

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2024년 5월 23일 (23.05.2024)

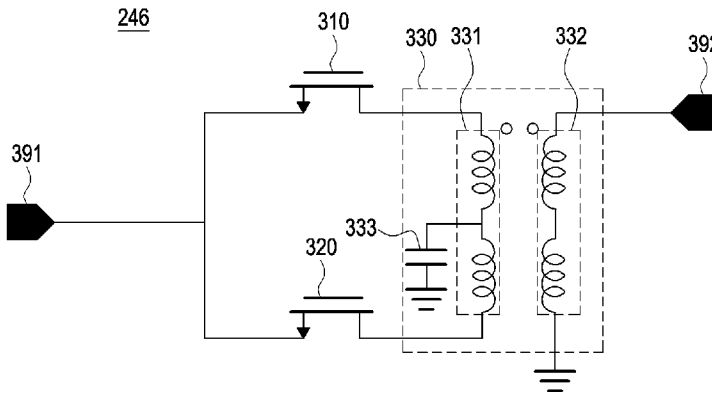


(10) 국제공개번호
WO 2024/106745 A1

- (51) 국제특허분류: *H03H 7/18* (2006.01) *H03H 7/38* (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2023/015261
- (22) 국제출원일: 2023년 10월 4일 (04.10.2023)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2022-0151445 2022년 11월 14일 (14.11.2022) KR
- (71) 출원인: 삼성전자 주식회사 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) [KR/KR]; 16677 경기도 수원시 영통구 삼성로 129, Gyeonggi-do (KR). 충남대학교산학협력단 (THE INDUSTRY & ACADEMIC COOPERATION IN CHUNGNAM NATIONAL UNIVERSITY (IAC)) [KR/KR]; 34134 대전광역시 유성구 대학로 99, Daejeon (KR).
- (72) 발명자: 이종민 (LEE, Chongmin); 16677 경기도 수원시 영통구 삼성로 129, Gyeonggi-do (KR). 김철영 (KIM, Choulyoung); 34134 대전광역시 유성구 대학로 99, Daejeon (KR). 여성구 (YEO, Sungku); 16677 경기도 수원시 영통구 삼성로 129, Gyeonggi-do (KR). 최한웅 (CHOI, Hanwoong); 34134 대전광역시 유성구 대학로 99, Daejeon (KR). 송재혁 (SONG, Jaehyeok); 34134 대전광역시 유성구 대학로 99, Daejeon (KR). 임정택 (LIM, Jeong-tack); 34134 대전광역시 유성구 대학로 99, Daejeon (KR).
- (74) 대리인: 이견주 등 (LEE, Keon-Joo et al.); 03079 서울특별시 종로구 대학로9길 16 미화빌딩, 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, CV, 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, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,

(54) Title: PHASE SHIFTER, ELECTRONIC DEVICE COMPRISING PHASE SHIFTER, AND METHOD FOR OPERATING SAME

(54) 발명의 명칭: 위상 천이기, 위상 천이기를 포함하는 전자 장치 및 그 동작 방법



(57) Abstract: A phase shifter may comprise: a center-tapped transformer comprising a primary inductor, a secondary inductor, and a center-tapped capacitor; a first switch electrically connected to the first terminal of the primary inductor; and a second switch electrically connected to the second terminal of the primary inductor. While the first switch is in an on-state and the second switch is in an off-state, an induced first RF signal having the same phase as a first RF signal input to the input terminal of the phase shifter may be output through the output terminal of the phase shifter connected to the secondary inductor. While the first switch is in an off-state and the second switch is in an on-state, an induced second RF signal having a phase difference of 180 degrees from a second RF signal input to the input terminal of the phase shifter may be output through the output terminal of the phase shifter.

(57) 요약서: 위상 천이기는, 제 1 차 인덕터, 제 2 차 인덕터, 및 센터탭 커패시터를 포함하는 센터탭 트랜스포머; 상기 제 1 차 인덕터의 제 1 단에 전기적으로 연결되는 제 1 스위치; 및 상기 제 1 차 인덕터의 제 2 단에 전기적으로 연결되는 제 2 스위치를 포함할 수 있다. 상기 제 1 스위치가 온 상태이며 상기 제 2 스위치가 오프 상태인 동안에는, 상기 위상 천이기의 상기 입력단에 입력되는 제 1 RF 신호와 동위상을 가지는 유도된 제 1 RF 신호가 상기 제 2 차 인덕터에 연결되는 상기 위상 천이기의 출력단을 통하여 출력될 수 있다. 상기 제 1 스위치가 오프 상태이며 상기 제 2 스위치가 온 상태인 동안에는, 상기 위상 천이기의 상기 입력단에 입력되는 제 2 RF 신호와 180도의 위상 차이를 가지는 유도된 제 2 RF 신호가 상기 위상 천이기의 상기 출력단을 통하여 출력될 수 있다.

WO 2024/106745 A1

MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM,
KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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,
ME, 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: 위상 천이기, 위상 천이기를 포함하는 전자 장치 및 그 동작 방법

기술분야

- [1] 본 발명의 실시 예들은, 위상 천이기, 위상 천이기를 포함하는 전자 장치 및 그 동작 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 빔포밍 기술 또는 위상 배열(phased-array) 시스템은 안테나 어레이를 포함하는 전자 장치를 이용하는 분야(예: 통신, 충전)에 적용될 수 있다. 위상 천이기는 전자 장치의 빔포밍 기술 또는 위상 배열(phased-array) 시스템을 구현하는 데 있어서 필수적인 회로이다. 5G 통신 기술의 경우 mm-Wave 대역 (20GHz 이상)에서 동작하고 요구되는 대역폭이 넓기 때문에, 위상 천이기의 광대역 동작이 요구된다. 위상 천이기를 포함하는 전자 장치의 정밀한 동작을 위하여, 위상 천이기는 적은 오류의 위상 변화를 가져야 하고, 위상 천이기의 손실은 최소화 되어야 한다. 위상 천이기를 구성하는 여러 단위 중에서 180도 위상 천이기의 위상 오류와 손실이 위상 천이기의 단위 중에서 가장 크므로 개선이 요구된다.

발명의 상세한 설명

과제 해결 수단

- [3] 실시예에 따라서, 위상 천이기는, 제 1 차 인덕터, 상기 제 1 차 인덕터와 자기적으로 커플링되는 제 2 차 인덕터, 및 상기 제 1 차 인덕터에 연결되는 센터탭 커패시터를 포함하는 센터탭 트랜스포머; 상기 제 1 차 인덕터의 제 1 단에 전기적으로 연결되어, 상기 위상 천이기의 입력단 및 상기 제 1 차 인덕터의 상기 제 1 단을 선택적으로(selectively) 연결하는 제 1 스위치; 및 상기 제 1 차 인덕터의 제 2 단에 전기적으로 연결되어, 상기 위상 천이기의 상기 입력단 및 상기 제 1 차 인덕터의 상기 제 2 단을 선택적으로 연결하는 제 2 스위치를 포함할 수 있다. 상기 제 1 스위치가 온 상태이며 상기 제 2 스위치가 오프 상태인 동안에는, 상기 위상 천이기의 상기 입력단에 입력되는 제 1 RF 신호와 동위상을 가지는 유도된 제 1 RF 신호가 상기 제 2 차 인덕터에 연결되는 상기 위상 천이기의 출력단을 통하여 출력될 수 있다. 상기 제 1 스위치가 오프 상태이며 상기 제 2 스위치가 온 상태인 동안에는, 상기 위상 천이기의 상기 입력단에 입력되는 제 2 RF 신호와 180도의 위상 차이를 가지는 유도된 제 2 RF 신호가 상기 위상 천이기의 상기 출력단을 통하여 출력될 수 있다.
- [4] 실시예에 따라서, 전자 장치는, 안테나들; 상기 안테나들에 연결되는 위상 천이기들; 상기 위상 천이기들에 연결되는 스플리터/컴바이너; 상기 스플리터/컴바이너를 통해 상기 위상 천이기들로 RF 신호를 제공하도록 설정되는 RFIC; 및 프로세서를 포함할 수 있다. 상기 위상 천이기들 중 제 1 위상 천이기는, 제 1 차

인덕터, 상기 제 1 차 인덕터와 자기적으로 커플링되는 제 2 차 인덕터, 및 상기 제 1 차 인덕터에 연결되는 센터탭 커패시터를 포함하는 센터탭 트랜스포머; 상기 제 1 차 인덕터의 제 1 단에 전기적으로 연결되어, 상기 제 1 위상 천이기의 입력단 및 상기 제 1 차 인덕터의 상기 제 1 단을 선택적으로(selectively) 연결하는 제 1 스위치; 및 상기 제 1 차 인덕터의 제 2 단에 전기적으로 연결되어, 상기 위상 천이기의 상기 입력단 및 상기 제 1 차 인덕터의 상기 제 2 단을 선택적으로(selectively) 연결하는 제 2 스위치를 포함할 수 있다. 상기 프로세서는, 상기 제 1 스위치 및 상기 제 2 스위치의 온/오프를 제어하도록 설정될 수 있다. 상기 제 1 스위치가 온 상태이며 상기 제 2 스위치가 오프 상태인 동안에는, 상기 제 1 위상 천이기의 상기 입력단에 입력되는 제 1 RF 신호와 동위상을 가지는 유도된 제 1 RF 신호가 상기 제 2 차 인덕터에 연결되는 상기 제 1 위상 천이기의 출력단을 통하여 출력될 수 있다. 상기 제 1 스위치가 오프 상태이며 상기 제 2 스위치가 온 상태인 동안에는, 상기 제 1 위상 천이기의 상기 입력단에 입력되는 제 2 RF 신호와 180도의 위상 차이를 가지는 유도된 제 2 RF 신호가 상기 제 1 위상 천이기의 상기 출력단을 통하여 출력될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [5] 도 1은 실시예에 따른 시스템에 포함되는 전자 장치의 동작을 설명하는 도면이다.
- [6] 도 2는 실시예에 따른 전자 장치에 포함되는 위상 천이기를 설명하는 도면이다.
- [7] 도 3은 실시예에 따른 위상 천이기의 회로도이다.
- [8] 도 4는 실시예에 따른 위상 천이기 및 위상 천이기를 포함하는 전자 장치의 동작 방법의 흐름도이다.
- [9] 도 5는 실시예에 따른 위상 천이기 및 위상 천이기를 포함하는 전자 장치의 동작을 설명하는 도면이다.
- [10] 도 6은 실시예에 따른 위상 천이기 및 위상 천이기를 포함하는 전자 장치의 동작을 설명하는 도면이다.
- [11] 도 7은 실시예에 따른 위상 천이기의 회로도이다.
- [12] 도 8은 실시예에 따른 위상 천이기의 회로도이다.
- [13] 도 9는 실시예에 따른 위상 천이기의 회로를 설명하는 도면이다.
- [14] 도 10은 실시예에 따른 위상 천이기의 입력 반사 손실의 그래프이다.
- [15] 도 11은 실시예에 따른 위상 천이기의 출력 반사 손실의 그래프이다.
- [16] 도 12는 실시예에 따른 위상 천이기의 삽입 손실의 그래프이다.
- [17] 도 13은 실시예에 따른 위상 천이기에서 출력되는 신호의 위상의 그래프이다.
- [18] 도 14는 실시예에 따른 위상 천이기의 입력 반사 손실의 그래프이다.
- [19] 도 15는 실시예에 따른 위상 천이기의 출력 반사 손실의 그래프이다.
- [20] 도 16은 실시예에 따른 위상 천이기의 삽입 반사 손실의 그래프이다.
- [21] 도 17은 실시예에 따른 위상 천이기의 위상 오류의 RMS 평균 그래프이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [22] 도 1은 실시예에 따른 시스템에 포함되는 전자 장치의 동작을 설명하는 도면이다.
- [23] 실시예에 따라, 도 1을 참조하면, 전자 장치(100)는 빔포밍(beam forming) 기술을 이용하여 기지국(예: 제 1 기지국(110) 또는 제 2 기지국(220))과 통신을 수행할 수 있다. 또는, 도시되지는 않았지만, 실시예에 따라, 전자 장치(100)는 빔포밍 기술을 이용하여 다른 전자 장치로 충전 전력을 송신할 수 있다. 전자 장치(100)는 빔포밍 기술을 이용하여 다른 전자 장치로부터 충전 전력을 수신할 수 있다. 전자 장치(100)의 빔포밍 기술이 이용되는 분야는 통신 분야 또는 충전 분야로 제한되지 않는다.
- [24] 실시예에 따라, 전자 장치(100)는 안테나 어레이(109)를 포함할 수 있다. 전자 장치(100)는 안테나 어레이(109)에 포함되는 안테나들 각각에 전기적으로 연결되는 위상 천이기들을 포함할 수 있다. 위상 천이기의 개수에는 제한이 없다. 복수의 위상 천이기들은 안테나 어레이(109)에 포함되는 복수의 안테나들에 각각 전기적으로 연결될 수 있다. 전자 장치(100)는 안테나 어레이(109)에 포함되는 복수 개의 안테나들을 통해 각각의 RF(radio frequency) 신호를 발생시킬 수 있다. 특정 지점에서 RF 신호가 보강 간섭되도록 제어하는 기술을 빔포밍이라 할 수 있다. 전자 장치(100)는 안테나 어레이(109)에 연결되는 위상 천이기들 각각의 제어에 기반하여 빔포밍 동작을 수행할 수 있다. 안테나 어레이(109)에 포함되는 복수 개의 안테나들이 발생시키는 RF 신호의 진폭 및 위상 중 적어도 하나는 전자 장치(100)에 의하여 조정될 수 있다. 설명의 편의를 위하여, 안테나 어레이(109)에 포함되는 복수 개의 안테나들이 각각 발생시키는 RF 신호를 서브 RF 신호라 명명하도록 한다. 전자 장치(100)는 안테나 어레이(109)에 포함되는 복수 개의 안테나들에서 발생하는 서브 RF 신호 각각의 진폭 및 위상 중 적어도 하나를 조정할 수 있다. 한편, 서브 RF 신호들은 서로 간섭될 수 있다. 예를 들어, 어느 한 지점에서는 서브 RF 신호들이 서로 보강 간섭될 수 있으며, 또 다른 지점에서는 서브 RF 신호들이 서로 상쇄 간섭될 수 있다. 전자 장치(100)는 특정 지점에서 서브 RF 신호들이 서로 보강 간섭될 수 있도록, 안테나 어레이(109)에 포함되는 복수 개의 안테나들에서 발생하는 서브 RF 신호 각각의 진폭 및 위상 중 적어도 하나를 조정할 수 있다. 전자 장치(100)는 특정 지점에서 서브 RF 신호들이 서로 보강 간섭이 되도록 안테나 어레이(109)에 포함되는 복수 개의 안테나들을 제어할 수 있다. 여기에서, 안테나 어레이(109)에 포함되는 복수 개의 안테나들을 제어한다는 것은, 안테나 어레이(109)에 포함되는 복수 개의 안테나들로 입력되는 신호의 크기를 제어하거나 또는 안테나 어레이(109)에 포함되는 복수 개의 안테나들로 입력되는 신호의 위상(또는 딜레이)을 제어하는 것을 의미할 수 있다. 전자 장치(100)는 위상 천이기를 이용하여 복수 개의 안테나들로 입력되는 신호의 위상(또는 딜레이)을 제어할 수 있다. 전자 장치(100)가 복수 개의 안테나들로 입력되는 신호

의 위상(또는 딜레이)을 제어하는 방식에 대해서는 도 2를 참조하여 후술하도록 한다.

