(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2021 년 3 월 4 일 (04.03.2021)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2021/040062 A1

(51) 국제특허분류:
H01Q 1/52 (2006.01) *H01Q 1/24* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2019/010810

(22) 국제출원일: 2019 년 8 월 23 일 (23.08.2019)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(71) 출원인: 엘지전자 주식회사 (**LG ELECTRONICS INC.**) [KR/KR]; 07336 서울시 영등포구 여의대로 128, Seoul (KR). 연세대학교 산학협력단 (**INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION, YONSEI UNIVERSITY**) [KR/KR]; 03722 서울시 서대문구 연세로 50, Seoul (KR).

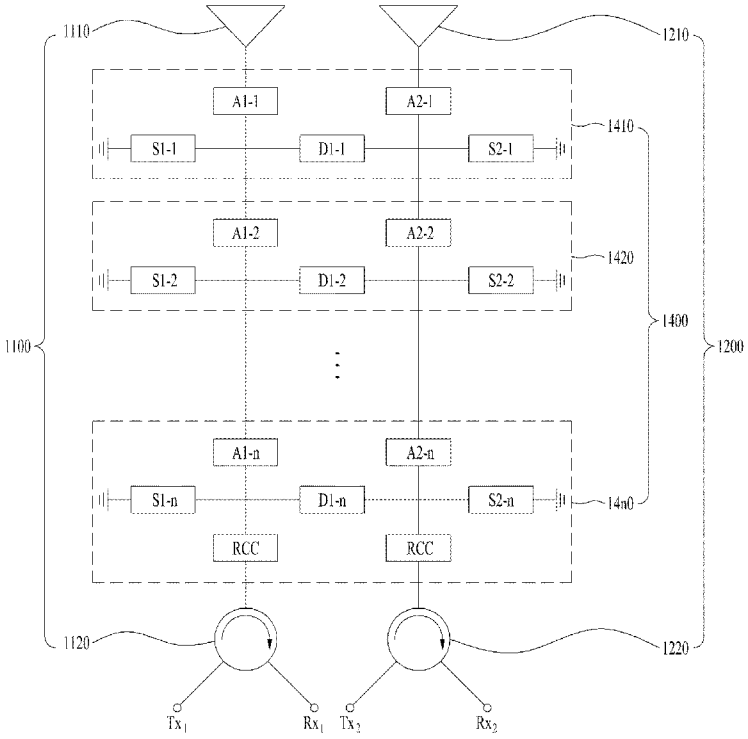
(72) 발명자: 김동규 (**KIM, Dongkyu**); 06772 서울시 서초구 양재대로 11길 19 LG전자 특허센터, Seoul (KR). 민병욱 (**MIN, Byung-Wook**); 03024 서울시 종로구 통일로 18길 9, 101동 1003호, Seoul (KR). 박규태 (**PARK, Kyutae**); 07718 서울시 강서구 가로공원로 183-46 강서연립 A동 302호, Seoul (KR). 이동현 (**LEE, Donghyun**); 13831 경기도 과천시 별양로 180, 812동 404호, Gyeonggi-do (KR).

(74) 대리인: 특허법인(유한)케이비케이 (**KBK & ASSOCIATES**); 05556 서울특별시 송파구 올림픽로 82 (잠실현대빌딩 7층), Seoul (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, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK,

(54) **Title:** ANTENNA DEVICE HAVING MULTI-STAGE DECOUPLING NETWORK CIRCUIT

(54) **발명의 명칭:** 다단 디커플링 네트워크 회로를 가진 안테나 장치



(57) **Abstract:** An antenna device comprises: a first antenna; a second antenna; and a plurality of single decoupling network circuits DN_1-DN_n which electromagnetically connect the first antenna and second antenna and remove a self-interference signal, wherein a multi-stage decoupling network circuit in which the DN_1-DN_n are dependent-connected can be configured such that a Y21 parameter of the multi-stage decoupling network circuit becomes equal to or lower than a predetermined value on frequencies f_1-f_n, respectively.

(57) **요약서:** 안테나 장치는 제 1 안테나; 제 2 안테나; 및 상기 제 1 안테나 및 상기 제 2 안테나를 전자기적으로 연결하여 자기간섭 신호를 제거하는 복수의 단일 디커플링 네트워크 회로들 DN_1 ~ DN_n 을 포함하고, DN_1 ~ DN_n 이 종속 연결된 다단 디커플링 네트워크 회로는 주파수 f_1 ~ f_n 각각에서 상기 다단 디커플링 네트워크 회로의 Y21 파라미터를 일정값 이하로 만들도록 설정될 수 있다.

WO 2021/040062 A1

[다음 쪽 계속]

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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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))

명세서

발명의 명칭: 다단 디커플링 네트워크 회로를 가진 안테나 장치

기술분야

[1] 본 발명은 무선통신에 관한 것으로, 보다 상세하게는, FDR 시스템에서 자기 간섭 신호를 제거하는 다단 디커플링 네트워크 회로를 가진 안테나 장치에 관한 것이다.

배경기술

[2] FDR (Full Duplex Radio) 기술은 한 노드에서 송신과 수신을 동시에 수행함으로써 시간 자원 또는 주파수 자원을 직교하도록 분할하여 사용하는 기존의 반이중 통신 (Half-duplex communication) 에 비해서 시스템의 용량(capacity)를 이론적으로 2배 향상시킬 수 있는 기술이다.

[3] 도 1은 FDR 을 지원하는 단말과 기지국의 개념도를 나타낸다.

[4] 도 1과 같은 FDR 상황에서는 다음과 같은 총 3종류의 간섭이 존재하게 된다.

[5] Intra-device self-interference: 동일한 시간 및 주파수 자원으로 송/수신을 수행하기 때문에, desired signal 뿐만 아니라 자신이 송신한 신호가 동시에 수신된다. 이때, 자신이 송신한 신호는 감쇄가 거의 없이 자신의 수신 안테나로 수신 되므로 desired signal 보다 매우 큰 파워로 수신되어 간섭으로 작용하는 것을 의미한다.

[6] UE to UE inter-link interference: 단말이 송신한 상향링크 신호가 인접하게 위치한 단말에게 수신되어 간섭으로 작용하는 것을 의미한다.

[7] BS to BS inter-link interference: 기지국간 혹은 HetNet 상황에서의 이종 기지국간(Picocell, femtocell, relay node) 송신하는 신호가 다른 기지국의 수신 안테나로 수신되어 간섭으로 작용하는 것을 의미한다.

[8] 이와 같은 3가지 간섭 중 Intra-device self-interference (이하 Self-interference (SI))는 FDR 시스템에서만 발생 하는 간섭으로 FDR 시스템의 성능을 크게 열화 시키며, FDR 시스템을 운용하기 위해서 가장 먼저 해결해야 할 문제이다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[9] 본 발명의 일 실시예에서 이루고자 하는 기술적 과제는 자기 간섭 신호 제거를 수행하는 안테나 장치를 제공하는 것이다.

[10] 본 발명의 일 실시예에서 이루고자 하는 기술적 과제는 광대역에서 격리도를 갖는 안테나 장치를 제공하는 것이다.

[11] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 상기 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제 해결 수단

[12] 상술한 바와 같은 문제를 해결하기 위한 본 발명의 실시 예에 따른 안테나 장치는 제 1 안테나; 제 2 안테나; 및 상기 제 1 안테나 및 상기 제 2 안테나를 전자기적으로 연결하여 자기간섭 신호를 제거하는 복수의 단일 디커플링 네트워크 회로들 DN_1 ~ DN_n 을 포함하고, 상기 DN_1은 상기 제1 안테나를 위한 제1 안테나 모듈 및 상기 제2 안테나를 위한 제2 안테나 모듈에 연결되고, 상기 DN_n은 상기 제1 안테나를 위한 제 1 안테나 포트 및 상기 제2 안테나를 위한 제 2 안테나 포트에 연결되며, 상기 DN_1 ~ DN_n은 서로 종속 연결되어 다단 디커플링 네트워크 회로를 형성하고, 상기 다단 디커플링 네트워크 회로는 주파수 f_1 ~ f_n 각각에서 상기 다단 디커플링 네트워크 회로의 Y21 파라미터를 일정값 이하로 만들도록 설정될 수 있다.

[13] 또한, 상기 DN_i(i=1,…,n)는, 제 1 노드; 제 1 전송 선로 A1_i로 상기 제 1 노드와 연결된 제 2 노드; 제 3 노드; 제 2 전송 선로 A2_i로 상기 제 3 노드와 연결된 제 4 노드를 포함하고, 상기 제 2 노드 및 상기 제 4 노드는, 디커플링회로 D1_i를 포함하는 제 3 전송 선로로 연결될 수 있다.

[14] 그리고 상기 DN_j+1의 제 1 노드는, 상기 DN_j의 제 2 노드에 연결되고, 상기 DN_j+1의 제 3 노드는, 상기 DN_j의 제 4 노드에 연결되며, 여기서 j = 1,…,n-1, 일 수 있다.

[15] 또한, 상기 A1 _i 및 상기 A2_i는, 상기 주파수 f_i에서 상기 DN_1 ~ DN_i가 종속 연결된 회로의 Y21 파라미터의 실수 성분을 제 1 일정 값 이하로 만들도록 설정될 수 있다.

[16] 그리고 상기 D1_i는, 주파수 f_1 ~ f_i에서 상기 DN_1 ~ DN_i가 종속 연결된 회로의 Y21 파라미터의 허수 성분을 제 2 일정 값 이하로 만들도록 설정될 수 있다.

[17] 또한, 상기 Y21 파라미터는, 상기 제 1 안테나 포트를 제 1 포트로 하고, 상기 제 2 안테나 포트를 제 2 포트로 하는 2 포트 회로에 기반하여 측정될 수 있다.

[18] 그리고 상기 디커플링회로는 T형 구조로 형성될 수 있다.

[19] 또한, 상기 디커플링회로는 커플러를 포함할 수 있다.

[20] 그리고 상기 DN_i(i=1,…,n)는, 일단이 상기 제 2 노드에 연결되고, 타단이 접지된 제 1 션트 스텁(Shunt stub); 및 일단이 상기 제 4 노드에 연결되고, 타단이 접지된 제 2 션트 스텁(Shunt stub)을 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[21] 본 발명의 일 실시예에 의하여 FDR 시스템에서 안테나 사이의 격리도를 증가시킴으로써 자기 간섭 신호를 효과적으로 제거할 수 있다.

[22] 본 발명의 일 실시예에 의하여 광대역에서 격리도를 갖는 안테나 장치를 제공받을 수 있다.

[23] 본 발명에서 얻은 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며,

언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[24] 본 발명에 관한 이해를 돕기 위해 상세한 설명의 일부로 포함되는, 첨부 도면은 본 발명에 대한 실시예를 제공하고, 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 사상을 설명한다.

[25] 도 1은 FDR 을 지원하는 단말과 기지국의 개념도를 나타낸다.

[26] 도 2는 본 발명에 적용되는 통신 시스템을 예시한다.

[27] 도 3은 본 발명에 적용될 수 있는 무선 기기를 예시한다.

[28] 도 4는 본 발명에 적용되는 무선 기기의 다른 예를 나타낸다.

[29] 도 5는 FDR 통신 상황에서 송신/수신 링크와 자기간섭 (SI)의 개념도를 예시하고 있다.

[30] 도 6은 장치의 RF 송수신단(혹은 RF front end)에서의 세 가지 간섭 기법을 적용하는 위치를 도시한 도면이다.

[31] 도 7은 도 6을 바탕으로 하여 OFDM을 이용한 통신 시스템 환경에서 제안하는 통신 장치에서 자기간섭 제거(Self-IC)를 위한 장치의 블럭도를 도식화 한 도면이다.

[32] 도 8은 서큘레이터를 이용해 자기간섭 신호를 제거하는 방법을 나타낸다.

[33] 도 9는 안테나 편파를 이용해 자기간섭 신호를 제거하는 방법을 나타낸다.

[34] 도 10은 안테나의 물리적 거리를 이용하여 자기간섭 신호를 제거하는 방법을 나타낸다.

[35] 도 11은 일반적인 단일 디커플링 네트워크 (Decoupling network) 회로를 포함하는 안테나 장치를 예시한다.

[36] 도 12는 단일 디커플링 네트워크 회로를 예시한다.

[37] 도 13 은 본 발명의 실시예에 따른 안테나 장치를 예시한다.

[38] 도 14는 본 발명의 실시예에 의한 각각의 단일 디커플링 네트워크 회로 설계 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[39] 도 15는 주파수에 따른 Y21의 허수(Imaginary) 값의 다양한 형태를 예시한다.

[40] 도 16은 본 발명의 일 실시예에 따른 디커플링회로(D1)의 다양한 예들을 나타낸다.

[41] 도 17, 도 18 및 도 19는은 다단 디커플링 네트워크에서 주파수에 따라 Y21 파라미터의 값을 조절하는 개념을 보여주기 위해 도시된 것이다.

[42] 도 20은 본 발명의 안테나 장치의 설계 흐름도이다.

[43] 도 21은 본 발명의 실시예에 의한 광대역 디커플링 효과를 예시한다.

[44] 도 22 및 23은 본 발명의 실시예에 따른 안테나 장치를 예시한다.

[45] 도 24는 본 발명의 실시예에 따른 안테나 장치에 의한 주파수에 따른 격리도 그래프를 나타낸다.

[46] 도 25는 본 발명의 실시예에 따른 안테나 장치에 의한 주파수에 따른 return loss를 나타낸다.

발명의 실시를 위한 형태

[47] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시 형태를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부된 도면과 함께 이하에 개시될 상세한 설명은 본 발명의 예시적인 실시형태를 설명하고자 하는 것이며, 본 발명이 실시될 수 있는 유일한 실시형태를 나타내고자 하는 것이 아니다.

[48] 이하의 상세한 설명은 본 발명의 완전한 이해를 제공하기 위해서 구체적 세부사항을 포함한다. 그러나, 당업자는 본 발명이 이러한 구체적 세부사항 없이도 실시될 수 있음을 안다.

[49] 몇몇 경우, 본 발명의 개념이 모호해지는 것을 피하기 위하여 공지의 구조 및 장치는 생략되거나, 각 구조 및 장치의 핵심기능을 중심으로 한 블록도 형식으로 도시될 수 있다. 또한, 본 명세서 전체에서 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 도면 부호를 사용하여 설명한다.

[50] 아울러, 이하의 설명에 있어서 단말은 UE(User Equipment), MS(Mobile Station), AMS(Advanced Mobile Station) 등 이동 또는 고정형의 사용자단 기기를 통칭하는 것을 가정한다. 또한, 기지국은 Node B, eNode B, Base Station, AP(Access Point) 등 단말과 통신하는 네트워크 단의 임의의 노드를 통칭하는 것을 가정한다.

[51] 이동 통신 시스템에서 단말 혹은 사용자 기기(User Equipment)은 기지국으로부터 하향링크(Downlink)를 통해 정보를 수신할 수 있으며, 단말은 또한 상향링크(Uplink)를 통해 정보를 전송할 수 있다. 단말이 전송 또는 수신하는 정보로는 데이터 및 다양한 제어 정보가 있으며, 단말이 전송 또는 수신하는 정보의 종류 용도에 따라 다양한 물리 채널이 존재한다.

[52] 또한, 이하의 설명에서 사용되는 특정(特定) 용어들은 본 발명의 이해를 돕기 위해서 제공된 것이며, 이러한 특정 용어의 사용은 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위에서 다른 형태로 변경될 수 있다.

[53] 이로 제한되는 것은 아니지만, 본 문서에 개시된 본 발명의 다양한 설명, 기능, 절차, 제안, 방법 및/또는 동작 순서도들은 기기들간에 무선 통신/연결(예, 5G)을 필요로 하는 다양한 분야에 적용될 수 있다.

[54] 이하, 도면을 참조하여 보다 구체적으로 예시한다. 이하의 도면/설명에서 동일한 도면 부호는 다르게 기술하지 않는 한, 동일하거나 대응되는 하드웨어 블록, 소프트웨어 블록 또는 기능 블록을 예시할 수 있다.

[55] 도 2는 본 발명에 적용되는 통신 시스템을 예시한다.

[56] 도 2를 참조하면, 본 발명에 적용되는 통신 시스템(1)은 무선 기기, 기지국 및 네트워크를 포함한다. 여기서, 무선 기기는 무선 접속 기술(예, 5G NR(New RAT), LTE(Long Term Evolution))을 이용하여 통신을 수행하는 기기를 의미하며, 통신/무선/5G 기기로 지칭될 수 있다. 이로 제한되는 것은 아니지만, 무선 기기는

로봇(100a), 차량(100b-1, 100b-2), XR(eXtended Reality) 기기(100c), 휴대 기기(Hand-held device)(100d), 가전(100e), IoT(Internet of Thing) 기기(100f), AI기기/서버(400)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 차량은 무선 통신 기능이 구비된 차량, 자율 주행 차량, 차량간 통신을 수행할 수 있는 차량 등을 포함할 수 있다. 여기서, 차량은 UAV(Unmanned Aerial Vehicle)(예, 드론)를 포함할 수 있다. XR 기기는 AR(Augmented Reality)/VR(Virtual Reality)/MR(Mixed Reality) 기기를 포함하며, HMD(Head-Mounted Device), 차량에 구비된 HUD(Head-Up Display), 텔레비전, 스마트폰, 컴퓨터, 웨어러블 디바이스, 가전 기기, 디지털 사이니지(signage), 차량, 로봇 등의 형태로 구현될 수 있다. 휴대 기기는 스마트폰, 스마트패드, 웨어러블 기기(예, 스마트워치, 스마트글래스), 컴퓨터(예, 노트북 등) 등을 포함할 수 있다. 가전은 TV, 냉장고, 세탁기 등을 포함할 수 있다. IoT 기기는 센서, 스마트미터 등을 포함할 수 있다. 예를 들어, 기지국, 네트워크는 무선 기기로도 구현될 수 있으며, 특정 무선 기기(200a)는 다른 무선 기기에게 기지국/네트워크 노드로 동작할 수도 있다.

[57] 무선 기기(100a~100f)는 기지국(200)을 통해 네트워크(300)와 연결될 수 있다. 무선 기기(100a~100f)에는 AI(Artificial Intelligence) 기술이 적용될 수 있으며, 무선 기기(100a~100f)는 네트워크(300)를 통해 AI 서버(400)와 연결될 수 있다. 네트워크(300)는 3G 네트워크, 4G(예, LTE) 네트워크 또는 5G(예, NR) 네트워크 등을 이용하여 구성될 수 있다. 무선 기기(100a~100f)는 기지국(200)/네트워크(300)를 통해 서로 통신할 수도 있지만, 기지국/네트워크를 통하지 않고 직접 통신(e.g. 사이드링크 통신(sidelink communication))할 수도 있다. 예를 들어, 차량들(100b-1, 100b-2)은 직접 통신(e.g. V2V(Vehicle to Vehicle)/V2X(Vehicle to everything) communication)을 할 수 있다. 또한, IoT 기기(예, 센서)는 다른 IoT 기기(예, 센서) 또는 다른 무선 기기(100a~100f)와 직접 통신을 할 수 있다.

