (KR). 권재용 (**KWON, Jae-Yong**); 34140 대전광역시 유성구 어은로 57, 117-1102, Daejeon (KR). 강태원 (**KANG, Tae-weon**); 34070 대전광역시 유성구 지족북로 60, 206-207, Daejeon (KR).

(74) 대리인: 특허법인 플러스 (**PLUS INTERNATIONAL IP LAW FIRM**); 35209 대전광역시 서구 한밭대로 809, 10 층, Daejeon (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN,

(54) **Title:** SCATTERING COEFFICIENT MEASUREMENT ERROR CORRECTION METHOD

(54) **발명의 명칭:** 산란계수 측정오차 보정 방법



S100 ... Step for measuring scattering coefficients of calibration reference object and DUT
S200 ... Step for primarily calibrating scattering coefficient of DUT
S300 ... Step for modeling scattering coefficient of calibration reference object including pin gap
S400 ... Step for secondarily calibrating scattering coefficient of DUT caused by pin gap
S410 ... Step for obtaining difference between scattering coefficients of calibration reference object according to existence of pin gap
S420 ... Step for calculating change of scattering coefficient of DUT caused by pin gap
S430 ... Step for subtracting change from primarily calibrated scattering coefficient of DUT

(57) **Abstract:** A method for correcting a scattering coefficient measurement error, which is caused by a dimensional error of a line standard and a pin gap formed at a port connection of a vector network measurer and a calibration reference object used for calibration of the vector network measurer, the scattering coefficient measurement error calibration method according to an embodiment of the present invention comprising the steps of: primarily calibrating a scattering coefficient of an object to be measured, which is measured by the vector network measurer by using the calibration reference object; and secondarily calibrating a measurement error of the scattering coefficient of the object to be measured, which is caused by the dimensional error of the line standard and the pin gap, by using a scattering coefficient of the calibration reference object derived through modeling.

WO 2023/277447 A1

[다음 쪽 계속]

KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) **지정국** (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(57) 요약서: 본 발명의 일 실시 예에 따른 산란계수 측정오차 보정 방법은, 벡터 네트워크 측정기의 캘리브레이션에 이용되는 교정기준물과 상기 벡터 네트워크 측정기의 포트 연결에서 형성되는 핀갭 및 Line 표준기의 치수 오차로 인한 산란계수의 측정오차를 보정하는 방법에 있어서, 교정기준물 이용하여 벡터 네트워크 측정기로 측정한 피측정물의 산란계수를 1차 보정하는 단계와 모델링에 의해 도출된 교정기준물의 산란계수를 이용하여 핀갭 및 Line 표준기의 치수 오차로 인한 피측정물의 산란계수의 측정오차를 2차 보정하는 단계를 포함한다.

명세서

발명의 명칭: 산란계수 측정오차 보정 방법

기술분야

[1] 본 발명은 벡터 네트워크 측정기의 캘리브레이션에 이용되는 표준기와 벡터 네트워크 측정기의 포트 연결에서 형성되는 핀갭(Pin Gap) 및 Line 표준기의 치수 오차에 의한 산란계수 측정오차를 보정하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

[2] 고주파 전자회로를 테스트하기 위해서는 고주파 전자회로를 통해 전송되는 고주파(Radio Frequency: RF) 신호가 측정되어야 한다. 특히, 고주파 신호는 위상의 벡터(vector) 값을 가지며 이를 측정하기 위하여 네트워크 분석기(Network Analyzer)가 가장 널리 이용된다.

[3] 벡터 네트워크 분석기는 시간과 환경에 따라 오차가 발생하므로, 네트워크 분석기가 사용되기 전에 네트워크 분석기의 오차가 보정되어야 한다. 벡터 네트워크 분석기의 오차는 몇 개의 항목들로 모델링될 수 있으며, 모델링된 오차 항목들을 측정하여 벡터 네트워크 분석기의 오차를 보정하는 것을 캘리브레이션(calibration) 이라 한다.

[4] 널리 이용되는 캘리브레이션 방법은 테스트하고자 하는 고주파 전자회로 대신 이미 알고 있는 임피던스를 연결하여 네트워크 분석기의 오차를 보정하는 것이다. 이 때 알고 있는 임피던스를 표준 임피던스(Standard Impedance)라 한다. 캘리브레이션은 여러 개의 오차 항목을 이용하여 수행되며, 여러 종류의 표준 임피던스가 필요하고 연결되는 표준 임피던스에 따라 구체적인 캘리브레이션 방법이 달라진다. 현재 널리 이용되는 표준으로는 SOLT(Short, Open, Load, Through) 표준, TRL(Through, Reflection, Line) 표준, TRL의 다른 형태인 LRL(Line1, Reflection, Line2) 표준 등이 있다. 이러한 표준들은 일단은 소정의 표준 임피던스를 갖고 타단은 네트워크 분석기의 포트와 연결되도록 구성된 전자 부품인 기구물(이하, 교정기준물이라 한다)로 실현된다.

[5] 예를 들어, TRL 표준을 이용하는 경우 Through 임피던스를 위해서 백터 네트워크 분석기의 두 포트를 서로 연결하는 작업, Reflection 임피던스를 네트워크 분석기의 포트와 연결하는 작업, 및 Line 임피던스를 네트워크 분석기의 포트와 연결하는 작업들이 필요하다. 이 때, 벡터 네트워크 분석기의 포트에 동축 케이블이 접속된 후 그 동축 케이블의 선단에 준비된 교정기준물이 접속된다. 이 상태에서 벡터 네트워크 분석기는 교정기준물의 고주파 신호를 측정한다. 따라서 벡터 네트워크 분석기의 포트와 교정기준물은 동축 케이블의 암-수(female-male) 핀 결합 방식으로 연결된다.

[6] 도 1은 동축 케이블의 암-수(female-male) 핀 결합의 단면도이다.

[7] 도 1을 참조하면, 동축 케이블의 선단의 동축 수 커넥터(coaxial male

connector)와 동축 암 커넥터(coaxial female connector)가 접속될 때 그 접속 부분에서 내부 도체의 반경이 불연속적으로 변함으로 인한 핀 깊이(pin depthM, pin depthF)에 의해 핀갭(Pin Gap)이 발생한다. 교정기준물과 벡터 네트워크 분석기의 포트가 동축 케이블의 암-수(female-male) 핀 결합 방식으로 연결될 때 발생하는 교정기준물 측의 핀갭은 접속 부위에 전파하는 반사 성분을 발생시키는 등의 고주파의 전파에 영향을 미치고 결국 교정 기준물을 이용한 캘리브레이션 후에 벡터 네트워크 분석기를 통해 측정하는 모든 피측정체의 측정값(산란계수)에 오차 요인으로 작용한다.

[8] Line 표준기는 IEEE의 규격에 맞게, 내부 도체 직경과 외부도체 직경이 제작되어야 한다. 하지만, 제작시 오차가 발생할 수 있다. 이 오차에 의해서, 임피던스 부정합이 발생하고, 피측정체의 산란계수 측정에 오차를 발생시킨다. 특히, 암 커넥터의 끝단에 슬롯(slot)이 있는 경우, 그 영향을 잘 고려해야한다.

[9] 따라서 벡터 네트워크 분석기를 통해 피측정체의 산란계수를 측정하는데 교정기준물과 벡터 네트워크 분석기의 포트의 연결에서 발생하는 핀갭에 의한 측정 오차를 줄이는 방안이 요구된다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[10] 본 발명은 벡터 네트워크 측정기의 캘리브레이션에 이용되는 표준과 벡터 네트워크 측정기의 포트 연결에서 형성되는 핀갭(Pin Gap) 및 Line 표준기의 치수 오차에 의한 산란계수 측정오차를 보정하는 방법 및 시스템을 제공한다.

과제 해결 수단

[11] 본 발명의 일 실시 예에 따른 산란계수 측정오차 보정 방법은, 벡터 네트워크 측정기의 캘리브레이션에 이용되는 교정기준물과 상기 벡터 네트워크 측정기의 포트 연결에서 형성되는 핀갭(Pin Gap) 및 Line 표준기의 치수 오차로 인한 산란계수의 측정오차를 보정하는 방법에 있어서, 상기 벡터 네트워크 측정기를 이용하여 상기 교정기준물과 피측정물(DUT)의 산란계수를 측정하는 단계; 상기 측정된 교정기준물의 산란계수를 이용하여 상기 측정된 피측정물의 산란계수를 1차 보정하는 단계; 상기 핀갭을 포함한 상기 교정기준물의 산란계수를 모델링하는 단계; 및 상기 모델링에 의해 도출된 상기 교정기준물의 산란계수를 이용하여 상기 핀갭으로 인한 상기 피측정물의 산란계수의 측정오차를 2차 보정하는 단계를 포함한다.

