(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0098785
(43) 공개일자 2025년07월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 50/90 (2016.01) *H01F 38/14* (2006.01)
H01F 7/02 (2006.01) *H01Q 7/06* (2006.01)
H02J 50/10 (2016.01) *H02J 50/40* (2016.01)
H03H 7/38 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02J 50/90 (2023.08)
H01F 38/14 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0193140
(22) 출원일자 2023년12월27일
심사청구일자 2023년12월27일
(30) 우선권주장
1020230190323 2023년12월22일 대한민국(KR)

(71) 출원인
경상국립대학교산학협력단
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)
(72) 발명자
이왕상
경상남도 진주시 충의로 146, 601동 302호
안성협
서울특별시 관악구 은천로6길 10-4, 101호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
두호특허법인

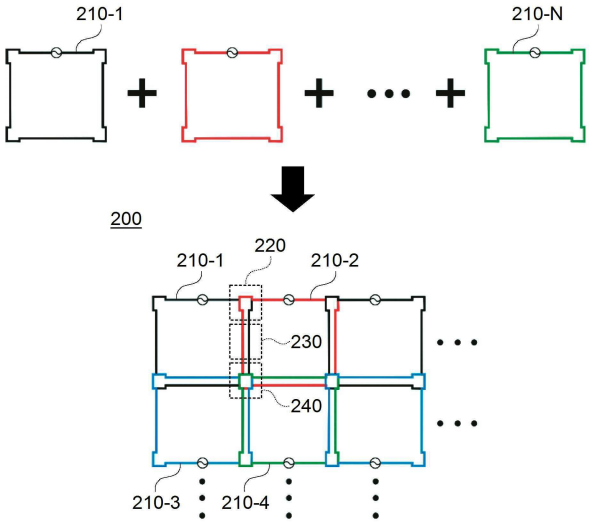
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **무선 전력 전송을 위한 안테나 및 이를 이용한 무선 전력 장치**

(57) 요 약

무선 전력 전송을 위한 안테나는, 평면에 배치된 기준 코일; 및 상기 기준 코일의 일부와 중첩 영역이 생기도록 상기 평면에 배치된 적어도 하나의 이웃 코일을 포함하고, 상기 기준 코일과 상기 적어도 하나의 이웃 코일의 배열에 의해 2차원 구조를 갖는 것을 특징으로 할 수 있다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
H01F 7/0247 (2013.01)
H01Q 7/06 (2013.01)
H02J 50/10 (2023.08)
H02J 50/402 (2023.08)
H03H 7/38 (2013.01)
(72) 발명자
김민성
부산광역시 부산진구 가야대로 450, 102동 3802호

김태현
경상남도 진주시 가호로 79, 101동 803호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711193209
과제번호 2021-0-00169-003
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 정보통신기획평가원
연구사업명 전파산업핵심기술개발사업
연구과제명 다중 무선 충전을 위한 근역 자기장 성형 기술 개발
기 여 율 1/2
과제수행기관명 한국과학기술원
연구기간 2023.01.01 ~ 2023.12.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711179296
과제번호 00156409
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 정보통신기획평가원
연구사업명 정보통신방송혁신인재양성
연구과제명 ICT혁신인재4.0 (경상국립대학교)
기 여 율 1/2
과제수행기관명 경상국립대학교 산학협력단
연구기간 2023.01.01 ~ 2023.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

평면에 배치된 기준 코일; 및

상기 기준 코일의 일부와 중첩 영역이 생기도록 상기 평면에 배치된 적어도 하나의 이웃 코일을 포함하고,

상기 기준 코일과 상기 적어도 하나의 이웃 코일의 배열에 의해 2차원 구조를 갖는 것을 특징으로 하는, 무선 전력 전송을 위한 안테나.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 이웃 코일은,

상기 기준 코일의 변에 기초하여 중첩 영역이 생기는 인접 코일; 및

상기 기준 코일의 코너에 기초하여 중첩 영역이 생기는 대각 코일 중 하나에 해당하는, 무선 전력 전송을 위한 안테나.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 기준 코일과 상기 적어도 하나의 이웃 코일 각각은 동일한 형태로 구성된 단일 코일인 것을 특징으로 하는, 무선 전력 전송을 위한 안테나.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 기준 코일과 상기 적어도 하나의 이웃 코일의 코너는,

미리 설정된 형태로 구성된 것을 특징으로 하는, 무선 전력 전송을 위한 안테나.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 미리 설정된 형태는,

상기 기준 코일과 상기 적어도 하나의 이웃 코일의 코너 간의 중첩 영역의 중심에 기초하여 대칭적인 것을 특징으로 하는, 무선 전력 전송을 위한 안테나.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 이웃 코일은,

상기 기준 코일과 상기 적어도 하나의 이웃 코일 사이의 상호 인덕턴스의 값이 최소가 되도록 배치되는 것을 특징으로 하는, 무선 전력 전송을 위한 안테나.

청구항 7

제2항에 있어서,

상기 인접 코일은,

상기 기준 코일과 상기 인접 코일 간의 간격에 따른 제1 상호 인덕턴스의 값이 미리 설정된 범위를 충족하도록 배치되는 것을 특징으로 하는, 무선 전력 전송을 위한 안테나.

청구항 8

제2항에 있어서,

상기 대각 코일은,

상기 기준 코일과 상기 대각 코일 간의 중첩 영역의 길이에 따른 제2 상호 인덕턴스의 값이 미리 설정된 범위를 충족하도록 배치되는 것을 특징으로 하는, 무선 전력 전송을 위한 안테나.

청구항 9

기준 코일과 적어도 하나의 이웃 코일 간에 중첩 영역이 생기도록 배열되어 2차원 구조를 갖는 안테나;

상기 안테나를 구성하는 복수의 코일에 대한 정합 회로;

상기 안테나의 동작 및 위상을 제어하는 제어부; 및

상기 안테나를 구성하는 상기 복수의 코일 각각에 송신 전력을 인가하는 송신부를 포함하는, 무선 전력 전송 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 적어도 하나의 이웃 코일은,

상기 기준 코일의 변에 기초하여 중첩 영역이 생기는 인접 코일; 및

상기 기준 코일의 코너에 기초하여 중첩 영역이 생기는 대각 코일 중 하나에 해당하는, 무선 전력 전송 장치.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 기준 코일과 상기 적어도 하나의 이웃 코일 각각은 동일한 형태로 구성된 단일 코일인 것을 특징으로 하는, 무선 전력 전송 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 기준 코일과 상기 적어도 하나의 이웃 코일의 코너는,

미리 설정된 형태로 구성된 것을 특징으로 하는, 무선 전력 전송 장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 미리 설정된 형태는,

상기 기준 코일과 상기 적어도 하나의 이웃 코일의 코너 간의 중첩 영역의 중심에 기초하여 대칭적인 것을 특징으로 하는, 무선 전력 전송 장치.

청구항 14

제10항에 있어서,

상기 인접 코일은,

상기 기준 코일과 상기 인접 코일 간의 간격에 따른 제1 상호 인덕턴스의 값이 미리 설정된 범위를 충족하도록 배치되는 것을 특징으로 하는, 무선 전력 전송 장치.

청구항 15

제10항에 있어서,

상기 대각 코일은,

상기 기준 코일과 상기 대각 코일 간의 중첩 영역의 길이에 따른 제2 상호 인덕턴스의 값이 미리 설정된 범위를 충족하도록 배치되는 것을 특징으로 하는, 무선 전력 전송 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 무선 전력 전송을 위한 안테나에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 무선 전력 전송 기술은 이동 단말기의 무선 충전 분야와 전기자동차의 무선 충전 분야를 중심으로 비약적으로 발전하고 있다. 특히, 높은 전송 자유도와 안전성을 위해 보다 먼 전송 거리를 확보하고 다양한 이종기기에 동시에 전력을 공급할 수 있는 기술이 개발되고 있다.

[0003] 무선 전력 전송은 전기 에너지를 전자기파 형태로 변환하여 전송선 없이 무선으로 에너지를 부하에 전달한다. 이러한 무선 전력 전송은 전송 거리에 따라 근거리 무선 전력 전송과 원거리 무선 전력 전송으로 구분되며, 현재 개발되고 있는 대부분의 무선 전력 전송 기술은 자기장을 이용한 근거리 전송 기술이다.

[0004] 근거리 무선 전력 전송은 에너지를 전송하는 방식과 전송 가능 거리에 따라 크게 두 가지로 구분된다.

[0005] 첫 번째는 코일에 유도되는 자기장을 이용하여 전력을 전달하는 자기 유도 방식이다. 자기 유도 방식은 1차 코일에 흐르는 전류에 의해 발생하는 자기장의 대부분이 2차 코일을 통과하면서 2차 코일에 유도 전류가 흘러 부하로 에너지를 공급한다.