[58] 무선 기기(100a~100f)/기지국(200), 기지국(200)/기지국(200) 간에는 무선 통신/연결(150a, 150b, 150c)이 이뤄질 수 있다. 여기서, 무선 통신/연결은 상향/하향링크 통신(150a)과 사이드링크 통신(150b)(또는, D2D 통신), 기지국간 통신(150c)(e.g. relay, IAB(Integrated Access Backhaul)과 같은 다양한 무선 접속 기술(예, 5G NR)을 통해 이뤄질 수 있다. 무선 통신/연결(150a, 150b, 150c)을 통해 무선 기기와 기지국/무선 기기, 기지국과 기지국은 서로 무선 신호를 송신/수신할 수 있다. 예를 들어, 무선 통신/연결(150a, 150b, 150c)은 다양한 물리 채널을 통해 신호를 송신/수신할 수 있다. 이를 위해, 본 발명의 다양한 제안들에 기반하여, 무선 신호의 송신/수신을 위한 다양한 구성정보 설정 과정, 다양한 신호 처리 과정(예, 채널 인코딩/디코딩, 변조/복조, 자원 매핑/디매핑 등), 자원 할당 과정 등 중 적어도 일부가 수행될 수 있다.

[59] 도 3은 본 발명에 적용될 수 있는 무선 기기를 예시한다.

[60] 도 3을 참조하면, 제1 무선 기기(100)와 제2 무선 기기(200)는 다양한 무선 접속

기술(예, LTE, NR)을 통해 무선 신호를 송수신할 수 있다. 여기서, {제1 무선 기기(100), 제2 무선 기기(200)}은 도 2의 {무선 기기(100x), 기지국(200)} 및/또는 {무선 기기(100x), 무선 기기(100x)}에 대응할 수 있다.

[61] 제1 무선 기기(100)는 하나 이상의 프로세서(102) 및 하나 이상의 메모리(104)를 포함하며, 추가적으로 하나 이상의 송수신기(106) 및/또는 하나 이상의 안테나(108)을 더 포함할 수 있다. 프로세서(102)는 메모리(104) 및/또는 송수신기(106)를 제어하며, 본 문서에 개시된 설명, 기능, 절차, 제안, 방법 및/또는 동작 순서도들을 구현하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 프로세서(102)는 메모리(104) 내의 정보를 처리하여 제1 정보/신호를 생성한 뒤, 송수신기(106)을 통해 제1 정보/신호를 포함하는 무선 신호를 전송할 수 있다. 또한, 프로세서(102)는 송수신기(106)를 통해 제2 정보/신호를 포함하는 무선 신호를 수신한 뒤, 제2 정보/신호의 신호 처리로부터 얻은 정보를 메모리(104)에 저장할 수 있다. 메모리(104)는 프로세서(102)와 연결될 수 있고, 프로세서(102)의 동작과 관련한 다양한 정보를 저장할 수 있다. 예를 들어, 메모리(104)는 프로세서(102)에 의해 제어되는 프로세스들 중 일부 또는 전부를 수행하거나, 본 문서에 개시된 설명, 기능, 절차, 제안, 방법 및/또는 동작 순서도들을 수행하기 위한 명령들을 포함하는 소프트웨어 코드를 저장할 수 있다. 여기서, 프로세서(102)와 메모리(104)는 무선 통신 기술(예, LTE, NR)을 구현하도록 설계된 통신 모뎀/회로/칩의 일부일 수 있다. 송수신기(106)는 프로세서(102)와 연결될 수 있고, 하나 이상의 안테나(108)를 통해 무선 신호를 송신 및/또는 수신할 수 있다. 송수신기(106)는 송신기 및/또는 수신기를 포함할 수 있다. 송수신기(106)는 RF(Radio Frequency) 유닛과 혼용될 수 있다. 본 발명에서 무선 기기는 통신 모뎀/회로/칩을 의미할 수도 있다.

[62] 제2 무선 기기(200)는 하나 이상의 프로세서(202), 하나 이상의 메모리(204)를 포함하며, 추가적으로 하나 이상의 송수신기(206) 및/또는 하나 이상의 안테나(208)를 더 포함할 수 있다. 프로세서(202)는 메모리(204) 및/또는 송수신기(206)를 제어하며, 본 문서에 개시된 설명, 기능, 절차, 제안, 방법 및/또는 동작 순서도들을 구현하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 프로세서(202)는 메모리(204) 내의 정보를 처리하여 제3 정보/신호를 생성한 뒤, 송수신기(206)를 통해 제3 정보/신호를 포함하는 무선 신호를 전송할 수 있다. 또한, 프로세서(202)는 송수신기(206)를 통해 제4 정보/신호를 포함하는 무선 신호를 수신한 뒤, 제4 정보/신호의 신호 처리로부터 얻은 정보를 메모리(204)에 저장할 수 있다. 메모리(204)는 프로세서(202)와 연결될 수 있고, 프로세서(202)의 동작과 관련한 다양한 정보를 저장할 수 있다. 예를 들어, 메모리(204)는 프로세서(202)에 의해 제어되는 프로세스들 중 일부 또는 전부를 수행하거나, 본 문서에 개시된 설명, 기능, 절차, 제안, 방법 및/또는 동작 순서도들을 수행하기 위한 명령들을 포함하는 소프트웨어 코드를 저장할 수 있다. 여기서, 프로세서(202)와 메모리(204)는 무선 통신 기술(예, LTE, NR)을

구현하도록 설계된 통신 모뎀/회로/칩의 일부일 수 있다. 송수신기(206)는 프로세서(202)와 연결될 수 있고, 하나 이상의 안테나(208)를 통해 무선 신호를 송신 및/또는 수신할 수 있다. 송수신기(206)는 송신기 및/또는 수신기를 포함할 수 있다 송수신기(206)는 RF 유닛과 혼용될 수 있다. 본 발명에서 무선 기기는 통신 모뎀/회로/칩을 의미할 수도 있다.

[63] 이하, 무선 기기(100, 200)의 하드웨어 요소에 대해 보다 구체적으로 설명한다. 이로 제한되는 것은 아니지만, 하나 이상의 프로토콜 계층이 하나 이상의 프로세서(102, 202)에 의해 구현될 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 프로세서(102, 202)는 하나 이상의 계층(예, PHY, MAC, RLC, PDCP, RRC, SDAP와 같은 기능적 계층)을 구현할 수 있다. 하나 이상의 프로세서(102, 202)는 본 문서에 개시된 설명, 기능, 절차, 제안, 방법 및/또는 동작 순서도들에 따라 하나 이상의 PDU(Protocol Data Unit) 및/또는 하나 이상의 SDU(Service Data Unit)를 생성할 수 있다. 하나 이상의 프로세서(102, 202)는 본 문서에 개시된 설명, 기능, 절차, 제안, 방법 및/또는 동작 순서도들에 따라 메시지, 제어정보, 데이터 또는 정보를 생성할 수 있다. 하나 이상의 프로세서(102, 202)는 본 문서에 개시된 기능, 절차, 제안 및/또는 방법에 따라 PDU, SDU, 메시지, 제어정보, 데이터 또는 정보를 포함하는 신호(예, 베이스밴드 신호)를 생성하여, 하나 이상의 송수신기(106, 206)에게 제공할 수 있다. 하나 이상의 프로세서(102, 202)는 하나 이상의 송수신기(106, 206)로부터 신호(예, 베이스밴드 신호)를 수신할 수 있고, 본 문서에 개시된 설명, 기능, 절차, 제안, 방법 및/또는 동작 순서도들에 따라 PDU, SDU, 메시지, 제어정보, 데이터 또는 정보를 획득할 수 있다.

[64] 하나 이상의 프로세서(102, 202)는 컨트롤러, 마이크로 컨트롤러, 마이크로 프로세서 또는 마이크로 컴퓨터로 지칭될 수 있다. 하나 이상의 프로세서(102, 202)는 하드웨어, 펌웨어, 소프트웨어, 또는 이들의 조합에 의해 구현될 수 있다. 일 예로, 하나 이상의 ASIC(Application Specific Integrated Circuit), 하나 이상의 DSP(Digital Signal Processor), 하나 이상의 DSPD(Digital Signal Processing Device), 하나 이상의 PLD(Programmable Logic Device) 또는 하나 이상의 FPGA(Field Programmable Gate Arrays)가 하나 이상의 프로세서(102, 202)에 포함될 수 있다. 본 문서에 개시된 설명, 기능, 절차, 제안, 방법 및/또는 동작 순서도들은 펌웨어 또는 소프트웨어를 사용하여 구현될 수 있고, 펌웨어 또는 소프트웨어는 모듈, 절차, 기능 등을 포함하도록 구현될 수 있다. 본 문서에 개시된 설명, 기능, 절차, 제안, 방법 및/또는 동작 순서도들은 수행하도록 설정된 펌웨어 또는 소프트웨어는 하나 이상의 프로세서(102, 202)에 포함되거나, 하나 이상의 메모리(104, 204)에 저장되어 하나 이상의 프로세서(102, 202)에 의해 구동될 수 있다. 본 문서에 개시된 설명, 기능, 절차, 제안, 방법 및/또는 동작 순서도들은 코드, 명령어 및/또는 명령어의 집합 형태로 펌웨어 또는 소프트웨어를 사용하여 구현될 수 있다.

[65] 하나 이상의 메모리(104, 204)는 하나 이상의 프로세서(102, 202)와 연결될 수 있고, 다양한 형태의 데이터, 신호, 메시지, 정보, 프로그램, 코드, 지시 및/또는 명령을 저장할 수 있다. 하나 이상의 메모리(104, 204)는 ROM, RAM, EPROM, 플래시 메모리, 하드 드라이브, 레지스터, 캐쉬 메모리, 컴퓨터 판독 저장 매체 및/또는 이들의 조합으로 구성될 수 있다. 하나 이상의 메모리(104, 204)는 하나 이상의 프로세서(102, 202)의 내부 및/또는 외부에 위치할 수 있다. 또한, 하나 이상의 메모리(104, 204)는 유선 또는 무선 연결과 같은 다양한 기술을 통해 하나 이상의 프로세서(102, 202)와 연결될 수 있다.

[66] 하나 이상의 송수신기(106, 206)는 하나 이상의 다른 장치에게 본 문서의 방법들 및/또는 동작 순서도 등에서 언급되는 사용자 데이터, 제어 정보, 무선 신호/채널 등을 전송할 수 있다. 하나 이상의 송수신기(106, 206)는 하나 이상의 다른 장치로부터 본 문서에 개시된 설명, 기능, 절차, 제안, 방법 및/또는 동작 순서도 등에서 언급되는 사용자 데이터, 제어 정보, 무선 신호/채널 등을 수신할 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 송수신기(106, 206)는 하나 이상의 프로세서(102, 202)와 연결될 수 있고, 무선 신호를 송수신할 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 프로세서(102, 202)는 하나 이상의 송수신기(106, 206)가 하나 이상의 다른 장치에게 사용자 데이터, 제어 정보 또는 무선 신호를 전송하도록 제어할 수 있다. 또한, 하나 이상의 프로세서(102, 202)는 하나 이상의 송수신기(106, 206)가 하나 이상의 다른 장치로부터 사용자 데이터, 제어 정보 또는 무선 신호를 수신하도록 제어할 수 있다. 또한, 하나 이상의 송수신기(106, 206)는 하나 이상의 안테나(108, 208)와 연결될 수 있고, 하나 이상의 송수신기(106, 206)는 하나 이상의 안테나(108, 208)를 통해 본 문서에 개시된 설명, 기능, 절차, 제안, 방법 및/또는 동작 순서도 등에서 언급되는 사용자 데이터, 제어 정보, 무선 신호/채널 등을 송수신하도록 설정될 수 있다. 본 문서에서, 하나 이상의 안테나는 복수의 물리 안테나이거나, 복수의 논리 안테나(예, 안테나 포트)일 수 있다. 하나 이상의 송수신기(106, 206)는 수신된 사용자 데이터, 제어 정보, 무선 신호/채널 등을 하나 이상의 프로세서(102, 202)를 이용하여 처리하기 위해, 수신된 무선 신호/채널 등을 RF 밴드 신호에서 베이스밴드 신호로 변환(Convert)할 수 있다. 하나 이상의 송수신기(106, 206)는 하나 이상의 프로세서(102, 202)를 이용하여 처리된 사용자 데이터, 제어 정보, 무선 신호/채널 등을 베이스밴드 신호에서 RF 밴드 신호로 변환할 수 있다. 이를 위하여, 하나 이상의 송수신기(106, 206)는 (아날로그) 오실레이터 및/또는 필터를 포함할 수 있다.

[67] 도 4는 본 발명에 적용되는 무선 기기의 다른 예를 나타낸다. 무선 기기는 사용-예/서비스에 따라 다양한 형태로 구현될 수 있다(도 2 참조).

[68] 도 4를 참조하면, 무선 기기(100, 200)는 도 3의 무선 기기(100,200)에 대응하며, 다양한 요소(element), 성분(component), 유닛/부(unit), 및/또는 모듈(module)로 구성될 수 있다. 예를 들어, 무선 기기(100, 200)는 통신부(110), 제어부(120),

메모리부(130) 및 추가 요소(140)를 포함할 수 있다. 통신부는 통신 회로(112) 및 송수신기(들)(114)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 통신 회로(112)는 도 X1의 하나 이상의 프로세서(102,202) 및/또는 하나 이상의 메모리(104,204) 를 포함할 수 있다. 예를 들어, 송수신기(들)(114)는 도 3의 하나 이상의 송수신기(106,206) 및/또는 하나 이상의 안테나(108,208)을 포함할 수 있다. 제어부(120)는 통신부(110), 메모리부(130) 및 추가 요소(140)와 전기적으로 연결되며 무선 기기의 제반 동작을 제어한다. 예를 들어, 제어부(120)는 메모리부(130)에 저장된 프로그램/코드/명령/정보에 기반하여 무선 기기의 전기적/기계적 동작을 제어할 수 있다. 또한, 제어부(120)는 메모리부(130)에 저장된 정보를 통신부(110)을 통해 외부(예, 다른 통신 기기)로 무선/유선 인터페이스를 통해 전송하거나, 통신부(110)를 통해 외부(예, 다른 통신 기기)로부터 무선/유선 인터페이스를 통해 수신된 정보를 메모리부(130)에 저장할 수 있다.

[69] 추가 요소(140)는 무선 기기의 종류에 따라 다양하게 구성될 수 있다. 예를 들어, 추가 요소(140)는 파워 유닛/배터리, 입출력부(I/O unit), 구동부 및 컴퓨팅부 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 이로 제한되는 것은 아니지만, 무선 기기는 로봇(도 2, 100a), 차량(도 2, 100b-1, 100b-2), XR 기기(도 2, 100c), 휴대 기기(도 2, 100d), 가전(도 2, 100e), IoT 기기(도 2, 100f), 디지털 방송용 단말, 홀로그램 장치, 공공 안전 장치, MTC 장치, 의료 장치, 핀테크 장치(또는 금융 장치), 보안 장치, 기후/환경 장치, AI 서버/기기(도 2, 400), 기지국(도 2, 200), 네트워크 노드 등의 형태로 구현될 수 있다. 무선 기기는 사용-예/서비스에 따라 이동 가능하거나 고정된 장소에서 사용될 수 있다.

[70] 도 4에서 무선 기기(100, 200) 내의 다양한 요소, 성분, 유닛/부, 및/또는 모듈은 전체가 유선 인터페이스를 통해 상호 연결되거나, 적어도 일부가 통신부(110)를 통해 무선으로 연결될 수 있다. 예를 들어, 무선 기기(100, 200) 내에서 제어부(120)와 통신부(110)는 유선으로 연결되며, 제어부(120)와 제1 유닛(예, 130, 140)은 통신부(110)를 통해 무선으로 연결될 수 있다. 또한, 무선 기기(100, 200) 내의 각 요소, 성분, 유닛/부, 및/또는 모듈은 하나 이상의 요소를 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 제어부(120)는 하나 이상의 프로세서 집합으로 구성될 수 있다. 예를 들어, 제어부(120)는 통신 제어 프로세서, 어플리케이션 프로세서(Application processor), ECU(Electronic Control Unit), 그래픽 처리 프로세서, 메모리 제어 프로세서 등의 집합으로 구성될 수 있다. 다른 예로, 메모리부(130)는 RAM(Random Access Memory), DRAM(Dynamic RAM), ROM(Read Only Memory), 플래시 메모리(flash memory), 휘발성 메모리(volatile memory), 비-휘발성 메모리(non-volatile memory) 및/또는 이들의 조합으로 구성될 수 있다.

[71] 도 5는 FDR 통신 상황에서 송신/수신 링크와 자기간섭 (SI)의 개념도를 예시하고 있다.

[72] 도 5에서처럼 자기간섭(SI)는 송신 안테나로부터 송신된 신호가 경로 감쇄

없이 자신의 수신 안테나로 바로 들어오는 다이렉트 간섭(direct interference)과 주변의 지형에 의해 반사된 간섭(reflected interference)로 구분될 수 있으며, 그 크기는 물리적인 거리 차이에 의해 원하는 신호(desired signal) 보다 극단적으로 클 수 밖에 없다. 이렇게 극단적으로 큰 간섭의 세기 때문에 FDR 시스템의 구동을 위해서는 자기간섭의 효과적인 제거가 필요하다.

[73] 효과적으로 FDR 시스템이 구동되기 위해서는 장치의 최대 송신 파워에 따른 자기간섭 제거(Self-IC)의 요구 사항을 다음 표 1(이동통신 시스템에서의 FDR 적용 시 Self-IC 요구사항 (BW=20MHz))과 같이 결정할 수 있다.

[74] [표1]

Node Type	Max. Tx Power (P_A)	Thermal Noise. (BW=20MHz)	Receiver NF	Receiver Thermal Noise Level	Self-IC Target (P_A- TN-NF)
Macro eNB	46dBm	-101dBm	5dB (for eNB)	-96dBm	142 dB
Pico eNB	30dBm				126 dB
Femto eNB, WLAN AP	23dBm				119 dB
UE	23dBm		9dB (for UE)	-92dBm	115 dB

[75] 상기 표 1을 참조하면, 단말(UE)이 20MHz 의 대역폭(BW)에서 효과적으로 FDR 시스템을 구동시키기 위해서는 119dBm 의 자기간섭 제거(Self-IC) 성능이 필요함을 알 수 있다. 이동통신 시스템의 대역폭에 따라서 Thermal noise 값이 $N_{0,BW} = -174dBm + 10 \times \log_{10}(BW)$ 식과 같이 바뀔 수 있으며, 표 1은 20MHz 의 대역폭을 가정하고 하였다. 표 1과 관련하여 Receiver Noise Figure (NF) 는 3GPP 표준 요구사항(specification requirement)를 참조하여 worst case를 고려하였다. Receiver thermal noise level 은 특정 BW 에서의 thermal noise 와 receiver NF의 합으로 결정된다.

[76] 자기간섭 제거(Self-IC) 기법의 종류 및 적용 방법

[77] 도 6은 장치의 RF 송수신단(혹은 RF front end)에서의 세 가지 간섭 기법을 적용하는 위치를 도시한 도면이다. 도 6에서는 3가지 Self-IC 기법의 적용 위치를 도시하고 있다. 이하 3가지 Self-IC 기법에 대해 간략히 설명한다.

[78] Antenna Self-IC: 모든 Self-IC 기법 중 가장 우선적으로 실행되어야 할 자기간섭 제거 기법이 안테나 자기간섭 제거 기법이다. 안테나 단에서 SI 제거가 수행된다. 가장 간단하게는 송신 안테나 및 수신 안테나 사이에 신호를 차단할 수 있는 물체를 설치하여 SI 신호의 전달을 물리적으로 차단하거나, 다중 안테나를 활용하여 안테나 간의 거리를 인위적으로 조절하거나, 특정 송신 신호에 위상 반전을 주어 SI 신호를 일부 제거할 수 있다. 또한, 다중 편파 안테나 또는 지향성 안테나를 활용하여 SI 신호의 일부를 제거할 수 있다.