[12] 벡터 네트워크 측정기의 캘리브레이션에 이용되는 교정기준물과 상기 벡터 네트워크 측정기의 포트 연결에서 형성되는 핀갭(Pin Gap) 및 Line 표준기의 치수 오차로 인한 산란계수의 측정오차를 보정하는 시스템에 있어서, 본 발명의 일 실시 예에 따른 산란계수 측정오차 보정 시스템은, 벡터 네트워크 측정기의 캘리브레이션에 이용되는 교정기준물과 상기 벡터 네트워크 측정기의 포트 연결에서 형성되는 핀갭(Pin Gap) 및 Line 표준기의 치수 오차로 인한

산란계수의 측정오차를 보정하는 시스템에 있어서, 상기 벡터 네트워크 측정기에 의해 측정된 상기 교정기준물 및 피측정물의 산란계수를 수신하고, 상기 교정기준물의 산란계수를 이용하여 상기 측정된 피측정물의 산란계수를 1차 보정하는 1차 보정부; 및 상기 핀갭으로 인한 상기 피측정물의 산란계수의 측정오차를 2차 보정하는 2차 보정부를 포함하고, 상기 2차 보정부는 상기 핀갭을 포함한 상기 교정기준물의 산란계수를 모델링하는 모델링부를 포함한다.

발명의 효과

[13] 본 발명에 따른 산란계수 측정오차 보정 방법은 표준 임피던스를 이용하는 벡터 네트워크 측정기의 캘리브레이션에 나아가 표준 임피던스와 백터 네트워크 측정기의 포트와의 연결에서 발생하는 핀갭(Pin Gap) 및 Line 표준기의 치수 오차로 인한 피측정체의 산란계수 측정오차를 보정함으로써 피측정체의 산란계수의 측정 정밀도를 향상시킬 수 있다.

[14] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[15] 도 1은 동축 케이블의 암-수(female-male) 핀 결합의 단면도이다.

[16] 도 2는 본 발명에 따른 산란계수 측정오차 보정 방법이 실시되는 측정 장치를 나타낸다.

[17] 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 산란계수 측정오차 보정 방법의 순서도이다.

[18] 도 4는 핀갭을 포함하지 않는 이상적인 TRL 교정기준물과 벡터 네트워크 분석기의 포트와의 연결을 나타내는 단면도이다.

[19] 도 5는 핀갭을 포함하는 실제 TRL 교정기준물과 벡터 네트워크 분석기의 포트와의 연결을 나타내는 단면도이다.

[20] 도 6은 핀갭을 포함하지 않는 이상적인 LRL 교정기준물과 벡터 네트워크 분석기의 포트와의 연결을 나타내는 단면도이다.

[21] 도 7은 핀갭을 포함하는 실제 TRL 교정기준물과 벡터 네트워크 분석기의 포트와의 연결을 나타내는 단면도이다.

[22] 도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따른 산란계수 측정오차 보정 시스템의 블록도이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[23] 본 발명의 일 실시 예에 따른 산란계수 측정오차 보정 방법은, 벡터 네트워크 측정기의 캘리브레이션에 이용되는 교정기준물과 상기 벡터 네트워크 측정기의 포트 연결에서 형성되는 핀갭(Pin Gap) 및 Line 표준기의 치수 오차로 인한 산란계수의 측정오차를 보정하는 방법에 있어서, 상기 벡터 네트워크 측정기를

이용하여 상기 교정기준물과 피측정물(DUT)의 산란계수를 측정하는 단계; 상기 측정된 교정기준물의 산란계수를 이용하여 상기 측정된 피측정물의 산란계수를 1차 보정하는 단계; 상기 핀갭을 포함한 상기 교정기준물의 산란계수를 모델링하는 단계; 및 상기 모델링에 의해 도출된 상기 교정기준물의 산란계수를 이용하여 상기 핀갭으로 인한 상기 피측정물의 산란계수의 측정오차를 2차 보정하는 단계를 포함한다.

[24] 또한, 상기 교정기준물은, 소정의 표준 임피던스를 갖고, 동축 커넥터의 암-수 핀 결합방식으로 상기 벡터 네트워크 측정기의 포트에 연결되고, TRL(Through, Reflection, Line) 캘리브레이션 키트 또는 LRL(Line1, Reflection, Line2) 캘리브레이션 키트에 포함된다.

[25] 또한, 상기 핀갭을 포함한 상기 교정기준물의 산란계수를 모델링하는 단계는, 상기 교정기준물의 물리적인 치수를 적용한 3D 전자기파 전파 시뮬레이션을 통해 상기 핀갭을 포함한 상기 교정기준물의 산란계수를 모델링한다.

[26] 또한, 상기 핀갭 및 Line 표준기의 치수 오차로 인한 상기 피측정물의 산란계수의 측정오차를 2차 보정하는 단계는, 상기 모델링에 의해 도출된 상기 교정기준물의 산란계수와 핀갭 및 Line 표준기의 치수 오차가 없는 이상적인 교정기준물의 산란계수의 차이를 구하는 단계를 포함한다.

[27] 또한, 상기 핀갭 및 Line 표준기의 치수 오차로 인한 상기 피측정물의 산란계수의 측정오차를 2차 보정하는 단계는, 상기 구한 차이를 이용하여 상기 핀갭 및 Line 표준기의 치수 오차에 의해 상기 피측정물의 산란계수가 변화된 변화량을 계산하는 단계를 더 포함한다.

[28] 또한, 상기 핀갭 및 Line 표준기의 치수 오차로 인한 상기 피측정물의 산란계수의 측정오차를 2차 보정하는 단계는, 상기 1차 보정된 상기 피측정물의 산란계수에서 상기 계산된 변화량을 감산하는 단계를 더 포함한다.

[29] 본 발명의 일 실시 예에 따른 산란계수 측정오차 보정 시스템은, 벡터 네트워크 측정기의 캘리브레이션에 이용되는 교정기준물과 상기 벡터 네트워크 측정기의 포트 연결에서 형성되는 핀갭 및 Line 표준기의 치수 오차로 인한 산란계수의 측정오차를 보정하는 시스템에 있어서, 상기 벡터 네트워크 측정기에 의해 측정된 상기 교정기준물 및 피측정물의 산란계수를 수신하고, 상기 교정기준물의 산란계수를 이용하여 상기 측정된 피측정물의 산란계수를 1차 보정하는 1차 보정부; 및 상기 핀갭 및 Line 표준기의 치수 오차로 인한 상기 피측정물의 산란계수의 측정오차를 2차 보정하는 2차 보정부를 포함하고, 상기 2차 보정부는 상기 핀갭을 포함한 상기 교정기준물의 산란계수를 모델링하는 모델링부를 포함한다.

[30] 또한, 상기 교정기준물은, 소정의 표준 임피던스를 갖고, 동축 커넥터의 암-수 핀 결합방식으로 상기 벡터 네트워크 측정기의 포트에 연결되고, TRL(Through, Reflection, Line) 캘리브레이션 키트 또는 LRL(Line1, Reflection, Line2) 캘리브레이션 키트에 포함된다.

[31] 또한, 상기 모델링부는, 상기 교정기준물의 물리적인 치수를 적용한 3D 전자기파 전파 시뮬레이션을 통해 상기 핀갭을 포함한 상기 교정기준물의 산란계수를 모델링한다.

[32] 또한, 상기 2차 보정부는, 상기 모델링에 의해 도출된 상기 교정 기준물의 산란계수와 핀갭 및 Line 표준기의 치수 오차가 없는 이상적인 교정 기준물의 산란계수의 차이를 구하고, 상기 차이를 이용하여 상기 핀갭 및 Line 표준기의 치수 오차에 의해 상기 피측정물의 산란계수가 변화된 변화량을 계산하는 제1 연산부를 더 포함한다.

[33] 또한, 상기 2차 보정부는, 상기 1차 보정된 상기 피측정물의 산란계수에서 상기 계산된 변화량을 감산하는 제2 연산부를 더 포함한다.

발명의 실시를 위한 형태

[34] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

[35] 본 명세서 사용되는 용어들은 본 발명의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 이러한 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 하여 내려져야 할 것이다.