[0006] 두 번째는 코일 사이의 공명 현상을 이용하여 에너지를 전송하는 자기 공명 방식이다. 자기 공명 방식은 1차 코일에 흐르는 전류에 의해 발생하는 자기장이 2차 코일을 통과하여 유도 전류가 생성되는 점에서 자기 유도 방식과 유사하나, 1차 코일의 공진주파수와 2차 코일의 공진주파수가 동일하게 제작되어 코일 간 공진모드 에너지 결합을 통해 에너지가 전달된다.

[0007] 무선 전력 송신에 있어서, 송수신기 간의 정렬 상태가 틀어지면, 전력 전송이 되지 않기 때문에, 다중 수신기의 정렬 상태에 둔감한 무선 전력 전송 시스템의 개발이 요구된다.

선행기술문헌

[0008] 등록 특허공보 10-2302764호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 다중 수신기의 정렬 상태에 둔감한 무선 전력 전송 시스템을 제공하고자 한다. 즉, 3차원 영역에서 자유롭게 배치된 다중 수신기에 대한 무선 전력 전송이 가능하도록 하고자 한다.

[0010] 송신 코일들 간에 높은 격리도를 갖도록 송신 코일의 구조를 설계하고, 2차원 구조로 배열함으로써, 다중으로 동시에 입력되는 송신 코일이 있더라도 상호 간섭이 적어 임피던스 부정합이 발생되지 않도록 하고자 한다.

[0011] 다중 수신 코일의 위치 및 각도 오정렬이 발생되더라도 전력 전송이 가능하도록 하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0012] 일측에 따르면, 평면에 배치된 기준 코일; 및 상기 기준 코일의 일부와 중첩 영역이 생기도록 상기 평면에 배치된 적어도 하나의 이웃 코일을 포함하고, 상기 기준 코일과 상기 적어도 하나의 이웃 코일의 배열에 의해 2차원 구조를 갖는 것을 특징으로 하는, 무선 전력 전송을 위한 안테나가 제공된다.

[0013] 일실시예에 따르면, 상기 적어도 하나의 이웃 코일은, 상기 기준 코일의 변에 기초하여 중첩 영역이 생기는 인접 코일; 및 상기 기준 코일의 코너에 기초하여 중첩 영역이 생기는 대각 코일 중 하나에 해당될 수 있다.

[0014] 일실시예에 따르면, 상기 기준 코일과 상기 적어도 하나의 이웃 코일 각각은 동일한 형태로 구성된 단일 코일일 수 있다.

[0015] 일실시예에 따르면, 상기 기준 코일과 상기 적어도 하나의 이웃 코일의 코너는, 미리 설정된 형태로 구성될 수 있다.

[0016] 일실시예에 따르면, 상기 미리 설정된 형태는, 상기 기준 코일과 상기 적어도 하나의 이웃 코일의 코너 간의 중첩 영역의 중심에 기초하여 대칭적일 수 있다.

[0017] 일실시예에 따르면, 상기 적어도 하나의 이웃 코일은, 상기 기준 코일과 상기 적어도 하나의 이웃 코일 사이의 상호 인덕턴스의 값이 최소가 되도록 배치될 수 있다.

[0018] 일실시예에 따르면, 상기 인접 코일은, 상기 기준 코일과 상기 인접 코일 간의 간격에 따른 제1 상호 인덕턴스의 값이 미리 설정된 범위를 충족하도록 배치될 수 있다.

[0019] 일실시예에 따르면, 상기 대각 코일은, 상기 기준 코일과 상기 대각 코일 간의 중첩 영역의 길이에 따른 제2 상호 인덕턴스의 값이 미리 설정된 범위를 충족하도록 배치될 수 있다.

[0020] 다른 일측에 따르면, 기준 코일과 적어도 하나의 이웃 코일 간에 중첩 영역이 생기도록 배열되어 2차원 구조를 갖는 안테나; 상기 안테나를 구성하는 복수의 코일에 대한 정합 회로; 상기 안테나의 동작 및 위상을 제어하는 제어부; 및 상기 안테나를 구성하는 상기 복수의 코일 각각에 송신 전력을 인가하는 송신부를 포함하는, 무선 전력 전송 장치가 제공된다.

[0021] 일실시예에 따르면, 상기 적어도 하나의 이웃 코일은, 상기 기준 코일의 변에 기초하여 중첩 영역이 생기는 인접 코일; 및 상기 기준 코일의 코너에 기초하여 중첩 영역이 생기는 대각 코일 중 하나에 해당될 수 있다.

[0022] 일실시예에 따르면, 상기 기준 코일과 상기 적어도 하나의 이웃 코일 각각은 동일한 형태로 구성된 단일 코일일 수 있다.

[0023] 일실시예에 따르면, 상기 기준 코일과 상기 적어도 하나의 이웃 코일의 코너는, 미리 설정된 형태로 구성될 수 있다.

[0024] 일실시예에 따르면, 상기 미리 설정된 형태는, 상기 기준 코일과 상기 적어도 하나의 이웃 코일의 코너 간의 중첩 영역의 중심에 기초하여 대칭적일 수 있다.

[0025] 일실시예에 따르면, 상기 인접 코일은, 상기 기준 코일과 상기 인접 코일 간의 간격에 따른 제1 상호 인덕턴스의 값이 미리 설정된 범위를 충족하도록 배치될 수 있다.

[0026] 일실시예에 따르면, 상기 대각 코일은, 상기 기준 코일과 상기 대각 코일 간의 중첩 영역의 길이에 따른 제2 상호 인덕턴스의 값이 미리 설정된 범위를 충족하도록 배치될 수 있다.

발명의 효과

[0027] 다중 수신기의 정렬 상태에 둔감한 무선 전력 전송 시스템을 제공할 수 있다. 3차원 영역에서 자유롭게 배치된 다중 수신기에 대한 무선 전력 전송이 가능하도록 할 수 있다.

[0028] 송신 코일들 간에 높은 격리도를 갖도록 송신 코일의 구조를 설계하고, 2차원 구조로 배열함으로써, 다중으로 동시에 입력되는 송신 코일이 있더라도 상호 간섭이 적어 임피던스 부정합이 발생되지 않도록 할 수 있다.

[0029] 다중 수신 코일의 위치 및 각도 오정렬이 발생되더라도 전력 전송이 가능하도록 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0030] 본 개시는, 다음의 자세한 설명과 그에 수반되는 도면들의 결합으로 쉽게 이해될 수 있으며, 참조 번호(reference numerals)들은 구조적 구성요소(structural elements)를 의미한다.

도 1은 일실시예에 따라, 무선 전력 전송 장치의 구성을 도시한 블록도이다.

도 2는 일실시예에 따라, 무선 전력 전송을 위한 안테나를 설명하기 위한 도면이다.

도 3a은 일실시예에 따라, 안테나를 구성하는 기준 코일과 인접 코일 간의 배치를 설명하기 위한 도면이다.

도 3b는 일실시예에 따라, 안테나를 구성하는 기준 코일과 인접 코일 간의 상호 인덕턴스를 나타내는 그래프이다.

도 4a는 일실시예에 따라, 안테나를 구성하는 기준 코일과 대각 코일 간의 배치를 설명하기 위한 도면이다.

도 4b는 일실시예에 따라, 안테나를 구성하는 기준 코일과 대각 코일 간의 상호 인덕턴스를 나타내는 그래프이다.

도 5a 및 도 5b는 일실시예에 따라, 안테나를 구성하는 코일의 반사계수 및 격리도를 나타내는 그래프이다.

도 6a 및 도 6b는 일실시예에 따라, 코일의 코너 구조가 비확장형인 경우의 전송 효율을 설명하기 위한 도면이다.

도 7a 및 도 7b는 일실시예에 따라, 코일의 코너 구조가 확장형인 경우의 전송 효율을 설명하기 위한 도면이다.

도 8a 및 도 8b는 다른 일실시예에 따라, 코일의 코너 구조가 확장형인 경우의 전송 효율을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 이하에서는 도면을 참조하여 다양한 실시예들을 상세히 설명한다. 이하에서 설명되는 실시예들은 여러 가지 상이한 형태로 변형되어 실시될 수도 있다. 실시예들의 특징을 보다 명확히 설명하기 위하여 이하의 실시예들이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 널리 알려져 있는 사항들에 관해서 자세한 설명은 생략한다.

[0032] 한편, 본 명세서에서 어떤 구성이 다른 구성과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 '직접적으로 연결'되어 있는 경우뿐 아니라, '그 중간에 다른 구성을 사이에 두고 연결'되어 있는 경우도 포함한다. 또한, 어떤 구성이 다른 구성을 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한, 그 외 다른 구성을 제외하는 것이 아니라 다른 구성을 더 포함할 수도 있다는 것을 의미한다.

[0033] 또한, 본 명세서에서 사용되는 '제 1' 또는 '제 2' 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용할 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0034] 이하에서는, 전술한 본 발명의 구체적인 실시예를 도 1 내지 도 8을 참조하여 설명한다.

[0035] 도 1은 일실시예에 따라, 무선 전력 전송 장치의 구성을 도시한 블록도이다.