- [25] 도 1을 참조하여, 전자 장치(100)의 빔포밍 기술에 대하여 통신 분야를 예시로 설명하도록 한다. 도 1에서 전자 장치(100)는 제 1 기지국(110)과 통신을 수행할 수 있는 범위(119) 내에 위치한 상태에서 제 1 기지국(110)과 통신을 수행할 수 있다. 전자 장치(100)는 안테나 어레이(109)를 통한 빔포밍 기술을 이용하여 제 1 주파수(f_1)를 중심 주파수로 하는 제 1 주파수 대역을 이용하여 제 1 기지국(110)과 통신을 수행할 수 있다. 전자 장치(100)는 이동(108)할 수 있다. 전자 장치(100)는 제 2 기지국(120)과 통신을 수행할 수 있는 범위(129) 내에 위치한 상태에서 제 2 기지국(120)과 통신을 수행할 수 있다. 전자 장치(100)는 안테나 어레이(109)를 통한 빔포밍 기술을 이용하여 제 2 주파수(f_2)를 중심 주파수로 하는 제 2 주파수 대역을 이용하여 제 2 기지국(120)과 통신을 수행할 수 있다. 전자 장치(100)와 제 1 기지국(110) 사이의 제 1 주파수(f_1)와 전자 장치(100)와 제 2 기지국(120) 사이의 제 2 주파수(f_2)는 상이할 수 있다. 한편, 제 1 주파수(f_1) 및 제 2 주파수(f_2)의 차이는 상대적으로 클 수 있다. 예를 들어, 3GPP에서 제안되는 NR(New Radio)의 FR(frequency range) 2의 n257 대역의 중심주파수는 28GHz일 수 있으며, n258 대역의 중심주파수는 26GHz이고, n259 대역의 중심주파수는 41GHz이고, n260 대역의 중심주파수는 39GHz일 수 있다. 예를 들어, n257 대역 및 n258 대역의 중심주파수의 차이는 2GHz일 수 있으며, 전자 장치(101)가 커버하여야 하는 주파수의 범위는 상대적으로 클 수 있다. 이에 따라, 전자 장치(100)는 광대역 동작이 요구될 수 있다. 전자 장치(100)의 광대역 동작은, 넓은 범위에 포함되는 상이한 주파수(예: 제 1 주파수(f_1) 및 제 2 주파수(f_2))에서 전자 장치(100)가 정상적으로(또는, 지정된 수준 이상의 능력으로) 동작하는 것을 의미할 수 있다. 전자 장치(100)의 광대역 동작은 후술하는 위상 천이기를 통해 달성될 수 있다. 전자 장치(100)의 광대역 동작이 적용되는 분야에는 제한이 없다.
- [26] 도 2는 실시예에 따른 전자 장치에 포함되는 위상 천이기를 설명하는 도면이다.
- [27] 도 2를 참조하면, 전자 장치(100)는 RF 신호(예: 서브 RF신호)를 발생시키는 안테나들(248, 258, 268)을 포함할 수 있다. 전자 장치(100)는 안테나들(248, 258, 268)로 입력되는 신호의 위상(또는 딜레이)을 조정하는 위상 천이기들(240, 250, 260)을 포함할 수 있다. 전자 장치(100)는 안테나들(248, 258, 268)로 입력되는 RF 신호를 증폭하는 증폭기들(247, 257, 267)을 포함할 수 있다. 증폭기들(247, 257, 267)은 안테나들(248, 258, 268)을 통해 수신되는 RF 신호를 증폭할 수도 있다. 전자 장치(100)는 무선 주파수(RF) 신호를 제공하는 RFIC(radio frequency integrated circuit)(220)를 포함할 수 있다. 전자 장치(100)는 RFIC(220)로부터 제공되는 RF 신호를 위상 천이기들(240, 250, 260)로 분기하는 스플리터/컴바이너(270)를 포함할 수 있다. 안테나들(248, 258, 268)을 통해 수신되는 RF 신호들은 스플리터/컴바이너(270)에 의해 결합되어 RFIC(220)로 제공될 수도 있다. RF 신호(예: 서브 RF

신호)의 위상 각각은, 빔포밍을 위하여 조정될 수 있다. 여기에서, RF 신호(예: 서브 RF 신호)는, 콤바이너/스플리터(270)에 의하여 분기된 이후에 위상 천이기들(240, 250, 260) 각각으로 입력되는 송신되는 RF 신호 및/또는 콤바이너/스플리터(270)에 의하여 결합되기 이전의 위상 천이기들(240, 250, 260) 각각에 인가되는 수신되는 RF 신호를 의미할 수 있다.

- [28] RFIC(220)는 지정된 고주파 대역(예: mmWave 대역)을 지원할 수 있다. 도 2에는 하나의 RFIC(220)만이 도시되어 있으나, 전자 장치(100)에 포함되는 RFIC(220)의 개수에는 제한이 없다. 프로세서(210)(예: 모뎀)는 기저대역(baseband) 신호를 제공할 수 있다. RFIC(220)는, 송신 시에, 프로세서(210)에 의해 생성된 기저대역 신호를 지정된 고주파 대역의 RF 신호로 변환할 수 있다. RFIC(220)는, 수신 시에, 스플리터/콤바이너(270)를 통해 제공되는 RF 신호(예: 안테나들(248, 258, 268)을 통해 수신되는 RF 신호들이 스플리터/콤바이너(270)에 의해 결합된 RF 신호)를 프로세서(210)에 의해 처리될 수 있도록 기저대역 신호로 변환할 수 있다. 전자 장치(100)는, 실시예에 따라, RFIC(220)와 별개로 또는 적어도 그 일부로서, IFIC(intermediate frequency integrated circuit)를 포함할 수 있다. 이런 경우, IFIC는 프로세서(210)에 의해 생성된 기저대역 신호를 중간(intermediate) 주파수 대역의 RF 신호(이하, IF 신호)로 변환한 뒤, 상기 IF 신호를 RFIC(220)로 전달할 수 있다. RFIC(220)는 IF 신호를 지정된 고주파 대역의 RF 신호로 변환할 수 있다. 수신 시에, RF 신호가 안테나들(248, 258, 268)을 통해 외부로부터 수신되고 RFIC(220)에 의해 IF 신호로 변환될 수 있다. IFIC는 IF 신호를 프로세서(210)가 처리할 수 있도록 기저대역 신호로 변환할 수 있다.
- [29] 위상 천이기들(240, 250, 260)은 스플리터/콤바이너(270)에 의해 분기된 RF 신호의 위상을 조정할 수 있다. 안테나들(248, 258, 268)은 위상 천이기들(240, 250, 260)에 의해 위상이 조정된 송신되는 RF 신호를 입력 받을 수 있다. 위상 천이기들(240, 250, 260)은 안테나들(248, 258, 268)을 통해 수신된 RF 신호의 위상을 조정할 수 있다. 스플리터/콤바이너(270)는 위상 천이기들(240, 250, 260)에 의해 위상이 조정된 수신되는 RF 신호들을 결합할 수 있다. 위상 천이기들(240, 250, 260) 각각은 안테나들(248, 258, 268) 각각에 전기적으로 연결될 수 있다.
- [30] 위상 천이기들(240, 250, 260)은 여러 단위로 구성될 수 있다. 예를 들어, 도 2를 참조하면 위상 천이기들(240, 250, 260)은 6 비트(bit) 단위로 제어될 수 있다. 비트는 위상 천이기들(240, 250, 260) 각각에 포함되는 위상 천이기(예: 서브 위상 천이기(241, 242, 243, 244, 245, 246, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 261, 262, 263, 264, 265, 266)일 수 있다. 예를 들어, 위상 천이기가 6 비트 단위로 제어된다는 것은, 위상 천이기에 포함되는 6개의 서브 위상 천이기가 6비트의 제어 신호에 의하여 동작하는 것을 의미할 수 있다. 다만, 위상 천이기들(240, 250, 260) 각각에 포함되는 서브 위상 천이기의 개수 및/또는 제어 신호의 비트의 수에는 제한이 없다. 도 2에서, 제 1 위상 천이기(240)는, 제 1 서브 위상 천이기(241), 제 2 서브 위상 천이기(242), 제 3 서브 위상 천이기(243), 제 4 서브 위상 천이기(244), 제 5 서브 위

상 천이기(245), 및 제 6 서브 위상 천이기(246)를 포함할 수 있다. 제 1 서브 위상 천이기(241), 제 2 서브 위상 천이기(242), 제 3 서브 위상 천이기(243), 제 4 서브 위상 천이기(244), 제 5 서브 위상 천이기(245), 및 제 6 서브 위상 천이기(246)는 각각 지정된 위상만큼 RF 신호의 위상을 조정할 수 있다. 예를 들어, 제 1 서브 위상 천이기(241)는 제 1 위상(예: 90도)만큼 위상을 조정할 수 있다. 제 1 서브 위상 천이기(241)는, 제 1 서브 위상 천이기(241)에 입력된 RF 신호와 동위상의 RF 신호를 출력하거나, 제 1 서브 위상 천이기(241)에 입력된 RF 신호의 위상에서 제 1 위상(예: 90도)만큼 조정된 위상을 가지는 RF 신호를 출력할 수 있다. 예를 들어, 제 2 서브 위상 천이기(242) 제 2 위상(예: 45도)만큼 위상을 조정할 수 있다. 제 2 서브 위상 천이기(242)는, 제 2 서브 위상 천이기(242)에 입력된 RF 신호와 동위상의 RF 신호를 출력하거나, 제 2 서브 위상 천이기(242)에 입력된 RF 신호의 위상에서 제 2 위상(예: 45도)만큼 조정된 위상을 가지는 RF 신호를 출력할 수 있다. 예를 들어, 제 3 서브 위상 천이기(243)는 제 3 위상(예: 11.25도)만큼 위상을 조정할 수 있다. 제 3 서브 위상 천이기(243)는, 제 3 서브 위상 천이기(243)에 입력된 RF 신호와 동위상의 RF 신호를 출력하거나, 제 3 서브 위상 천이기(243)에 입력된 RF 신호의 위상에서 제 3 위상(예: 11.25도)만큼 조정된 위상을 가지는 RF 신호를 출력할 수 있다. 예를 들어, 제 4 서브 위상 천이기(244)는 제 4 위상(예: 5.625도)만큼 위상을 조정할 수 있다. 제 4 서브 위상 천이기(244)는, 제 4 서브 위상 천이기(244)에 입력된 RF 신호와 동위상의 RF 신호를 출력하거나, 제 4 서브 위상 천이기(244)에 입력된 RF 신호의 위상에서 제 4 위상(예: 5.625도)만큼 조정된 위상을 가지는 RF 신호를 출력할 수 있다. 예를 들어, 제 5 서브 위상 천이기(245)는 제 5 위상(예: 22.5도)만큼 위상을 조정할 수 있다. 제 5 서브 위상 천이기(245)는, 제 5 서브 위상 천이기(245)에 입력된 RF 신호와 동위상의 RF 신호를 출력하거나, 제 5 서브 위상 천이기(241)에 입력된 RF 신호의 위상에서 제 5 위상(예: 22.5도)만큼 조정된 위상을 가지는 RF 신호를 출력할 수 있다. 예를 들어, 제 6 서브 위상 천이기(246)는 제 6 위상(예: 180도)만큼 위상을 조정할 수 있다. 제 6 서브 위상 천이기(246)는, 제 6 서브 위상 천이기(246)에 입력된 RF 신호와 동위상의 RF 신호를 출력하거나, 제 6 서브 위상 천이기(246)에 입력된 RF 신호의 위상에서 제 6 위상(예: 180도)만큼 조정된 위상을 가지는 RF 신호를 출력할 수 있다. 제 1 위상 천이기(240)는, 제 1 서브 위상 천이기(241), 제 2 서브 위상 천이기(242), 제 3 서브 위상 천이기(243), 제 4 서브 위상 천이기(244), 제 5 서브 위상 천이기(245), 및 제 6 서브 위상 천이기(246)를 통해, 지정된 위상만큼 위상을 조정할 수 있다. 프로세서(210)는 위상 천이기들(240, 250, 260)에 의해 조정될 위상을 결정할 수 있다. 프로세서(210)는 위상 천이기들(240, 250, 260)로 제어 신호를 제공할 수 있다. 위상 천이기들(240, 250, 260)은 프로세서(210)에 의해 제공되는 제어 신호에 따라 지정된 위상만큼 위상을 조정할 수 있다. 예를 들어, 도 2에서, 프로세서(210)는 제 1 서브 위상 천이기(241), 제 4 서브 위상 천이기(244), 및 제 6 서브 위상 천이기(246)에서 위상을 조정하도록 하는 제어 신호(예: 1, 0, 0, 1,

0, 1)를 제공할 수 있다. 예를 들어, 제어 신호가 1인 경우, 제어 신호에 대응하는 서브 위상 천이기는 위상 조정을 수행할 수 있다. 제어 신호가 0인 경우, 제어 신호에 대응하는 서브 위상 천이기는 위상 조정을 수행하지 않고, 입력 RF 신호와 동위상의 출력 RF 신호를 출력할 수 있다. 도 2에서, 프로세서(210)에 의해 제공되는 제어 신호(예: 1, 0, 0, 1, 0, 1)에 따라, 제 1 서브 위상 천이기(241), 제 4 서브 위상 천이기(244), 및 제 6 서브 위상 천이기(246)에서는 입력 RF 신호의 위상에서 위상이 조정된 출력 RF 신호가 출력되고, 제 2 서브 위상 천이기(242), 제 3 서브 위상 천이기(243), 및 제 5 서브 위상 천이기(245)에서는 입력 RF 신호와 동위상의 출력 RF 신호가 출력될 수 있다. 결과적으로, 제 1 위상 천이기(240)의 출력 RF 신호의 위상은 입력 RF 신호의 위상에서, 제 1 서브 위상 천이기(241), 제 4 서브 위상 천이기(244), 및 제 6 서브 위상 천이기(246) 각각에 의해 조정되는 위상만큼(예: 제 1 위상(예: 90도), 제 4 위상(예: 5.625도), 및 제 6 위상(예: 180도)의 합인 275.625도만큼) 지연될 수 있다. 마찬가지로, 프로세서(210)는, 제 2 위상 천이기(250)(예: 제 2 위상 천이기(250)에 포함되는 서브 위상 천이기들(251, 252, 253, 254, 255, 256)) 및/또는 제 3 위상 천이기(260)(예: 제 3 위상 천이기(260)에 포함되는 서브 위상 천이기들(261, 262, 263, 264, 265, 266))로도 제어 신호를 제공할 수 있다.