[36] 아울러, 아래에 개시된 실시 예는 본 발명의 권리범위를 한정하는 것이 아니라 본 발명의 청구범위에 제시된 구성요소의 예시적인 사항에 불과하며, 본 발명의 명세서 전반에 걸친 기술사상에 포함되고 청구범위의 구성요소에서 균등물로서 치환 가능한 구성요소를 포함하는 실시 예는 본 발명의 권리범위에 포함될 수 있다.

[37] 그리고 아래에 개시된 실시 예에서의 “제1”, “제2”, “일면”, “타면” 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위해 사용되는 것으로서, 구성요소가 상기 용어들에 의해 제한되는 것은 아니다. 이하, 본 발명을 설명함에 있어서, 본 발명의 요지를 흐릴 수 있는 공지 기술에 대한 상세한 설명은 생략한다.

[38] 도 2는 본 발명에 따른 산란계수 측정오차 보정 방법이 실시되는 측정 장치를 나타낸다.

[39] 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 산란계수 측정오차 보정 방법은, 벡터 네트워크 분석기(VNA)(10)를 이용하여 피측정물(DUT)(20)의 산란계수를 측정할 때 실시된다.

[40] 보다 자세히 설명하면, 벡터 네트워크 분석기(VNA)(10)를 이용하여 피측정물(DUT)(20)의 산란계수를 측정할 때 피측정물(20)의 포트에 측정 기준면(reference plane)을 설정하는 캘리브레이션에 TRL 교정기준물 또는 LRL 교정기준물이 이용된다. TRL 교정기준물은 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이 일단에서 벡터 네트워크 분석기의 포트와 연결되는 커넥터를 구비하고

타단에서 각각 Line 표준 임피던스 및 short 표준 임피던스를 갖는 Line 교정기준물과 Reflect 교정기준물을 포함하는 캘리브레이션 키트(30)로 구성된다. LRL 교정기준물은 도 6 및 도 7에 도시된 바와 같이 일단에서 벡터 네트워크 분석기의 포트와 연결되는 커넥터를 구비하고 타단에서 각각 Line1 표준 임피던스, Line2 표준 임피던스 및 short 표준 임피던스를 갖는 Line1 교정기준물, Line2 교정기준물과 Reflect 교정기준물을 포함하는 캘리브레이션 키트(30)로 구성된다.

[41] 본 발명에 따른 일 실시 예에서, 캘리브레이션 키트(30)는 TRL(Through, Reflection, Line) 캘리브레이션 키트 또는 LRL(Line1, Reflection, Line2) 캘리브레이션 키트를 포함한다.

[42] 캘리브레이션 키트(30)를 이루는 TRL 교정기준물 또는 LRL 교정기준물의 일단과 벡터 네트워크 분석기(10)의 포트가 동축 케이블의 암-수(female-male) 핀 결합 방식으로 연결될 때, TRL 교정기준물 또는 LRL 교정기준물 측에 핀갭이 형성되면 상기 핀갭으로 인해 캘리브레이션 키트(30)를 이용한 캘리브리이션 후의 피측정물(20)의 산란계수의 모든 측정에서 측정오차가 발생한다. 따라서 본 발명에 따른 산란계수 측정오차 보정 방법은 캘리브레이션 키트(30) 측에 핀갭을 포함함으로 인해 발생되는 측정오차를 보정하고 최종적으로 피측정물(20)의 산란계수의 참값을 얻기 위해 실시된다.

[43] 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 산란계수 측정오차 보정 방법의 순서도이다.

[44] 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 산란계수 측정오차 보정 방법은 교정기준물과 피측정물의 산란계수를 측정하는 단계(S100), 피측정물의 산란계수를 1차 보정하는 단계(S200), 핀갭을 포함하는 교정기준물의 산란계수를 모델링하는 단계(S300) 및 핀갭으로 인한 피측정물의 산란계수를 2차 보정하는 단계(S400)을 포함한다.

[45] 일 실시 예에서, 단계 S400은 핀갭 유무에 따른 교정기준물의 산란계수 차이를 구하는 단계(S410), 핀갭에 의한 피측정물의 산란계수 변화량을 계산하는 단계(S420) 및 1차 보정된 피측정물의 산란계수에서 변화량을 감산하는 단계(S430)을 포함한다.

[46] 단계 S100에서, 도 2에 도시된 바와 같이 벡터 네트워크 측정기를 이용하여 벡터 네트워크 측정기의 포트에 캘리브레이션 키트 또는 피측정물을 연결하고 벡터 네트워크 측정기가 캘리브레이션 키트 및 피측정물을 통해 전송되는 고주파(Radio Frequency: RF) 신호를 측정한다. 벡터 네트워크 측정기가 측정한 캘리브레이션 키트 및 피측정물을 통해 전송되는 고주파 신호를 통해 캘리브레이션 키트 및 피측정물의 산란계수, 즉 입력단 반사계수(S_{11}), 순방향 전달계수(S_{21}), 출력단 반사계수(S_{22}), 역방향 전달계수(S_{12})를 포함하는 S-Parameter(S_{ij})가 측정된다.

[47] 단계 S200에서, 단계 S100에서 측정된 교정기준물의 산란계수 측정값을

이용하여 측정된 피측정물의 산란계수가 1차 보정된다. 단계 S200의 1차 보정은 TRL 캘리브레이션 또는 LRL 캘리브레이션으로서 피측정물의 포트에 측정 기준면을 설정한다. 이 때 1차 보정은 측정된 교정기준물의 산란계수 측정값을 공지된 알고리즘에 대입함으로써 단계 S100에서 측정된 피측정물의 산란계수를 TRL 캘리브레이션 또는 LRL 캘리브레이션한다.

[48] 단계 S200에서, TRL 캘리브레이션 또는 LRL 캘리브레이션된 피측 정물의 산란계수(S_m)가 도출된다. 또한, 단계 S100에서 측정된 TRL 캘리브레이션 키트 중 Line 교정기준물에 대한 산란계수 측정값을 이용하여 Line 교정기준물의 전파 상수 또는 단계 S100에서 측정된 LRL 캘리브레이션 키트 중 Line1 교정기준물 및 에 Line2 교 정기준물 대한 산란계수 측정값을 이용하여 Line1 교정기준물 및 Line2 교정기준물 의 전파 상수를 얻을 수 있다.

[49] 단계 S300에서 핀갭을 포함한 교정기준물의 산란계수가 모델링된다. 핀갭은 벡터 네트워크 분석기의 포트에서 이어진 동축 케이블의 선단의 동축 커넥터와 교정기준물의 일단의 동축 커넥터가 접속될 때 형성되며, 교정기준물 측에 형성된 핀갭은 피측정물의 산란계수 측정에 측정오차를 유발한다.

[50] 단계 S300의 모델링에서 교정기준물의 물리적인 치수, 즉 교정기준물의 일단의 동축 커넥터의 물리적인 치수를 적용한 3D 전자기파 전파 시뮬레이션을 통해 핀갭을 포함한 교정기준물의 산란계수가 얻어진다.

[51] 단계 S300에서, 상기 시뮬레이션에 이용되는 교정기준물의 물리적인 치수는 교정기준물의 일단의 동축 커넥터의 외부 도체 및 내부 도체의 직경, 내부 도체의 말단에 돌출된 핀의 직경, 접속 부위의 양 커넥터 각각에 핀갭을 형성시키는 핀 깊이(Pin depth), 내부 도체의 전도도, 및 공기의 유전율을 포함한다.

[52] 이하, TRL 캘리브레이션 키트 및 LRL 캘리브 레이션 키트를 구성하는 교정기준물의 산란계수에 대해 설명한다.

[53] 도 4 및 도 5는 각각 핀갭을 포함하지 않는 이상적인 TRL 교정기준물과 벡터 네트워크 분석기의 포트와의 연결을 나타내는 단면도이고, 핀갭을 포함하는 실제 TRL 교정기준물과 벡터 네트워크 분석기의 포트와의 연결을 나타내는 단면도이다.

[54] 도 4에 도시된 이상적인 TRL 교정기준물과 벡터 네트워크 분석기의 포트와의 연결에서 핀갭이 존재하지 않는 반면 도 5에 도시된 실제 TRL 교정기준물과 벡터 네트워크 분석기의 포트와의 연결에서 핀갭이 존재한다. 핀갭이 교정기준물 측에 존재(교정기준물 측의 핀갭 길이: d)함으로써 핀갭을 포함하는 교정기준물의 산란 계수(S_{dist})는 이상적인 교정기준 물의 산란계수(S_{ideal})와 차이가 있다.