[0036] 도 1을 참고하면, 무선 전력 전송 장치(100)는 안테나(110), 정합회로(120), 제어부(130), 송신부(140)를 포함할 수 있다. 안테나(110)는 복수의 코일들을 포함할 수 있다. 코일은, 사각형, 원형 등 다양한 모형으로 구성될 수 있다. 복수의 코일들은 2차원 구조를 갖도록 배치될 수 있다.

[0037] 정합회로(120)는 각 코일에 배치되어 송신부(140)의 임피던스를 각 코일과 정합시킬 수 있다. 예를 들면, 송신부(140)의 임피던스는 정합회로(102)에 의해 코일 1(101)과 정합될 수 있다.

[0038] 송신부(140)는 각 코일에 의해 송신 전력을 인가하고 위상 제어를 수행할 수 있다. 제어부(130)는 송신 전력 및 위상을 조절하면서 송신부의 동작을 제어할 수 있다. 제어부(130)는 복수의 서브 제어부를 포함할 수 있으며, 각 서브 제어부는 미리 설정된 코일들의 배열에 대한 위상 제어 및 전원 제어를 수행할 수 있다. 예를 들면, 제어부 A(103)는 코일 N개의 배열에 대한 위상 제어 및 전원 제어를 수행할 수 있다.

[0039] 도 2는 일실시예에 따라, 무선 전력 전송을 위한 안테나를 설명하기 위한 도면이다.

[0040] 안테나(200)는 복수의 코일들(210-1, 210-2, 210-3, 210-4, ..., 210-N)을 포함할 수 있다. 복수의 코일들(210-1, 210-2, 210-3, 210-4, ..., 210-N) 각각은 이웃한 코일의 일부와 중첩 영역이 생기도록 배치될 수 있다. 복수의 코일들(210-1, 210-2, 210-3, 210-4, ..., 210-N) 각각은 전류를 공급하는 전원을 포함할 수 있다.

[0041] 복수의 코일들이 배치된 안테나(200)에서 수신 코일이 1개일 때와 복수 개일 때를 비교하면, 수신 코일이 복수 개일 때에는 복수의 송신 코일과 복수의 수신 코일 간에 정렬이 이루어지지 않은 경우에 전송 효율이 급감할 수 있기 때문에, 도 2에 도시된 바와 같이, 송신 코일들 간에 고격리도를 갖도록 배치하는 것이 필요하다. 즉, 송

신 코일들 간에 상호 간섭을 송신 코일의 구조 및 배치를 통해 개선함으로써, 송신 코일들 간의 고격리도를 확보할 수 있다.

[0042] 도 2를 참고하면, 복수의 코일들(210-1, 210-2, 210-3, 210-4, ..., 210-N) 중 하나의 코일을 기준 코일(210-1)이라고 지칭하면, 기준 코일(210-1)의 주변은 이웃 코일(210-2, 210-3, 210-4)로 지칭될 수 있다. 예를 들면, 이웃 코일(210-2, 210-3, 210-4)은, 기준 코일(210-1)의 변에 기초하여 중첩 영역이 생기는 인접 코일(210-2, 210-3)과 기준 코너(210-1)의 코너에 기초하여 중첩 영역이 생기는 대각 코일(210-4)로 분류될 수 있다.

[0043] 복수의 코일들(210-1, 210-2, 210-3, 210-4, ..., 210-N) 각각은, 동일한 형태로 구성된 단일 코일일 수 있다. 예를 들면, 단일 코일의 형태는 다각형으로 구성될 수 있고, 다각형의 코너 부분도 다각형으로 구성될 수 있다. 구체적으로, 단일 코일의 코너 형태는, 사각형으로 될 수 있다.

[0044] 또한, 복수의 코일들(210-1, 210-2, 210-3, 210-4, ..., 210-N)은 코일들 간에 일부 영역이 중첩되어 2차원 구조로 배치될 수 있다. 구체적으로, 기준 코일(210-1)과 인접 코일(210-2) 간의 중첩 영역은 영역(220, 230, 240)일 수 있다. 또한, 기준 코일(210-1)과 대각 코일(210-4) 간의 중첩 영역은 영역(240)일 수 있다.

[0045] 인접 코일에 대한 내용은 도 3a 및 도 3b에서 설명하고, 대각 코일에 대한 내용은 도 4a 및 도 4b에서 설명한다. 예를 들면, 기준 코일과 이웃 코일 각각은 동일한 형태로 구성된 단일 코일일 수 있다.

[0046] 도 2와 같이, 복수의 코일들이 배치된 안테나(200)는, 수신 코일이 복수 개 배치되더라도, 복수의 수신 코일로 동시에 높은 효율의 무선 전력을 공급할 수 있다.

[0047] 도 3a은 일실시예에 따라, 안테나를 구성하는 기준 코일과 인접 코일 간의 배치를 설명하기 위한 도면이다.

[0048] 도 3a를 참고하면, 인접 코일(320)은 기준 코일(310)의 변에 기초하여 중첩 영역이 생길 수 있다. 여기서, 중첩 영역은 코너 영역과 변 영역이 포함될 수 있다. 예를 들면, 기준 코일(310)의 변은 20개이고, 전류는 반시계 방향으로 흐를 수 있다. 인접 코일(320)의 변은 20개이고, 전류도 반시계 방향으로 흐를 수 있다. 이 경우, 기준 코일(310)과 인접 코일(320) 간의 상호 인덕턴스는 수학식 1에 의해 계산될 수 있다.

[0049] [수학식 1]

$$M_{ab} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int_0^{l_a} \int_{(\frac{l_a - l_b}{2})}^{l_b - (\frac{l_a - l_b}{2})} \frac{dl_a \cdot dl_b}{R_{ab}}$$

[0050]

[0051] 여기서, a는 기준 코일(310)에 해당되고, b는 인접 코일(320)에 해당된다. l_a는 기준 코일(310)의 변의 길이를 나타내고, l_b는 인접 코일(320)의 변의 길이를 나타낸다. 기준 코일(310)의 소정 변과 인접 코일(320)의 소정 변 간에 서로 수직 관계인 경우에 상호 인덕턴스는 0이 된다. 또한, 기준 코일(310)의 소정 변과 인접 코일(320)의 소정 변 간의 전류 방향이 같을 경우에 상호 인덕턴스는 양의 부호를 갖고, 기준 코일(310)의 소정 변과 인접 코일(320)의 소정 변 간의 전류 방향이 다를 경우에 상호 인덕턴스는 음의 부호를 갖는다.

[0052] 기준 코일(310)과 인접 코일(320) 간의 전체 상호 인덕턴스는 수학식 2와 같이 표현될 수 있다.

[0053] [수학식 2]

$$M_{Side} = \begin{bmatrix} (M_{n1} + M_{n3} - M_{n5} + M_{n7} - M_{n9} - M_{n11} - M_{n13} + M_{n15} - M_{n17} + M_{n19}) \\ -(M_{m1} + M_{m3} - M_{m5} + M_{m7} - M_{m9} - M_{m11} - M_{m13} + M_{m15} - M_{m17} + M_{m19}) \\ +(M_{o2} - M_{o4} - M_{o6} - M_{o8} + M_{o10} - M_{o12} + M_{o14} + M_{o16} + M_{o18} - M_{o20}) \\ -(M_{p2} - M_{p4} - M_{p6} - M_{p8} + M_{p10} - M_{p12} + M_{p14} + M_{p16} + M_{p18} - M_{p20}) \end{bmatrix}$$

[0054]

[0055] 여기서, n, m, o, p의 값은 다음과 같다. n: 1, 3, 7, 15, 19; m: 5, 9, 11, 13, 17 ; o: 2, 10, 14, 16, 18 ; p: 4, 6, 8, 12, 20

[0056] 도 3b는 일실시예에 따라, 안테나를 구성하는 기준 코일(310)과 인접 코일(320) 간의 상호 인덕턴스를 나타내는

그래프이다.

[0057] 도 3b를 참고하면, 기준 코일(310)과 인접 코일(320) 간의 거리가 18㎜일 때, 상호 인덕턴스가 0에 근접하게 수렴할 수 있다.

[0058] 도 4a는 일실시예에 따라, 안테나를 구성하는 기준 코일과 대각 코일 간의 배치를 설명하기 위한 도면이다.

[0059] 도 4a를 참고하면, 대각 코일(410)은 기준 코일(310)의 코너에 기초하여 중첩 영역이 생길 수 있다. 여기서, 중첩 영역은 코너 영역이 될 수 있다. 기준 코일(310)의 변은 20개이고, 전류는 반시계 방향으로 흐를 수 있다. 예를 들면, 대각 코일(410)의 변은 20개이고, 전류도 반시계 방향으로 흐를 수 있다. 이 경우, 기준 코일(310)과 대각 코일(410) 간의 상호 인덕턴스는 수학식 3에 의해 계산될 수 있다.