[79] Analog Self-IC: 수신 신호가 ADC (Analog-to-Digital Convertor) 를 통과하기 이전에 Analog 단에서 간섭을 제거하는 기법으로 복제된 Analog 신호를 이용하여 SI 신호를 제거하는 기법이다. 이는 RF영역 혹은 IF 영역에서 수행될 수 있다. SI 신호를 제거하는 방법은 구체적으로 기술하면 다음과 같다. 우선 송신되는 Analog 신호를 시간지연 시킨 후 크기와 위상을 조절하여 실제로 수신되는 SI 신호의 복제 신호를 만들어 수신 안테나로 수신되는 신호에서 차감하는 방식으로 이루어진다. 그러나, Analog 신호를 이용하여 처리하기 때문에 구현 복잡도와 회로특성으로 인하여 추가적인 왜곡이 발생할 수도 있으며 이로 인하여 간섭제거 성능이 크게 달라질 수 있다는 단점이 있다.

[80] Digital Self-IC: 수신 신호가 ADC를 통과한 이후에 간섭을 제거하는 기법으로 Baseband 영역에서 이루어지는 모든 간섭제거 기법들을 포함한다. 가장 간단하게는 송신되는 Digital 신호를 활용하여 SI 의 복제 신호를 만들어 수신된 Digital 신호에서 차감하는 방법으로 구현 가능하다. 혹은 다중 안테나를 이용하여 Baseband에서의 Precoding/Postcoding을 수행 함으로써 단말 혹은 기지국에의 송신 신호가 수신안테나로 수신되지 않게끔 하기 위한 기법들 또한 Digital Self-IC로 분류 할 수 있다. 그러나 Digital Self-IC는 Digital로 변조된 신호가 원하는 신호에 대한 정보를 복원 할 수 있을 정도로 양자화가 이루어져가 가능하기 때문에 Digital Self-IC를 수행하기 위해서는 상기의 기법들 중 하나 이상의 기법을 활용하여 간섭을 제거하고 난 이후의 남아있는 간섭 신호와 원하는 신호간의 신호 파워의 크기 차가 ADC range안에 들어와야 하는 전제조건이 필요하다.

[81] 도 7은 도 6을 바탕으로 하여 OFDM을 이용한 통신 시스템 환경에서 제안하는 통신 장치에서 자기간섭 제거(Self-IC)를 위한 장치의 블럭도를 도식화 한 도면이다.

[82] 디지털 자기간섭 블록(Digital Self-IC block)의 위치는 도 7에서는 DAC 전과 ADC 통과후의 디지털 자기간섭 신호(digital SI) 정보를 바로 이용하여 수행하는 것으로 도시하고 있으나, IFFT 통과 후 및 FFT 통과 전의 디지털 자기간섭 신호를 이용하여 수행될 수도 있다. 또한 도 7은 송신 안테나와 수신 안테나를 분리하여 자기간섭 신호를 제거하는 개념도이지만, 하나의 안테나를 이용한 안테나 간섭 제거 기법 사용시에는 도 7과는 다른 안테나의 구성법이 될 수 있다. 도 7에 도시된 RF 송신단 및 수신단에서 목적에 맞는 기능 block이 추가되거나 삭제될 수도 있다.

[83] 안테나 자기간섭 제거 (Antenna Self-IC) 기법의 종류

[84] MIMO(multiple-input multiple-output) 전 이중 통신(Full Duplex Radio, FDR)에서 자기간섭 신호는 총 2 가지로 구성될 수 있다. 보다 구체적으로, 자기간섭 신호에는 안테나 N의 전송포트 TX_N이 안테나 N의 수신 포트 RX_N과 커플링(Coupling)되는 Self-talk interference와, TX_N이 RX_M(단, N≠M)과 커플링(Coupling)되는 Cross-talk interference가 있을 수 있다.

[85] 여기서, 커플링 된다는 것은, 독립된 공간 또는 선로간에서 전기/자계적으로 교류신호 에너지가 상호 전달되는 현상을 의미한다. 즉, 커플링에 의하여 독립된 공간상에 존재하는 송신 안테나와 수신 안테나 사이에 에너지가 교류되어 간섭 신호가 발생할 수 있다.

[86] 이러한 자기간섭 신호를 제거하기 위한 상기에서 설명한 복수개의 자기간섭 신호 제거 방법 중 안테나 자기간섭 제거 방법에 대해 보다 구체적으로 살펴보자.

[87] 안테나 자기간섭 제거를 위해 공유 안테나를 사용하는 경우, 서큘레이터, 안테나의 편파를 이용하는 방법이 이용될 수 있다. 또한, TX와 RX가 다른 안테나를 사용하는 경우에는, 안테나 사이의 거리를 물리적으로 떨어트리는 방법과 Decoupling network가 사용될 수 있다.

[88] 도 8은 서큘레이터를 이용해 자기간섭 신호를 제거하는 방법을 나타낸다.

[89] 도 8을 참조하면, 서큘레이터는 송수신 신호를 동시에 주고받는 안테나에 연결되어 송신 신호 및 수신 신호를 분리하는 기능을 할 수 있다. 여기서, 서큘레이터는 자성을 이용한 비 가역적 (non-reciprocal) 소자이며, 자체적으로 포트간 격리도를 가질 수 있다. 따라서, 서큘레이터는 포트간 격리도를 이용해 자기간섭 신호를 제거할 수 있다.

[90] 그러나, 상용 서큘레이터의 격리도가 낮기 때문에 자기간섭 신호 제거를 충분히 제거하는 데에 제약이 있다. 상용으로 판매되고 있는 서큘레이터의 포트간 격리도는 -20 dB정도에 불과하여 안테나 단에서 요구되는 자기간섭 신호 제거도에 충분하지 않기 때문이다. 또한, MIMO 상황에서 다른 TX로부터 누설되는 자기간섭 신호인 Cross-talk을 제거하는 능력이 없기 때문에 MIMO 통신 상황에 적용할 수 없다.

[91] 도 9는 안테나 편파를 이용해 자기간섭 신호를 제거하는 방법을 나타낸다.

[92] 도 9를 참고하면, 패치 안테나는 신호가 입사되는 방향에 따라 총 2개의 선형편파를 가질 수 있다. 도 9에서 세로 방향의 화살표는 TX 신호의 편파를 의미하며, 가로 방향의 화살표는 RX 신호의 편파를 의미한다. 이 2개의 선형편파는 서로 직교 (orthogonal) 할 수 있다. 이론적으로 서로 직교하는 편파를 사용하는 수신단과 송신단은 서로 신호를 교환하지 않는다. 따라서 패치 안테나의 서로 다른 선형편파를 각각 수신단과 송신단을 위해 사용한다면 자기간섭 신호를 완전히 제거할 수 있다.

[93] 그러나, 편파 분리도를 사용하는 방법에 따르면, 안테나의 편파 수에 의해 MIMO 안테나 개수가 제한되며, 일반적인 Patch antenna를 사용할 경우 2x2 MIMO 통신만이 가능하다는 한계가 있다. 따라서, 안테나 개수를 증가시키기 위해서 다중 편파를 갖는 안테나를 설계해야 하는 단점이 있다.

[94] 도 10은 안테나의 물리적 거리를 이용하여 자기간섭 신호를 제거하는 방법을 나타낸다.

[95] 도 10을 참고하면, TX 안테나와 RX 안테나 사이에 'D' 만큼의 물리적인 거리가

존재할 수 있다. 이러한 물리적인 거리에 의하여 TX 안테나로부터 RX 안테나로 커플링되는 신호에 자유 공간 손실 (Free space loss)이 발생할 수 있다. 자유 공간 손실 (Free space loss)에 의하면 TX 안테나에서 방사된 신호는 거리 제곱에 반비례하여 신호의 크기가 감쇄된다. 따라서, TX 안테나와 RX 안테나의 거리를 충분히 많이 떨어뜨림으로써 자기간섭 신호를 제거할 수 있다.

[96] 그러나, 안테나의 물리적 길이를 조절하는 방법에 따르면, 높은 자기간섭 신호 제거도를 얻기 위해서 충분한 안테나 사이의 거리가 요구된다. 따라서, 다중 안테나를 사용하는 MIMO 통신의 경우 안테나 모듈 크기가 지나치게 비대해지는 문제가 있다.

[97] 따라서, 상기에서 설명한 서큘레이터를 이용하는 방법, 안테나의 편파를 이용하는 방법, 안테나 사이의 물리적 거리를 이용하는 방법은 MIMO 안테나 통신에는 적합하지 않을 수 있다.

[98] 도 11은 일반적인 단일 디커플링 네트워크 (Decoupling network) 회로를 포함하는 안테나 장치를 예시한다. 그리고 도 12는 단일 디커플링 네트워크 회로를 예시한다.

[99] 도 11을 참고하면, 일반적인 단일 디커플링 네트워크 (Decoupling network) 회로를 포함하는 안테나 장치는 제 1 안테나(1100), 제 2 안테나(1200) 및 단일 디커플링 네트워크 회로(1300)를 포함할 수 있다. 또한, 제 1 안테나(1100)는 제 1 안테나 모듈(1110) 및 제 1 안테나 포트(1120)를 포함할 수 있다. 그리고 제 2 안테나(1200)는 제 2 안테나 모듈(1210) 및 제 2 안테나 포트(1220)를 포함할 수 있다. 도 11에는 두 개의 안테나를 이용한 디커플링 네트워크 회로를 나타내었으나 이에 한정하지 않고 복수개의 안테나를 이용할 수도 있다.

[100] 안테나 장치는 제 1 안테나(1100) 및 제 2 안테나(1200) 사이에 발생하는 커플링에 의하여 자기간섭 신호가 발생할 수 있다. 또한, 단일 디커플링 네트워크 회로(1300)는 제 1 안테나(1100) 및 제 2 안테나(1200)를 전자기적으로 연결하여 자기간섭 신호를 제거하는 역할을 할 수 있다.

[101] 도 12를 참고하면, 단일 디커플링 네트워크 회로(1300)는 제 1 노드(1310), 제 2 노드(1320), 제 3 노드(1330) 및 제 4 노드(1340)를 포함할 수 있다. 또한, 제 1 노드(1310)와 제 2 노드(1320)는 제 1 전송 선로(A1, 1350)로 연결될 수 있다. 그리고 제 3 노드(1330)와 제 4 노드(1340)는 제 2 전송 선로(A2, 1360)로 연결될 수 있다. 또한, 제 2 노드(1320)와 제 4 노드(1340)는 제 3 전송 선로로 연결될 수 있다.

[102] 여기서, 노드는 다른 소자 또는 회로 요소들과 전기적으로 연결될 수 있는 지점을 의미할 수 있다.

[103] 또한, 제 1 전송 선로 (A1, 1350) 및 제 2 전송 선로(A2, 1360)는 특성 임피던스를 가질 수 있다. 여기서 특성 임피던스란 각 전송 선로에 흐르는 전류파와 전압파의 비를 의미한다. 특성 임피던스는 전송 선로의 분포 매질 특성에 따라 일정하게 정해지는 저항성 량으로 회로 임피던스와는 다른 개념을 의미한다. 각

전송 선로의 특성 임피던스 값은 50옴으로 설정될 수 있으나, 이에 제한되지 않으며 다양한 값으로 조절될 수 있다.

[104] 그리고 제 3 전송 선로는 인덕터(L), 커패시터(C) 각각 또는 그의 조합으로 구성되는 디커플링회로(1370)를 포함할 수 있다. 디커플링회로(D1)는 허수의 임피던스를 가질 수 있다.

[105] 따라서, A1 및 A2의 특성 임피던스 값과 전기적 길이 및 디커플링회로를 설계하여 제 1 안테나 및 및 2 안테나 사이에 발생하는 자기간섭 신호를 제거할 수 있다. 여기서, 전기적 길이란 매체 내에 전파되고 있는 주기적인 전자기 또는 전기 신호의 파장의 배수로 표현되는 개념이다. 다시 말하자면, 전기적 길이는 물리적 길이를 파장으로 나눈 값이다. 예를 들어, 파장이 1 cm 이고 전송 선로의 물리적 길이가 10 cm 라면 전송 선로의 전기적 길이는 10 파장, 즉 3600도의 phase 변화를 갖게 된다. A1, A2에 의해 복소 임피던스의 페이즈가 변경될 때. 전기적 길이(페이즈) 만큼 변경된다. 이론적인 식은 하기와 같다.

[106]

$$\mathbf{Z_{in}}(\boldsymbol{\theta}) = \boldsymbol{Z_0}\frac{\boldsymbol{Z_L}+j\boldsymbol{Z_0}\tan(\boldsymbol{\theta})}{\boldsymbol{Z_0}+j\boldsymbol{Z_L}\tan(\boldsymbol{\theta})}$$

[107] 여기서, Z_{in}:input impedance, Z_0: 특성 임피던스, Z_L: 로드 임피던스, θ: 전기적 길이(Phase)이다.

[108] 여기서, 단일 디커플링 네트워크 회로의 각 A1, A2, D1 은 2 포트 회로의 y-parameter를 이용하여 설계될 수 있다.

[109] 또한, 도 11의 안테나 포트(1120, 1220) 쪽에서 단일 디커플링 네트워크(1300) 방향으로 바라봤을 때, 어드미턴스를 계산하는 방법을 이용하여 A1, A2, D1이 조절될 수 도 있다.

[110] 그러나, 단일 디커플링 네트워크의 기본 구조는 공명기 (Resonator) 구조이기 때문에 매우 협소한 동작 주파수 대역을 갖는 단점이 있다. 따라서, 실시간으로 넓은 주파수 대역을 사용해 Throughput을 올리려는 FDR에는 적합한 구조가 아닐 수 있다.

[111] 또한, 단일 디커플링 네트워크는 공정 오차(process variation)에 민감하다. 공정 오차가 자기간섭 신호 제거 성능에 직접적으로 영향을 주며 그 정도가 5 dB 이상의 차이를 만든다. 따라서, 이를 해결하기 위해 넓은 동작 주파수 대역에서 동작 하여 공정 오차에 덜 민감한 디커플링 네트워크의 설계가 필요하다.

[112] 도 13은 본 발명의 실시예에 따른 안테나 장치를 예시한다.

[113] 도 13을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 안테나 장치는 제 1 안테나(1100). 제 2 안테나(1200), 및 다단 디커플링 네트워크 회로(1400)를 포함할 수 있다. 또한, 제 1 안테나(1100)는 제 1 안테나 모듈(1110) 및 제 1 안테나 포트(1120)를 포함할 수 있다. 그리고 제 2 안테나(1200)는 제 2 안테나 모듈(1210) 및 제 2 안테나 포트(1220)를 포함할 수 있다. 도 12에는 두 개의 안테나를 이용한 다단 디커플링 네트워크 회로를 나타내었으나 이에 한정하지

않고 복수개의 안테나를 이용할 수도 있다.

[114] 본 명세서에서는 안테나 신호를 방사시키거나 외부 무선 신호를 수신하는 기능을 하는 안테나 소자를 안테나 모듈(1110, 1210)이라 칭한다. 또한, 송수신 신호가 전기적으로 입출력되는 포트를 안테나 포트(1120, 1220)라 칭한다. 안테나 포트는 서큘레이터에 의해 입력 포트와 출력 포트가 분리된 구조일 수도 있다.

[115] 본 발명의 일 실시예에 따른 다단 디커플링 네트워크 회로(1400)는 복수의 단일 네트워크 회로들(1410, 1420,쩐, 14n0)을 포함할 수 있다. 다단 디커플링 네트워크 회로(1400)는 제 1 안테나(1100) 및 제 2 안테나(1200)를 전자기적으로 연결하여 자기간섭 신호를 제거하는 기능을 할 수 있다. 또한, 각 단일 디커플링 네트워크 회로(1410, 1420,쩐, 14n0)는 도 11의 단일 디커플링 네트워크 회로(1300)와 구조가 동일할 수 있다.

[116] 도 13은 본 발명의 실시예를 나타낸 회로이고 다양한 형태로 변형 가능하다.

[117] 다단 디커플링 네트워크 회로(1400)는 제 1 단 단일 디커플링 네트워크 회로(1410)부터 제 n 단 단일 디커플링 네트워크 회로(14n0)를 포함할 수 있다. 또한, 제 1 단 단일 디커플링 네트워크 회로(1410)는 제 1 안테나 모듈(1110) 및 제 2 안테나 모듈(1210)에 연결될 수 있다. 그리고 제 n 단 단일 디커플링 네트워크 회로(14n0)는 제 1 안테나 포트(1120) 및 제 2 안테나 포트(1220)에 연결될 수 있다.

[118] 즉, 안테나 모듈(1110,1210), 제 1 단 단일 디커플링 네트워크 회로 ~ 제 n 단 단일 디커플링네트워크 회로(1410, 1420,쩐, 14n0), 및 안테나 포트(1120, 1220)가 순차적으로 종속 연결(casecade)될 수 있다.

[119] 도 14는 본 발명의 실시예에 의한 각각의 단일 디커플링 네트워크 회로 설계 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[120] 도 14를 참조하면, 각각의 단일 디커플링 네트워크 회로는 순차적으로 종속 연결되면서 주파수를 변경하여 A1, A2, D1가 설계될 수 있다.

[121] 예를 들어, 제 1 단 단일 디커플링 네트워크 회로(1410)가 연결된 안테나 장치가 f_1의 주파수에서 동작하는 상황을 가정해 보자.

[122] 여기서, 제 1 안테나 포트를 포트 1으로 하고, 제 2 안테나 포트를 포트 2로 설정한 2-port 회로를 가정할 수 있다.

[123] 여기서 2-port 회로의 Y-parameter는, 하기와 같이 표현될 수 있다.

[124]

$$\begin{bmatrix} I1 \\ I2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y11 & Y12 \\ Y21 & Y22 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V1 \\ V2 \end{bmatrix}$$

[125] 또한, V1은 포트 1에 입력되는 전압이고, I1은 포트 1에 입력되는 전류를 의미할 수 있다. 그리고, V2는 포트 2에 입력되는 전압이고, I1은 포트 2에

입력되는 전류를 의미할 수 있다.

[126] Y21은 port 2를 short 시키고, port 1에 테스트 전압을 인가했을 때, port 2에 흐르는 전류와 테스트 신호 전압의 비($Y_{21}|_{V_2=0} = \frac{I_2}{V_1}$)를 의미한다. 두 안테나 사이에 커플링이 존재한다면 Y21은 0이 아닌 값을 가지게 된다.

[127] 안테나 사이의 커플링은 일반적으로 Ideal Capacitor로 모델링 될 수 있다. 따라서, 디커플링 네트워크에 Capacitor와 반대 특성을 갖는 Inductor를 추가함으로써 Y21의 크기를 0에 근사하게 만들 수 있다.

[128] 이를 물리적으로 이해하는 방법은 디커플링 네트워크와 안테나를 하나의 LC Parallel resonator로 생각하는 것이다. 즉, 디커플링 네트워크는 안테나의 두 포트에 대해 특정 주파수(f_1)에서 안테나와 Decoupling network가 함께 Band stop의 특성을 갖는 Parallel Resonator로 동작하게 만들 수 있다.

[129] 따라서, 제 1 단 단일 디커플링 네트워크 회로(1410)의 A1_1, A2_1, D1_1을 조절하여 특정 주파수(f_1)에서 Y21 파라미터의 값을 일정 값(z) 이하로 만들 수 있다.

[130] 예를 들어, 제 1 단 단일 디커플링 네트워크 회로(1410)의 전송 선로 A1_1 및 A2_1의 특성 임피던스와 전기적 길이를 조절하여, 특정 주파수(f_1)에서 Y21의 실수 값을 제 1 일정 값(x) 이하로 만들 수 있다. 임피던스 정합을 유지하기 위해 일반적으로 특성 임피던스는 50 옴이 사용된다. 또한, D1_1의 임피던스를 조절하여, 특정 주파수 범위에서 Y21의 허수 값을 제 2 일정 값(y) 이하로 만들 수 있다.

[131] 여기서, f_1에서의 Y21 파라미터의 값을 z=abs(x+jy)로 표현할 수 있다.