[55] 도 4에 도시된 이상적인 TRL 교정기준물의 산란계수는 Through, Line 및 Reflection에서 수학식 1 내지 3과 같다.

[56] 수학식 1

[57]

$$S_{\mathrm{T}} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

[58] 수학식 2

[59]

$$S_{\mathrm{L}} = \begin{bmatrix} 0 & L \\ L & 0 \end{bmatrix}$$

[60] 수학식 3

[61]

$$S_{\mathrm{R}} = \begin{bmatrix} \Gamma & 0 \\ 0 & \Gamma \end{bmatrix}$$

[62] 도 5에 도시된 실제 TRL 교정기준물의 산란계수는 단계 300에서 모델링된 값으로 Through, Line 및 Reflection에서 수학식 4 내지 6과 같다.

[63] 수학식 4

[64]

$$S_{\mathrm{dist_T}} = \begin{bmatrix} \delta T_{11} & 1+\delta T_{12} \\ 1+\delta T_{21} & \delta T_{22} \end{bmatrix}$$

[65] 수학식 5

[66]

$$S_{\mathrm{dist_L}} = \begin{bmatrix} \delta L_{11} & L+\delta L_{12} \\ L+\delta L_{21} & \delta L_{22} \end{bmatrix}$$

[67] 수학식 6

[68]

$$S_{\mathrm{dist_R}} = \begin{bmatrix} \Gamma+\delta\Gamma_{11} & 0 \\ 0 & \Gamma+\delta\Gamma_{22} \end{bmatrix}$$

[69] 도 6 및 도 7은 각각 핀갭을 포함하지 않는 이상적인 LRL 교정기준물과 벡터 네트워크 분석기의 포트와의 연결을 나타내는 단면도이고, 핀갭을 포함하는 실제 LRL 교정기준물과 벡터 네트워크 분석기의 포트와의 연결을 나타내는 단면도이다.

[70] 도 6에 도시된 이상적인 LRL 교정기준물과 벡터 네트워크 분석기의 포트와의 연결에서 핀갭이 존재하지 않는 반면 도 7에 도시된 실제 LRL 교정기준물과 벡터 네트워크 분석기의 포트와의 연결에서 핀갭이 존재한다. 핀갭이

교정기준물 측에 존재(교정기준물 측의 핀갭 길이: d)함으로써 핀갭을 포함하는 교정기준물의 산란계수(S_{dist})는 이상적인 교정기준 물의 산란계수(S_{ideal})와 차이가 있다.

[71] 도 6에 도시된 이상적인 LRL 교정기준물의 산란계수는 Line1, Line2 및 Reflection 에서 수학식 7 내지 9과 같다.

[72] 수학식 7

[73]

$$S_{L1}=\begin{bmatrix}0 & L_1\\ L_1 & 0\end{bmatrix}$$

[74] 수학식 8

[75]

$$S_{L2}=\begin{bmatrix}0 & L_2\\ L_2 & 0\end{bmatrix}$$

[76] 수학식 9

[77]

$$S_{R}=\begin{bmatrix}\Gamma & 0\\ 0 & \Gamma\end{bmatrix}$$

[78] 도 7에 도시된 실제 LRL 교정기준물의 산란계수는 단계 300에서 모델링된 값으로 Line1, Line2 및 Reflection 에서 수학식 10 내지 12와 같다.

[79] 수학식 10

[80]

$$S_{dist_L1}=\begin{bmatrix}\delta T_{11} & L_1+\delta T_{12}\\ L_1+\delta T_{21} & \delta T_{22}\end{bmatrix}$$

[81] 수학식 11

[82]

$$S_{dist_L2}=\begin{bmatrix}\delta L_{11} & L_2+\delta L_{12}\\ L_2+\delta L_{21} & \delta L_{22}\end{bmatrix}$$

[83] 수학식 12

[84]

$$S_{dist_R} = \begin{bmatrix} \Gamma + \delta\Gamma_{11} & 0 \\ 0 & \Gamma + \delta\Gamma_{22} \end{bmatrix}$$

[85] 본 발명의 따른 보정 방법의 일 실시 예에서, 핀갭으로 인한 피측정물의 산란계수를 2차 보정하는 단계(S400)는 핀갭 및 Line 표준기의 치수 오차 유무에 따른 교정기준물의 산란계수 차이를 구하는 단계(S410), 핀갭 및 Line 표준기의 치수 오차에 의한 피측정물의 산란계수 변화량을 계산하는 단계(S420) 및 1차 보정된 피측정물의 산란계수에서 변화량을 감산하는 단계(S430)를 포함한다.

[86] 단계 S410에서, 단계 S300의 모델링에 의해 도출된 핀갭을 포함하는 교정기준물의 산란계수와 핀갭이 없는 이상적인 교정기준물의 산란계수의 차이가 얻어진다.

[87] 예를 들면, LRL 교정기준물 중 Line1 및 Line2 각각에서, 단계 S400은 수학식 10에서 수학식 7을 감산 및 수학식 11에서 수학식 8을 감산함으로써 모델링에 의해 도출된 핀갭을 포함하는 교정기준물의 산란계수와 핀갭 및 Line 표준기의 치수 오차가 없는 이상적인 교정기준물의 산란계수의 차이를 얻는다. 또한, LRL 교정기준물 중 Reflection 에서, 산란계수 중 반사계수 사이의 완벽한 매칭이 이루어지는 것이 이상적이므로 단계 S400은 핀갭을 포함하는 교정기준물의 산란계수 중 반사계수의 차이(출력단 반사계수(S_{dist_R22})에서 입력단 반사계수(S_{dist_R11})를 감산)를 얻는다.

[88] 단계 S420에서, 단계 S410에서 얻은 차이를 이용하여 핀갭에 의해 피측정물의 산란계수가 변화된 변화량이 계산된다. 단계 S420은 단계 S410에서 얻은 차이를 perturbation 방정식에 대입함으로써 핀갭에 의해 피측정물의 산란계수가 변화된 변화량(δS_{ij})을 계산한다. perturbation 방정식은 U. Stumper에 의한 “Influence of nonideal LRL or TRL calibration elem ents on VNA S-parameter measurements,” Advances in Radio Scien ce, vol. 3, pp. 51-58, May 2005 에 설명된 바와 같다.

[89] 단계 S420에서 계산되는 피측정물의 산란계수가 변화된 변화량(δS_{ij})은 TRL 캘리브레이션 키트 및 LRL 캘리브레이션 키트를 구성하는 교정기준물 별로 얻어진다.

[90] 단계 S430에서, 단계 S200에서 1차 보정된 피측정물의 산란계수에서 단계 S420에서 계산된 변화량을 감산함으로써 핀갭 및 Line 표준기의 치수 오차로 인한 피측정물의 산란계수의 측정오차가 2차 보정된다. 이로써, 핀갭 및 Line 표준기의 치수 오차로 인한 피측정물의 산란계수의 측정오차가 2차 보정된 피측정물의 산란계수가 얻어진다.

[91] 예를 들면, LRL 교정기준물 중 Line1, Line2 및 Reflection 각각에서의 핀갭으로 인해 피측정물의 산란계수가 변화된 변화량($\delta S_{L1,ij}$,$\delta S_{L2,ij}$,$\delta S_{R,ij}$)이 단계 S200에서 1차 보정된 피측정물의 산란계수에서 수학식 13과 같이 감산된다. 수학식 13 과 같이 핀갭으로 인한 피측정물의 산란계수의 측정오차가 2차 보정된 피측정물의

산란계수가 얻어진다.

[92] 수학식 13

[93] $S_{corr,ij} = S_m - \delta S_{L1,ij} - \delta S_{L2,ij} - \delta S_{R,ij}$

[94] 도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따른 산란계수 측정오차 보정 시스템의 블록도이다.

[95] 도 8을 참조하면, 본 발명에 따른 산란계수 측정오차 보정 시스템(100)은 본 발명에 따른 산란계수 측정오차 보정 방법을 수행하는 것으로서, 벡터 네트워크 분석기(10)와 유선 또는 무선으로 통신하도록 구성되고, 1차 보정부(110) 및 2차 보정부(120)를 포함한다.

[96] 1차 보정부(110)는 벡터 네트워크 측정기에 의해 측정된 교정기준물 및 피측정물의 산란계수를 수신하고, 교정기준물의 산란계수를 이용하여 상기 측정된 피측정물의 산란계수를 1차 보정한다. 1차 보정부(110)는 본 발명에 따른 산란계수 측정오차 보정 방법의 단계 S200을 수행하고, 1차 보정부(110)의 기능은 상기 단계 S200에서 설명한 바와 같다. 교정기준물은 TRL(Through, Reflection, Line) 캘리브레이션 키트 또는 LRL(Line1, Reflection, Line2) 캘리브레이션 키트에 포함되고, 1차 보정부(110)는 TRL 캘리브레이션 또는 LRL 캘리브레이션을 수행한다.