[0060] [수학식 3]

$$M_{ac} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int_0^{l_a} \int_{(\frac{l_a - l_c}{2})}^{l_c - (\frac{l_a - l_c}{2})} \frac{dl_a \cdot dl_c}{R_{ac}}$$

[0061]

[0062] 여기서, a는 기준 코일(310)에 해당되고, c는 대각 코일(410)에 해당된다. l_a는 기준 코일(310)의 변의 길이를 나타내고, l_c는 대각 코일(410)의 변의 길이를 나타낸다. 기준 코일(310)의 소정 변과 대각 코일(410)의 소정 변 간에 서로 수직 관계인 경우에 상호 인덕턴스는 0이 된다. 또한, 기준 코일(310)의 소정 변과 대각 코일(410)의 소정 변 간의 전류 방향이 같을 경우에 상호 인덕턴스는 양의 부호를 갖고, 기준 코일(310)의 소정 변과 대각 코일(410)의 소정 변 간의 전류 방향이 다를 경우에 상호 인덕턴스는 음의 부호를 갖는다.

[0063] 기준 코일(310)과 대각 코일(410) 간의 전체 상호 인덕턴스는 수학식 4와 같이 표현될 수 있다.

[0064] [수학식 4]

$$M_{Cross} = \begin{bmatrix} (M_{n1} + M_{n3} - M_{n5} + M_{n7} - M_{n9} - M_{n11} - M_{n13} + M_{n15} - M_{n17} + M_{n19}) \\ -(M_{m1} + M_{m3} - M_{m5} + M_{m7} - M_{m9} - M_{m11} - M_{m13} + M_{m15} - M_{m17} + M_{m19}) \\ +(M_{o2} - M_{o4} - M_{o6} - M_{o8} + M_{o10} - M_{o12} + M_{o14} + M_{o16} + M_{o18} - M_{o20}) \\ -(M_{p2} - M_{p4} - M_{p6} - M_{p8} + M_{p10} - M_{p12} + M_{p14} + M_{p16} + M_{p18} - M_{p20}) \end{bmatrix}$$

[0065]

[0066] 여기서, n, m, o, p의 값은 다음과 같다. n: 1, 3, 7, 15, 19; m: 5, 9, 11, 13, 17 ; o: 2, 10, 14, 16, 18 ; p: 4, 6, 8, 12, 20

[0067] 도 4b는 일실시예에 따라, 안테나를 구성하는 기준 코일(310)과 대각 코일(410) 간의 상호 인덕턴스를 나타내는 그래프이다.

[0068] 도 4b를 참고하면, 대각 코일(410)의 코너의 길이가 26㎜일 때, 상호 인덕턴스가 0에 근접하게 수렴할 수 있다.

[0069] 도 5a 및 도 5b는 일실시예에 따라, 안테나를 구성하는 코일의 반사계수 및 격리도를 나타내는 그래프이다.

[0070] 도 5a의 그래프는 안테나의 코일(송신 코일)과 수신 코일의 반사계수를 나타낸다. 각 코일의 반사 계수는 -15dB이하일 수 있다. 도 5b의 그래프는 각 코일 간의 격리도를 나타낸다. 각 코일 간의 격리도는 - 15dB이하일 수 있다.

[0071] 도 6a 및 도 6b는 일실시예에 따라, 코일의 코너 구조가 비확장형인 경우의 전송 효율을 설명하기 위한 도면이다.

[0072] 도 6a의 이미지(610)을 참고하면, 안테나는 코너 구조가 비확장형인 코일들이 배열된 것일 수 있다. 안테나의 서로 인접한 송신 코일(611, 612) 상에 2차원 구조의 수신 코일(613, 614)이 위치할 수 있다.

[0073] 도 6a의 이미지(620)를 참고하면, 수신 코일 1개가 안테나의 코일(송신 코일)에 위치한 경우에, 송신 코일에서 수신 코일로 전력을 공급할 때의 전송 효율은 -1.43dB를 나타내고, 수신 코일 2개가 송신 코일에 위치한 경우에 송신 코일에서 수신 코일로 전력을 공급할 때의 전송 효율은 -22.53dB를 나타낸다. 즉, 무선 전력을 공급받을 수 있는 수신 코일이 증가될수록, 송신 코일 간의 간섭으로 인해 정합이 이루어지지 않게 되고, 전송 효율은 감

소될 수 있다.

[0074] 또한, 도 6b의 이미지(630)을 참고하면, 안테나는 코너 구조가 비확장형인 코일들이 배열된 것일 수 있다. 안테나의 서로 대각 위치인 송신 코일(611, 631) 상에 2차원 구조의 수신 코일(613, 631)이 위치할 수 있다.

[0075] 도 6b의 이미지(640)를 참고하면, 수신 코일 1개가 안테나의 코일(송신 코일)에 위치한 경우에, 송신 코일에서 수신 코일로 전력을 공급할 때의 전송 효율은 -1.38dB를 나타내고, 수신 코일 2개가 송신 코일에 위치한 경우에 송신 코일에서 수신 코일로 전력을 공급할 때의 전송 효율은 -5.95dB를 나타낸다. 즉, 무선 전력을 공급받을 수 있는 수신 코일이 증가될수록, 송신 코일 간의 간섭으로 인해 정합이 이루어지지 않게 되고, 전송 효율은 감소될 수 있다.

[0076] 도 7a 및 도 7b는 일실시예에 따라, 코일의 코너 구조가 확장형인 경우의 전송 효율을 설명하기 위한 도면이다.

[0077] 도 7a 이미지(710)을 참고하면, 안테나는 코너 구조가 확장형인 코일들이 배열된 것일 수 있다. 안테나의 서로 인접한 송신 코일(711, 712) 상에 2차원 구조의 수신 코일(713, 714)이 위치할 수 있다. 예를 들면, 확장형의 형태는 사각형의 형태일 수 있다.

[0078] 도 7a의 이미지(720)를 참고하면, 수신 코일 1개가 안테나의 코일(송신 코일)에 위치한 경우에, 송신 코일에서 수신 코일로 전력을 공급할 때의 전송 효율은 -1.42dB를 나타내고, 수신 코일 2개가 송신 코일에 위치한 경우에 송신 코일에서 수신 코일로 전력을 공급할 때의 전송 효율은 -1.55dB를 나타낸다. 즉, 송신 코일의 코너 구조가 확장형이고, 송신 코일들 간에 일부가 중첩 영역이 생기도록 송신 코일들이 배치된다면, 수신 코일의 개수 또는 위치와 관계없이 높은 격리도가 확보되고, 전송 효율도 개선될 수 있다.

[0079] 또한, 도 7b 이미지(730)을 참고하면, 안테나는 코너 구조가 확장형인 코일들이 배열된 것일 수 있다. 안테나의 서로 대각 위치인 송신 코일(711, 731) 상에 2차원 구조의 수신 코일(713, 733)이 위치할 수 있다.

[0080] 도 7b의 이미지(740)를 참고하면, 수신 코일 1개가 안테나의 코일(송신 코일)에 위치한 경우에, 송신 코일에서 수신 코일로 전력을 공급할 때의 전송 효율은 -1.34dB를 나타내고, 수신 코일 2개가 송신 코일에 위치한 경우에 송신 코일에서 수신 코일로 전력을 공급할 때의 전송 효율은 -1.48dB를 나타낸다. 즉, 송신 코일의 코너 구조가 확장형이고, 코너 영역 중첩되도록 송신 코일들이 배치된다면, 수신 코일의 개수 또는 위치와 관계없이 높은 격리도가 확보되고, 전송 효율도 개선될 수 있다.

[0081] 도 8a 및 도 8b는 다른 일실시예에 따라, 코일의 코너 구조가 확장형인 경우의 전송 효율을 설명하기 위한 도면이다.

[0082] 도 8a의 이미지(810)에 도시된 안테나는 도 6a의 이미지(610)에 도시된 안테나와 동일할 수 있다. 안테나의 송신 코일로부터 전력을 공급 받는 수신 코일이 3차원 구조일 수 있다. 도 8a의 그래프(820)을 참고하면, 안테나의 구조로 인해, 수신 코일이 증가될수록, 송신 코일 간의 간섭으로 인해 정합이 이루어지지 않게 되고, 전송 효율은 감소될 수 있다.

[0083] 반면에, 도 8b의 이미지(830)에 도시된 안테나는 도 7a의 이미지(710) 및 도 7b의 이미지(720)에 도시된 안테나와 동일할 수 있다. 마찬가지로, 안테나의 송신 코일로부터 전력을 공급 받는 수신 코일이 3차원 구조일 수 있다. 도 8b의 그래프(840)을 참고하면, 송신 코일의 코너 구조가 확장형이고, 송신 코일들 간에 일부가 중첩 영역이 생기도록 송신 코일들이 배치된 안테나의 구조로 인해, 수신 코일이 증가되더라도, 송신 코일 간의 간섭이 적고, 높은 격리도로 인해 정합이 이루어지게 되고, 높은 전송 효율도 나타낼 수 있다.

[0084] 도 7a, 도 7b 및 도 8b를 참고하면, 코너 구조가 확장형으로 구성된 송신 코일들이 중첩되어 2차원 구조로 구성된 안테나는, 송신 코일들 간에 높은 격리도를 갖으며, 다중의 수신 코일이 배치되더라도 전송 효율이 감소되지 않고, 전력을 전송할 수 있다.