- [31] 도 2에는 제 1 위상 천이기(240)에 포함되는 제 6 서브 위상 천이기(246)의 회로도가 도시되어 있다. 도 3을 참조하여 제 6 서브 위상 천이기(246)(이하, 위상 천이기(246))의 회로도들을 설명하도록 한다.
- [32] 도 3은 실시예에 따른 위상 천이기의 회로도이다.
- [33] 도 3의 위상 천이기(246)는, 도 2의 제 1 위상 천이기(240)에 포함되는 제 6 서브 위상 천이기(246)일 수 있다. 도 3의 위상 천이기(246)는 지정된 위상만큼 위상을 조정할 수 있다. 도 3의 위상 천이기(246)는 180도만큼 위상을 조정할 수 있다. 위상 천이기(246)는, 위상 천이기(246)에 입력된 RF 신호와 동위상의 RF 신호를 출력하거나, 위상 천이기(246)에 입력된 RF 신호의 위상에서 180도만큼 조정된 위상을 가지는 RF 신호를 출력할 수 있다.
- [34] 도 3을 참조하면, 위상 천이기(246)는, 센터탭 트랜스포머(330), 제 1 스위치(310), 및 제 2 스위치(320)를 포함할 수 있다.
- [35] 센터탭 트랜스포머(330)는, 제 1 차 인덕터(331), 제 1 차 인덕터(331)와 자기적으로 커플링되는 제 2 차 인덕터(332), 및 제 1 차 인덕터(331)에 연결되는 센터탭 커패시터(333)를 포함할 수 있다. 센터탭 커패시터(333)는 제 1 차 인덕터(331)의 제 1 지점에 연결될 수 있다. 제 1 차 인덕터(331)는 센터탭 커패시터(333)가 연결되는 제 1 지점을 기준으로 제 1 서브 인덕터와 제 2 서브 인덕터로 분할될 수 있다. 제 1 지점에 의하여 분할되는 제 1 차 인덕터(331)의 제 1 서브 인덕터의 인덕턴스는, 제 1 지점에 의하여 분할되는 제 1 차 인덕터(331)의 제 2 서브 인덕터의 인덕턴스와 실질적으로 동일할 수 있다.

- [36] 도 3의 위상 천이기(246)와 달리, 인덕터와 커패시터만으로 구성되는 필터 구조를 이용하는 위상 천이기는, 필터 구조가 협대역 동작을 하기 때문에, 광대역 동작을 수행하기 어려울 수 있다. 도 3의 위상 천이기(246)는, 센터탭 트랜스포머(330)를 포함함으로써, 광대역 동작이 가능할 수 있다. 트랜스포머(예: 센터탭 트랜스포머(330))의 양 포트 사이의 전달함수는, 인덕터와 커패시터만으로 구성되는 필터 구조의 양 포트 사이의 전달함수에 비하여 극점(pole)이 하나 추가되기 때문에, 센터탭 트랜스포머(330)를 포함하는 위상 천이기(246)는 광대역 동작을 수행할 수 있다. 위상 천이기(246)는 센터탭 트랜스포머(330)를 이용하여 균등한 위상의 RF 신호를 출력할 수 있다. 위상 천이기(246)는 제 1 스위치(310), 제 2 스위치(320), 및 센터탭 트랜스포머(330)를 이용하여, 광대역으로 일정한 위상 지연을 수행할 수 있다. 위상 천이기(246)의 광대역 동작에 대해서는 도 10 내지 도 17에서 추가적으로 설명하도록 한다.
- [37] 도 3을 참조하면, 제 1 스위치(310)는 제 1 차 인덕터(331)의 제 1 단에 전기적으로 연결될 수 있다. 제 1 스위치(310)는 위상 천이기(246)의 입력단(391) 및 제 1 차 인덕터(331)의 제 1 단을 선택적으로 연결할 수 있다. 예를 들어, 제 1 스위치(310)의 온 상태에서, 위상 천이기(246)의 입력단(391) 및 제 1 차 인덕터(331)의 제 1 단은 전기적으로 연결될 수 있다. 제 1 스위치(310)의 온 상태에서, 위상 천이기(246)의 입력단(391)을 통해 입력되는 RF 신호는 제 1 차 인덕터(331)의 제 1 단으로 전달될 수 있다. 제 1 스위치(310)의 오프 상태에서, 위상 천이기(246)의 입력단(391) 및 제 1 차 인덕터(331)의 제 1 단은 전기적으로 연결되지 않을 수 있다. 전기적으로 연결되지 않는 것을 전기적으로 차단되었다고 표현할 수 있다. 제 1 스위치(310)의 오프 상태에서, 위상 천이기(246)의 입력단(391)을 통해 입력되는 RF 신호는 제 1 차 인덕터(331)의 제 1 단으로 전달되지 않을 수 있다.
- [38] 제 2 스위치(320)는 제 1 차 인덕터(331)의 제 2 단에 전기적으로 연결될 수 있다. 제 2 스위치(320)는 위상 천이기(246)의 입력단(391) 및 제 1 차 인덕터(331)의 제 2 단을 선택적으로 연결할 수 있다. 예를 들어, 제 2 스위치(320)의 온 상태에서, 위상 천이기(246)의 입력단(391) 및 제 1 차 인덕터(331)의 제 2 단은 전기적으로 연결될 수 있다. 제 2 스위치(320)의 온 상태에서, 위상 천이기(246)의 입력단(391)을 통해 입력되는 RF 신호는 제 1 차 인덕터(331)의 제 2 단으로 전달될 수 있다. 제 2 스위치(320)의 오프 상태에서, 위상 천이기(246)의 입력단(391) 및 제 1 차 인덕터(331)의 제 2 단은 전기적으로 연결되지 않을 수 있다. 제 2 스위치(320)의 오프 상태에서, 위상 천이기(246)의 입력단(391)을 통해 입력되는 RF 신호는 제 1 차 인덕터(331)의 제 2 단으로 전달되지 않을 수 있다.
- [39] 제 1 차 인덕터(331)와 제 2 차 인덕터(332)는 자기적으로 커플링 될 수 있다. 제 1 차 인덕터(331)에 제공되는 RF 신호에 기반하여, 제 1 차 인덕터(331)의 주변에 자기장이 제공될 수 있다. 제 1 차 인덕터(331)의 주변에 제공되는 자기장에 기반하여, 제 2 차 인덕터(332)에 RF 신호가 유도될 수 있다. 제 1 차 인덕터(331)에 제공되는 RF 신호의 방향(또는 위상)에 기반하여, 제 1 차 인덕터(331)의 주변에 제

공되는 자기장의 방향이 결정될 수 있다. 제 1 차 인덕터(331)의 주변에 제공되는 자기장의 방향에 기반하여, 제 2 차 인덕터(332)에 유도되는 RF 신호의 방향(또는 위상)이 결정될 수 있다. 예를 들어, 후술하는 도 5와 같이 제 1 차 인덕터(331)의 권선 방향과 제 2 차 인덕터(322)의 권선 방향은 동일할 수 있다. 도 5와 같이 제 1 차 인덕터(331)의 권선 방향과 제 2 차 인덕터(322)의 권선 방향은 동일함에 따라, 제 1 스위치(310)를 통해 제 1 차 인덕터(331)로 전류가 흐르면, 제 2 차 인덕터(332)에는 출력단(392)에서 접지 방향으로 전류가 흐를 수 있다. 도 5와 같이 제 1 차 인덕터(331)의 권선 방향과 제 2 차 인덕터(322)의 권선 방향은 동일함에 따라, 제 2 스위치(320)를 통해 제 1 차 인덕터(331)로 전류가 흐르면, 제 2 차 인덕터(332)에는 접에서 출력단(392) 방향으로 전류가 흐를 수 있다.

- [40] 위상 천이기(246)는, 제 1 스위치(310) 및 제 2 스위치(320)의 온/오프에 따라, 위상 천이기(246)의 입력단(391)으로 입력되는 RF 신호와 동위상을 가지는 유도된 RF 신호, 또는 입력단(391)으로 입력되는 RF 신호와 180도의 위상 차이를 가지는 유도된 RF 신호가 출력단(392)을 통하여 출력될 수 있다. 도 4를 참조하여 더욱 자세히 설명하도록 한다.
- [41] 도 4는 실시예에 따른 위상 천이기 및 위상 천이기를 포함하는 전자 장치의 동작 방법의 흐름도이다. 도 4는 도 3, 도 5 및 도 6을 참조하여 설명할 수 있다. 도 5는 실시예에 따른 위상 천이기 및 위상 천이기를 포함하는 전자 장치의 동작을 설명하는 도면이다. 도 6은 실시예에 따른 위상 천이기 및 위상 천이기를 포함하는 전자 장치의 동작을 설명하는 도면이다.
- [42] 도 4를 참조하면, 401 동작에서, 실시예에 따라, 전자 장치(100)(예: 프로세서(210))는, 위상 천이기(246)의 입력단(391)으로 제 1 RF 신호가 입력되는 동안, 위상 천이기(246)에 포함되는 제 1 스위치(310)를 온 상태로 제어하고 위상 천이기(246)에 포함되는 제 2 스위치(320)를 오프 상태로 제어할 수 있다. 프로세서(210)는 제 1 스위치(310)를 온 상태로 제어하고 제 2 스위치(320)를 오프 상태로 제어하도록 하는 제어 신호를 제공할 수 있다. 예를 들어, 도 5에서, 제 1 스위치(310)는 제 1 제어 신호(501)(예: 1)에 의해 온 상태로 제어될 수 있다. 제 1 스위치(310)의 온 상태에서, 제 1 스위치(310)는 전기적으로 단락될 수 있다. 제 1 스위치(310)의 온 상태에서, 위상 천이기(246)의 입력단으로 입력된 RF 신호는 제 1 차 인덕터(331)의 제 1 단으로 제공될 수 있다. 제 2 스위치(320)는 제 2 제어 신호(502)(예: 0)에 의해 오프 상태로 제어될 수 있다. 제 2 스위치(320)의 오프 상태에서, 제 2 스위치(320)는 전기적으로 개방될 수 있다. 제 2 스위치(320)의 오프 상태에서, 위상 천이기(246)의 입력단으로 입력된 RF 신호는 제 1 차 인덕터(331)의 제 2 단으로 제공되지 않을 수 있다. 제 1 스위치(310)가 온 상태이며 제 2 스위치(320)가 오프 상태인 동안에는, 위상 천이기(246)의 입력단(391)에 입력되는 제 1 RF 신호는, 제 1 스위치(310)를 통해, 제 1 차 인덕터(331)의 제 1 단으로 제공될 수 있다. 제 1 스위치(310)가 온 상태이며 제 2 스위치(320)가 오프 상태인 동안에는, 위상 천이기(246)의 입력단(391)에 입력되는 제 1 RF 신호는, 제 1 스위치(310)에 전기

적으로 연결되는 제 1 차 인덕터(331)의 제 1 단에서 센터탭 커패시터(333)를 향하는 제 1 방향(510)으로 제공될 수 있다. 따라서, 제 1 스위치(310)가 온 상태이며 제 2 스위치(320)가 오프 상태인 동안에는, 제 1 차 인덕터(331) 중에서, 센터탭 커패시터(333)가 연결되는 제 1 지점에 의하여 분할되는 제 1 차 인덕터(331)의 제 1 서브 인덕터에만 RF 신호가 제공될 수 있고, 제 1 지점에 의하여 분할되는 제 1 차 인덕터(331)의 제 2 서브 인덕터에는 RF 신호가 제공되지 않을 수 있다.

[43] 403 동작에서, 실시예에 따라, 위상 천이기(246)의 입력단(391)에 제 1 RF 신호가 입력되고, 제 1 스위치(310)가 온 상태이고, 제 2 스위치(320)가 오프 상태인 동안에는, 위상 천이기(246)의 입력단(391)에 입력되는 제 1 RF 신호와 동위상을 가지는 유도된 제 1 RF 신호(520)가 제 2 차 인덕터(332)에 연결되는 위상 천이기(246)의 출력단(392)을 통하여 출력될 수 있다.

[44] 403 동작에서, 실시예에 따라, 전자 장치(100)(예: 프로세서(210))는, 위상 천이기(246)의 입력단(391)으로 제 2 RF 신호가 입력되는 동안, 위상 천이기(246)에 포함되는 제 1 스위치(310)를 오프 상태로 제어하고 위상 천이기(246)에 포함되는 제 2 스위치(320)를 온 상태로 제어할 수 있다. 프로세서(210)는 제 1 스위치(310)를 오프 상태로 제어하고 제 2 스위치(320)를 온 상태로 제어하도록 하는 제어 신호를 제공할 수 있다. 예를 들어, 도 6에서, 제 1 스위치(310)는 제 3 제어 신호(601)(예: 0)에 의해 오프 상태로 제어될 수 있다. 제 1 스위치(310)는 전기적으로 개방될 수 있다. 제 1 스위치(310)의 오프 상태에서, 위상 천이기(246)의 입력단으로 입력된 RF 신호는 제 1 차 인덕터(331)의 제 1 단으로 제공되지 않을 수 있다. 제 2 스위치(320)는 제 4 제어 신호(602)(예: 1)에 의해 온 상태로 제어될 수 있다. 제 2 스위치(320)는 전기적으로 단락될 수 있다. 제 2 스위치(320)의 온 상태에서, 위상 천이기(246)의 입력단으로 입력된 RF 신호는 제 1 차 인덕터(331)의 제 2 단으로 제공될 수 있다. 제 1 스위치(310)가 오프 상태이며 제 2 스위치(320)가 온 상태인 동안에는, 위상 천이기(246)의 입력단(391)에 입력되는 제 2 RF 신호는, 제 2 스위치(320)를 통해, 제 1 차 인덕터(331)의 제 2 단으로 제공될 수 있다. 제 1 스위치(310)가 오프 상태이며 제 2 스위치(320)가 온 상태인 동안에는, 위상 천이기(246)의 입력단(391)에 입력되는 제 2 RF 신호는, 제 2 스위치(320)에 전기적으로 연결되는 제 1 차 인덕터(331)의 제 2 단에서 센터탭 커패시터(333)를 향하는 제 2 방향(610)으로 제공될 수 있다. 따라서, 제 1 스위치(310)가 오프 상태이며 제 2 스위치(320)가 온 상태인 동안에는, 제 1 차 인덕터(331) 중에서, 센터탭 커패시터(333)가 연결되는 제 1 지점에 의하여 분할되는 제 1 차 인덕터(331)의 제 2 서브 인덕터에만 RF 신호가 제공될 수 있고, 제 1 지점에 의하여 분할되는 제 1 차 인덕터(331)의 제 1 서브 인덕터에는 RF 신호가 제공되지 않을 수 있다.