[97] 2차 보정부(120)은 모델링부(121), 제1 연산부(123) 및 제2 연산부(125)를 포함하고, 벡터 네트워크 측정기의 캘리브레이션에 이용되는 교정기준물과 벡터 네트워크 측정기의 포트 연결에서 형성되는 핀갭 및 Line 표준기의 치수 오차로 인한 산란계수의 측정오차를 보정하는 보정 방법의 단계 S400을 수행한다.

[98] 모델링부(121)은 핀갭을 포함한 교정기준물의 산란계수를 모델링하는 상기 단계 S300을 수행한다. 모델링부(121)의 기능은 단계 S300에서 설명한 바와 같다.

[99] 제1 연산부(123)는 모델링부(121)에 의해 도출된 교정기준물의 산란계수와 핀갭이 없는 이상적인 교정기준물의 산란계수의 차이를 구하고, 차이를 이용하여 핀갭에 의해 피측정물의 산란계수가 변화된 변화량을 계산하는 상기 단계 S410 및 단계 S420을 수행한다. 제1 연산부(123)의 기능은 단계 S410 및 단계 S420에서 설명한 바와 같다.

[100] 제2 연산부(125)는 모델링부에 의해 1차 보정된 피측정물의 산란계수에서 제1 연산부에서 계산된 변화량을 감산하는 단계 S430을 수행한다. 제2 연산부(125)의 기능은 단계 S430에서 설명한 바와 같다.

[101] 명세서에 기재된 '...부', '모듈' 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[102] 한편, 본 발명의 다양한 실시 예에 따른 산란계수 측정오차 보정 방법은 다양한 전자적으로 정보를 처리하는 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령

형태로 구현되어 저장 매체에 기록될 수 있다. 저장 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다.

[103] 저장 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 소프트웨어 분야 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 저장 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media) 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 전자적으로 정보를 처리하는 장치, 예를 들어, 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.

산업상 이용가능성

[104] 본 발명의 산란계수 측정오차 보정 방법은 벡터 네트워크 분석기를 통해 피측정체의 산란계수를 측정하는데 교정기준물과 벡터 네트워크 분석기의 포트의 연결에서 발생하는 핀갭에 의한 측정 오차를 보정할 수 있다.

청구범위

[청구항 1] 벡터 네트워크 측정기의 캘리브레이션에 이용되는 교정기준물과 상기 벡터 네트워크 측정기의 포트 연결에서 형성되는 핀갭 및 Line 표준기의 치수 오차로 인한 산란계수의 측정오차를 보정하는 방법에 있어서,
상기 벡터 네트워크 측정기를 이용하여 상기 교정기준물과 피측정물(DUT)의 산란계수를 측정하는 단계;
상기 측정된 교정기준물의 산란계수를 이용하여 상기 측정된 피측정물의 산란계수를 1차 보정하는 단계;
상기 핀갭을 포함한 상기 교정기준물의 산란계수를 모델링하는 단계; 및
상기 모델링에 의해 도출된 상기 교정기준물의 산란계수를 이용하여 상기 핀갭 및 Line 표준기의 치수 오차로 인한 상기 피측정물의 산란계수의 측정오차를 2차 보정하는 단계를 포함하는, 산란계수 측정오차 보정 방법.

[청구항 2] 청구항 1에 있어서,
상기 교정기준물은,
소정의 표준 임피던스를 갖고, 동축 커넥터의 암-수 핀 결합방식으로 상기 벡터 네트워크 측정기의 포트에 연결되고,
TRL(Through, Reflection, Line) 캘리브레이션 키트 또는 LRL(Line1, Reflection, Line2) 캘리브레이션 키트에 포함되는, 산란계수 측정오차 보정 방법.

[청구항 3] 청구항 1에 있어서,
상기 핀갭을 포함한 상기 교정기준물의 산란계수를 모델링하는 단계는,
상기 교정기준물의 물리적인 치수를 적용한 3D 전자기파 전파 시뮬레이션을 통해 상기 핀갭을 포함한 상기 교정기준물의 산란계수를 모델링하는, 산란계수 측정오차 보정 방법.

[청구항 4] 청구항 1에 있어서,
상기 핀갭으로 인한 상기 피측정물의 산란계수의 측정오차를 2차 보정하는 단계는,
상기 모델링에 의해 도출된 상기 교정기준물의 산란계수와 핀갭 및 Line 표준기의 치수 오차가 없는 이상적인 교정기준물의 산란계수의 차이를 구하는 단계를 포함하는, 산란계수 측정오차 보정 방법.

[청구항 5] 청구항 4에 있어서,
상기 핀갭 및 Line 표준기의 치수 오차로 인한 상기 피측정물의 산란계수의 측정오차를 2차 보정하는 단계는,
상기 구한 차이를 이용하여 상기 핀갭 및 Line 표준기의 치수 오차에 의해 상기 피측정물의 산란계수가 변화된 변화량을 계산하는 단계를 더 포함하는, 산란계수 측정오차 보정 방법.

[청구항 6] 청구항 5에 있어서,
상기 핀갭 및 Line 표준기의 치수 오차로 인한 상기 피측정물의 산란계수의 측정오차를 2차 보정하는 단계는,
상기 1차 보정된 상기 피측정물의 산란계수에서 상기 계산된 변화량을 감산하는 단계를 더 포함하는, 산란계수 측정오차 보정 방법.

[청구항 7] 벡터 네트워크 측정기의 캘리브레이션에 이용되는 교정기준물과 상기 벡터 네트워크 측정기의 포트 연결에서 형성되는 핀갭 및 Line 표준기의 치수 오차로 인한 산란계수의 측정오차를 보정하는 시스템에 있어서,
상기 벡터 네트워크 측정기에 의해 측정된 상기 교정기준물 및 피측정물의 산란계수를 수신하고, 상기 교정기준물의 산란계수를 이용하여 상기 측정된 피측정물의 산란계수를 1차 보정하는 1차 보정부; 및
상기 핀갭 및 Line 표준기의 치수 오차로 인한 상기 피측정물의 산란계수의 측정오차를 2차 보정하는 2차 보정부를 포함하고,
상기 2차 보정부는 상기 핀갭을 포함한 상기 교정기준물의 산란계수를 모델링하는 모델링부를 포함하는, 산란계수 측정오차 보정 시스템.

[청구항 8] 청구항 7에 있어서,
상기 교정기준물은,
소정의 표준 임피던스를 갖고, 동축 커넥터의 암-수 핀 결합방식으로 상기 벡터 네트워크 측정기의 포트에 연결되고,
TRL(Through, Reflection, Line) 캘리브레이션 키트 또는 LRL(Line1, Reflection, Line2) 캘리브레이션 키트에 포함되는, 산란계수 측정오차 보정 시스템.

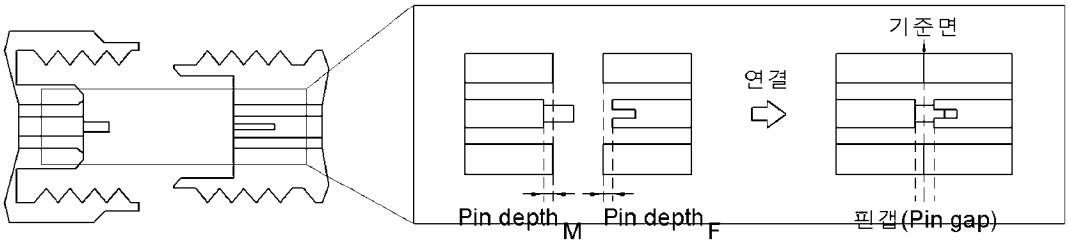
[청구항 9] 청구항 7에 있어서,
상기 모델링부는,
상기 교정기준물의 물리적인 치수를 적용한 3D 전자기파 전파 시뮬레이션을 통해 상기 핀갭을 포함한 상기 교정기준물의 산란계수를 모델링하는, 산란계수 측정오차 보정 시스템.