[132] 여기서 일정 값, 제 1 일정 값, 및 제 2 일정 값은 다양한 수치로 설정 가능하며, 일정 값은 0을 의미할 수도 있다.

[133] 다시 말하자면, 디커플링 네트워크의 A1, A2, D1 을 조절하여 Reference plane의 Y21 크기를 0에 근사하게 만듦으로써 안테나 사이에 발생하는 커플링 (Coupling)을 제거하여 안테나 격리도를 30dB 이상으로 증가시킬 수 있다. Y21의 크기를 0으로 만드는 것은 port 2에 전류가 흐르지 않는 것을 의미할 수 있다. 또한, 이는 직관적으로 port 1과 port 2 사이에 무한대의 저항이 있는 것과 같으며 이는 두 포트가 완벽하게 분리되어 전혀 연결되지 않은 상태, 즉, Open 상태로 이해할 수 있다.

[134] 따라서, 제 1 단 단일 디커플링 네트워크 회로가 연결된 안테나 장치는 특정 주파수 f_1 에서의 격리도를 보장할 수 있다.

[135] 다음으로, 제 1 단 단일 디커플링 네트워크 회로에 제 2 단 단일 디커플링 네트워크 회로가 종속(casecade) 연결된 구조를 가정할 수 있다.

[136] 제 1 단 단일 디커플링 네트워크 회로(1410) 및 제 2 단 단일 디커플링 네트워크 회로(1420)가 연결된 안테나 장치에 특정 주파수 f_2 를 인가할 수 있다. 이 때, $f_1 < f_2$ 일 수 있다.

[137] 또한, 상기 안테나 장치의 Y21 파라미터의 값을 측정할 수 있으며, f_2 주파수에서 Y21 파라미터의 값을 일정값 이하로 만들도록 제 2 단 단일 디커플링 네트워크 회로의 소자 값들을 조절/설정할 수 있다.

[138] 여기서, 제 2 단 단일 디커플링 네트워크의 A1_2 및 A2_2의 전기적 길이를 조절하여 제 1 단 및 제 2 단 단일 디커플링 네트워크가 종속 연결된 회로의 Y21 파라미터의 실수 성분을 f_2에서 제 1 일정값 이하로 만들도록 설정될 수 있다. 그리고 제 1 단 및 제 2 단 단일 디커플링 네트워크가 종속 연결된 회로에 f_1을 인가하여도 Y21의 실수 성분은 여전히 제 1 일정값 이하가 될 수 있다. 또한, 제 2 단 단일 디커플링 네트워크의 D1_2의 임피던스 값은 제 1 단 및 제 2 단 단일 디커플링 네트워크가 종속 연결된 회로의 Y21 파라미터의 허수 성분을 f_1 ~ f_2 에서 제 2 일정값 이하로 만들도록 설정될 수 있다.

[139] 즉, 제 2 단 단일 디커플링 네트워크(1420)는 제 1 단 및 제 2 단 단일 디커플링 네트워크 회로가 결합된 다단 디커플링 네트워크 회로의 Y21 파라미터 값을 f_1 및 f_2에서 일정값 이하로 만들도록 설계될 수 있다.

[140] 다음 단계로, 제 1 단 및 제 2 단 단일 디커플링 네트워크 회로(1410, 1420)에 제 3 단 단일 디커플링 네트워크(1430)가 종속 연결된 다단 디커플링 네트워크 회로를 설정할 수 있다.

[141] 제 3 단 단일 디커플링 네트워크는 제 1 단, 제 2 단 및 제 3 단 단일 디커플링 네트워크(1410, 1420, 1430)가 결합된 다단 디커플링 네트워크 회로의 Y21 파라미터 값을 f_1, f_2, f_3에서 일정값 이하로 만들도록 설계될 수 있다. 여기서, $f_1 < f_2 < f_3$ 일 수 있다.

[142] 여기서, 제 3 단 단일 디커플링 네트워크의 A1_3 및 A2_3의 전기적 길이를 조절하여 제 1 단, 제 2 단 및 제 3 단 단일 디커플링 네트워크가 종속 연결된 회로의 Y21 파라미터의 실수 성분을 f_3에서 제 1 일정값 이하로 만들도록 설정될 수 있다. 그리고 제 1 단, 제 2 단 및 제 3 단 단일 디커플링 네트워크가 종속 연결된 회로에 f_1, f_2를 인가하여도 Y21의 실수 성분은 여전히 제 1 일정값 이하가 될 수 있다. 또한, 제 3 단 단일 디커플링 네트워크의 D1_3의 임피던스 값은 제 1 단, 제 2 단 및 제 3 단 단일 디커플링 네트워크가 종속 연결된 회로의 Y21 파라미터의 허수 성분을 f_1 ~ f_3 에서 제 2 일정값 이하로 만들도록 설정될 수 있다.

[143] 제 1 단, 제 2 단 및 제 3 단 단일 디커플링 네트워크(1410, 1420, 1430)가 결합된 회로에서 f_1, f_2, 및 f_3 주파수를 각각 인가하는 경우, Y21값은 일정값 이하로 측정될 수 있다.

[144] 이를 일반화하여 표현하면, 주파수 f_1 ~ f_n 각각에서 DN_1 ~ DN_n 이 종속 연결된 다단 디커플링 네트워크 회로는 Y21 파라미터가 일정값 이하가 되도록 설정될 수 있다. 여기서, i는 1 이상의 정수이다.

[145] 또한, A1 _i 및 A2_i는, 주파수 f_i에서 DN_1 ~ DN_i 이 종속 연결된 다단 네트워크 회로의 Y21 파라미터의 실수 성분을 제 1 일정값 이하로 만들도록

설정될 수 있다.

[146] 그리고, D1_i는, DN_1 ~ DN_i가 종속 연결된 디커플링 네트워크 회로의 Y21 파라미터의 허수 성분을 f_1 ~ f_i에서 제 2 일정값 이하로 만들도록 설정될 수 있다.

[147] A1, A2는 전송 선로의 전기적 길이를 조절하여 Y21 파라미터의 실수 성분을 제 1 일정값 이하로 만들도록 설정될 수 있다. 또한, D1은 임피던스를 조절하여 Y21 파라미터의 허수 성분을 제 2 일정값 이하로 만들도록 설정될 수 있다.

[148] 따라서, 본 발명의 일 실시예를 통하여 f_1 내지 f_n의 광대역 주파수에서 30 dB 이상의 격리도를 갖는 안테나 장치를 설계할 수 있다.

[149] 그리고, 다단 디커플링 네트워크 회로를 이용하는 경우, 안테나의 임피던스 정합이 악화(더 이상 50 Ω이 아님)될 수 있다. D1으로 인해 안테나 임피던스 정합이 악영향을 받았다면, Shunt stub을 이용해 다시 50Ω으로 정합 할 수 있다. 임피던스 정합을 위해 사용되는 Shunt stub은 Y21 값에 영향을 주지 않는다. Shunt stub이 연결되더라도 포트 간 Y parameter를 도출하는 과정에서 포트 2가 short로 대체되기 때문에 포트 2에 연결된 Shunt stub은 존재하지 않는 것으로 보인다. 즉, Shunt stub은 포트 2에 흐르는 전류의 크기를 변화시키지 않기 때문에 Y21 파라미터의 값에 영향을 미치지 않는다.

[150] 본 발명의 일 실시예에 따른 안테나 장치에 따르면, 넓은 주파수 대역에서 높은 Cross-talk 격리도를 얻기 위해 Y21의 Real 값을 특정 범위(-30 dB 격리도 기준 0.001)로 제한하고, Y21 Imaginary를 전 주파수 대역에서 0으로 만들 수 있다. 이를 위해 하나의 Decoupling network가 아닌 2개 이상의 Decoupling network가 Cascade로 연결된 다단 Decoupling network 구조가 사용된다. 다단 Decoupling network를 구성하는 Decoupling network는 개별적으로 설계되지 않고, 각 Reference plane 마다 Y21 주파수 특성을 확인하며 설계된다.

[151] 도 15는 주파수에 따른 Y21의 허수(Imaginary) 값의 다양한 형태를 예시한다. 도 15에 예시된 바와 같이 Y21의 허수 값은 주파수의 변화에 따라 다양한 형태로 변화할 수 있다.

[152] 도 16은 본 발명의 일 실시예에 따른 디커플링회로(D1)의 예들을 나타낸다.

[153] 본 발명의 일 실시예에 따른 안테나 장치의 디커플링회로(D1)는 도 15에서 예시한 Y21 imaginary의 다양한 변화 형태를 나타낼 수 있어야 한다. 즉, 도 15의 모든 경우에 대해 이를 나타낼 수 있는 디커플링회로가 필요하다.
디커플링회로(D1)를 단일 전송선로를 이용하여 구현하는 경우, 도 15의 (1), (2), (3), (4), (7), (8)의 형태를 넓은 주파수 대역에서 나타낼 수 있다. 그러나, 단일 전송선로로 구현된 디커플링회로는 (5), (6) 즉, Zero-crossing이 일어나는 경우에 대해선 나타낼 수 없다.

[154] 본 명세서의 디커플링회로(D1)는 도 16과 같은 형태로 구현될 수 있다.

[155] 도 16의 (a)를 참고하면, 디커플링회로(D1)는 T형 구조로 설계될 수 있다. 이 구조의 Y21 Imaginary는 주파수가 증가함에 따라 Zero-crossing을 하며 증가하는

형태를 만들 수 있다. T형 구조는 Dual mode resonator로써 2개의 resonance 주파수를 갖는다. 이 2개의 resonance 주파수 위치와 resonance 정도(resonance 주파수인근에서 Y21 imaginary의 변화 정도)를 조절함으로써 Y21 imaginary의 모습을 넓은 주파수 대역에서 다양하게 변형 가능하다.

[156] Resonance 주파수는 제 1 전송 선로 및 제 2 전송 선로의 길이를 변경함으로써 변경할 수 있으며, Resonance 정도는 각 전송 선로의 특성 임피던스를 조절함으로써 조절할 수 있다.

[157] 도 16의 (b)를 참고하면, 디커플링회로(D1)는 Coupled line을 포함하는 구조로 설계될 수 있다. 디커플링회로에는 Through 포트(이하, Thru)와 Isolation port에 모두 Ground를 위치시킨 3dB 커플러(Coupler)가 사용될 수 있으며, 이는 All stop filter의 한 형태이다. All stop filter와 전송선로를 이용하면 Y21 imaginary가 주파수에 따라 Zero-crossing 하며 감소하는 형태를 만들 수 있다. Coupled line의 Thru와 Isolation 포트에 모두 Short를 위치시키면 신호가 입사되는 포트와 Coupled 되는 포트는 서로 오픈 상태가 될 수 있다. 중심 주파수에서 Open인 회로 특성을 이용해 Y21 Imaginary가 Zero-crossing 하며 감소하는 형태를 나타낼 수 있다.

[158] 도 17, 도 18 및 도 19는 다단 디커플링 네트워크에서 주파수에 따라 Y21 파라미터의 값을 조절하는 개념을 보여주기 위해 도시된 것이다.

[159] 도 17에서 전송 전로 및 디커플링회로들이 연결됨에 따라 Y21 파라미터들이 변경된다. 디커플링 네트워크 및 주파수에 따라 안테나 소자 값들을 적절히 조절하면 안테나 장치의 Y21 파라미터를 일정 값 이하로 만들 수 있다.

[160] 도 18은 각 단일 디커플링 네트워크 회로의 연결에 의하여 Y21 파라미터의 실수 성분을 주파수 f_1,…,f_n 각각에서 일정값 이하로 만드는 방법을 설명한다. 제 1 단일 디커플링 네트워크 회로의 Y21 실수성분이 f_1에서 0이 되도록 회로를 설정한다. 다음으로 제 2 단일 디커플링 네트워크 회로를 제 1 단일 디커플링 네트워크 회로에 종속 연결하여, 결합된 회로의 Y21 실수 성분을 f_2에서 0으로 만들도록 설정한다. 여기서, Y21의 크기가 0이라는 것은 이미 주파수 f_1에서 두 포트는 연결되지 않은 상태(Open 상태)이기 때문에 제 2 단일 디커플링 네트워크 회로의 전송선로 A1_2와 A2_2를 이용해 Y-parameter의 Reference plane을 변경하더라도 Y21의 값이 변경되지 않는다. 두 주파수(f_1, f_2)에서 Y21 real 값을 0으로 만듦으로써 Y21 real의 범위를 제한할 수 있다. 2개의 주파수에서 Y21 real을 0으로 만드는 것은 Y21 real 값이 특정 주파수 대역에서(여기서는 f_1에서 f_2) 특정 크기 내에서 벗어나지 못하게 한다. 함수의 차수가 증가하는 것과 그 기본 원리가 동일하며 이를 반복할수록 주파수 대역내 Y21 real 값을 특정 범주 안에 제한할 수 있다 (|real(Y21 (f))|<a, when f_1≤f≤f_2.단 a는 임의의 값).

[161] 도 19는 도 17의 5)단계를 보다 구체적으로 나타낸다. 도 19을 참조하면, 도 19(a)의 안테나 회로와 도 19(b)의 안테나 회로를 연결하면, 각각의 Y21 파라미터 값이 합산되어 도 19(c)의 안테나 회로의 Y21 파라미터 값을 0으로 근사시킬 수

있다. 도 19(a)의 회로와 도 19(b)의 회로는 도 19(c)에서 각각 동일한 단자(ANT1, ANT2)에 연결되므로 병렬 연결 된 것으로 볼 수 있다. 2 port 회로에서 병렬 연결된 회로의 Y 파라미터는 합산이 가능하다. 따라서, 도 19(c)의 Y21 파라미터 값은 도 19(a)의 Y21 파라미터 값과 도 19(b)의 Y21 파라미터 값의 합으로 표현될 수 있다. 따라서, 다단 디커플링 네트워크의 각 종속 연결 과정에서 Y21 파라미터를 일정 값 이하가 되도록 소자 값들을 조절/설정하면 광대역서도 자기 간섭 제거 요구사항을 충족시킬 수 있는 안테나 장치가 만들어질 수 있다.

[162] 도 20은 본 발명의 안테나 장치의 설계 흐름도이다.

[163] 첫째, Decoupling network 제작을 위해서 안테나 사이의 Coupling(S-parameter)를 측정한다(S2010).

[164] 둘째, f_1에서 Y21의 Real 값을 제 1 일정 값 이하로 만들기 위해 전송 선로 A1_1과 A2_1의 전기적 길이를 조절한다(S2020). 이상적인 Inductor, Capacitor, resonator 및 전송선로는 Y21 Real을 0으로 만들 수 없다. 두 포트를 잇는 디커플링회로(D1)가 Y21 Real 값을 변경하려면 손실이 존재해야 하는데, 기존에 사용되는 소자들(Inductor/Capacitor/Transmission line) 이 이상적인 경우 손실이 존재하지 않으므로 Y21 real 값에 영향을 미칠 수 없다. 따라서, A1_1과 A2_2이 유일하게 Y21 Real을 0으로 만드는 역할을 할 수 있다. A1_1과 A2_1의 특성 임피던스는 50 Ω을 사용할 수 있다. 다른 임피던스를 사용할 수도 있으나, 안테나 임피던스 정합에 최소한의 영향을 미치게 하기 위해 50 Ω를 이용하는 것이 바람직하다.

[165] 본 명세서에서 Y21 값을 0으로 만든다는 것은 일정값 이하로 만든다는 것을 포함한다.

[166] 셋째, f_1에서 Y21의 허수 값이 제 2 일정값 이하가 되도록 D1_1를 설정한다(S2030). 첫 단의 경우 D1에 특별한 제약은 존재하지 않으며 단일 전송선로를 이용하는 것도 가능하다. S1810과 S1820 과정을 통해 f_1에서 Y21 크기를 0(Y21의 real과 Imaginary를 모두 0)으로 만든다.

[167] 넷째, f_2에서 Y21의 실수 값이 제 1 일정값 이하가 되도록 A1_2, A2_2를 설정한다(S2040). Y21Y21의 크기가 0 이라는 것은 이미 주파수 f1에서 두 포트는 연결되지 않은 상태(Open 상태)이기 때문에 전송선로 A1_2와 A2_2를 이용해 Y-parameter의 Reference plane을 변경하더라도 Y21의 값이 변경되지 않는다. 두 주파수(f1, f2)에서 Y21 real 값을 0으로 만듦으로써 Y21 real의 범위를 제한할 수 있다. 2개의 주파수에서 Y21 real을 0으로 만드는 것은 Y21 real 값이 특정 주파수 대역에서(여기서는 f1에서 f2) 특정 크기 내에서 벗어나지 못하게 한다. 함수의 차수가 증가하는 것과 그 기본 원리가 동일하며 이를 반복할수록 주파수 대역내 Y21 real 값을 특정 범주 안에 제한할 수 있다 ($|\mathrm{real}(Y21(f))|<a$, when $f1\le f\le f2$. 단 a는 임의의 값).

[168] 다섯째, f_1부터 f_2까지 Y21의 허수 값이 제 2 일정값 이하가 되도록 D1_2를 설정한다(S2050). D1_2를 사용해 주파수 f_1에서 f_2까지의 Y21 Imaginary

형상을 모방할 수 있다. Y21 형상을 모방한다는 것은 D1_2가 안테나 포트에서 바라본 Y21의 Imaginary 값과 크기는 같고 부호가 반대인 Y21 Imaginary 값을 만드는 것을 의미한다. D1_2으로 사용될 수 있는 회로는 Inductor, Capacitor, 전송선로 등 여러 형태로 구현될 수 있다. 또한, D1_2는 도 16의 형태로 구현될 수 있다. Y21 imaginary 형태가 만들 수 있는 형태는 도 15에 나타난 다양한 형태일 수 있다. 또한, 이 모든 형태를 D1에 사용되는 회로가 모방할 수 있어야 광대역 Decoupling network를 제작할 수 있다. 도 15에 나타난 T형 구조와 Coupled line을 이용한 구조를 Y21 imaginary의 주파수 특성 따라 선택하여 사용하면 도 15에 제시된 모든 형상을 모방할 수 있으며 이를 이용해 넓은 주파수 대역(f1 에서 f2까지)에서 Y21 imaginary 크기를 0으로 만들 수 있다.

[169] 여섯째, 위의 과정을 여러 번 반복함으로써 광대역 Decoupling network를 설계한다.Decoupling network가 다단으로 Cascade로 연결된다면 안테나 임피던스 정합이 악화된다. 안테나 임피던스 정합이 악화된다는 의미는 안테나만의 임피던스 정합 주파수 대역에 비해 Decoupling network가 추가된 안테나의 임피던스 정합 주파수 대역이 감소하는 것을 의미한다. 안테나만의 임피던스 정합 주파수 대역이 1 GHz였다면 Decoupling network가 추가된 안테나의 임피던스 정합 주파수 대역이 500 MHz로 감소하는 상황을 이야기하는 예시로 들 수 있다.

[170] 50 Ω 에서 벗어난 안테나의 임피던스를 다시 50 Ω으로 정합하기위해 S1 (Shunt stub, D1과 별개)이 사용된다. 안테나의 동작 주파수 대역은 다양한 요소들(임피던스 정합, Cross-talk 억제도, 안테나 게인 등)로 정의할 수 있다.

[171] 설계 방법을 정리하면 다음과 같다. 주파수에 따른 Y21 Real의 변화정도를 A1과 A2(50 Ω 전송선로)를 이용해 특정 크기로 제한한다. 그리고 Y21 Imaginary의 주파수 대역에서의 형상을 제안한 D1(T형 구조 또는 Coupler를 이용한 구조)을 이용해 모방함으로써 넓은 주파수 대역에서 Y21 Imaginary를 0으로 만든다. 위의 두 과정을 통해 동작 주파수 대역에서 Y21의 크기는 0에 가까운 값이 되며, 이는 높은 Cross-talk 억제도를 갖는 것을 의미한다.