[45] 407 동작에서, 실시예에 따라, 위상 천이기(246)의 입력단(391)에 제 2 RF 신호가 입력되고, 제 1 스위치(310)가 오프 상태이고, 제 2 스위치(320)가 온 상태인 동안에는, 위상 천이기(246)의 입력단(391)에 입력되는 제 2 RF 신호와 180도의 위상 차이를 가지는 유도된 제 2 RF 신호(620)가 제 2 차 인덕터(332)에 연결되는 위

상 천이기(246)의 출력단(392)을 통하여 출력될 수 있다. 401 동작에서 입력되는 제 1 RF 신호의 위상과 405 동작에서 입력되는 제 2 RF 신호의 위상이 동일한 경우, 407 동작에서 출력되는 유도된 제 2 RF 신호의 위상은, 403 동작에서 출력되는 유도된 제 1 RF 신호의 위상 보다 180도 지연된 위상일 수 있다.

- [46] 도 7은 실시예에 따른 위상 천이기의 회로도이다. 도 8은 실시예에 따른 위상 천이기의 회로도이다.
- [47] 도 7을 참조하여, 정합 회로(예: 제 1 정합 회로(710), 및/또는 제 2 정합 회로(720))를 포함하는 위상 천이기(예: 위상 천이기(246))를 설명할 수 있다. 도 8을 참조하여, 정합 회로(예: 제 1 정합 회로(710), 및/또는 제 2 정합 회로(720))의 예시를 설명할 수 있다. 도 8을 참조하여, 추가적인 인덕터(예: 제 3 인덕터(810), 및 제 4 인덕터(820))를 포함하는 위상 천이기(예: 위상 천이기(246))를 설명할 수 있다.
- [48] 도 7을 참조하면, 위상 천이기(246)는, 센터탭 트랜스포머(330), 제 1 스위치(310), 제 2 스위치(320), 및 정합 회로(예: 제 1 정합 회로(710), 및/또는 제 2 정합 회로(720))를 포함할 수 있다. 도 7은, 제 1 정합 회로(710), 및 제 2 정합 회로(720)를 모두 포함하는 것으로 도시되어 있으나, 위상 천이기(246)는, 제 1 정합 회로(710) 또는 제 2 정합 회로(720) 중 하나만을 포함할 수도 있다. 위상 천이기(246)는, 제 1 스위치(310) 및 제 2 스위치(320)에 전기적으로 연결되는 제 1 정합 회로(710)를 포함할 수 있다. 위상 천이기(246)는, 제 2 차 인덕터(332)의 제 1 단에 전기적으로 연결되는 제 2 정합 회로(720)를 포함할 수 있다. 제 2 차 인덕터(332)의 제 2 단은 그라운드에 연결될 수 있다.
- [49] 정합 회로(예: 제 1 정합 회로(710), 및/또는 제 2 정합 회로(720))는 인덕터 및/또는 커패시터를 포함할 수 있다. 정합 회로(예: 제 1 정합 회로(710), 및/또는 제 2 정합 회로(720))는 인덕터 및/또는 커패시터를 직렬/병렬 연결하여 조합할 수 있는 회로일 수 있다. 제 1 정합 회로(710)는, 위상 천이기(246)의 입력단(391) 방향의 임피던스 정합(예: 50옴[ohm])을 위한 회로일 수 있다. 제 2 정합 회로(720)는, 위상 천이기(246)의 출력단(392) 방향의 임피던스 정합(예: 50옴[ohm])을 위한 회로일 수 있다. 예를 들어, 도 8을 참조하면, 제 1 정합 회로(710)는 제 1 커패시터(830)를 포함할 수 있다. 제 1 커패시터(830)의 커패시턴스에 기반하여, 위상 천이기(246)의 입력단(391) 방향의 임피던스 정합이 될 수 있다. 제 2 정합 회로(720)는 제 2 커패시터(840)를 포함할 수 있다. 제 2 커패시터(840)의 커패시턴스에 기반하여, 위상 천이기(246)의 출력단(392) 방향의 임피던스 정합이 될 수 있다.
- [50] 도 8을 참조하면, 위상 천이기(246)는, 추가적인 인덕터(예: 제 3 인덕터(810), 및 제 4 인덕터(820))를 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 8에서, 위상 천이기(246)는, 제 1 스위치(310) 및 제 1 차 인덕터(331)의 제 1 단 사이에 전기적으로 연결되는 제 3 인덕터(810), 및 제 2 스위치(320) 및 제 1 차 인덕터(331)의 제 2 단 사이에 전기적으로 연결되는 제 4 인덕터(820)를 포함할 수 있다. 제 3 인덕터(810)의 인덕턴스와 제 4 인덕터(820)의 인덕턴스는 실질적으로 동일할 수 있다. 위상 천이기(246)

는, 인덕턴스가 실질적으로 동일한 제 3 인덕터(810) 및 제 4 인덕터(820)를 포함함으로써, 대칭 구조를 형성할 수 있다. 제 3 인덕터(810) 및 제 4 인덕터(820)는, 위상 천이기(246)의 임피던스 정합을 용이하게 할 수 있다. 도시하지는 않았지만, 위상 천이기(246)는 센터탭 트랜스포머(330)의 제 1 차 인덕터(331)에 병렬 연결되는 커패시터를 포함할 수도 있다.

- [51] 도 9는 실시예에 따른 위상 천이기의 회로를 설명하는 도면이다.
- [52] 도 9는, 도 3의 위상 천이기(246)의 회로도에 대응하는 회로를 나타내는 도면이다.
- [53] 도 9를 참조하면, 위상 천이기(246)는, 도 3에서 설명한 바와 같이, 센터탭 트랜스포머(330), 제 1 스위치(310), 제 2 스위치(320)를 포함할 수 있다. 센터탭 트랜스포머(330)의 제 1 차 인덕터(예: 도 3의 331) 및 제 2 차 인덕터(예: 도 3의 332)는 하나의 기관의 동일한 레이어에 형성될 수 있다. 센터탭 트랜스포머(330)의 제 1 차 인덕터(예: 도 3의 331) 및 제 2 차 인덕터(예: 도 3의 332)는 각각 다른 레이어에 형성될 수도 있다. 센터탭 트랜스포머(330)에 포함되는 센터탭 커패시터(333)는, 도 9와 같이 두 개의 등가 커패시터로 구현될 수도 있다. 센터탭 커패시터(333)는, 복수 개의 커패시터로 구현될 수 있으며, 센터탭 커패시터(333)에 포함되는 복수 개의 커패시터의 개수, 및 연결 관계에는 제한이 없다. 도 9에서, 933 부분은 제 1 차 인덕터(예: 도 3의 331)의 제 1 지점과 센터탭 커패시터(333)가 연결되는 부분일 수 있다. 도 9의 회로는 예시적인 것으로서, 위상 천이기(246)의 회로의 실제 구성에는 제한이 없다.
- [54] 도 10은 실시예에 따른 위상 천이기의 입력 반사 손실의 그래프이다. 도 11은 실시예에 따른 위상 천이기의 출력 반사 손실의 그래프이다. 도 12는 실시예에 따른 위상 천이기의 삽입 손실의 그래프이다. 도 13은 실시예에 따른 위상 천이기에서 출력되는 신호의 위상의 그래프이다.
- [55] 도 10, 11, 12, 및 13을 참조하여, 도 3, 도 7, 및 도 8의 위상 천이기(246)의 단일 비트에 의한 위상 천이기의 설계 결과를 설명할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(100)는, 위상 천이기(246)를 이용하여 위상을 조정할 수 있다.
- [56] 도 10은, 위상 천이기(246)의 입력 반사 손실(1000)을 나타내는 그래프이다. 도 11은, 위상 천이기(246)의 출력 반사 손실(1100)을 나타내는 그래프이다. 위상 천이기(예: 위상 천이기(246))의 입출력 반사 손실이 10dB 이하인 주파수 대역을 동작 주파수 대역이라고 할 수 있다. 도 10 및 도 11을 참조하면, 도 3, 도 7, 및 도 8의 위상 천이기(246)의 동작 주파수 대역은 22GHz 내지 32GHz인 것을 확인할 수 있다. 도 12는, 위상 천이기(246)의 삽입 손실(1200)을 나타내는 그래프이다. 도 12를 참조하면, 위상 천이기(246)의 동작 주파수 대역 22GHz 내지 32GHz에서, 위상 천이기(246)의 삽입 손실은 2.8dB 이하인 것을 확인할 수 있다. 도 13은, 위상 천이기(246)에서 출력되는 신호의 위상의 그래프이다. 도 13의 1310 및 1320의 차이를 참조하면, 위상 천이기(246)에서 출력되는 신호의 위상 변화(180도)를 확인

할 수 있다. 결과적으로, 위상 천이기(246)는, 22GHz 내지 32GHz의 동작 주파수 대역에서, 180도의 위상을 조정할 수 있는 회로임을 알 수 있다.

- [57] 도 14는 실시예에 따른 위상 천이기의 입력 반사 손실의 그래프이다. 도 15는 실시예에 따른 위상 천이기의 출력 반사 손실의 그래프이다. 도 16은 실시예에 따른 위상 천이기의 삽입 반사 손실의 그래프이다. 도 17은 실시예에 따른 위상 천이기의 위상 오류의 RMS(root mean square) 평균 그래프이다.
- [58] 도 14, 15, 16, 및 17을 참조하여, 도 3, 도 7, 및 도 8의 위상 천이기(246)가 포함된 6 비트 위상 천이기의 설계 결과를 설명할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(100)는, 위상 천이기(246)를 포함하는 6비트의 위상 천이기(예: 도 2의 제 1 위상 천이기(240))를 이용하여 위상을 조정할 수 있다. 도 14, 15, 및 16의 그래프 각각에 표시되는 복수 개의 결과값들(결과 그래프)은, 도 3, 도 7, 및 도 8의 위상 천이기(246)가 포함된 6 비트 위상 천이기에 포함되는 서브 위상 천이기를 각각 조정했을 때의 결과값들이다.
- [59] 도 14는, 위상 천이기(246)를 포함하는 6비트의 위상 천이기(예: 도 2의 제 1 위상 천이기(240))의 입력 반사 손실을 나타내는 그래프이다. 도 15는, 위상 천이기(246)를 포함하는 6비트의 위상 천이기(예: 도 2의 제 1 위상 천이기(240))의 출력 반사 손실을 나타내는 그래프이다. 전술한 바와 같이, 위상 천이기(246)를 포함하는 6비트의 위상 천이기(예: 도 2의 제 1 위상 천이기(240))의 입출력 반사 손실이 10dB 이하인 주파수 대역을 동작 주파수 대역이라고 할 수 있다. 도 14 및 도 15를 참조하면, 도 3, 도 7, 및 도 8의 위상 천이기(246)를 포함하는 6비트의 위상 천이기(예: 도 2의 제 1 위상 천이기(240))의 동작 주파수 대역은 24GHz 내지 30GHz인 것을 확인할 수 있다. 도 16은, 위상 천이기(246)를 포함하는 6비트의 위상 천이기(예: 도 2의 제 1 위상 천이기(240))의 삽입 손실(1200)을 나타내는 그래프이다. 도 16을 참조하면, 위상 천이기(246)를 포함하는 6비트의 위상 천이기(예: 도 2의 제 1 위상 천이기(240))의 동작 주파수 대역 24GHz 내지 30GHz에서, 위상 천이기(246)를 포함하는 6비트의 위상 천이기(예: 도 2의 제 1 위상 천이기(240))의 삽입 손실은 6.9dB 내지 10.3dB인 것을 확인할 수 있다. 도 17은, 위상 천이기(246)를 포함하는 6비트의 위상 천이기(예: 도 2의 제 1 위상 천이기(240))의 위상 오류(phase error)의 RMS 평균 값을 나타낸 그래프이다. 위상 오류는 위상 천이기의 위상 변위의 목표 값과 실제 값이 얼마나 차이 나는지를 나타낼 수 있다. 도 17의 1700은, 위상 천이기(246)를 포함하는 6비트의 위상 천이기(예: 도 2의 제 1 위상 천이기(240))의 제어 신호(예: 6비트의 제어 신호) 각각의 high와 low를 조절하는 모든 경우(예: 64개 동작)에 대한 위상 오류를 RMS(root mean square) 평균값으로 나타내는 그래프이다. 도 17의 1700을 참조하면, 위상 천이기(246)를 포함하는 6비트의 위상 천이기(예: 도 2의 제 1 위상 천이기(240))의 위상 오류는, 동작 주파수 대역 24GHz 내지 30GHz에서, 2.8도 이하인 것을 확인할 수 있다. 결과적으로, 위상 천이기(246)를 포함하는 6비트의 위상 천이기(예: 도 2의 제 1 위상 천이기