[청구항 10] 청구항 7에 있어서,
상기 2차 보정부는,
상기 모델링에 의해 도출된 상기 교정 기준물의 산란계수와 핀갭 및 Line 표준기의 치수 오차가 없는 이상적인 교정 기준물의 산란계수의 차이를 구하고, 상기 차이를 이용하여 상기 핀갭 및 Line 표준기의 치수 오차에 의해 상기 피측정물의 산란계수가 변화된 변화량을 계산하는 제1 연산부를 더 포함하는, 산란계수 측정오차 보정 시스템.

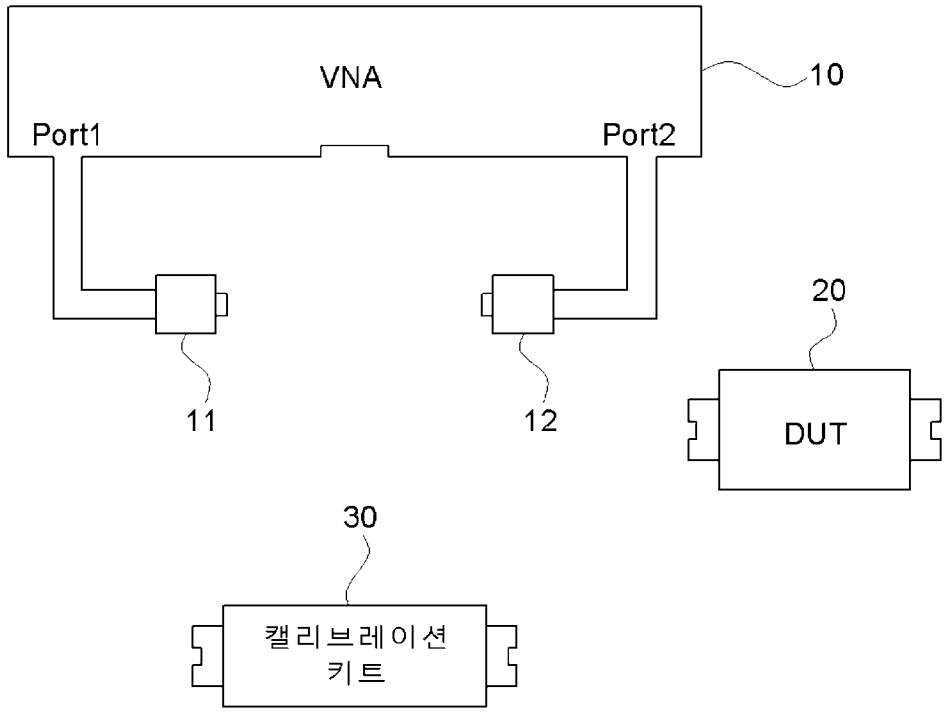
[청구항 11] 청구항 10에 있어서,
상기 2차 보정부는,
상기 1차 보정된 상기 피측정물의 산란계수에서 상기 계산된 변화량을

감산하는 제2 연산부를 더 포함하는, 산란계수 측정오차 보정 시스템.

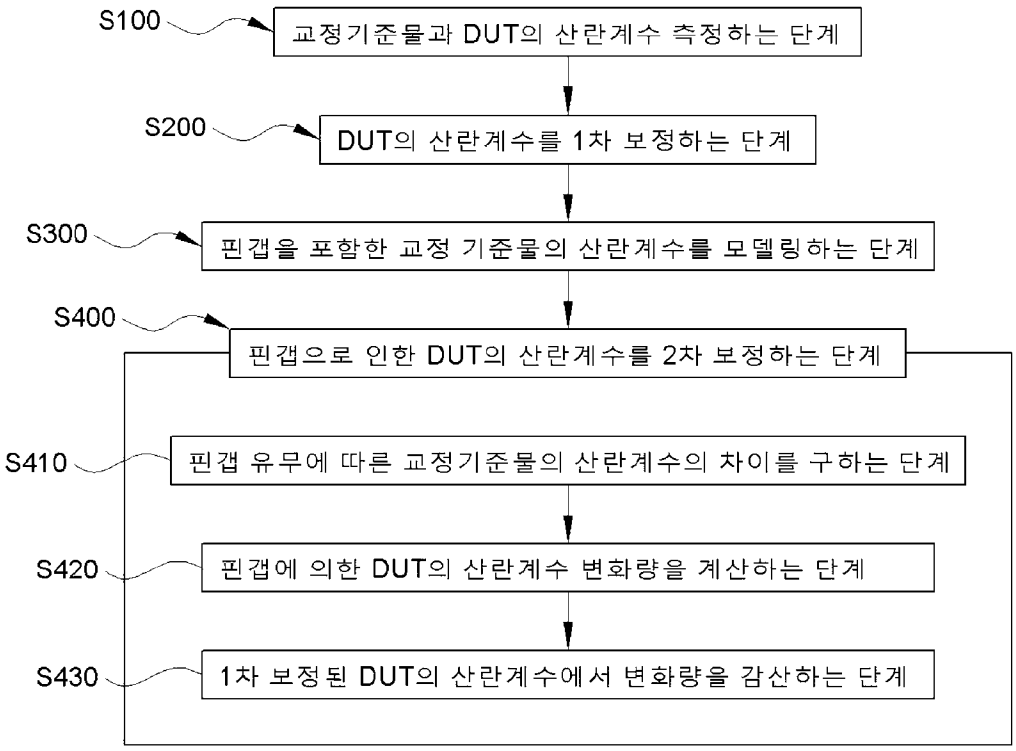
[도1]



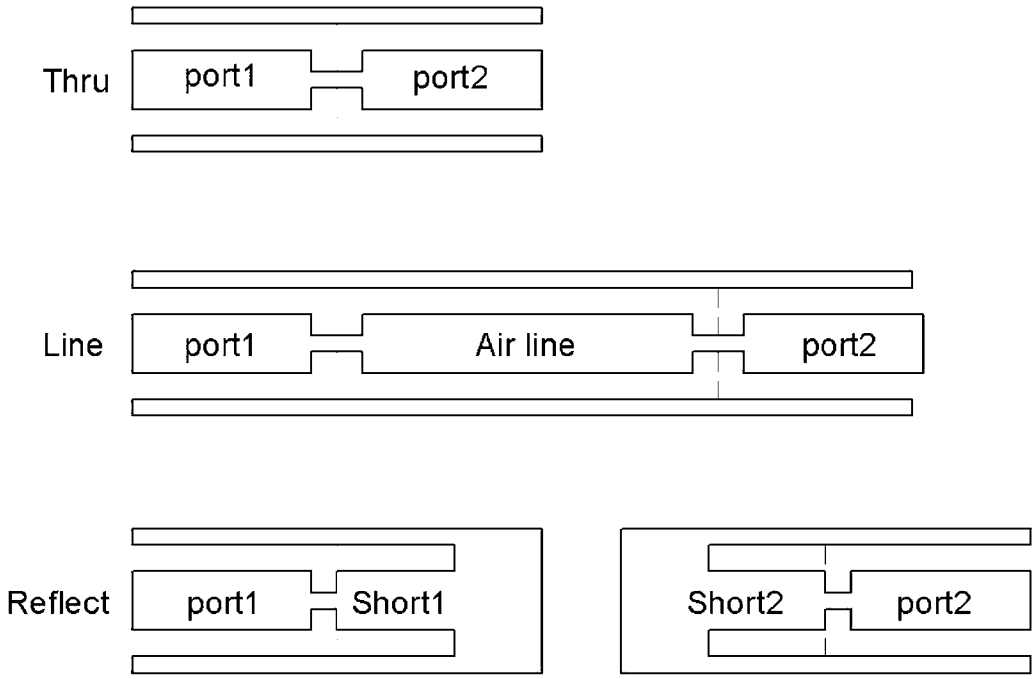
[도2]