[172] 마지막으로 변화된 안테나의 임피던스를 Shunt stub(S1과 S2)을 이용해 다시 50 Ω로 정합 함으로써 광대역에서 높은 Cross-talk 억제도를 가지며 임피던스 정합이 되어있는 Decoupling network를 설계할 수 있다.

[173] 그리고 설계된 안테나와 Decoupling network를 RCC(reflection Coefficient controller)와 결합함으로써 넓은 주파수 대역에서 높은 Cross-talk과 Self-talk 억제도를 갖는 FDR용 안테나 장치를 제작할 수 있다.

[174] 여기서 RCC란 서큘레이터가 안테나와 연결되는 포트에 연결되는 회로로써, 안테나의 임피던스를 변경하여 상용 서큘레이터의 포트간 격리도를 증가시키는 역할을 하는 회로를 의미한다.

[175] 도 21은 본 발명의 실시예에 의한 광대역 디커플링 효과를 예시한다.

[176] 본 발명의 실시예에 따라 주파수 f_1,…,f_n 각각에서 Y21파라미터의 값을

일정값 이하로 만들도록 회로를 설계하여, 주파수 f_1 ~ f_n 에서 디커플링 효과를 갖는 광대역 디커플링 네트워크 회로를 설계할 수 있다.

[177] 도 22를 본 발명의 실시예에 따른 안테나 장치를 예시한다.

[178] 도 22를 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 안테나 장치는 Decoupling network, RCC와 안테나 편파를 이용한 4x4 MIMO 안테나 구조로 구현될 수 있다. 또한, Cross-talk 억제를 위해 Decoupling network와 안테나 편파가 사용될 수 있으며, Self-talk 제거를 위해 RCC가 사용될 수 있다. 본 발명의 일 실시예로 다중 인쇄회로 기판 기술을 사용하면 더 많은 MIMO 안테나 구조에도 적용할 수 있다.

[179] 도 23은 본 발명의 실시예에 따른 안테나 장치를 예시한다.

[180] 도 23은 참고하면, 제 1 단 및 제 2 단 단일 디커플링 네트워크 회로를 포함하는 다단 디커플링 네트워크 회로를 포함하는 안테나 장치를 나타낸다.

[181] 제 1 단 단일 디커플링 네트워크 회로는 단일 선로로 구성된 D1으로 구현되었으며, 제 2 단 단일 디커플링 네트워크 회로는 커플러를 이용한 D1으로 구현되었다. 또한, 제 2 단 단일 디커플링 네트워크 회로에 션트 스텁이 연결되었다.

[182] 도 24은 본 발명의 실시예에 따른 안테나 장치에 의한 주파수에 따른 격리도 그래프를 예시한다.

[183] 도 24을 참고하면, 단일 디커플링 네트워크 회로에 비하여 2단의 다단 디커플링 회로는 광대역에서 격리도를 가짐을 알 수 있다.

[184] 도 25는 본 발명의 일 실시예에 따른 안테나 장치에 의한 주파수에 따른 return loss를 나타낸다.

[185] 도 25를 참고하면, Return loss는 matching 정도를 의미한다. 디커플링 네트워크가 연결되지 않은 안테나와 디커플링 네트워크가 연결된 안테나의 return loss를 비교하여 보면, 디커플링 네트워크가 안테나의 매칭을 저해하지 않음을 확인할 수 있다.

[186] 이상에서 설명된 실시예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들이 소정 형태로 결합된 것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것으로 고려되어야 한다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나 특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시예를 구성하는 것도 가능하다. 본 발명의 실시예들에서 설명되는 동작들의 순서는 변경될 수 있다. 어느 실시예의 일부 구성이나 특징은 다른 실시예에 포함될 수 있고, 또는 다른 실시예의 대응하는 구성 또는 특징과 교체될 수 있다. 특허청구범위에서 명시적인 인용 관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여 실시예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함시킬 수 있음은 자명하다.

[187] 본 발명은 본 발명의 필수적 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있음은 당업자에게 자명하다. 따라서, 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니되고 예시적인 것으로 고려되어야

한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다.

[188]

청구범위

[청구항 1] 안테나 장치에 있어서,
제 1 안테나;
제 2 안테나; 및
상기 제 1 안테나 및 상기 제 2 안테나를 전자기적으로 연결하여 자기간섭 신호를 제거하는 복수의 단일 디커플링 네트워크 회로들 DN_1 ~ DN_n 을 포함하고,
상기 DN_1은 상기 제1 안테나를 위한 제1 안테나 모듈 및 상기 제2 안테나를 위한 제2 안테나 모듈에 연결되고,
상기 DN_n은 상기 제1 안테나를 위한 제 1 안테나 포트 및 상기 제2 안테나를 위한 제 2 안테나 포트에 연결되며,
상기 DN_1 ~ DN_n은 서로 종속 연결되어 다단 디커플링 네트워크 회로를 형성하고,
상기 다단 디커플링 네트워크 회로는 주파수 f_1 ~ f_n 각각에서 상기 다단 디커플링 네트워크 회로의 Y21 파라미터를 일정값 이하로 만들도록 설정된, 안테나 장치.

[청구항 2] 제 1 항에 있어서,
상기 DN_i(i=1,…,n)는,
제 1 노드;
제 1 전송 선로 A1_i로 상기 제 1 노드와 연결된 제 2 노드;
제 3 노드;
제 2 전송 선로 A2_i로 상기 제 3 노드와 연결된 제 4 노드를 포함하고,
상기 제 2 노드 및 상기 제 4 노드는, 디커플링회로 D1_i를 포함하는 제 3 전송 선로로 연결된, 안테나 장치.

[청구항 3] 제 2 항에 있어서,
상기 DN_j+1의 제 1 노드는, 상기 DN_j의 제 2 노드에 연결되고,
상기 DN_j+1의 제 3 노드는, 상기 DN_j의 제 4 노드에 연결되며,
여기서 j = 1,…,n-1, 안테나 장치.

[청구항 4] 제 2 항에 있어서,
상기 A1 _i 및 상기 A2_i는, 상기 주파수 f_i에서 상기 DN_1 ~ DN_i가 종속 연결된 회로의 Y21 파라미터의 실수 성분을 제 1 일정 값 이하로 만들도록 설정된, 안테나 장치.

[청구항 5] 제 2 항에 있어서,
상기 D1_i는, 주파수 f_1 ~ f_i에서 상기 DN_1 ~ DN_i가 종속 연결된 회로의 Y21 파라미터의 허수 성분을 제 2 일정 값 이하로 만들도록 설정된, 안테나 장치.

[청구항 6] 제 1 항, 제 4 항 또는 제 5 항에 있어서,

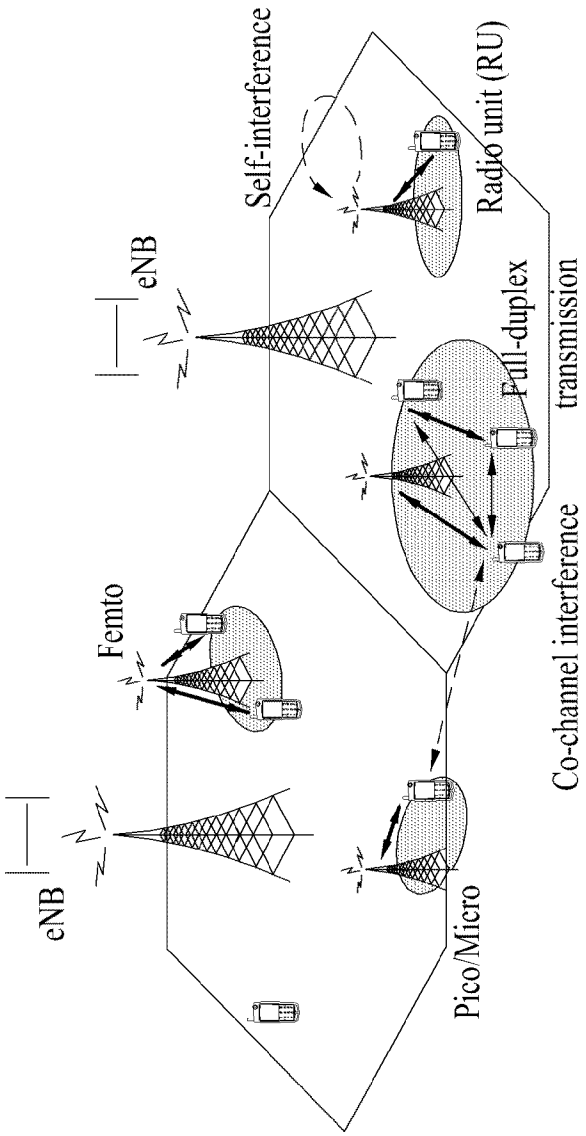
상기 Y21 파라미터는, 상기 제 1 안테나 포트를 제 1 포트로 하고, 상기 제 2 안테나 포트를 제 2 포트로 하는 2 포트 회로에 기반하여 측정되는, 안테나 장치.

[청구항 7] 제 2 항에 있어서,
상기 디커플링회로는 T형 구조로 형성된, 안테나 장치.

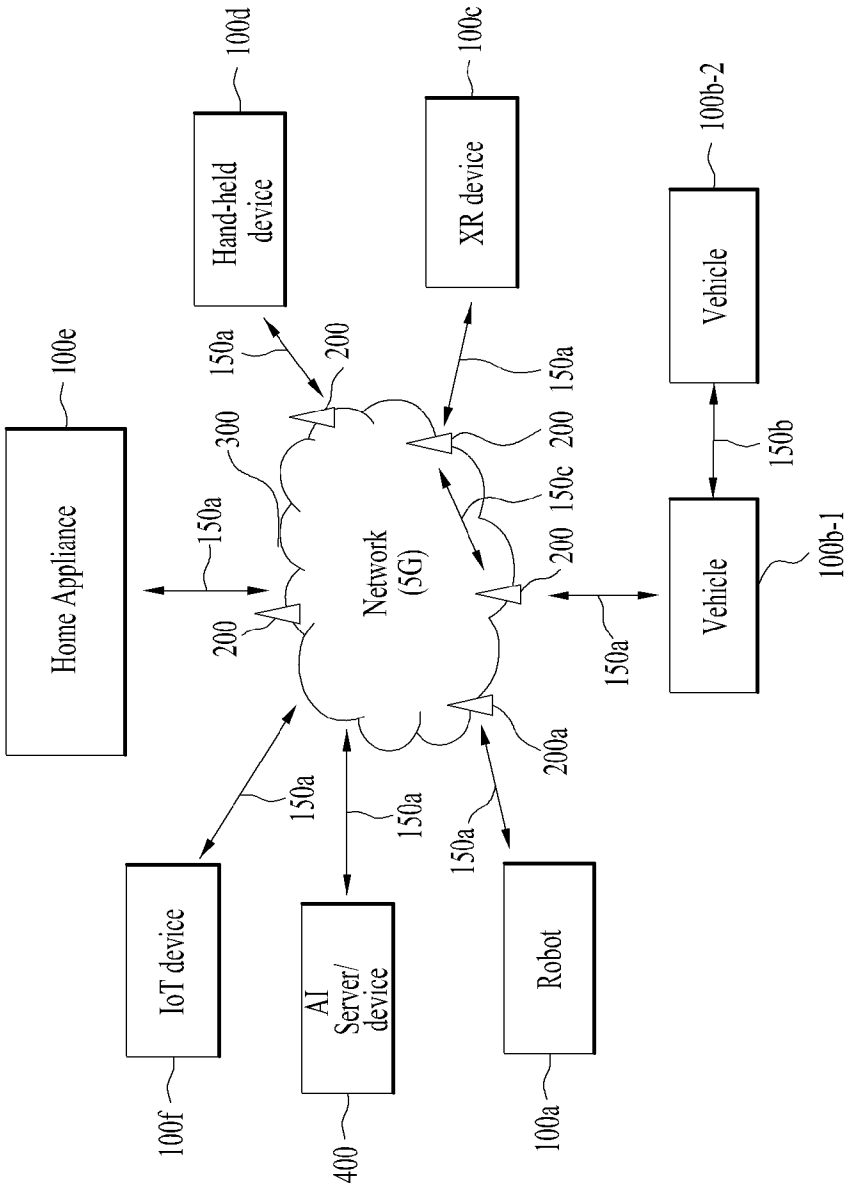
[청구항 8] 제 2 항에 있어서,
상기 디커플링회로는 커플러를 포함하는, 안테나 장치.

[청구항 9] 제 2 항에 있어서,
상기 DN_i(i=1,…,n)는,
일단이 상기 제 2 노드에 연결되고, 타단이 접지된 제 1 션트 스텁(Shunt stub); 및
일단이 상기 제 4 노드에 연결되고, 타단이 접지된 제 2 션트 스텁(Shunt stub)을 더 포함하는, 안테나 장치.

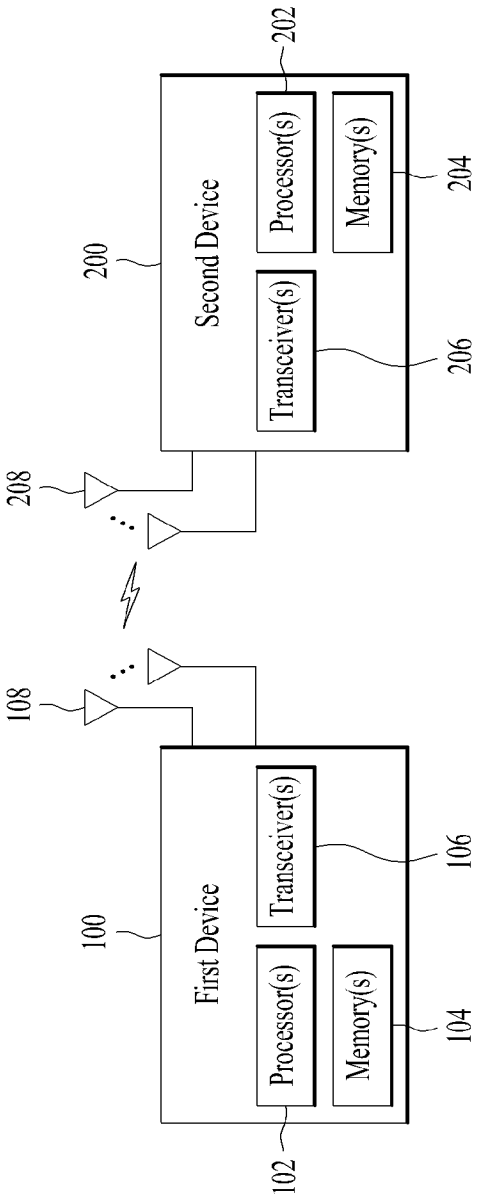
[도1]


Self-interference
Radio unit (RU)
eNB
Full-duplex
transmission
Femto
Co-channel interference
eNB
Pico/Micro

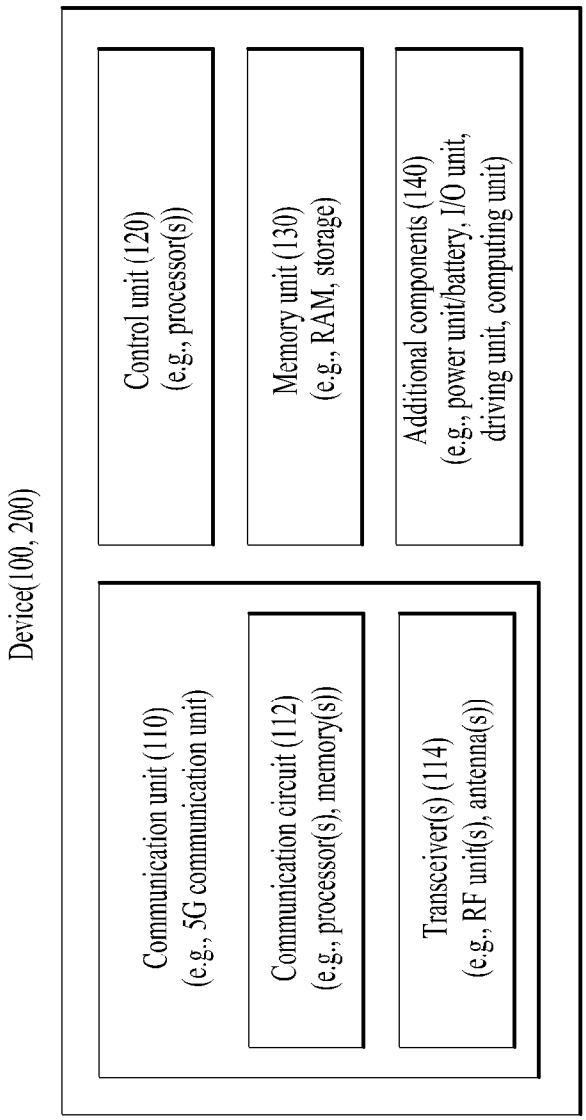
[도2]


Network (5G)
Hand-held device
100d
XR device
100c
Vehicle
100b-2
Home Appliance
100e
Vehicle
100b-1
IoT device
100f
AI Server/ device
400
Robot
100a
150a
150b
150c
200
200a
300

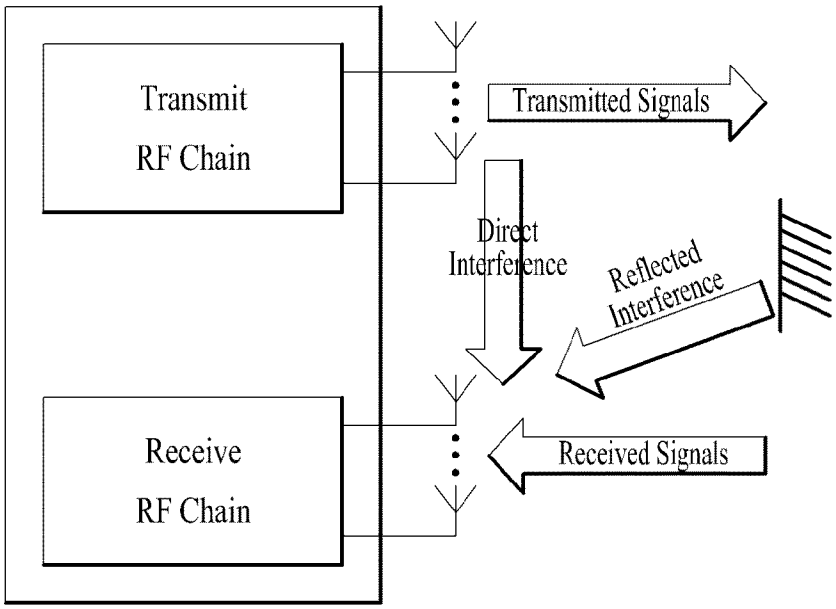
[도3]


202
Second Device
Processor(s)
Memory(s)
204
200
Transceiver(s)
206
208
108
First Device
Transceiver(s)
106
100
Processor(s)
Memory(s)
104
102