- (240))는, 24GHz 내지 30GHz의 동작 주파수 대역에서 동작하는 것을 확인할 수 있다.
- [60] 본 명세서에 기재된 실시예들은, 적용 가능한 범위 내에서, 상호 유기적으로 적용될 수 있음을 당업자는 이해할 수 있다. 예를 들어, 본 명세서에 기재된 일 실시예의 적어도 일부 동작이 생략되어 적용될 수도 있고, 일 실시예의 적어도 일부 동작과 다른 실시예의 적어도 일부 동작이 유기적으로 연결되어 적용될 수도 있음을 당업자는 이해할 수 있다.
- [61] 실시예에 따라서, 위상 천이기(246)는, 제 1 차 인덕터(331), 상기 제 1 차 인덕터(331)와 자기적으로 커플링되는 제 2 차 인덕터(332), 및 상기 제 1 차 인덕터(331)에 연결되는 센터탭 커패시터(333)를 포함하는 센터탭 트랜스포머(330); 상기 제 1 차 인덕터(331)의 제 1 단에 전기적으로 연결되어, 상기 위상 천이기(246)의 입력단(391) 및 상기 제 1 차 인덕터(331)의 상기 제 1 단을 선택적으로(selectively) 연결하는 제 1 스위치(310); 및 상기 제 1 차 인덕터(331)의 제 2 단에 전기적으로 연결되어, 상기 위상 천이기(246)의 상기 입력단(391) 및 상기 제 1 차 인덕터(331)의 상기 제 2 단을 선택적으로 연결하는 제 2 스위치(320)를 포함할 수 있다. 상기 제 1 스위치(310)가 온 상태이며 상기 제 2 스위치(320)가 오프 상태인 동안에는, 상기 위상 천이기(246)의 상기 입력단(391)에 입력되는 제 1 RF 신호와 동 위상을 가지는 유도된 제 1 RF 신호가 상기 제 2 차 인덕터(332)에 연결되는 상기 위상 천이기(246)의 출력단(392)을 통하여 출력될 수 있다. 상기 제 1 스위치(310)가 오프 상태이며 상기 제 2 스위치(320)가 온 상태인 동안에는, 상기 위상 천이기(246)의 상기 입력단(391)에 입력되는 제 2 RF 신호와 180도의 위상 차이를 가지는 유도된 제 2 RF 신호가 상기 위상 천이기(246)의 상기 출력단(392)을 통하여 출력될 수 있다.
- [62] 실시예에 따라서, 상기 센터탭 커패시터(333)는 상기 제 1 차 인덕터(331)의 제 1 지점에 연결될 수 있다. 상기 제 1 지점에 의하여 분할되는 상기 제 1 차 인덕터(331)의 제 1 서브 인덕터의 인덕턴스는, 상기 제 1 지점에 의하여 분할되는 상기 제 1 차 인덕터(331)의 제 2 서브 인덕터의 인덕턴스와 실질적으로 동일할 수 있다.
- [63] 실시예에 따라서, 위상 천이기(246)는 상기 제 1 스위치(310) 및 상기 제 2 스위치(320)에 전기적으로 연결되는 제 1 정합 회로(710)를 포함할 수 있다.
- [64] 실시예에 따라서, 상기 제 1 정합 회로(710)는 제 1 커패시터(830)를 포함할 수 있다.
- [65] 실시예에 따라서, 위상 천이기(246)는 상기 제 2 차 인덕터(332)의 제 1 단에 전기적으로 연결되는 제 2 정합 회로(720)를 포함할 수 있다.
- [66] 실시예에 따라서, 위상 천이기(246)는 상기 제 1 스위치(310) 및 상기 제 1 차 인덕터(331)의 상기 제 1 단 사이에 전기적으로 연결되는 제 3 인덕터(810); 및 상기 제 2 스위치(320) 및 상기 제 1 차 인덕터(331)의 상기 제 2 단 사이에 전기적으로 연결되는 제 4 인덕터(820)를 포함할 수 있다.

- [67] 실시예에 따라서, 상기 제 3 인덕터(810)의 인덕턴스와 상기 제 4 인덕터(820)의 인덕턴스는 실질적으로 동일할 수 있다.
- [68] 실시예에 따라서, 상기 제 1 차 인덕터(331) 및 상기 제 2 차 인덕터(332)의 권선 방향은 동일할 수 있다.
- [69] 실시예에 따라서, 전자 장치(100)는, 안테나들(248, 258, 268); 상기 안테나들(248, 258, 268)에 연결되는 위상 천이기들(240, 250, 260); 상기 위상 천이기들(240, 250, 260)에 연결되는 스플리터/컴바이너(270); 상기 스플리터/컴바이너(270)를 통해 상기 위상 천이기들(240, 250, 260)로 RF 신호를 제공하도록 설정되는 RFIC(220); 및 프로세서(210)를 포함할 수 있다. 상기 위상 천이기들(240, 250, 260) 중 제 1 위상 천이기(246)는, 제 1 차 인덕터(331), 상기 제 1 차 인덕터(331)와 자기적으로 커플링되는 제 2 차 인덕터(332), 및 상기 제 1 차 인덕터(331)에 연결되는 센터탭 커패시터(333)를 포함하는 센터탭 트랜스포머(330); 상기 제 1 차 인덕터(331)의 제 1 단에 전기적으로 연결되어, 상기 제 1 위상 천이기(246)의 입력단(391) 및 상기 제 1 차 인덕터(331)의 상기 제 1 단을 선택적으로(selectively) 연결하는 제 1 스위치(310); 및 상기 제 1 차 인덕터(331)의 제 2 단에 전기적으로 연결되어, 상기 위상 천이기의 상기 입력단(391) 및 상기 제 1 차 인덕터(331)의 상기 제 2 단을 선택적으로(selectively) 연결하는 제 2 스위치(320)를 포함할 수 있다. 상기 프로세서(210)는, 상기 제 1 스위치(310) 및 상기 제 2 스위치(320)의 온/오프를 제어하도록 설정될 수 있다. 상기 제 1 스위치(310)가 온 상태이며 상기 제 2 스위치(320)가 오프 상태인 동안에는, 상기 제 1 위상 천이기(246)의 상기 입력단(391)에 입력되는 제 1 RF 신호와 동위상을 가지는 유도된 제 1 RF 신호가 상기 제 2 차 인덕터(332)에 연결되는 상기 제 1 위상 천이기(246)의 출력단(392)을 통하여 출력될 수 있다. 상기 제 1 스위치(310)가 오프 상태이며 상기 제 2 스위치(320)가 온 상태인 동안에는, 상기 제 1 위상 천이기(246)의 상기 입력단(391)에 입력되는 제 2 RF 신호와 180도의 위상 차이를 가지는 유도된 제 2 RF 신호가 상기 제 1 위상 천이기(246)의 상기 출력단(392)을 통하여 출력될 수 있다.
- [70] 실시예에 따라서, 상기 센터탭 커패시터(333)는 상기 제 1 차 인덕터(331)의 제 1 지점에 연결될 수 있다. 상기 제 1 지점에 의하여 분할되는 상기 제 1 차 인덕터(331)의 제 1 서브 인덕터의 인덕턴스는, 상기 제 1 지점에 의하여 분할되는 상기 제 1 차 인덕터(331)의 제 2 서브 인덕터의 인덕턴스와 실질적으로 동일할 수 있다.
- [71] 실시예에 따라서, 상기 제 1 위상 천이기(246)는, 상기 제 1 스위치(310) 및 상기 제 2 스위치(320)에 전기적으로 연결되는 제 1 정합 회로(710)를 포함할 수 있다.
- [72] 실시예에 따라서, 상기 제 1 정합 회로(710)는 제 1 커패시터(830)를 포함할 수 있다.
- [73] 실시예에 따라서, 상기 제 1 위상 천이기(246)는, 상기 제 2 차 인덕터(332)의 제 1 단에 전기적으로 연결되는 제 2 정합 회로(720)를 포함할 수 있다.

- [74] 실시예에 따라서, 상기 제 1 위상 천이기(246)는, 상기 제 1 스위치(310) 및 상기 제 1 차 인덕터(331)의 상기 제 1 단 사이에 전기적으로 연결되는 제 3 인덕터(810); 및 상기 제 2 스위치(320) 및 상기 제 1 차 인덕터(331)의 상기 제 2 단 사이에 전기적으로 연결되는 제 4 인덕터(820)를 포함할 수 있다.
- [75] 실시예에 따라서, 상기 제 3 인덕터(810)의 인덕턴스와 상기 제 4 인덕터(820)의 인덕턴스는 실질적으로 동일할 수 있다.
- [76] 실시예에 따라서, 상기 제 1 차 인덕터(331) 및 상기 제 2 차 인덕터(332)의 권선 방향은 동일할 수 있다.
- [77] 본 문서에 개시된 실시예들에 따른 전자 장치는 다양한 형태의 장치가 될 수 있다. 전자 장치는, 예를 들면, 휴대용 통신 장치(예: 스마트폰), 컴퓨터 장치, 휴대용 멀티미디어 장치, 휴대용 의료 기기, 카메라, 웨어러블 장치, 또는 가전 장치를 포함할 수 있다. 본 문서의 실시예에 따른 전자 장치는 전술한 기기들에 한정되지 않는다.
- [78] 본 문서의 실시예들 및 이에 사용된 용어들은 본 문서에 기재된 기술적 특징들을 특정한 실시예들로 한정하려는 것이 아니며, 해당 실시예의 다양한 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 도면의 설명과 관련하여, 유사한 또는 관련된 구성요소에 대해서는 유사한 참조 부호가 사용될 수 있다. 아이টে에 대응하는 명사의 단수 형은 관련된 문맥상 명백하게 다르게 지시하지 않는 한, 상기 아이টে 한 개 또는 복수 개를 포함할 수 있다. 본 문서에서, "A 또는 B", "A 및 B 중 적어도 하나", "A 또는 B 중 적어도 하나", "A, B 또는 C", "A, B 및 C 중 적어도 하나", 및 "A, B, 또는 C 중 적어도 하나"와 같은 문구들 각각은 그 문구들 중 해당하는 문구에 함께 나열된 항목들 중 어느 하나, 또는 그들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다. "제 1", "제 2", 또는 "첫째" 또는 "둘째"와 같은 용어들은 단순히 해당 구성요소를 다른 해당 구성요소와 구분하기 위해 사용될 수 있으며, 해당 구성요소들을 다른 측면(예: 중요성 또는 순서)에서 한정하지 않는다. 어떤(예: 제 1) 구성요소가 다른(예: 제 2) 구성요소에, "기능적으로" 또는 "통신적으로"라는 용어와 함께 또는 이런 용어 없이, "커플드" 또는 "커넥티드"라고 언급된 경우, 그것은 상기 어떤 구성요소가 상기 다른 구성요소에 직접적으로(예: 유선으로), 무선으로, 또는 제 3 구성요소를 통하여 연결될 수 있다는 것을 의미한다.
- [79] 본 문서의 실시예들에서 사용된 용어 "모듈"은 하드웨어, 소프트웨어 또는 펌웨어로 구현된 유닛을 포함할 수 있으며, 예를 들면, 로직, 논리 블록, 부품, 또는 회로와 같은 용어와 상호 호환적으로 사용될 수 있다. 모듈은, 일체로 구성된 부품 또는 하나 또는 그 이상의 기능을 수행하는, 상기 부품의 최소 단위 또는 그 일부가 될 수 있다. 예를 들면, 일 실시예에 따르면, 모듈은 ASIC(application-specific integrated circuit)의 형태로 구현될 수 있다.
- [80] 본 문서의 실시예들은 기기(machine)(예: 무선 전력 송신 장치(100)) 의해 읽을 수 있는 저장 매체(storage medium)(예: 내장 메모리 또는 외장 메모리)에 저장된

하나 이상의 명령어들을 포함하는 소프트웨어(예: 프로그램)로서 구현될 수 있다. 예를 들면, 기기(예: 무선 전력 송신 장치(100))의 프로세서(예: 프로세서(201))는, 저장 매체로부터 저장된 하나 이상의 명령어들 중 적어도 하나의 명령어를 호출하고, 그것을 실행할 수 있다. 이것은 기기가 상기 호출된 적어도 하나의 명령어에 따라 적어도 하나의 기능을 수행하도록 운영되는 것을 가능하게 한다. 상기 하나 이상의 명령어들은 컴파일러에 의해 생성된 코드 또는 인터프리터에 의해 실행될 수 있는 코드를 포함할 수 있다. 기기로 읽을 수 있는 저장 매체는, 비일시적(non-transitory) 저장 매체의 형태로 제공될 수 있다. 여기서, ‘비일시적’은 저장 매체가 실재(tangible)하는 장치이고, 신호(signal)(예: 전자기파)를 포함하지 않는다는 것을 의미할 뿐이며, 이 용어는 데이터가 저장 매체에 반영구적으로 저장되는 경우와 임시적으로 저장되는 경우를 구분하지 않는다.

[81] 일실시예에 따르면, 본 문서에 개시된 실시예들에 따른 방법은 컴퓨터 프로그램 제품(computer program product)에 포함되어 제공될 수 있다. 컴퓨터 프로그램 제품은 상품으로서 판매자 및 구매자 간에 거래될 수 있다. 컴퓨터 프로그램 제품은 기기로 읽을 수 있는 저장 매체(예: compact disc read only memory(CD-ROM))의 형태로 배포되거나, 또는 어플리케이션 스토어(예: 플레이 스토어™)를 통해 또는 두 개의 사용자 장치들(예: 스마트폰들) 간에 직접, 온라인으로 배포(예: 다운로드 또는 업로드)될 수 있다. 온라인 배포의 경우에, 컴퓨터 프로그램 제품의 적어도 일부는 제조사의 서버, 어플리케이션 스토어의 서버, 또는 중계 서버의 메모리와 같은 기기로 읽을 수 있는 저장 매체에 적어도 일시 저장되거나, 임시적으로 생성될 수 있다.

[82] 실시예들에 따르면, 상기 기술한 구성요소들의 각각의 구성요소(예: 모듈 또는 프로그램)는 단수 또는 복수의 개체를 포함할 수 있으며, 복수의 개체 중 일부는 다른 구성요소에 분리 배치될 수도 있다. 실시예들에 따르면, 전술한 해당 구성요소들 중 하나 이상의 구성요소들 또는 동작들이 생략되거나, 또는 하나 이상의 다른 구성요소들 또는 동작들이 추가될 수 있다. 대체적으로 또는 추가적으로, 복수의 구성요소들(예: 모듈 또는 프로그램)은 하나의 구성요소로 통합될 수 있다. 이런 경우, 통합된 구성요소는 상기 복수의 구성요소들 각각의 구성요소의 하나 이상의 기능들을 상기 통합 이전에 상기 복수의 구성요소들 중 해당 구성요소에 의해 수행되는 것과 동일 또는 유사하게 수행할 수 있다. 실시예들에 따르면, 모듈, 프로그램 또는 다른 구성요소에 의해 수행되는 동작들은 순차적으로, 병렬적으로, 반복적으로, 또는 휴리스틱하게 실행되거나, 상기 동작들 중 하나 이상이 다른 순서로 실행되거나, 생략되거나, 또는 하나 이상의 다른 동작들이 추가될 수 있다.