[0085] 본 개시에서 설명된 무선 전력 전송 장치(100)는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 또한, 본 개시는, 무선 전력 전송 장치(100)의 동작 방법을 수행할 수 있도록 컴퓨터 판독가능 저장매체에 저장된 컴퓨터 프로그램 형태로 제공될 수 있다. 또한, 본 개시는, 컴퓨터에서 실행될 수 있는 프로그램으로 작성가능하고, 컴퓨터 판독 가능 저장매체를 이용하여 이와 같은 프로그램을 동작시키는 범용 디지털 컴퓨터에서 구현될 수 있다.

[0086] 이와 같은 컴퓨터 판독 가능 저장매체는 read-only memory (ROM), random-access memory (RAM), flash memory, CD-ROMs, CD-Rs, CD+Rs, CD-RWs, CD+RWs, DVD-ROMs, DVD-Rs, DVD+Rs, DVD-RWs, DVD+RWs, DVD-RAMs, BD-ROMs,

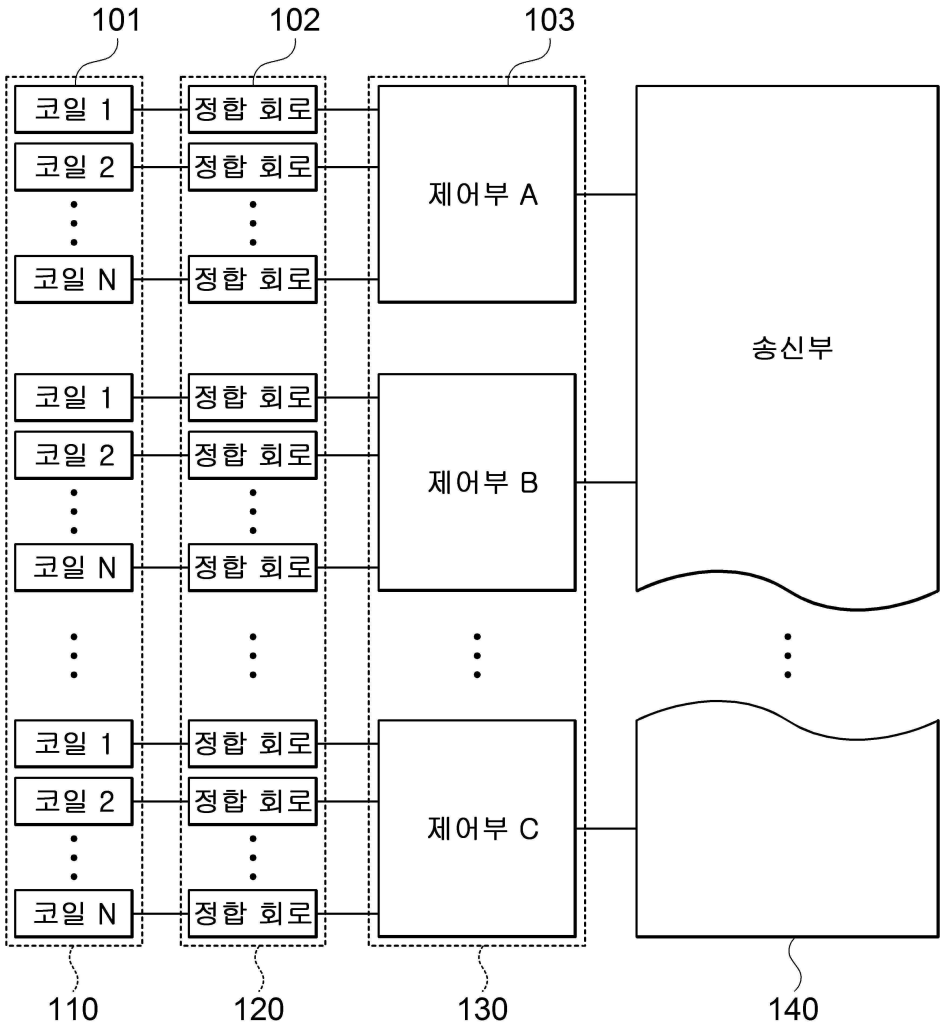
BD-Rs, BD-R LTHs, BD-REs, 마그네틱 테이프, 플로피 디스크, 광자기 데이터 저장 장치, 광학 데이터 저장 장치, 하드 디스크, 솔리드-스테이트 디스크(SSD)일 수 있고, 명령어 또는 소프트웨어, 관련 데이터, 데이터 파일, 및 데이터 구조들을 저장할 수 있고, 프로세서나 컴퓨터가 명령어를 실행할 수 있도록 프로세서나 컴퓨터에 명령어 또는 소프트웨어, 관련 데이터, 데이터 파일, 및 데이터 구조들을 제공할 수 있는 어떠한 장치라도 될 수 있다.

[0087] 이상에서 실시예들에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속한다.