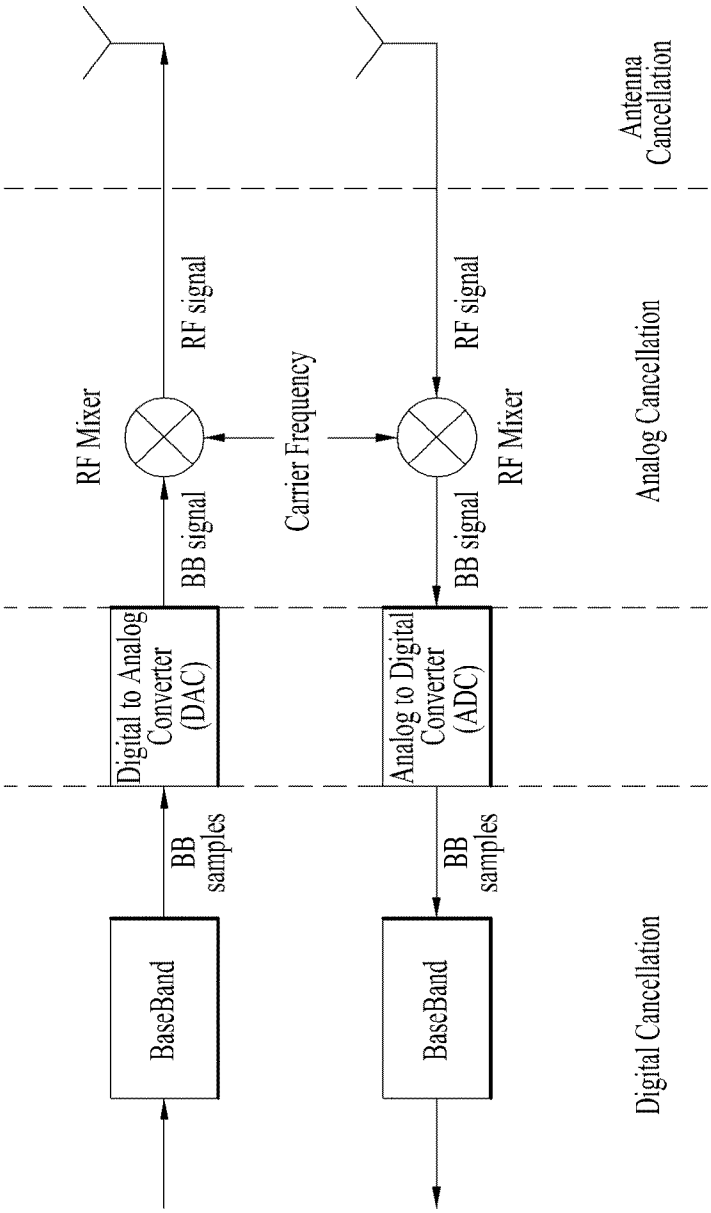
[도4]


Device(100, 200)
Communication unit (110)
(e.g., 5G communication unit)
Communication circuit (112)
(e.g., processor(s), memory(s))
Transceiver(s) (114)
(e.g., RF unit(s), antenna(s))
Control unit (120)
(e.g., processor(s))
Memory unit (130)
(e.g., RAM, storage)
Additional components (140)
(e.g., power unit/battery, I/O unit,
driving unit, computing unit)

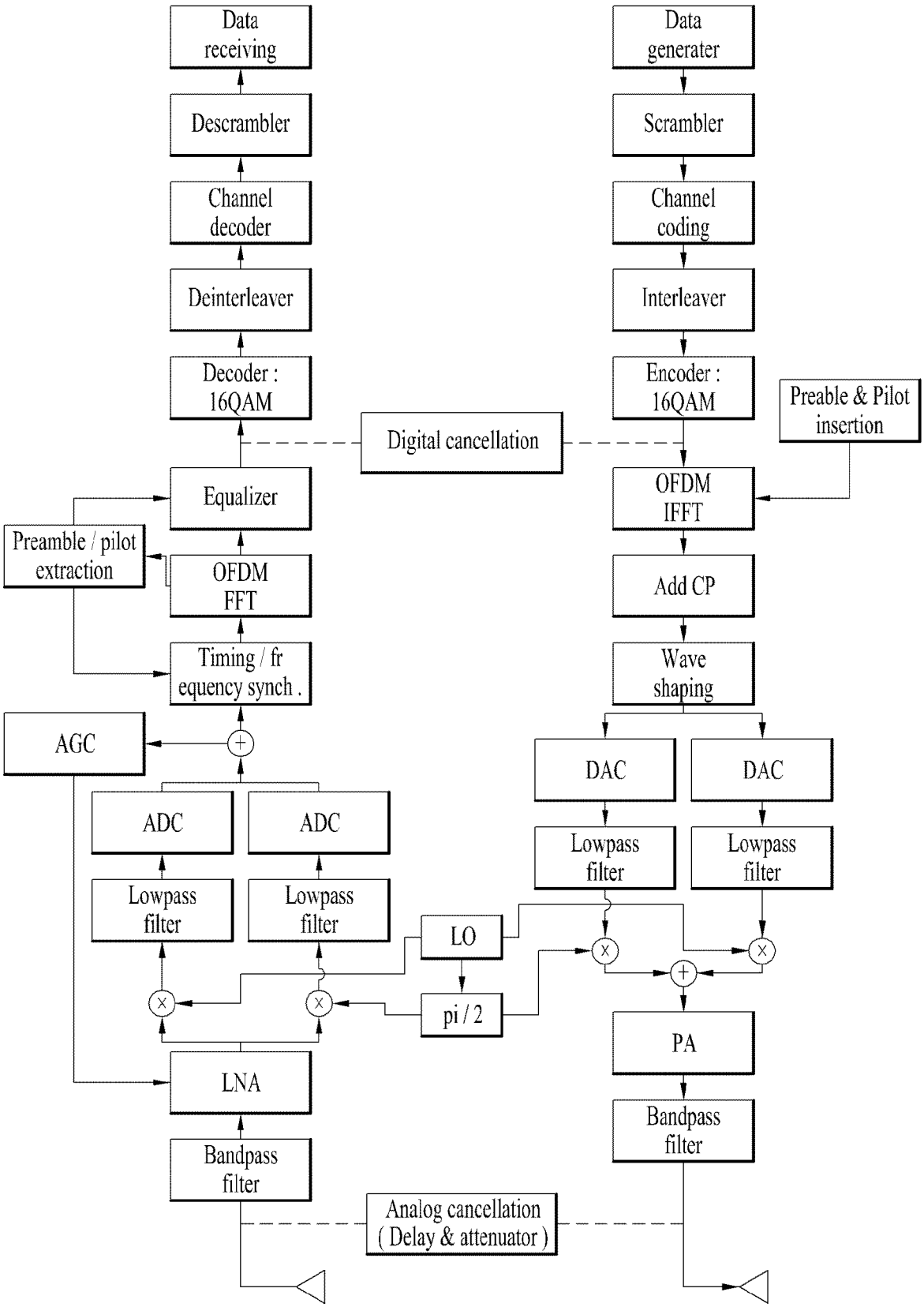
[도5]


Transmit
RF Chain
Transmitted Signals
Direct
Interference
Reflected
Interference
Receive
RF Chain
Received Signals

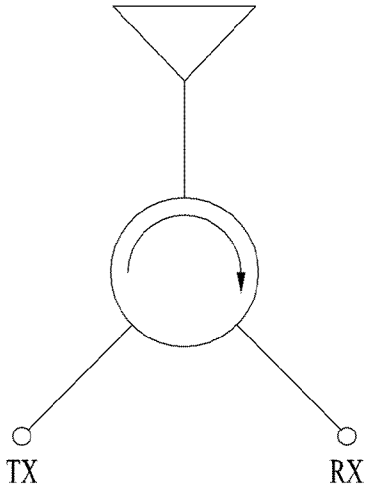
[도6]


Antenna Cancellation
RF signal
RF signal
RF Mixer
Carrier Frequency
RF Mixer
Analog Cancellation
BB signal
BB signal
Digital to Analog Converter (DAC)
Analog to Digital Converter (ADC)
BB samples
BB samples
BaseBand
BaseBand
Digital Cancellation

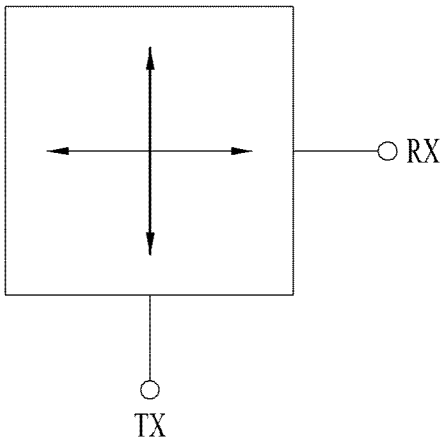
[도7]


Data receiving
Descrambler
Channel decoder
Deinterleaver
Decoder : 16QAM
Equalizer
Preamble / pilot extraction
OFDM FFT
Timing / frequency synch .
AGC
ADC
ADC
Lowpass filter
Lowpass filter
LNA
Bandpass filter
Digital cancellation
Analog cancellation (Delay & attenuator)
LO
pi / 2
Data generater
Scrambler
Channel coding
Interleaver
Encoder : 16QAM
Preable & Pilot insertion
OFDM IFFT
Add CP
Wave shaping
DAC
DAC
Lowpass filter
Lowpass filter
PA
Bandpass filter

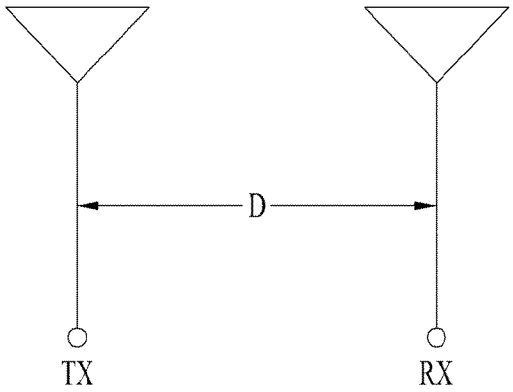
[도8]



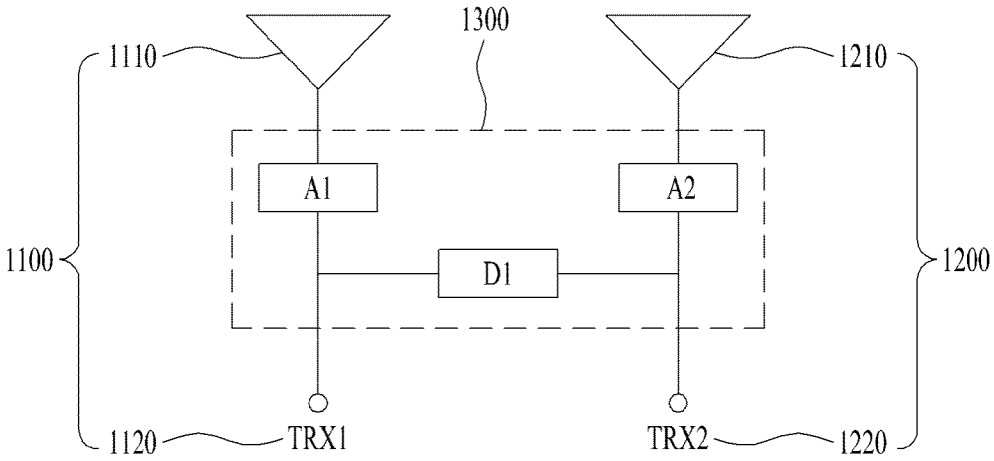
[도9]



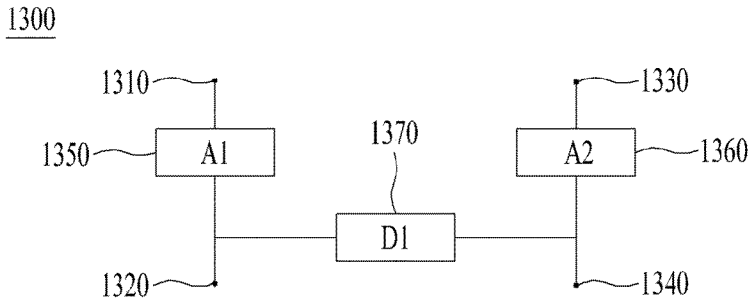
[도10]



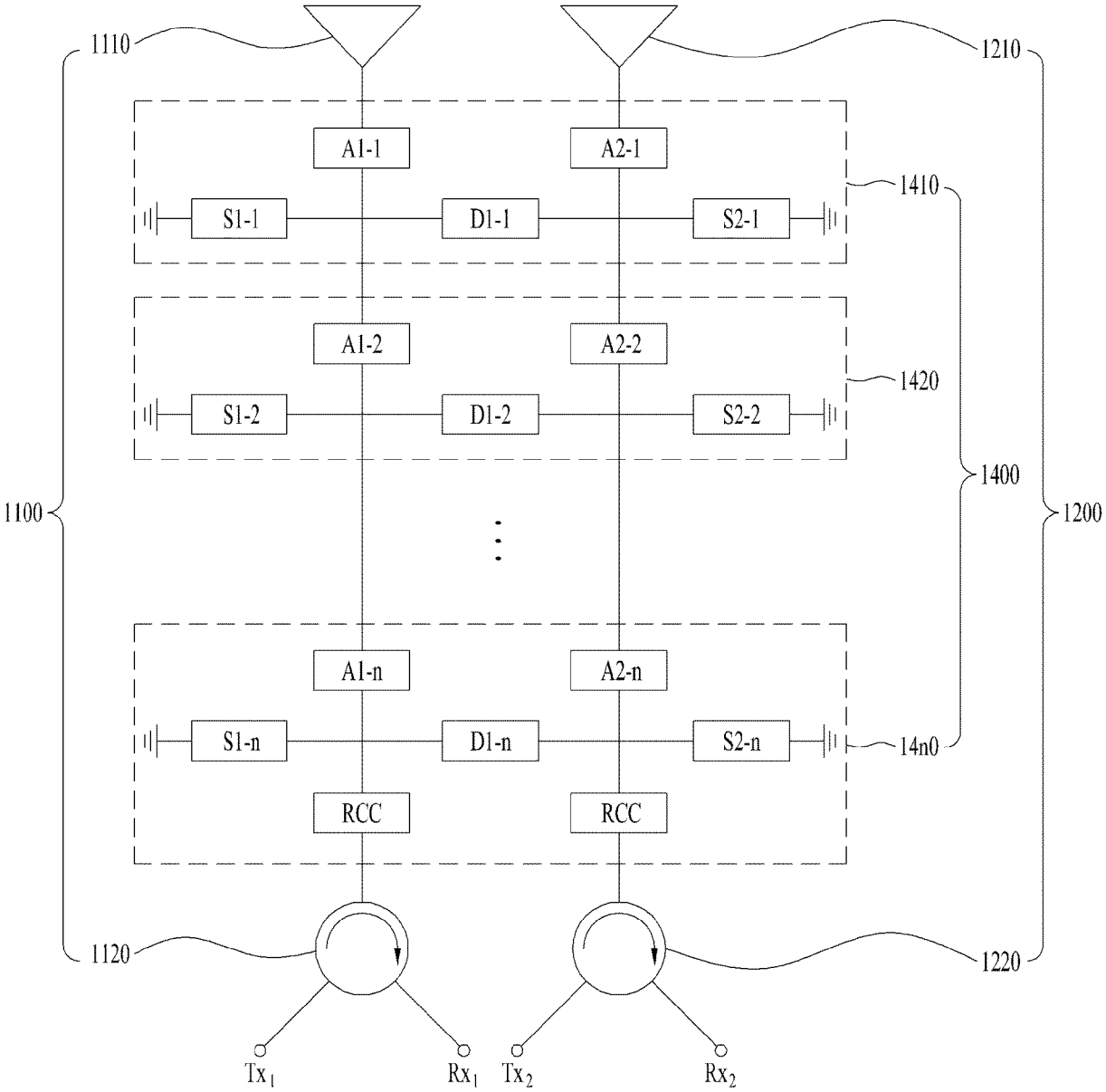
[도11]


1300
1110
1210
A1
A2
1100
D1
1200
1120
TRX1
TRX2
1220

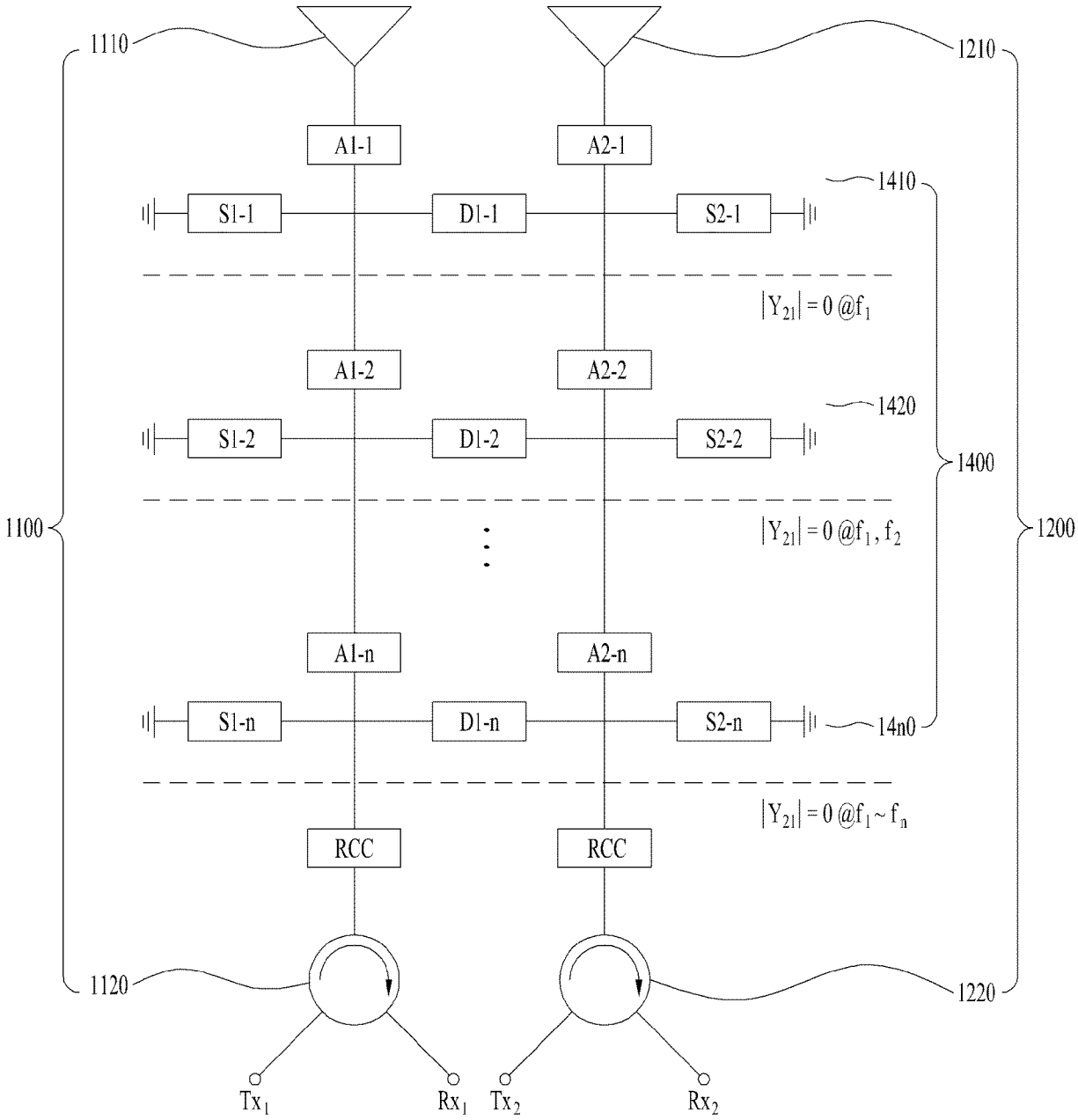
[도12]