청구범위

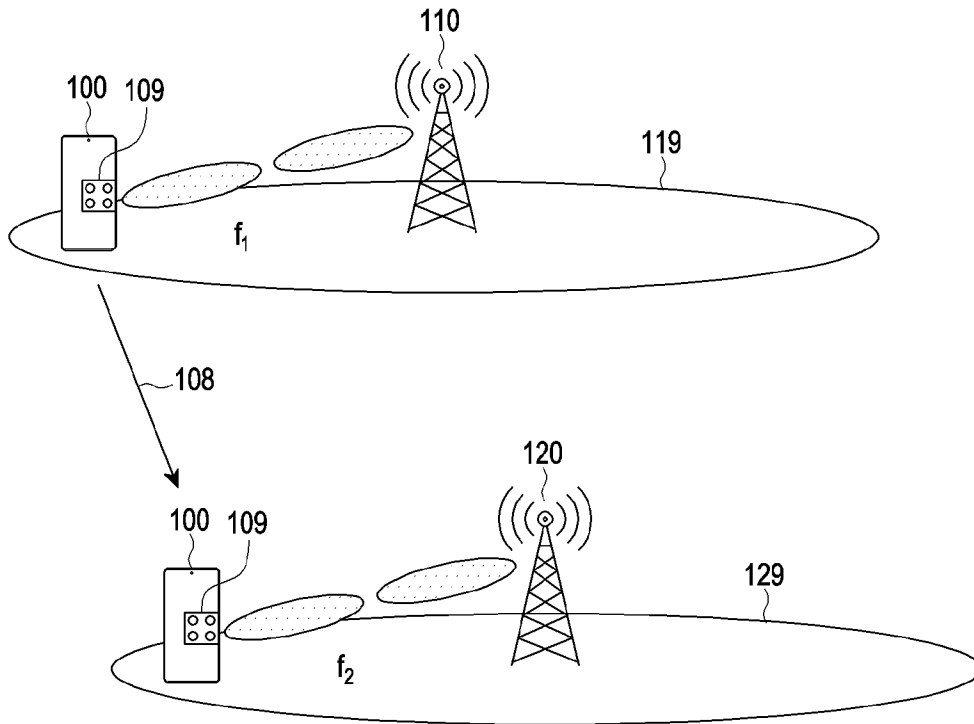
- [청구항 1] 위상 천이기(246)에 있어서,
 제 1 차 인덕터(331), 상기 제 1 차 인덕터(331)와 자기적으로 커플링되는 제 2 차 인덕터(332), 및 상기 제 1 차 인덕터(331)에 연결되는 센터탭 커패시터(333)를 포함하는 센터탭 트랜스포머(330);
 상기 제 1 차 인덕터(331)의 제 1 단에 전기적으로 연결되어, 상기 위상 천이기(246)의 입력단(391) 및 상기 제 1 차 인덕터(331)의 상기 제 1 단을 선택적으로(selectively) 연결하는 제 1 스위치(310); 및
 상기 제 1 차 인덕터(331)의 제 2 단에 전기적으로 연결되어, 상기 위상 천이기(246)의 상기 입력단(391) 및 상기 제 1 차 인덕터(331)의 상기 제 2 단을 선택적으로 연결하는 제 2 스위치(320)를 포함하고,
 상기 제 1 스위치(310)가 온 상태이며 상기 제 2 스위치(320)가 오프 상태인 동안에는, 상기 위상 천이기(246)의 상기 입력단(391)에 입력되는 제 1 RF 신호와 동위상을 가지는 유도된 제 1 RF 신호가 상기 제 2 차 인덕터(332)에 연결되는 상기 위상 천이기(246)의 출력단(392)을 통하여 출력되고,
 상기 제 1 스위치(310)가 오프 상태이며 상기 제 2 스위치(320)가 온 상태인 동안에는, 상기 위상 천이기(246)의 상기 입력단(391)에 입력되는 제 2 RF 신호와 180도의 위상 차이를 가지는 유도된 제 2 RF 신호가 상기 위상 천이기(246)의 상기 출력단(392)을 통하여 출력되는,
 위상 천이기(246).
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,
 상기 센터탭 커패시터(333)는 상기 제 1 차 인덕터(331)의 제 1 지점에 연결되며, 상기 제 1 지점에 의하여 분할되는 상기 제 1 차 인덕터(331)의 제 1 서브 인덕터의 인덕턴스는, 상기 제 1 지점에 의하여 분할되는 상기 제 1 차 인덕터(331)의 제 2 서브 인덕터의 인덕턴스와 실질적으로 동일한,
 위상 천이기(246).
- [청구항 3] 제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,
 상기 제 1 스위치(310) 및 상기 제 2 스위치(320)에 전기적으로 연결되는 제 1 정합 회로(710)를 더 포함하는,
 위상 천이기(246).
- [청구항 4] 제 1 항 내지 제 3 항 중 적어도 하나의 항에 있어서,
 상기 제 1 정합 회로(710)는 제 1 커패시터(830)를 포함하는,
 위상 천이기(246).
- [청구항 5] 제 1 항 내지 제 4 항 중 적어도 하나의 항에 있어서,
 상기 제 2 차 인덕터(332)의 제 1 단에 전기적으로 연결되는 제 2 정합 회로(720)를 더 포함하는,

- 위상 천이기(246).
- [청구항 6] 제 1 항 내지 제 5 항 중 적어도 하나의 항에 있어서,
상기 제 1 스위치(310) 및 상기 제 1 차 인덕터(331)의 상기 제 1 단 사이에 전기적으로 연결되는 제 3 인덕터(810); 및
상기 제 2 스위치(320) 및 상기 제 1 차 인덕터(331)의 상기 제 2 단 사이에 전기적으로 연결되는 제 4 인덕터(820)를 더 포함하는,
위상 천이기(246).
- [청구항 7] 제 1 항 내지 제 6 항 중 적어도 하나의 항에 있어서,
상기 제 3 인덕터(810)의 인덕턴스와 상기 제 4 인덕터(820)의 인덕턴스는 실질적으로 동일한,
위상 천이기(246).
- [청구항 8] 제 1 항 내지 제 7 항 중 적어도 하나의 항에 있어서,
상기 제 1 차 인덕터(331) 및 상기 제 2 차 인덕터(332)의 권선 방향은 동일한,
위상 천이기(246).
- [청구항 9] 전자 장치(100)에 있어서,
안테나들(248, 258, 268);
상기 안테나들(248, 258, 268)에 연결되는 위상 천이기들(240, 250, 260);
상기 위상 천이기들(240, 250, 260)에 연결되는 스플리터/컴바이너(270);
상기 스플리터/컴바이너(270)를 통해 상기 위상 천이기들(240, 250, 260)로 RF 신호를 제공하도록 설정되는 RFIC(220); 및
프로세서(210)를 포함하고,
상기 위상 천이기들(240, 250, 260) 중 제 1 위상 천이기(246)는,
제 1 차 인덕터(331), 상기 제 1 차 인덕터(331)와 자기적으로 커플링되는 제 2 차 인덕터(332), 및 상기 제 1 차 인덕터(331)에 연결되는 센터탭 커패시터(333)를 포함하는 센터탭 트랜스포머(330);
상기 제 1 차 인덕터(331)의 제 1 단에 전기적으로 연결되어, 상기 제 1 위상 천이기(246)의 입력단(391) 및 상기 제 1 차 인덕터(331)의 상기 제 1 단을 선택적으로(selectively) 연결하는 제 1 스위치(310); 및
상기 제 1 차 인덕터(331)의 제 2 단에 전기적으로 연결되어, 상기 위상 천이기의 상기 입력단(391) 및 상기 제 1 차 인덕터(331)의 상기 제 2 단을 선택적으로(selectively) 연결하는 제 2 스위치(320)를 포함하고,
상기 프로세서(210)는, 상기 제 1 스위치(310) 및 상기 제 2 스위치(320)의 온/오프를 제어하도록 설정되고,
상기 제 1 스위치(310)가 온 상태이며 상기 제 2 스위치(320)가 오프 상태인 동안에는, 상기 제 1 위상 천이기(246)의 상기 입력단(391)에 입력되는 제 1 RF 신호와 동위상을 가지는 유도된 제 1 RF 신호가 상기 제 2 차 인덕

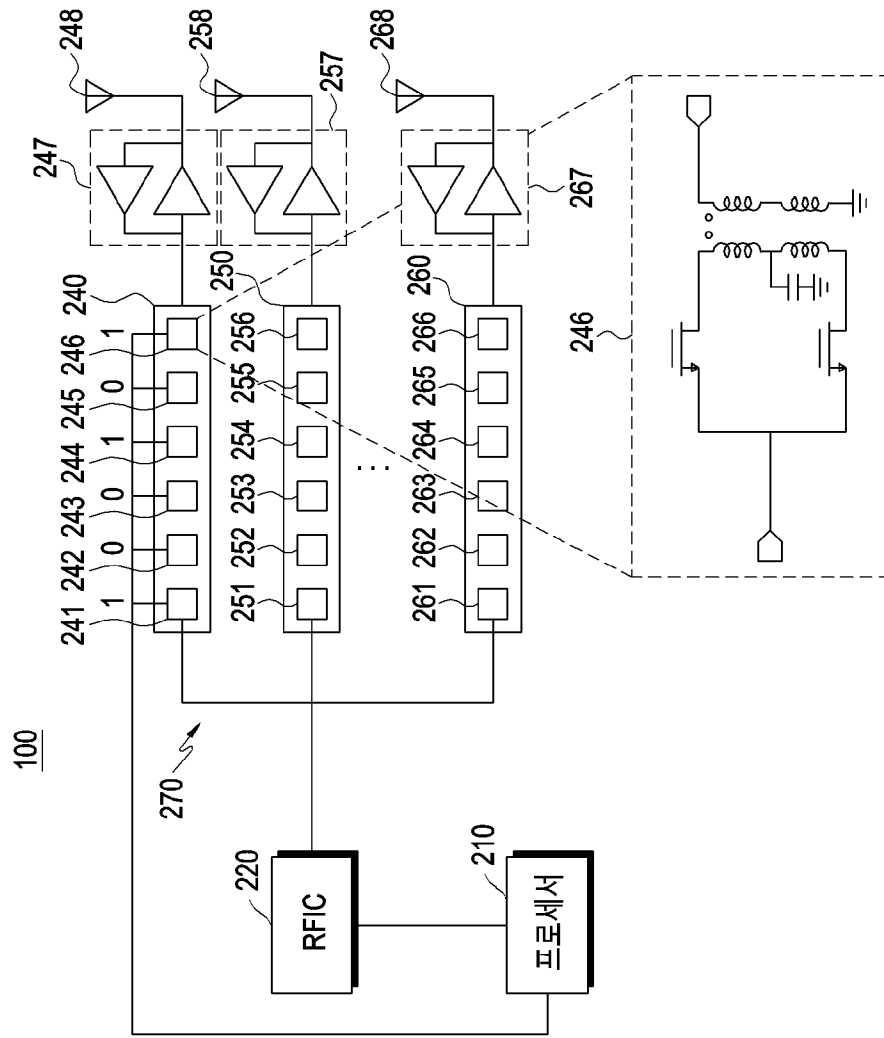
터(332)에 연결되는 상기 제 1 위상 천이기(246)의 출력단(392)을 통하여 출력되고,
 상기 제 1 스위치(310)가 오프 상태이며 상기 제 2 스위치(320)가 온 상태인 동안에는, 상기 제 1 위상 천이기(246)의 상기 입력단(391)에 입력되는 제 2 RF 신호와 180도의 위상 차이를 가지는 유도된 제 2 RF 신호가 상기 제 1 위상 천이기(246)의 상기 출력단(392)을 통하여 출력되는,
 전자 장치(100).

- [청구항 10] 제 9 항에 있어서,
 상기 센터탭 커패시터(333)는 상기 제 1 차 인덕터(331)의 제 1 지점에 연결되며, 상기 제 1 지점에 의하여 분할되는 상기 제 1 차 인덕터(331)의 제 1 서브 인덕터의 인덕턴스는, 상기 제 1 지점에 의하여 분할되는 상기 제 1 차 인덕터(331)의 제 2 서브 인덕터의 인덕턴스와 실질적으로 동일한,
 전자 장치(100).
- [청구항 11] 제 9 항 또는 제 10 항에 있어서,
 상기 제 1 위상 천이기(246)는,
 상기 제 1 스위치(310) 및 상기 제 2 스위치(320)에 전기적으로 연결되는 제 1 정합 회로(710)를 더 포함하는,
 전자 장치(100).
- [청구항 12] 제 9 항 내지 제 11 항 중 적어도 하나의 항에 있어서,
 상기 제 1 정합 회로(710)는 제 1 커패시터(830)를 포함하는,
 전자 장치(100).
- [청구항 13] 제 9 항 내지 제 12 항 중 적어도 하나의 항에 있어서,
 상기 제 1 위상 천이기(246)는,
 상기 제 2 차 인덕터(332)의 제 1 단에 전기적으로 연결되는 제 2 정합 회로(720)를 더 포함하는,
 전자 장치(100).
- [청구항 14] 제 9 항 내지 제 13 항 중 적어도 하나의 항에 있어서,
 상기 제 1 위상 천이기(246)는,
 상기 제 1 스위치(310) 및 상기 제 1 차 인덕터(331)의 상기 제 1 단 사이에 전기적으로 연결되는 제 3 인덕터(810); 및
 상기 제 2 스위치(320) 및 상기 제 1 차 인덕터(331)의 상기 제 2 단 사이에 전기적으로 연결되는 제 4 인덕터(820)를 더 포함하는,
 전자 장치(100).
- [청구항 15] 제 9 항 내지 제 14 항 중 적어도 하나의 항에 있어서,
 상기 제 3 인덕터(810)의 인덕턴스와 상기 제 4 인덕터(820)의 인덕턴스는 실질적으로 동일한,
 전자 장치(100).