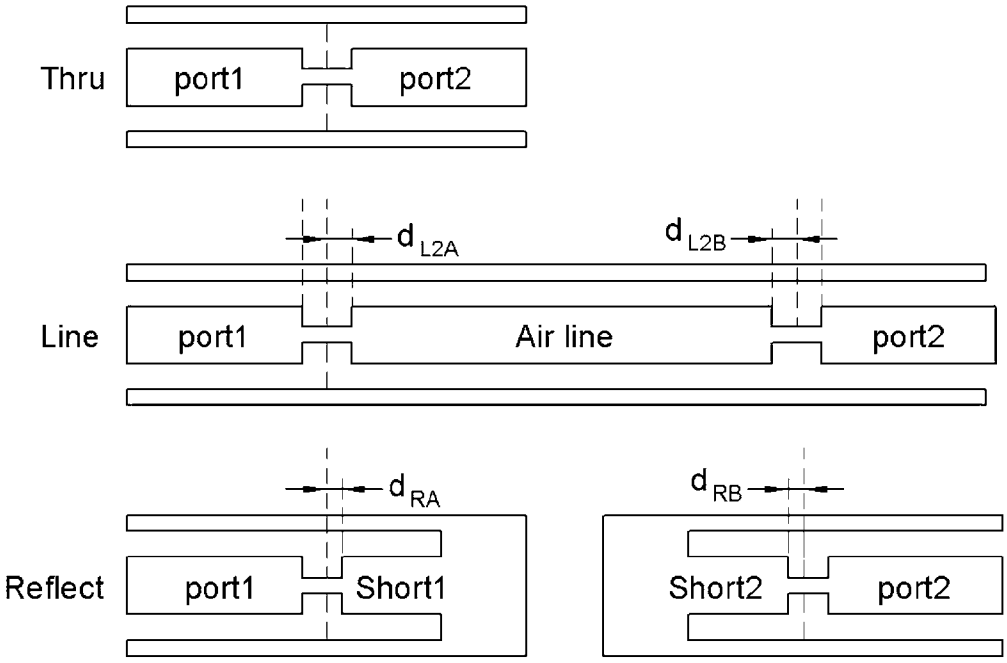
[도3]


S100
교정기준물과 DUT의 산란계수 측정하는 단계
S200
DUT의 산란계수를 1차 보정하는 단계
S300
핀갭을 포함한 교정 기준물의 산란계수를 모델링하는 단계
S400
핀갭으로 인한 DUT의 산란계수를 2차 보정하는 단계
S410
핀갭 유무에 따른 교정기준물의 산란계수의 차이를 구하는 단계
S420
핀갭에 의한 DUT의 산란계수 변화량을 계산하는 단계
S430
1차 보정된 DUT의 산란계수에서 변화량을 감산하는 단계

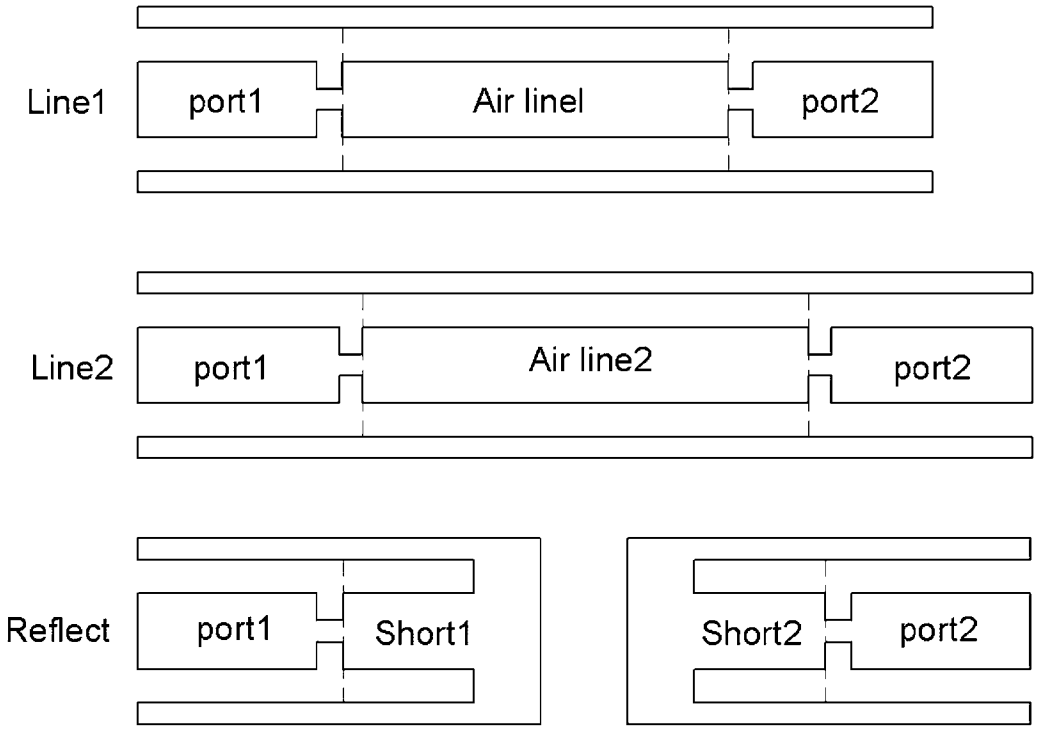
[도4]


Thru
port1
port2
Line
port1
Air line
port2
Reflect
port1
Short1
Short2
port2

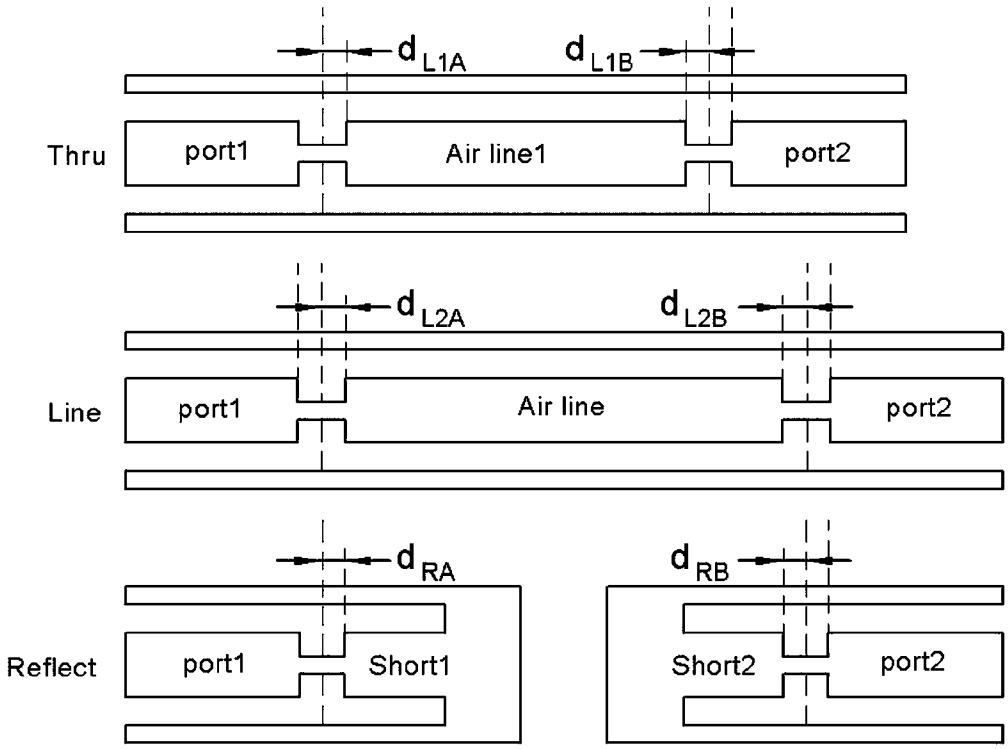
[도5]


Thru
port1
port2
Line
port1
Air line
port2
d_{L2A}
d_{L2B}
Reflect
port1
Short1
Short2
port2
d_{RA}
d_{RB}

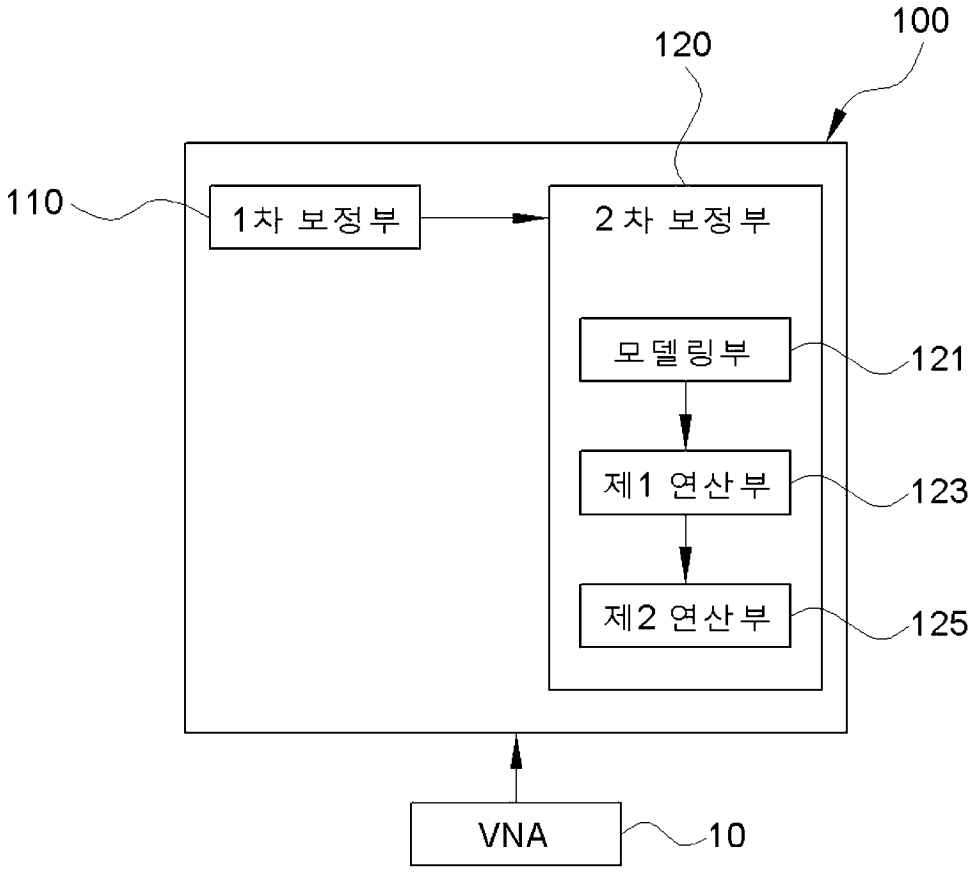
[도6]