1300
1310
1330
1350
A1
1370
A2
1360
D1
1320
1340

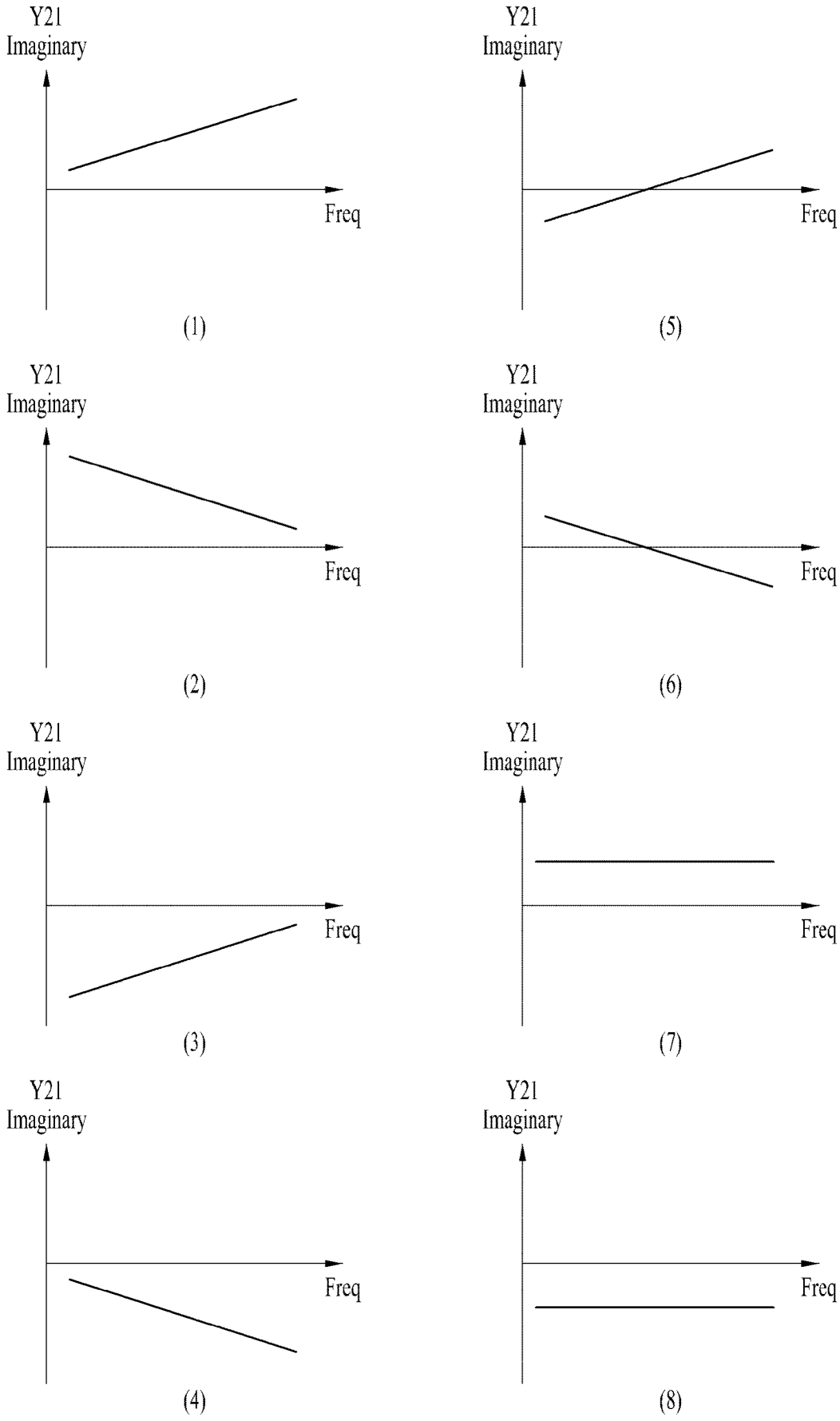
[도13]


1110
1210
A1-1
A2-1
1410
S1-1
D1-1
S2-1
A1-2
A2-2
1420
S1-2
D1-2
S2-2
1400
1100
1200
A1-n
A2-n
S1-n
D1-n
S2-n
14n0
RCC
RCC
1120
1220
Tx1
Rx1
Tx2
Rx2

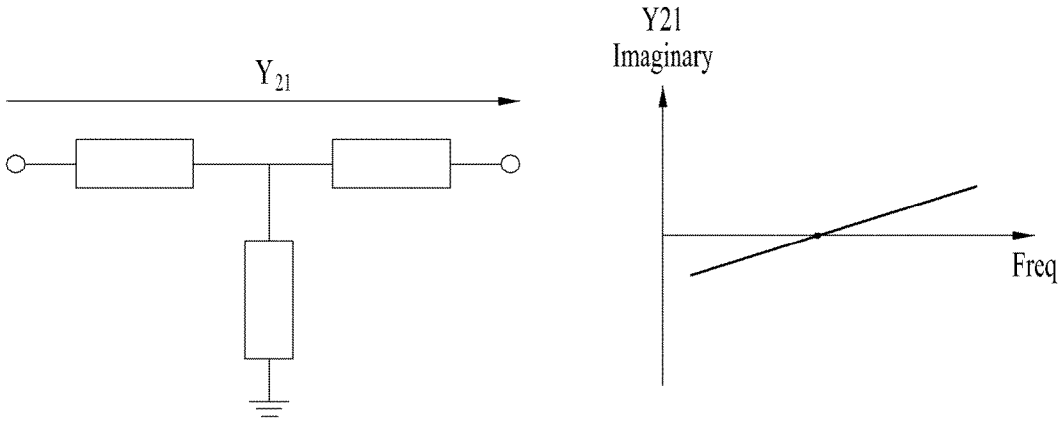
[도14]


1110
1210
A1-1
A2-1
1410
S1-1
D1-1
S2-1
$|Y_{21}| = 0 @ f_1$
A1-2
A2-2
1420
S1-2
D1-2
S2-2
1400
1100
1200
$|Y_{21}| = 0 @ f_1, f_2$
A1-n
A2-n
S1-n
D1-n
S2-n
14n0
$|Y_{21}| = 0 @ f_1 \sim f_n$
RCC
RCC
1120
1220
Tx_1
Rx_1
Tx_2
Rx_2

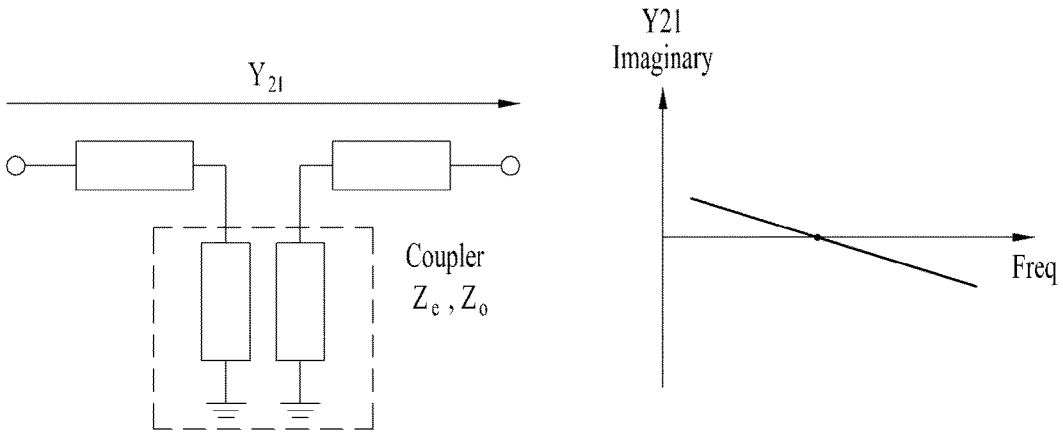
[도15]


Y21
Imaginary
Freq
(1)
Y21
Imaginary
Freq
(5)
Y21
Imaginary
Freq
(2)
Y21
Imaginary
Freq
(6)
Y21
Imaginary
Freq
(3)
Y21
Imaginary
Freq
(7)
Y21
Imaginary
Freq
(4)
Y21
Imaginary
Freq
(8)

[도16]

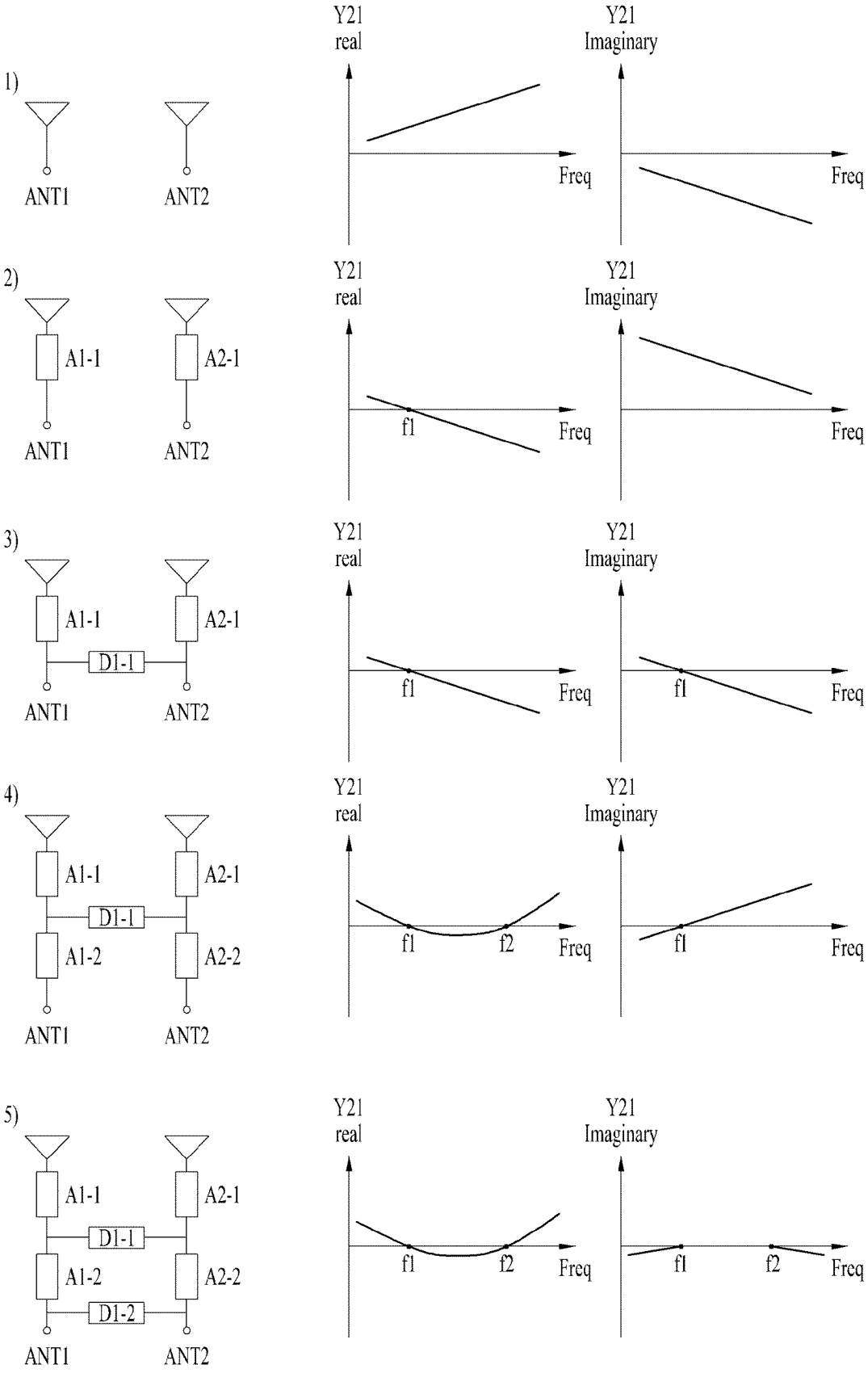


(a)

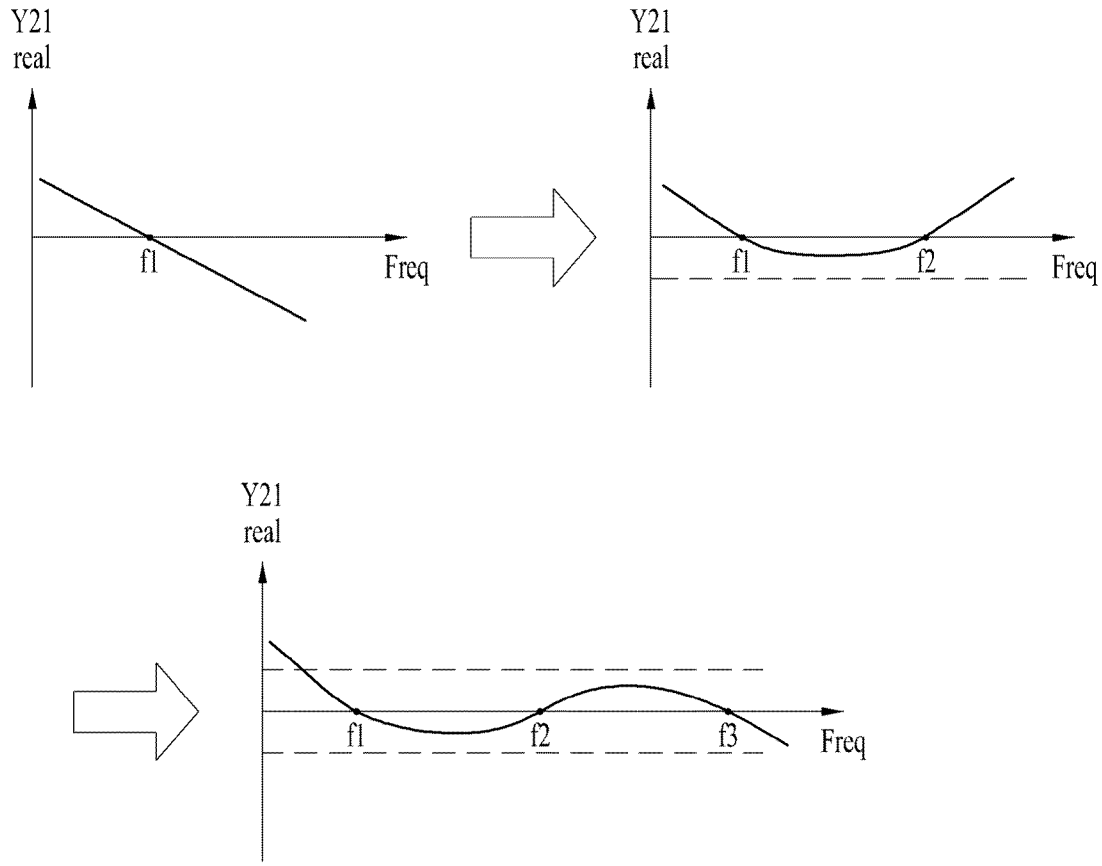


(b)

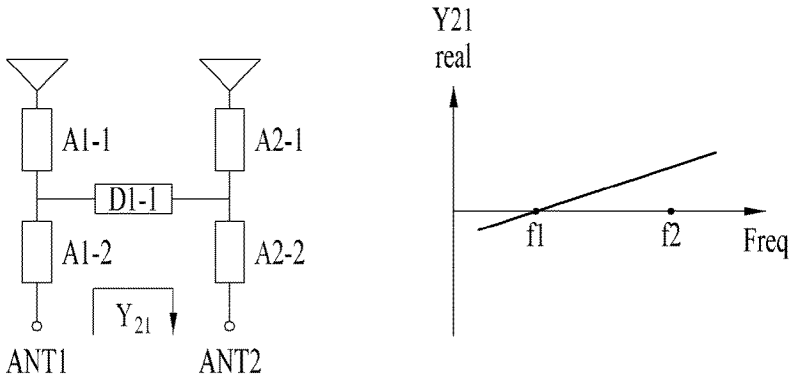
[도17]


1)
ANT1
ANT2
Y21 real
Y21 Imaginary
Freq
2)
A1-1
A2-1
ANT1
ANT2
f1
3)
D1-1
4)
A1-2
A2-2
f2
5)
D1-2

[도18]

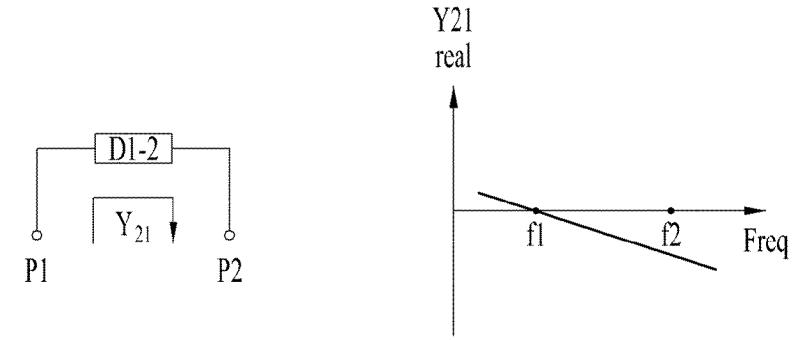


[도19]


A1-1
A2-1
D1-1
A1-2
A2-2
Y_{21}
ANT1
ANT2
Y21
real
f1
f2
Freq

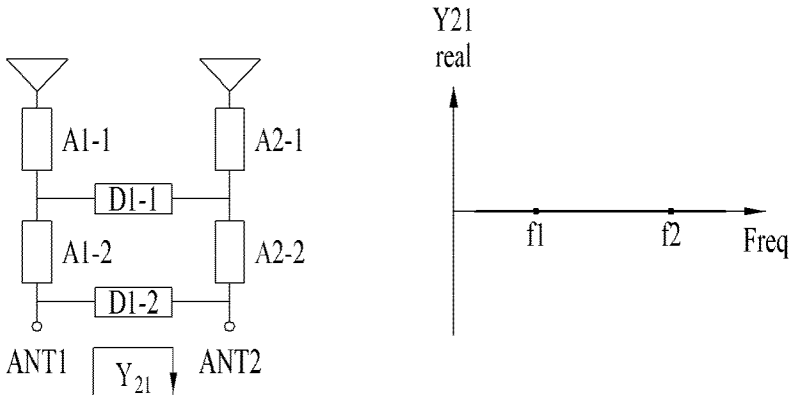
(a)

+


D1-2
Y_{21}
P1
P2
Y21
real
f1
f2
Freq

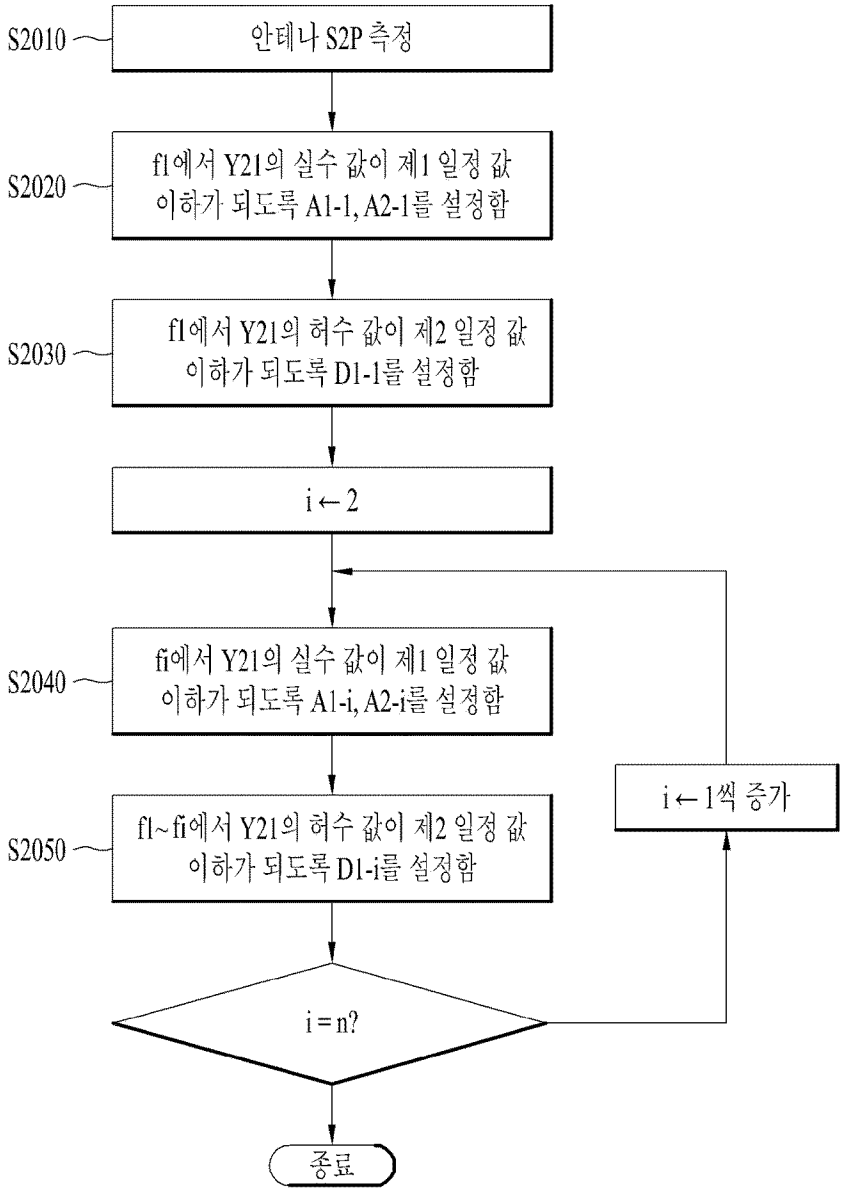
(b)