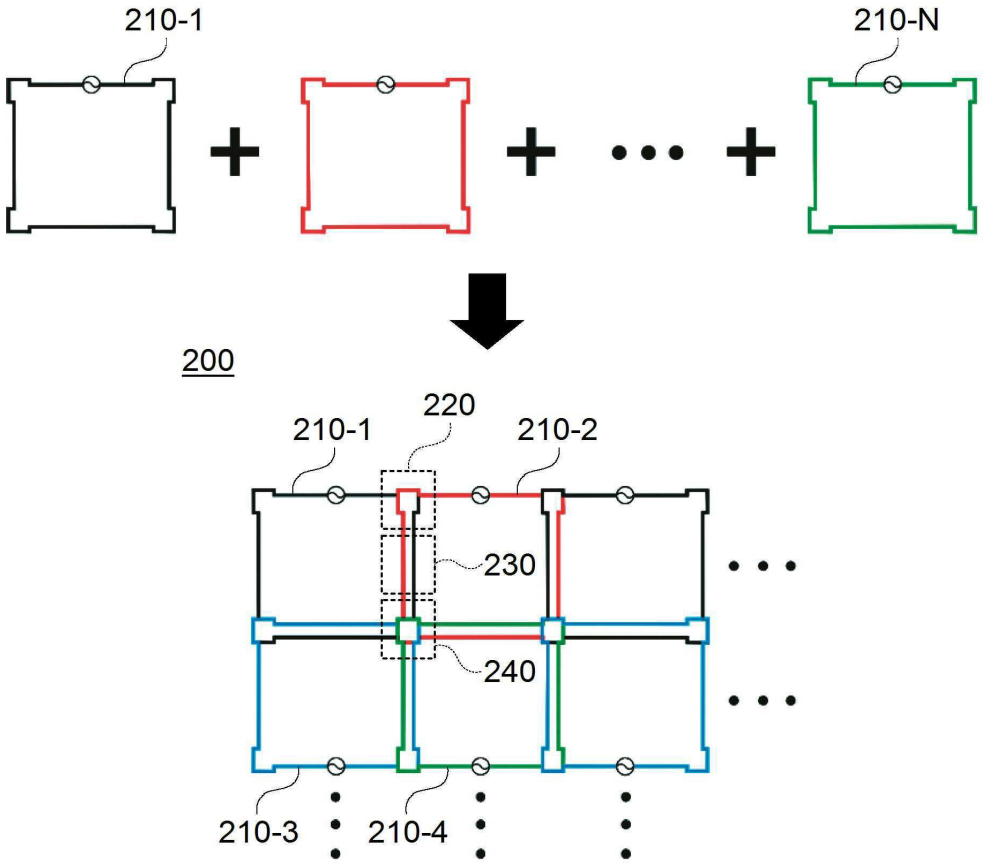
도면

도면1

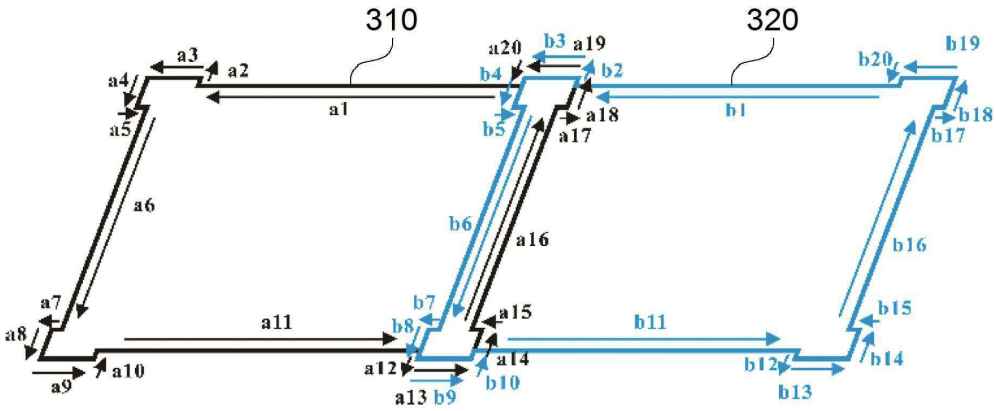
100



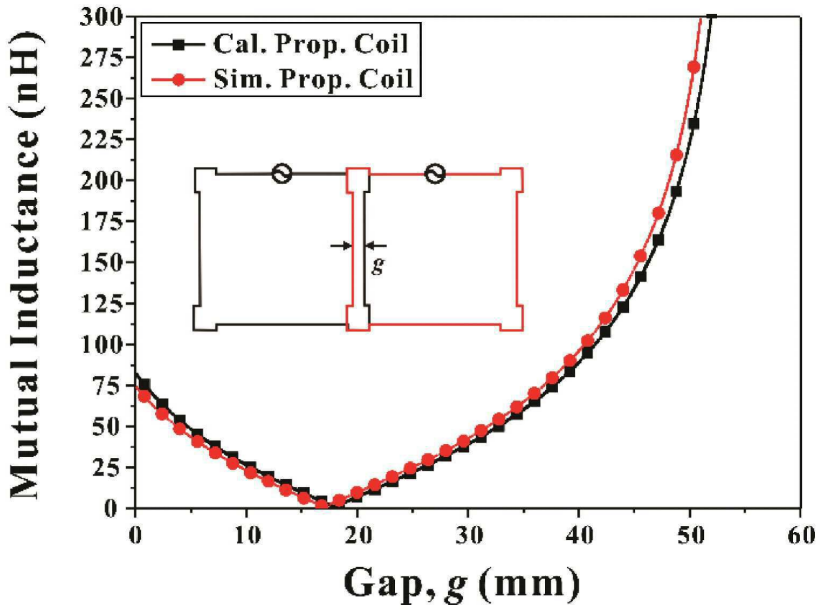
도면2


210-1
210-N
200
220
210-1
210-2
230
240
210-3
210-4

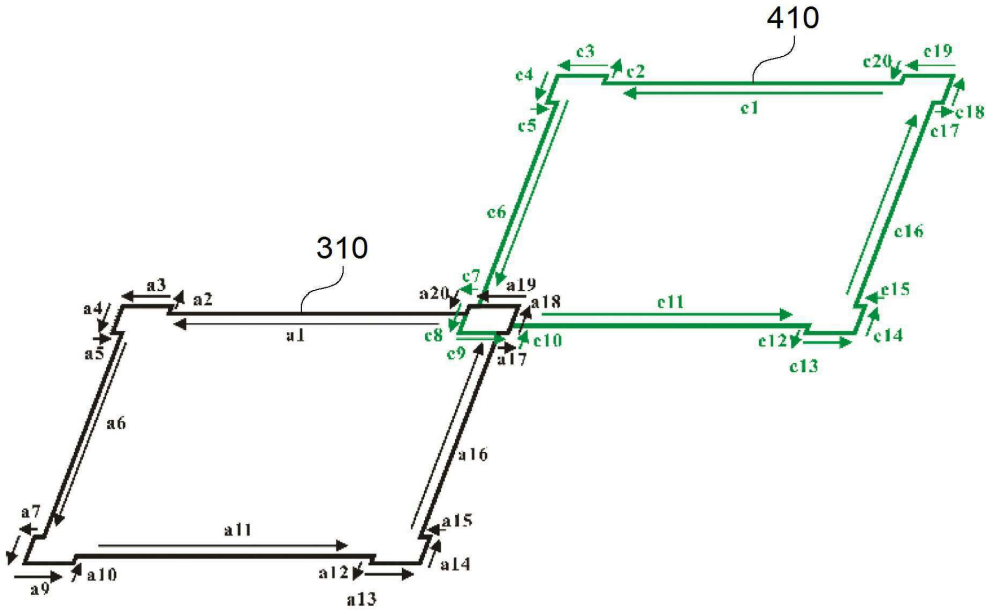
도면3a


310
320
a1
a2
a3
a4
a5
a6
a7
a8
a9
a10
a11
a12
a13
a14
a15
a16
a17
a18
a19
a20
b1
b2
b3
b4
b5
b6
b7
b8
b9
b10
b11
b12
b13
b14
b15
b16
b17
b18
b19
b20

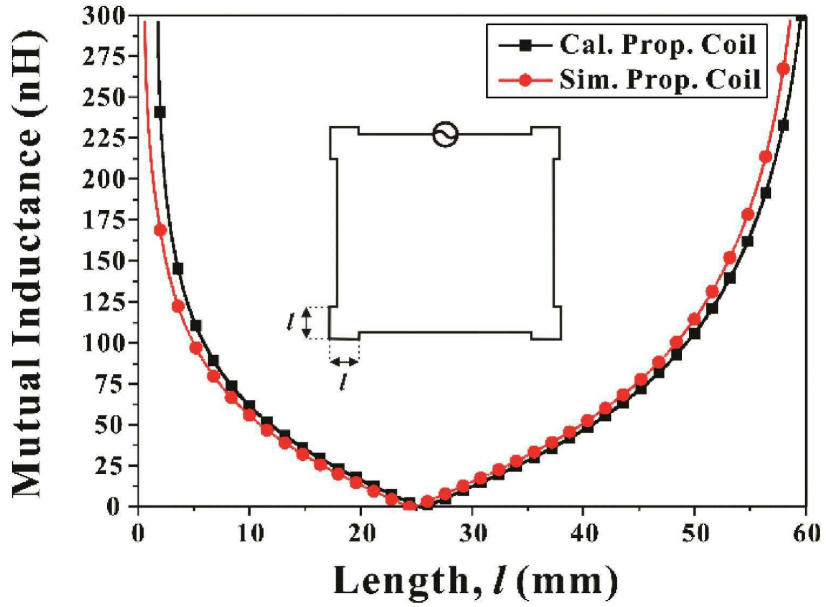
도면3b


Cal. Prop. Coil
Sim. Prop. Coil
g
Mutual Inductance (nH)
Gap, g (mm)
0
25
50
75
100
125
150
175
200
225
250
275
300
0
10
20
30
40
50
60

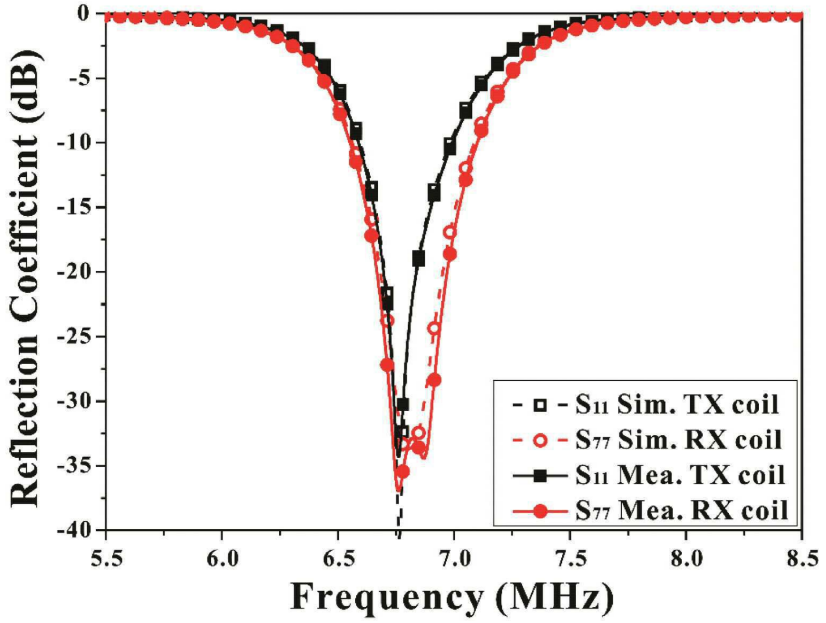
도면4a


410
310
c1
c2
c3
c4
c5
c6
c7
c8
c9
c10
c11
c12
c13
c14
c15
c16
c17
c18
c19
c20
a1
a2
a3
a4
a5
a6
a7
a9
a10
a11
a12
a13
a14
a15
a16
a17
a18
a19
a20

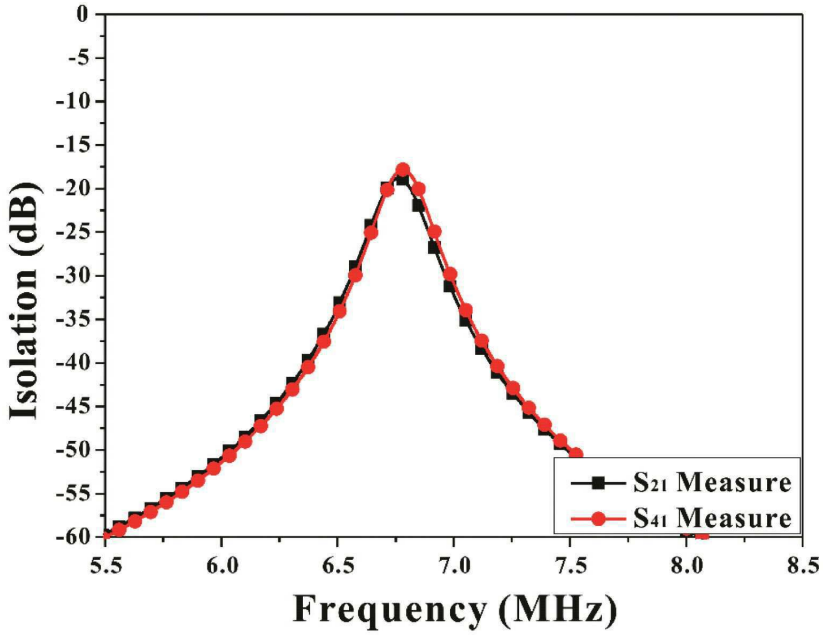
도면4b


Cal. Prop. Coil
Sim. Prop. Coil
Mutual Inductance (nH)
Length, l (mm)
l
l
300
275
250
225
200
175
150
125
100
75
50
25
0
0
10
20
30
40
50
60