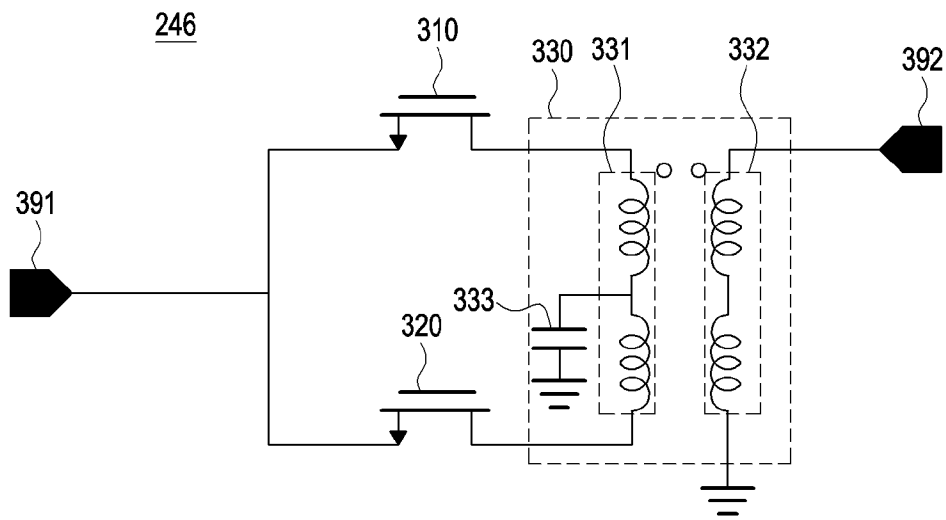
[도 1]



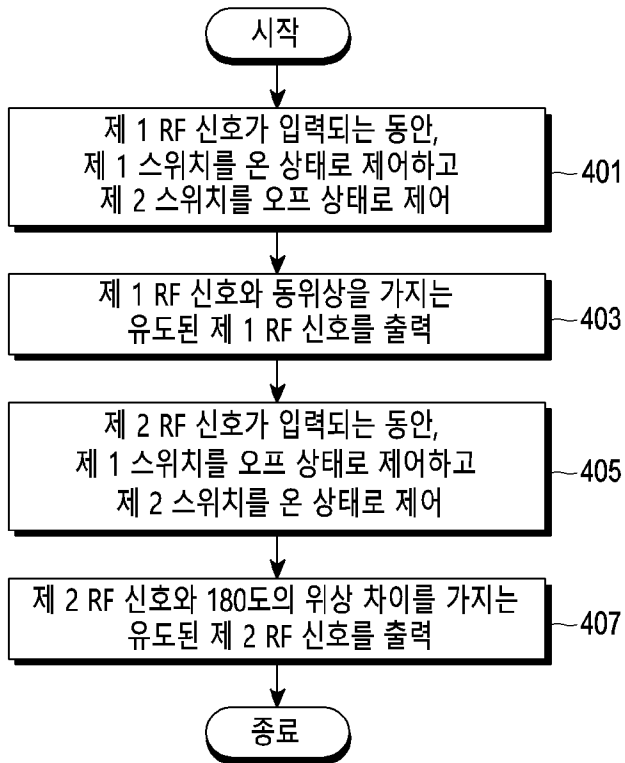
[도2]



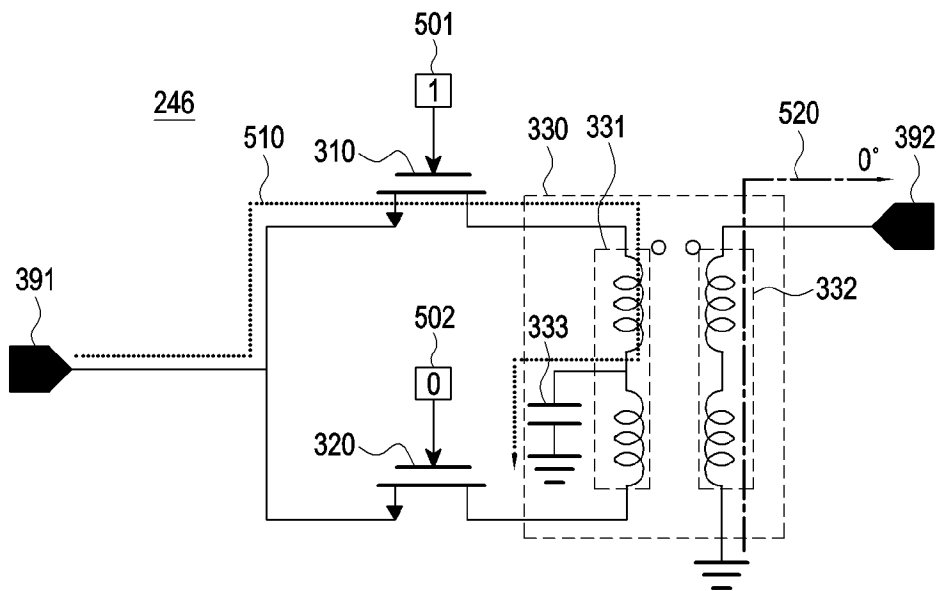
[도3]



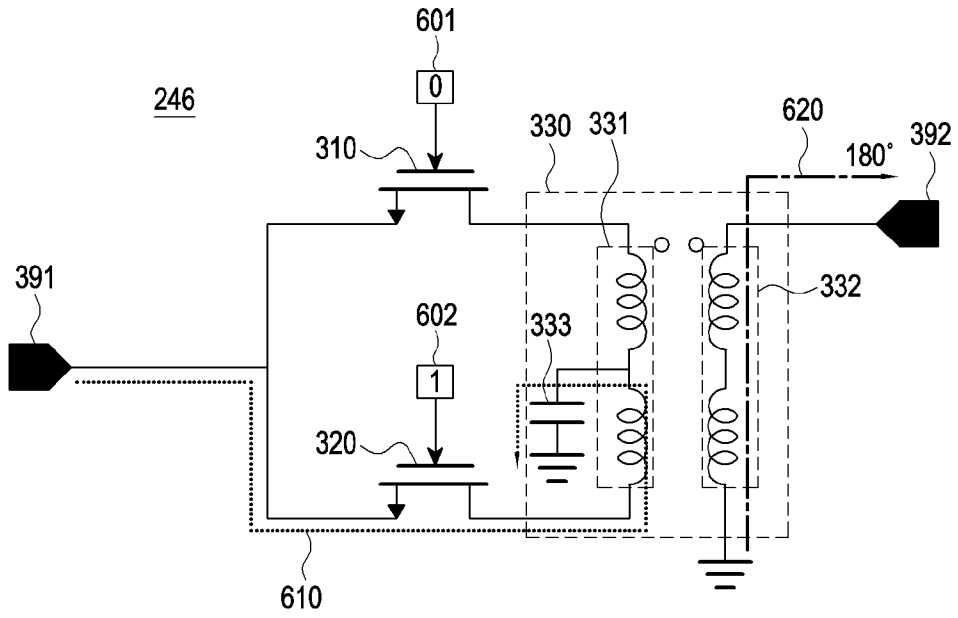
[도4]



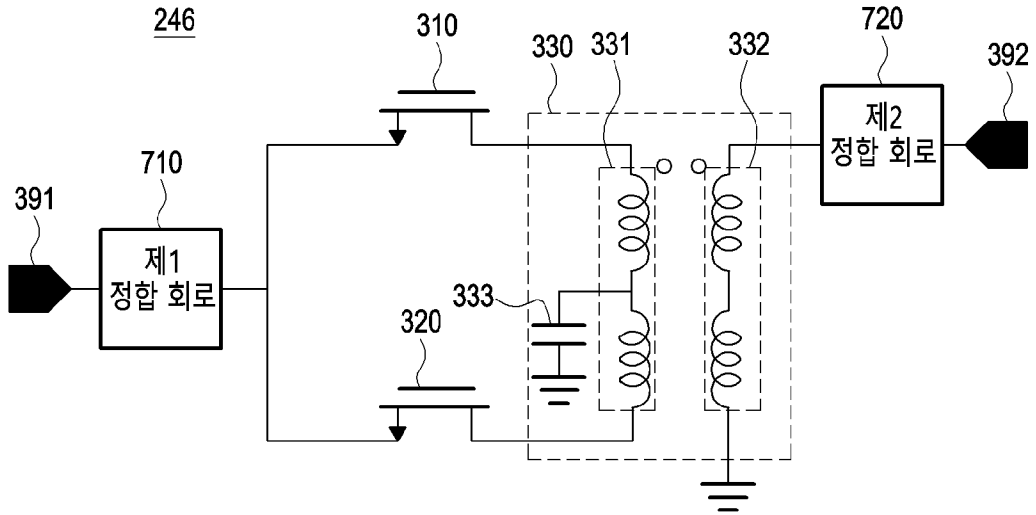
[도5]



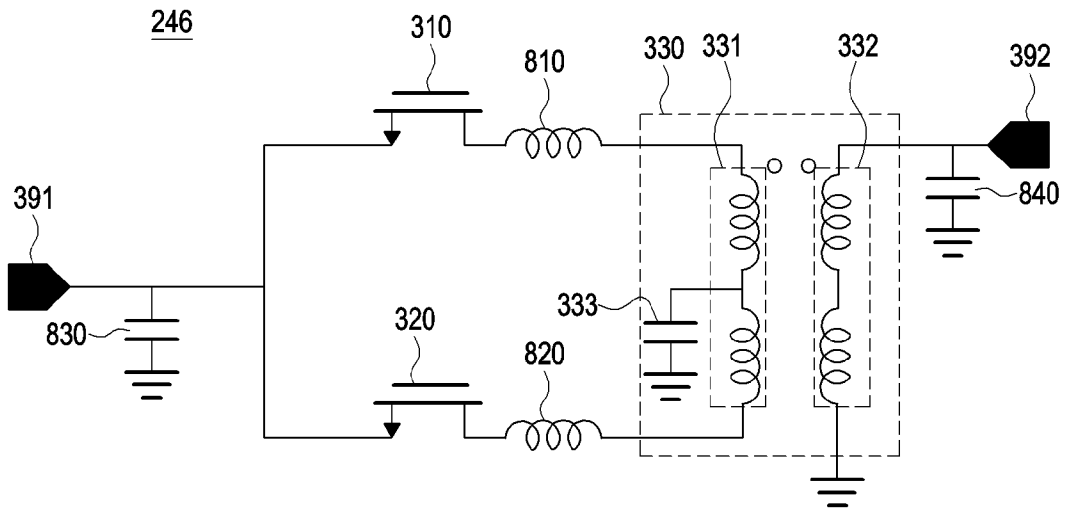
[도6]



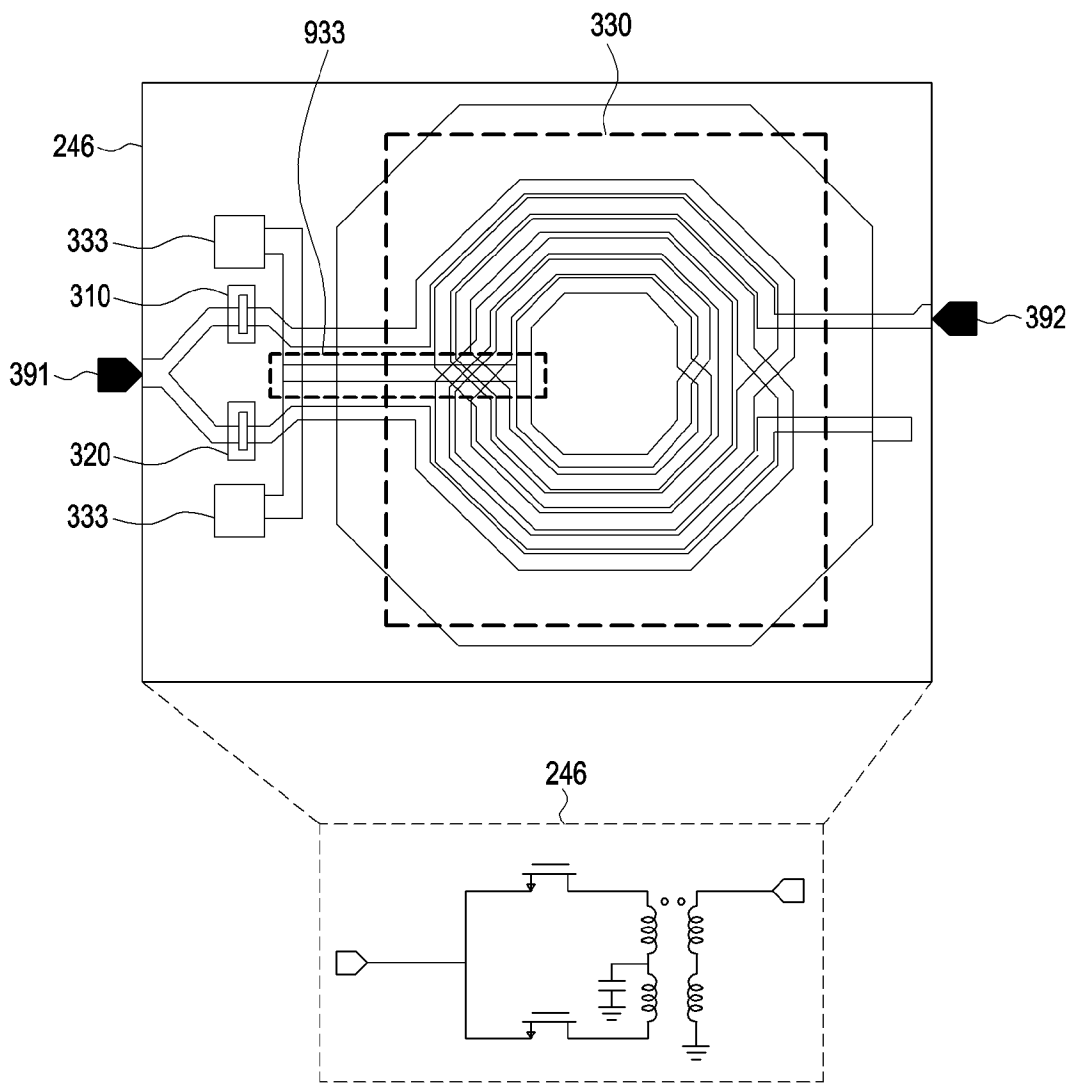
[도7]



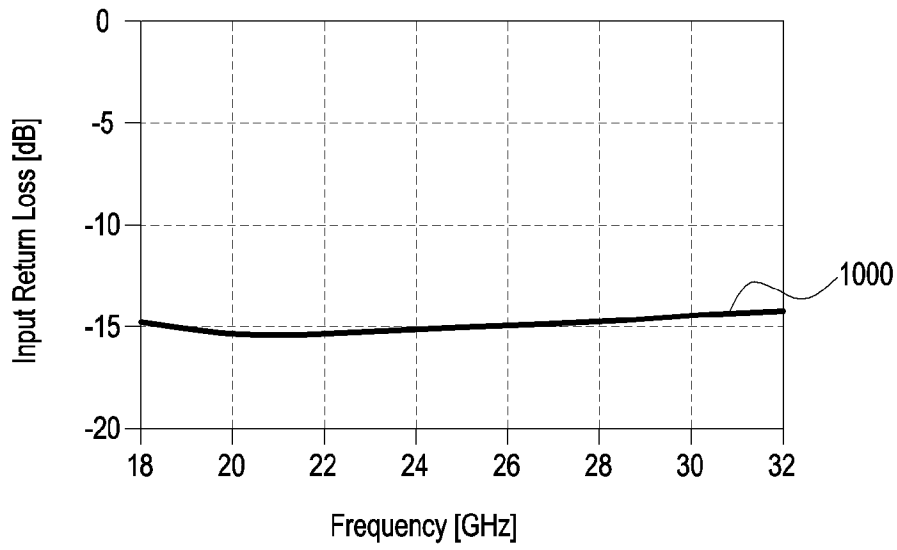
[도8]