Line1
port1
Air linel
port2
Line2
port1
Air line2
port2
Reflect
port1
Short1
Short2
port2

[도7]


d L1A
d L1B
Thru
port1
Air line1
port2
d L2A
d L2B
Line
port1
Air line
port2
d RA
d RB
Reflect
port1
Short1
Short2
port2

[도8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2022/008945

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R 35/02(2006.01)i; **G01R 23/16**(2006.01)i; **G01R 31/28**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01R 35/02(2006.01); G01R 23/00(2006.01); G01R 27/06(2006.01); G01R 27/28(2006.01); G01R 29/08(2006.01); G01R 35/00(2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models: IPC as above
Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: 네트워크 분석기(network analyzer), 교정(correction), 핀갭(pin gap), 산란계수(scattering coefficient)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2018-0042044 A (KOREA RESEARCH INSTITUTE OF STANDARDS AND SCIENCE) 25 April 2018 (2018-04-25) See claim 6 and figure 1.	1-11
A	JP 10-082808 A (HEWLETT PACKARD CO., <HP>) 31 March 1998 (1998-03-31) See claim 1.	1-11
A	KR 10-1998-0029967 A (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE) 25 July 1998 (1998-07-25) See claim 1 and figure 1a.	1-11
A	KR 10-2006-0040743 A (ADVANTEST CORP.) 10 May 2006 (2006-05-10) See claim 7 and figure 6.	1-11
A	JP 2009-541753 A (ROSENBERGER HOCHFREQUENZTECHNIK GMBH & CO., KG) 26 November 2009 (2009-11-26) See claims 1-2.	1-11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"D" document cited by the applicant in the international application
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
21 September 2022	**21 September 2022**

Name and mailing address of the ISA/KR	Authorized officer
Korean Intellectual Property Office **Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon 35208**	
Facsimile No. **+82-42-481-8578**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2022/008945

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
KR 10-2018-0042044 A	25 April 2018	CN 109804256 A	24 May 2019
		CN 109804256 B	16 March 2021
		KR 10-1852484 B1	26 April 2018
		US 10802064 B2	13 October 2020
		US 2019-0235000 A1	01 August 2019
		WO 2018-074646 A1	26 April 2018
JP 10-082808 A	31 March 1998	DE 19723087 A1	05 February 1998
		DE 19723087 C2	01 July 1999
		GB 2315873 A	11 February 1998
		GB 2315873 B	03 January 2001
		JP 3980710 B2	26 September 2007
		US 5748000 A	05 May 1998
KR 10-1998-0029967 A	25 July 1998	KR 10-0211026 B1	15 July 1999
		US 5862144 A	19 January 1999
KR 10-2006-0040743 A	10 May 2006	CN 100422752 C	01 October 2008
		CN 1853109 A	25 October 2006
		DE 112004001746 T5	06 March 2008
		JP 2005-091194 A	07 April 2005
		JP 4274462 B2	10 June 2009
		KR 10-0752252 B1	29 August 2007
		TW 200513654 A	16 April 2005
		TW I279553 B	21 April 2007
		US 2007-0029989 A1	08 February 2007
		US 7348784 B2	25 March 2008
		WO 2005-029102 A1	31 March 2005
JP 2009-541753 A	26 November 2009	AT 496309 T	15 February 2011
		CA 2658101 A1	10 January 2008
		CA 2658101 C	22 January 2013
		CN 101479614 A	08 July 2009
		CN 101479614 B	26 October 2011
		DE 102006030630 B3	25 October 2007
		EP 2035843 A1	18 March 2009
		EP 2035843 B1	19 January 2011
		HK 1131663 A1	29 January 2010
		JP 5612306 B2	22 October 2014
		US 2009-0319217 A1	24 December 2009
		US 8452565 B2	28 May 2013
		WO 2008-003399 A1	10 January 2008

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2022/008945

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G01R 35/02(2006.01)i; **G01R 23/16**(2006.01)i; **G01R 31/28**(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G01R 35/02(2006.01); G01R 23/00(2006.01); G01R 27/06(2006.01); G01R 27/28(2006.01); G01R 29/08(2006.01); G01R 35/00(2006.01)

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 네트워크 분석기(network analyzer), 교정(correction), 핀갭(pin gap), 산란계수(scattering coefficient)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-2018-0042044 A (한국표준과학연구원) 2018.04.25 청구항 6 및 도면 1	1-11
A	JP 10-082808 A (HEWLETT PACKARD CO., <HP>) 1998.03.31 청구항 1	1-11
A	KR 10-1998-0029967 A (한국전자통신연구원) 1998.07.25 청구항 1 및 도면 1a	1-11
A	KR 10-2006-0040743 A (가부시키가이샤 아드반테스트) 2006.05.10 청구항 7 및 도면 6	1-11
A	JP 2009-541753 A (ROSENBERGER HOCHFREQUENZTECHNIK GMBH & CO., KG) 2009.11.26 청구항 1-2	1-11

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☑ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌
"D" 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌
"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌
"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌
"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌
"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌
"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌
"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.
"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.
"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2022년09월21일(21.09.2022)	**2022년09월21일(21.09.2022)**

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 **+82-42-481-8578**

심사관

허주형

전화번호 **+82-42-481-5373**

국 제 조 사 보 고 서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2022/008945

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2018-0042044 A	2018/04/25	CN 109804256 A	2019/05/24
		CN 109804256 B	2021/03/16
		KR 10-1852484 B1	2018/04/26
		US 10802064 B2	2020/10/13
		US 2019-0235000 A1	2019/08/01
		WO 2018-074646 A1	2018/04/26
JP 10-082808 A	1998/03/31	DE 19723087 A1	1998/02/05
		DE 19723087 C2	1999/07/01
		GB 2315873 A	1998/02/11
		GB 2315873 B	2001/01/03
		JP 3980710 B2	2007/09/26
		US 5748000 A	1998/05/05
KR 10-1998-0029967 A	1998/07/25	KR 10-0211026 B1	1999/07/15
		US 5862144 A	1999/01/19
KR 10-2006-0040743 A	2006/05/10	CN 100422752 C	2008/10/01
		CN 1853109 A	2006/10/25
		DE 112004001746 T5	2008/03/06
		JP 2005-091194 A	2005/04/07
		JP 4274462 B2	2009/06/10
		KR 10-0752252 B1	2007/08/29
		TW 200513654 A	2005/04/16
		TW I279553 B	2007/04/21
		US 2007-0029989 A1	2007/02/08
		US 7348784 B2	2008/03/25
		WO 2005-029102 A1	2005/03/31
JP 2009-541753 A	2009/11/26	AT 496309 T	2011/02/15
		CA 2658101 A1	2008/01/10
		CA 2658101 C	2013/01/22
		CN 101479614 A	2009/07/08
		CN 101479614 B	2011/10/26
		DE 102006030630 B3	2007/10/25
		EP 2035843 A1	2009/03/18
		EP 2035843 B1	2011/01/19
		HK 1131663 A1	2010/01/29
		JP 5612306 B2	2014/10/22
		US 2009-0319217 A1	2009/12/24
		US 8452565 B2	2013/05/28
		WO 2008-003399 A1	2008/01/10