도면5a

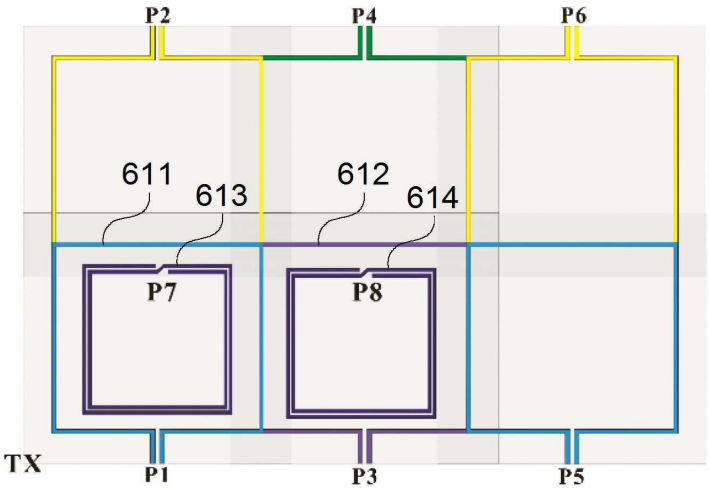

S11 Sim. TX coil
S77 Sim. RX coil
S11 Mea. TX coil
S77 Mea. RX coil
Reflection Coefficient (dB)
Frequency (MHz)
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
5.5
6.0
6.5
7.0
7.5
8.0
8.5

도면5b

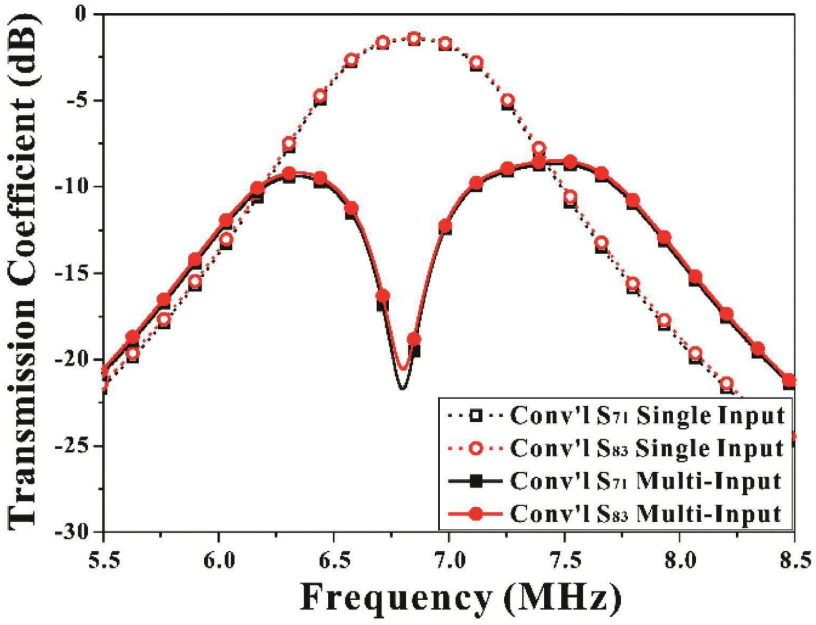

Isolation (dB)
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
-45
-50
-55
-60
5.5
6.0
6.5
7.0
7.5
8.0
8.5
Frequency (MHz)
S21 Measure
S41 Measure

도면6a

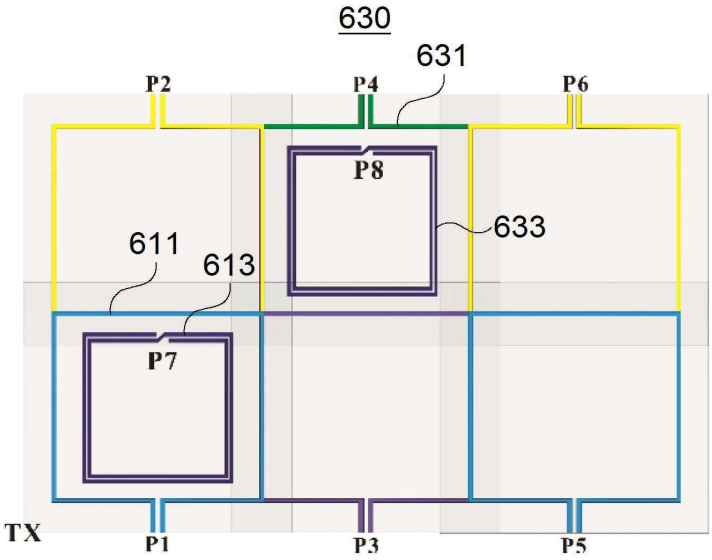
610

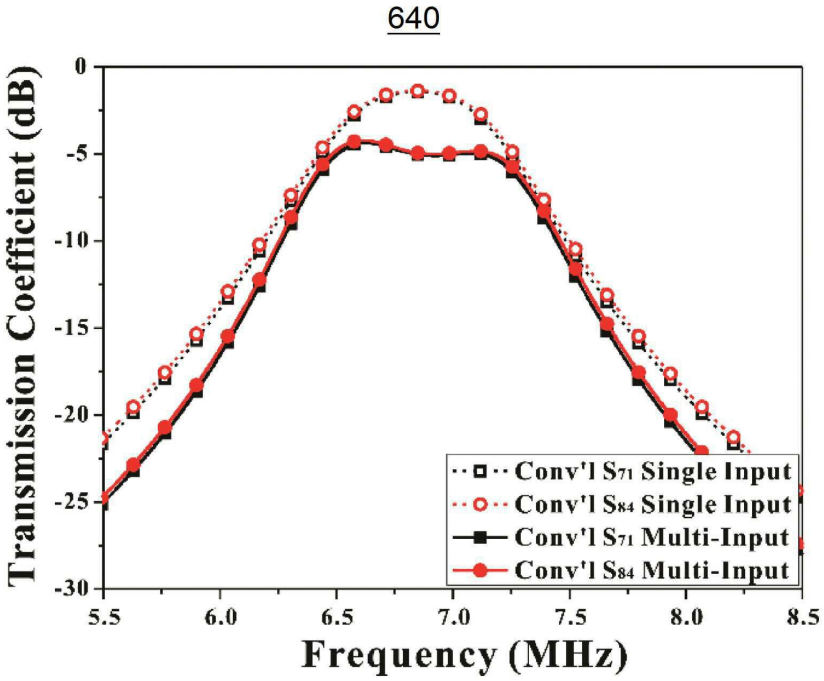

P2
P4
P6
611
613
612
614
P7
P8
TX
P1
P3
P5

620


Transmission Coefficient (dB)
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
5.5
6.0
6.5
7.0
7.5
8.0
8.5
Frequency (MHz)
Conv'l S71 Single Input
Conv'l S83 Single Input
Conv'l S71 Multi-Input
Conv'l S83 Multi-Input