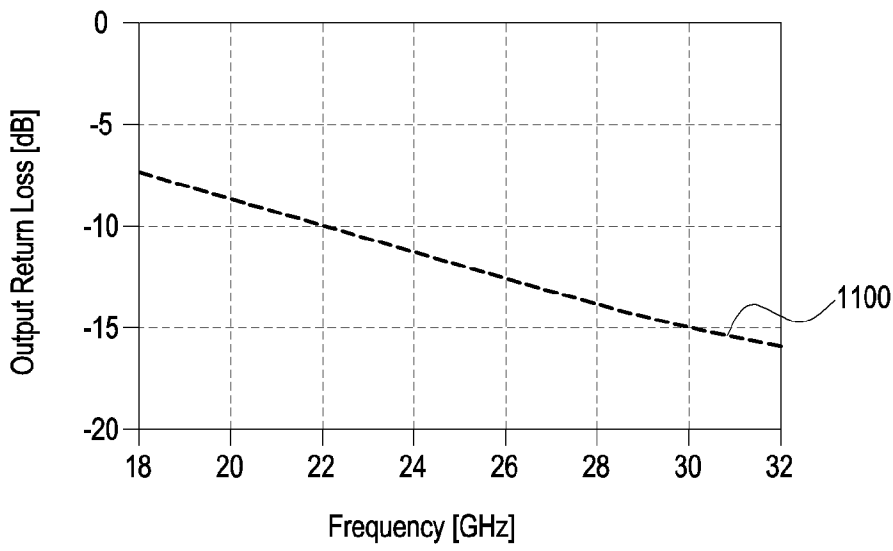
[도9]



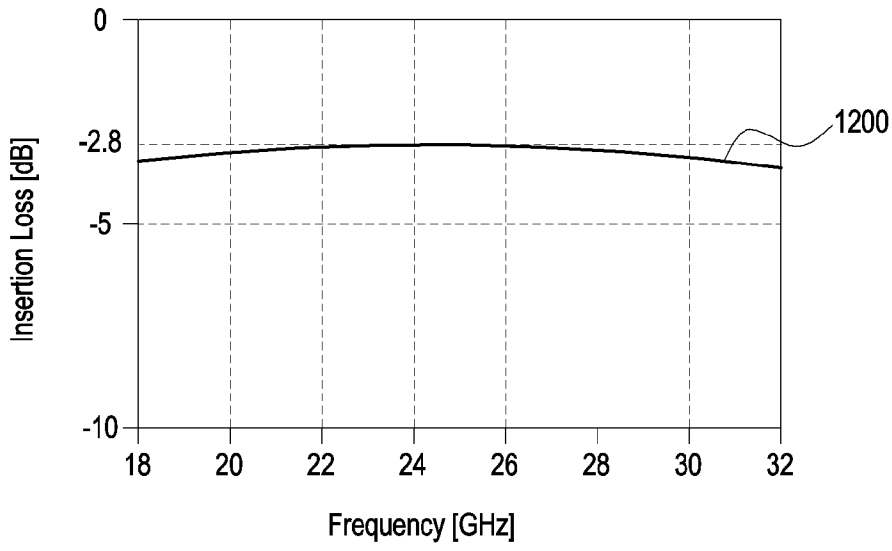
[도10]



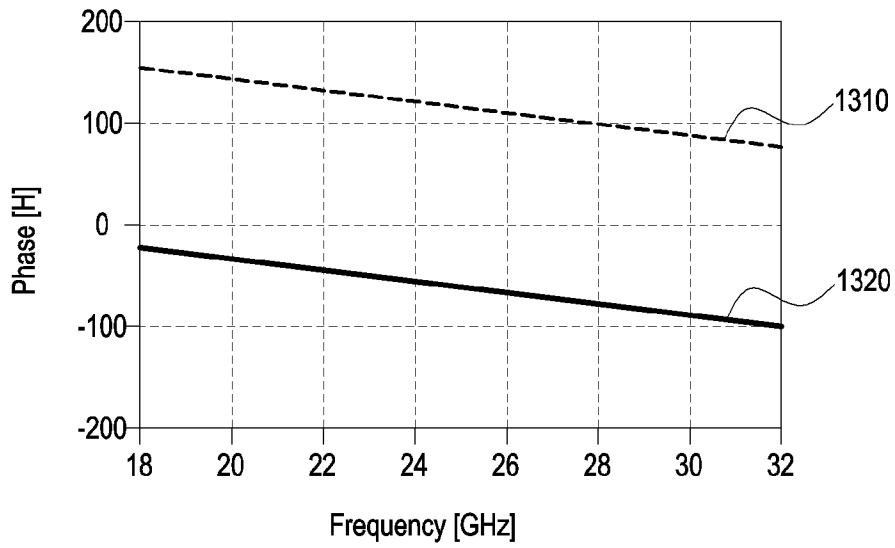
[도11]



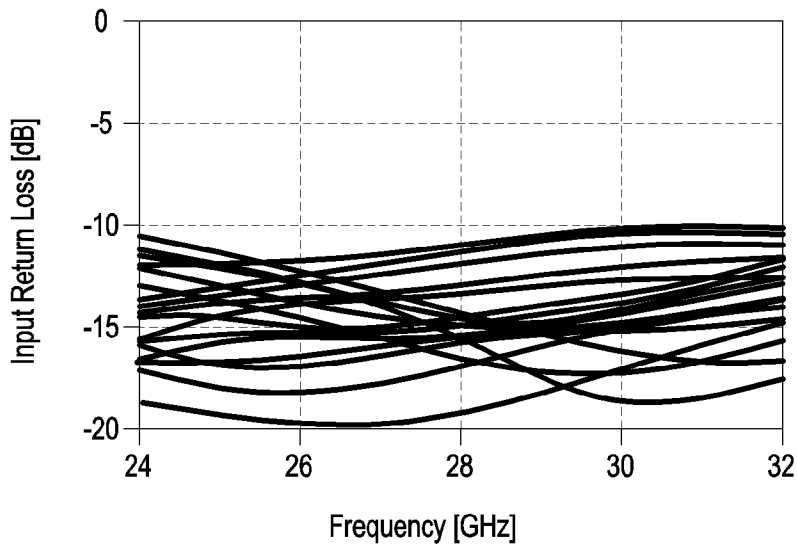
[도 12]



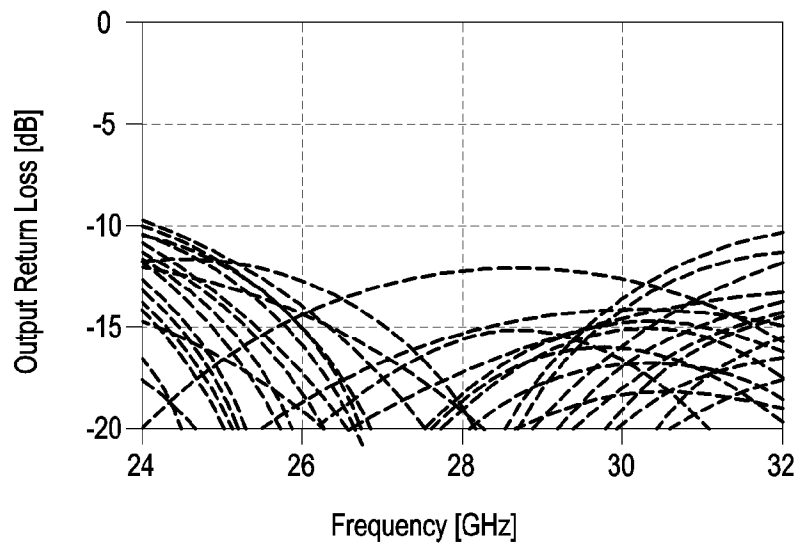
[도 13]



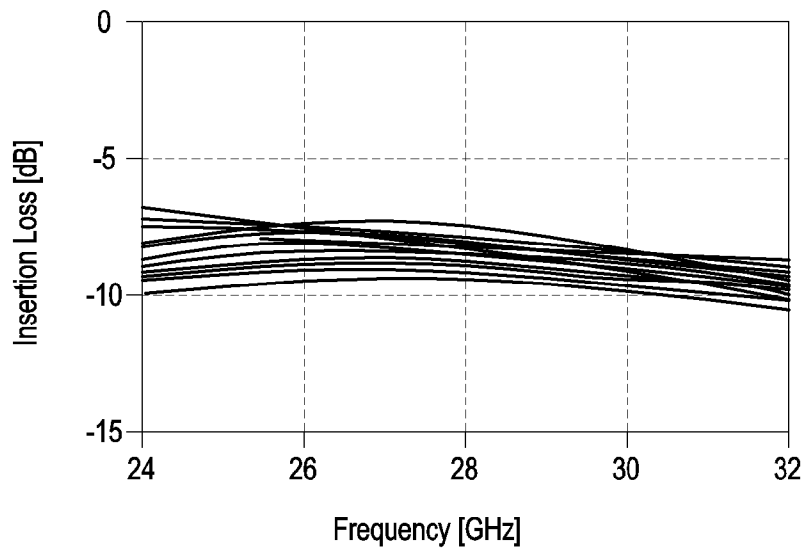
[도 14]



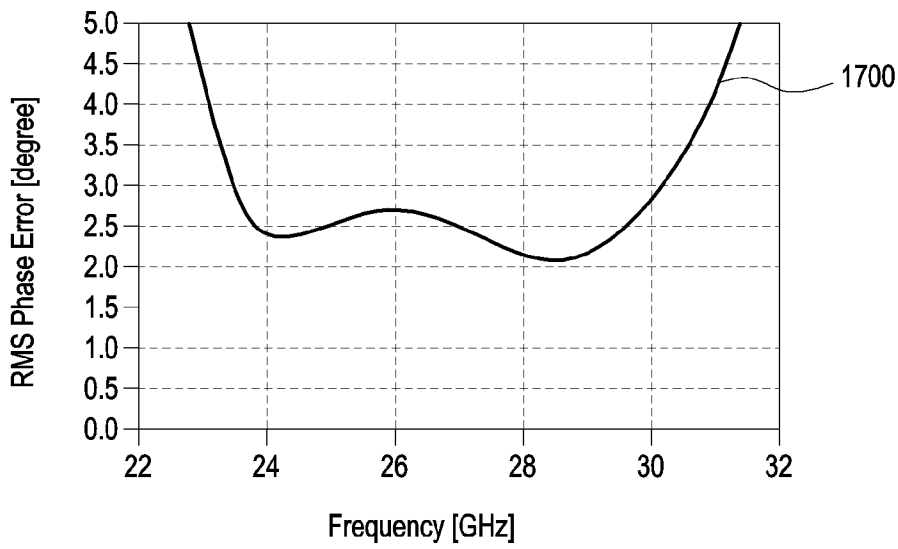
[도 15]



[도16]



[도17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2023/015261

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H03H 7/18(2006.01)i; H03H 7/38(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) H03H 7/18(2006.01); H01P 1/18(2006.01); H01P 1/185(2006.01); H03G 1/00(2006.01); H03H 11/20(2006.01); H03H 7/20(2006.01); H03H 9/66(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: phase, shift, inductor, coupling, capacitor, center tap, transformer, input, output, switch, transistor, on, off, 180 degree, antenna, splitter, combiner, RFIC(radio frequency integrated circuit)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2022-0231391 A1 (ANALOG DEVICES, INC.) 21 July 2022 (2022-07-21) See paragraphs [0022]-[0078]; and figures 1-10.	1-15
A	JP 2001-285006 A (HITACHI KOKUSAI ELECTRIC INC.) 12 October 2001 (2001-10-12) See paragraphs [0001]-[0016]; and figures 1-2.	1-15
A	US 10523167 B2 (FUJITSU LIMITED) 31 December 2019 (2019-12-31) See claims 1-26; and figures 1-15.	1-15
A	KR 10-2015-0032370 A (KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 26 March 2015 (2015-03-26) See paragraphs [0022]-[0037]; and figures 6-7.	1-15
A	KR 10-2022-0112429 A (FOUNDATION OF SOONGSIL UNIVERSITY-INDUSTRY COOPERATION) 11 August 2022 (2022-08-11) See paragraphs [0028]-[0073]; and figures 1-6.	1-15
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 18 December 2023		Date of mailing of the international search report 08 January 2024
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon 35208 Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2023/015261

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2022-0231391	A1	21 July 2022	CN	216794962	U	21 June 2022
				DE	202022100019	U1	09 April 2022

JP	2001-285006	A	12 October 2001	None			

US	10523167	B2	31 December 2019	JP	2018-078391	A	17 May 2018
				JP	6809147	B2	06 January 2021
				US	2018-0131338	A1	10 May 2018

KR	10-2015-0032370	A	26 March 2015	KR	10-1548980	B1	02 September 2015
				WO	2015-037953	A1	19 March 2015

KR	10-2022-0112429	A	11 August 2022	KR	10-2507903	B1	08 March 2023

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) H03H 7/18(2006.01)i; H03H 7/38(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) H03H 7/18(2006.01); H01P 1/18(2006.01); H01P 1/185(2006.01); H03G 1/00(2006.01); H03H 11/20(2006.01); H03H 7/20(2006.01); H03H 9/66(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: phase, shift, inductor, coupling, capacitor, center tap, transformer, input, output, switch, transistor, on, off, 180 degree, antenna, splitter, combiner, RFIC(radio frequency integrated circuit)		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	US 2022-0231391 A1 (ANALOG DEVICES, INC.) 2022.07.21 단락 [0022]-[0078]; 및 도면 1-10	1-15
A	JP 2001-285006 A (HITACHI KOKUSAI ELECTRIC INC.) 2001.10.12 단락 [0001]-[0016]; 및 도면 1-2	1-15
A	US 10523167 B2 (FUJITSU LIMITED) 2019.12.31 청구항 1-26; 및 도면 1-15	1-15
A	KR 10-2015-0032370 A (한국과학기술원) 2015.03.26 단락 [0022]-[0037]; 및 도면 6-7	1-15
A	KR 10-2022-0112429 A (충실대학교산학협력단) 2022.08.11 단락 [0028]-[0073]; 및 도면 1-6	1-15
<input type="checkbox"/> 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. <input checked="" type="checkbox"/> 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	
2023년12월18일 (18.12.2023)	2024년01월08일 (08.01.2024)	
ISA/KR의 명칭 및 우편주소	심사관	
대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578	김성훈 전화번호 +82-42-481-8710	

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
US 2022-0231391 A1	2022/07/21	CN 216794962 U DE 202022100019 U1	2022/06/21 2022/04/09
JP 2001-285006 A	2001/10/12	없음	
US 10523167 B2	2019/12/31	JP 2018-078391 A JP 6809147 B2 US 2018-0131338 A1	2018/05/17 2021/01/06 2018/05/10
KR 10-2015-0032370 A	2015/03/26	KR 10-1548980 B1 WO 2015-037953 A1	2015/09/02 2015/03/19
KR 10-2022-0112429 A	2022/08/11	KR 10-2507903 B1	2023/03/08