=

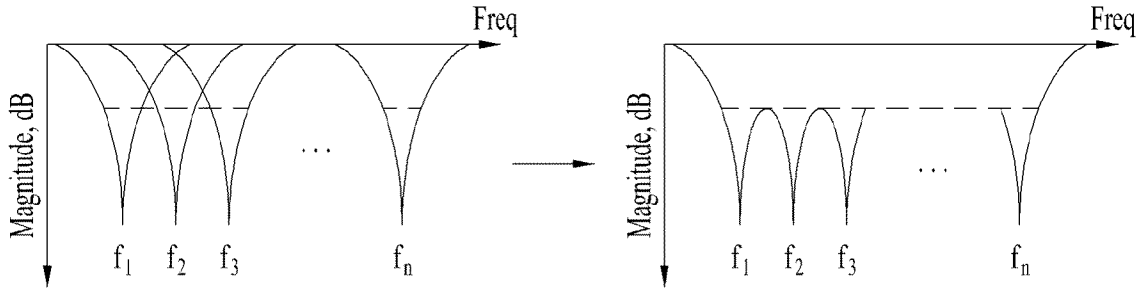

A1-1
A2-1
D1-1
A1-2
A2-2
D1-2
ANT1
Y_{21}
ANT2
Y21
real
f1
f2
Freq

(c)

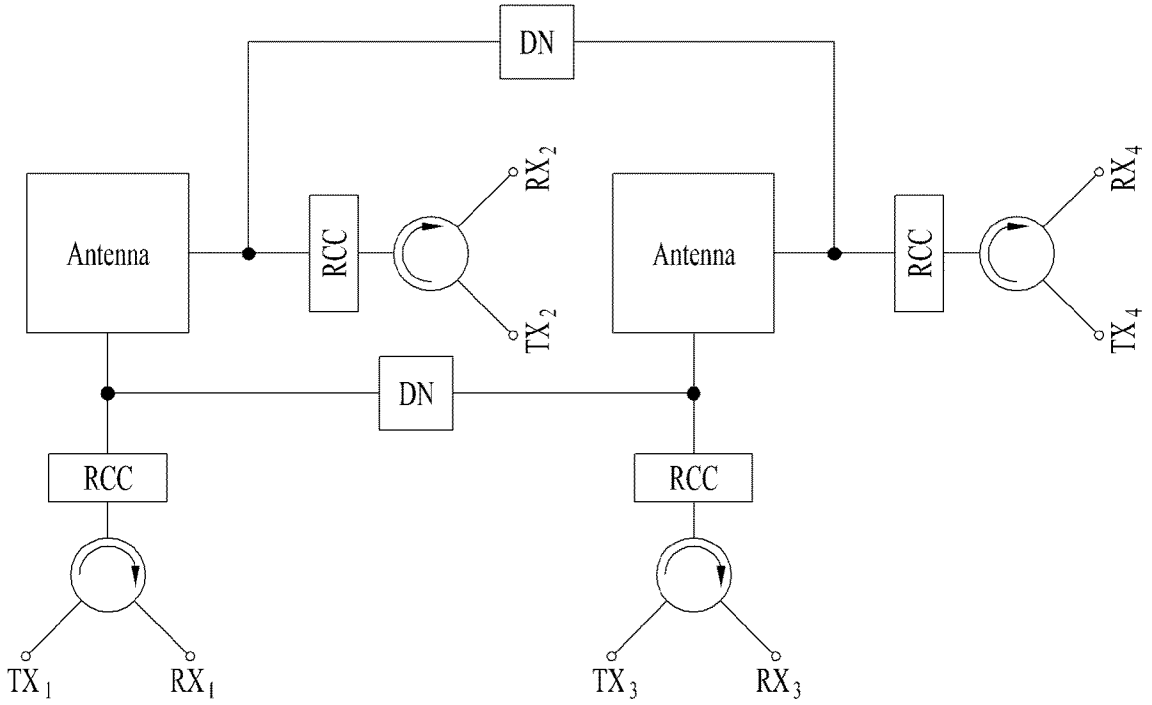
[도20]


S2010
안테나 S2P 측정
S2020
f1에서 Y21의 실수 값이 제1 일정 값 이하가 되도록 A1-1, A2-1를 설정함
S2030
f1에서 Y21의 허수 값이 제2 일정 값 이하가 되도록 D1-1를 설정함
i ← 2
S2040
fi에서 Y21의 실수 값이 제1 일정 값 이하가 되도록 A1-i, A2-i를 설정함
S2050
f1~fi에서 Y21의 허수 값이 제2 일정 값 이하가 되도록 D1-i를 설정함
i = n?
i ← 1씩 증가
종료

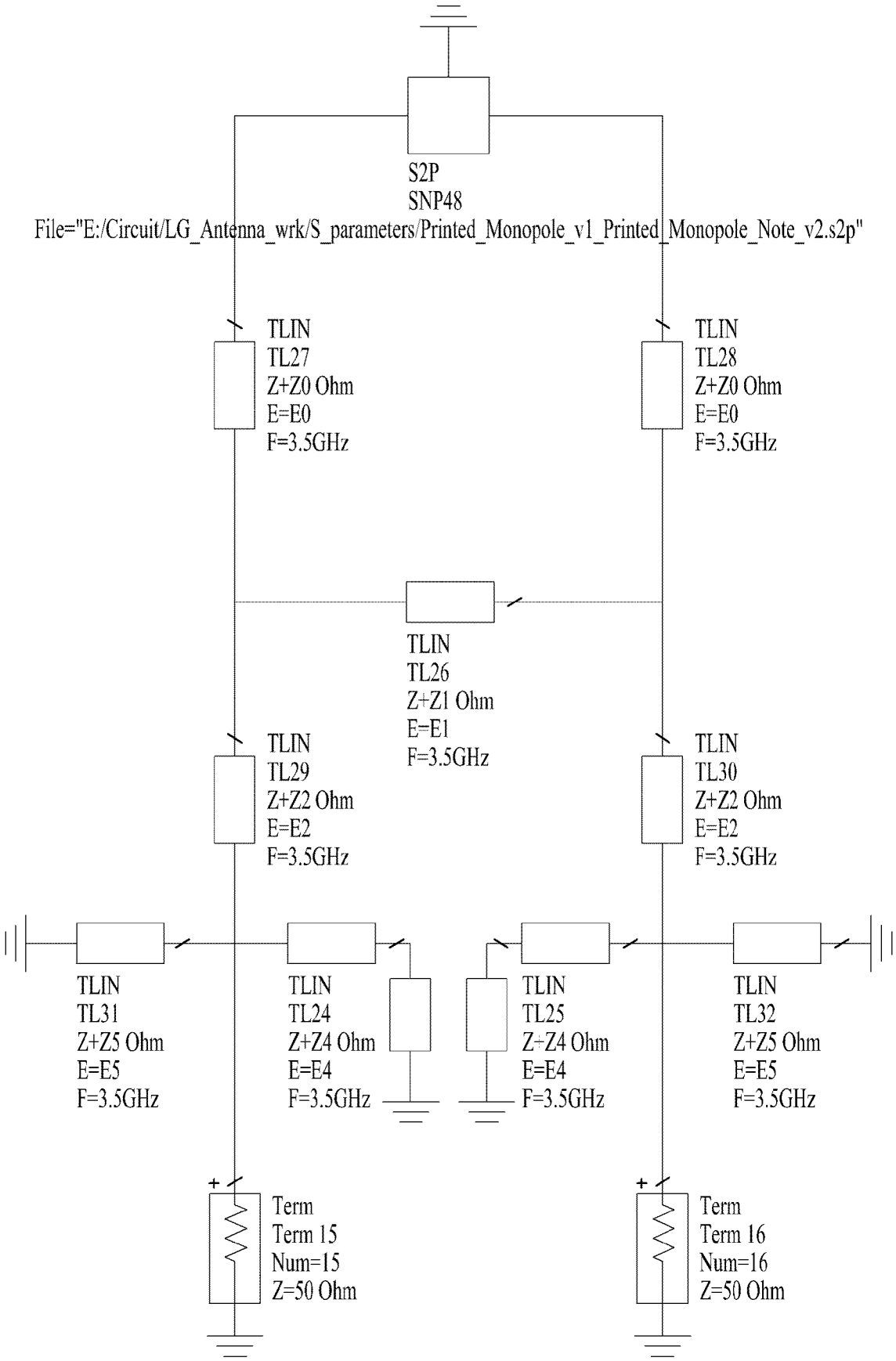
[도21]


Freq
Magnitude, dB
f1 f2 f3 ... fn
Freq
Magnitude, dB
f1 f2 f3 ... fn

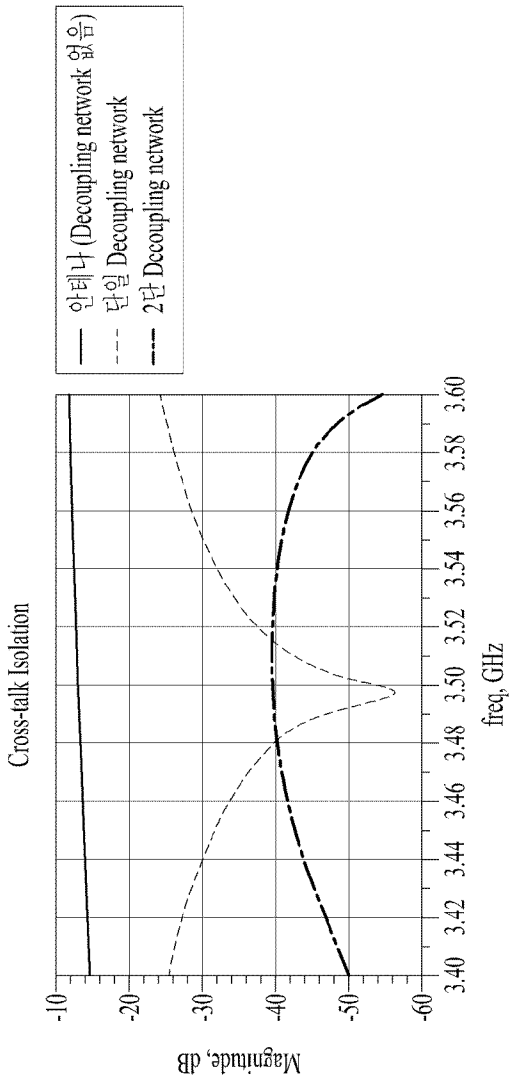
[도22]


DN
Antenna
RCC
RX2
TX2
Antenna
RCC
RX4
TX4
DN
RCC
RCC
TX1
RX1
TX3
RX3

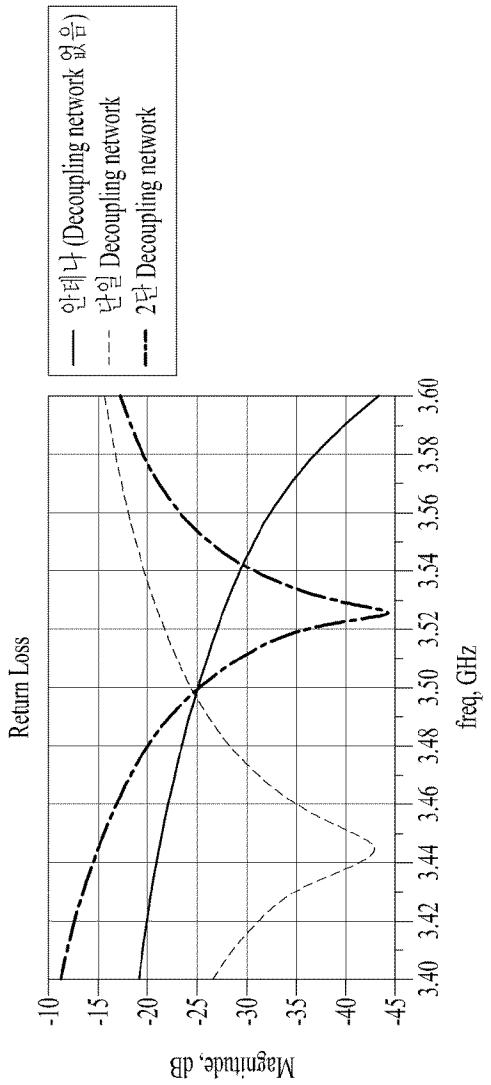
[도23]


S2P
SNP48
File="E:/Circuit/LG_Antenna_wrk/S_parameters/Printed_Monopole_v1_Printed_Monopole_Note_v2.s2p"
TLIN
TL27
Z+Z0 Ohm
E=E0
F=3.5GHz
TLIN
TL28
Z+Z0 Ohm
E=E0
F=3.5GHz
TLIN
TL26
Z+Z1 Ohm
E=E1
F=3.5GHz
TLIN
TL29
Z+Z2 Ohm
E=E2
F=3.5GHz
TLIN
TL30
Z+Z2 Ohm
E=E2
F=3.5GHz
TLIN
TL31
Z+Z5 Ohm
E=E5
F=3.5GHz
TLIN
TL24
Z+Z4 Ohm
E=E4
F=3.5GHz
TLIN
TL25
Z+Z4 Ohm
E=E4
F=3.5GHz
TLIN
TL32
Z+Z5 Ohm
E=E5
F=3.5GHz
Term
Term 15
Num=15
Z=50 Ohm
Term
Term 16
Num=16
Z=50 Ohm

[도24]


안테나 (Decoupling network 없음)
단일 Decoupling network
2단 Decoupling network
Cross-talk Isolation
Magnitude, dB
-10
-20
-30
-40
-50
-60
3.40
3.42
3.44
3.46
3.48
3.50
3.52
3.54
3.56
3.58
3.60
freq, GHz

[도25]


안테나 (Decoupling network 없음)
단일 Decoupling network
2단 Decoupling network
Return Loss
Magnitude, dB
freq, GHz
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
-45
3.40
3.42
3.44
3.46
3.48
3.50
3.52
3.54
3.56
3.58
3.60

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2019/010810

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01Q 1/52(2006.01)i, H01Q 1/24(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)

H01Q 1/52; H04B 1/04; H04B 1/12; H04B 1/18; H04L 25/02; H04L 5/14; H01Q 1/24

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: full duplex radio, multistage, decoupling network, self interference, admittance, parallel resonant

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	VENKATASUBRAMANIAN, Sathya Narayana. Antenna design and channel modelling for in-band full-duplex radios. Aalto university publication series. doctoral dissertations. 12 October 2018, pp. 1-79. See pages 31-32, 37 and 40-41; and figures 2.2-2.3, 2.8 and 2.12.	1-9
Y	WO 2019-077122 A1 (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FORDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E. V.) 25 April 2019 See page 11; and figure 6.	1-9
A	WO 2015-116253 A1 (INVENTION MINE LLC.) 06 August 2015 See paragraphs [0003]-[0090]; and figures 1-25.	1-9
A	US 8055216 B2 (DENT, Paul Wilkinson) 08 November 2011 See claims 1-18; and figures 1-10.	1-9
A	US 2018-0227005 A1 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 09 August 2018 See paragraphs [0003]-[0068]; and figures 3-11.	1-9

☐ 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
"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
20 MAY 2020 (20.05.2020)	**21 MAY 2020 (21.05.2020)**
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon, 35208, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-481-8578	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2019/010810

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
WO 2019-077122 A1	25/04/2019	None	
WO 2015-116253 A1	06/08/2015	US 10334637 B2	25/06/2019
		US 2015-0215937 A1	30/07/2015
		US 2018-0070394 A1	08/03/2018
		US 9820311 B2	14/11/2017
US 8055216 B2	08/11/2011	EP 2412109 A1	01/02/2012
		EP 2412109 B1	28/06/2017
		US 2010-0248651 A1	30/09/2010
		WO 2010-108772 A1	30/09/2010
US 2018-0227005 A1	09/08/2018	CN 106664273 A	10/05/2017
		CN 106664273 B	28/06/2019
		US 2016-0049972 A1	18/02/2016
		US 9966983 B2	08/05/2018
		WO 2016-023445 A1	18/02/2016

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2019/010810

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H01Q 1/52(2006.01)i, H01Q 1/24(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
H01Q 1/52; H04B 1/04; H04B 1/12; H04B 1/18; H04L 25/02; H04L 5/14; H01Q 1/24

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: 전이중 통신(full duplex radio), 다단(multistage), 디커플링 네트워크(decoupling network), 자기 간섭(self interference), 어드미턴스(admittance), 병렬 공진(parallel resonant)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	SATHYA NARAYANA VENKATASUBRAMANIAN. Antenna design and channel modelling for in-band full-duplex radios. Aalto university publication series, doctoral dissertations, 2018.10.12, 페이지 1-79. 페이지 31-32, 37, 40-41; 및 도면 2.2-2.3, 2.8, 2.12 참조.	1-9
Y	WO 2019-077122 A1 (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FORDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E. V.) 2019.04.25 페이지 11; 및 도면 6 참조.	1-9
A	WO 2015-116253 A1 (INVENTION MINE LLC.) 2015.08.06 단락 [0003]-[0090]; 및 도면 1-25 참조.	1-9
A	US 8055216 B2 (PAUL WILKINSON DENT) 2011.11.08 청구항 1-18; 및 도면 1-10 참조.	1-9
A	US 2018-0227005 A1 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 2018.08.09 단락 [0003]-[0068]; 및 도면 3-11 참조.	1-9

☐ 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
2020년 05월 20일 (20.05.2020)	2020년 05월 21일 (21.05.2020)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)
팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관
김연경
전화번호 +82-42-481-3325

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2019/010810

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
WO 2019-077122 A1	2019/04/25	없음	
WO 2015-116253 A1	2015/08/06	US 10334637 B2	2019/06/25
		US 2015-0215937 A1	2015/07/30
		US 2018-0070394 A1	2018/03/08
		US 9820311 B2	2017/11/14
US 8055216 B2	2011/11/08	EP 2412109 A1	2012/02/01
		EP 2412109 B1	2017/06/28
		US 2010-0248651 A1	2010/09/30
		WO 2010-108772 A1	2010/09/30
US 2018-0227005 A1	2018/08/09	CN 106664273 A	2017/05/10
		CN 106664273 B	2019/06/28
		US 2016-0049972 A1	2016/02/18
		US 9966983 B2	2018/05/08
		WO 2016-023445 A1	2016/02/18