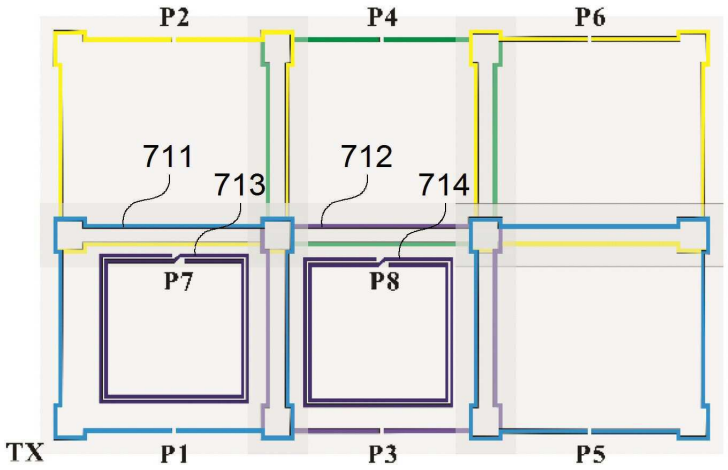
도면6b


630
631
P2
P4
P6
P8
633
611
613
P7
TX
P1
P3
P5

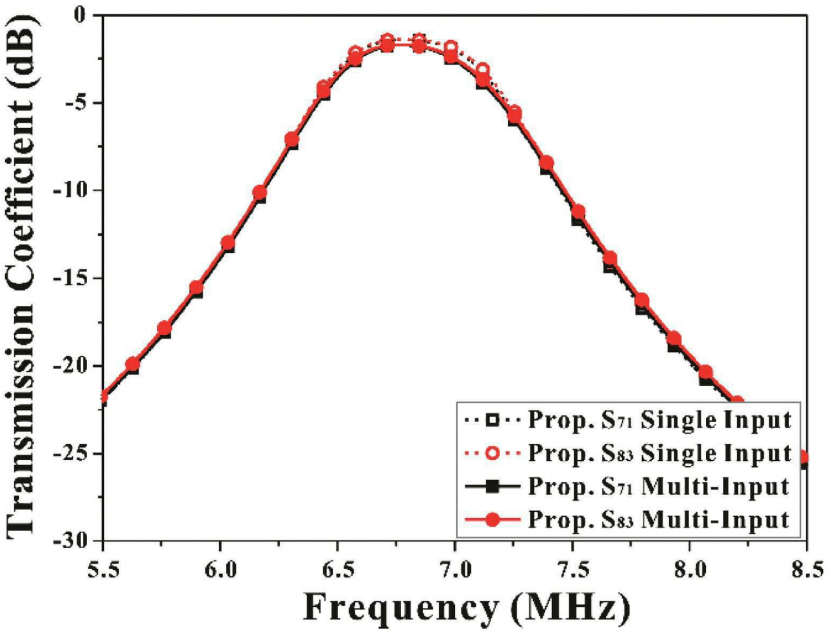

640
Transmission Coefficient (dB)
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
5.5
6.0
6.5
7.0
7.5
8.0
8.5
Frequency (MHz)
Conv'l S71 Single Input
Conv'l S84 Single Input
Conv'l S71 Multi-Input
Conv'l S84 Multi-Input

도면7a

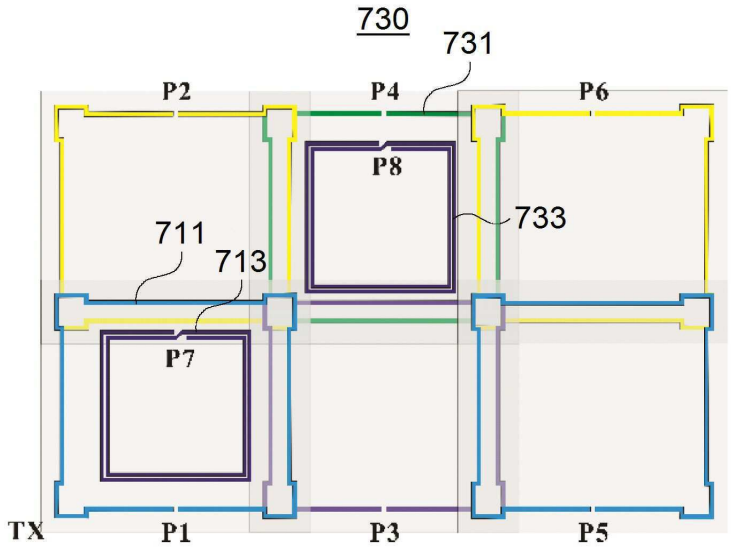
710

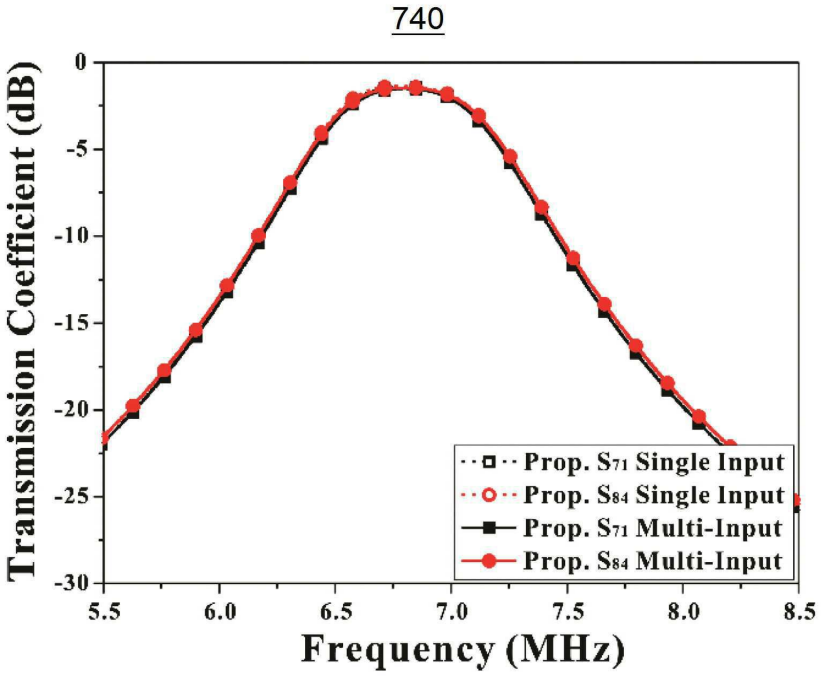

P2
P4
P6
711
713
712
714
P7
P8
TX
P1
P3
P5

720

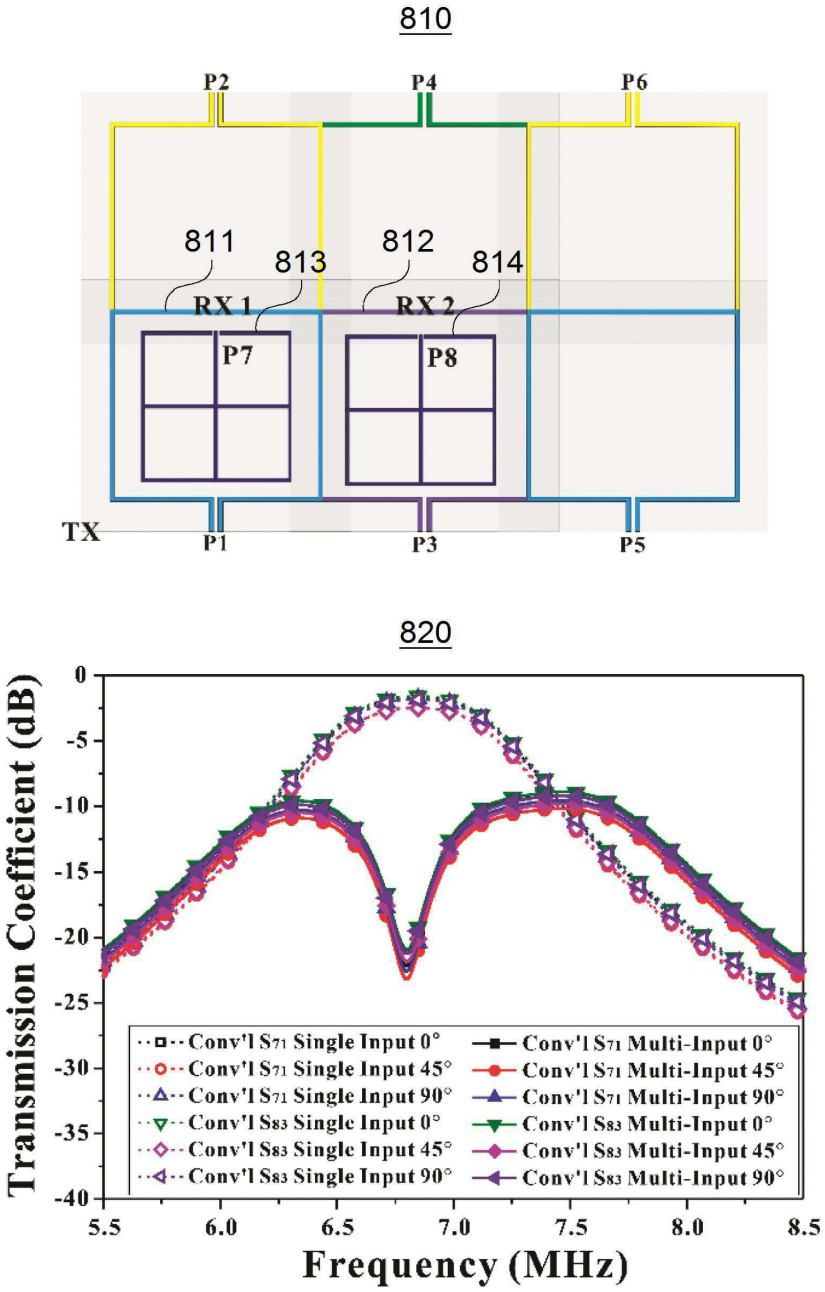

Transmission Coefficient (dB)
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
5.5
6.0
6.5
7.0
7.5
8.0
8.5
Frequency (MHz)
Prop. S71 Single Input
Prop. S83 Single Input
Prop. S71 Multi-Input
Prop. S83 Multi-Input

도면7b

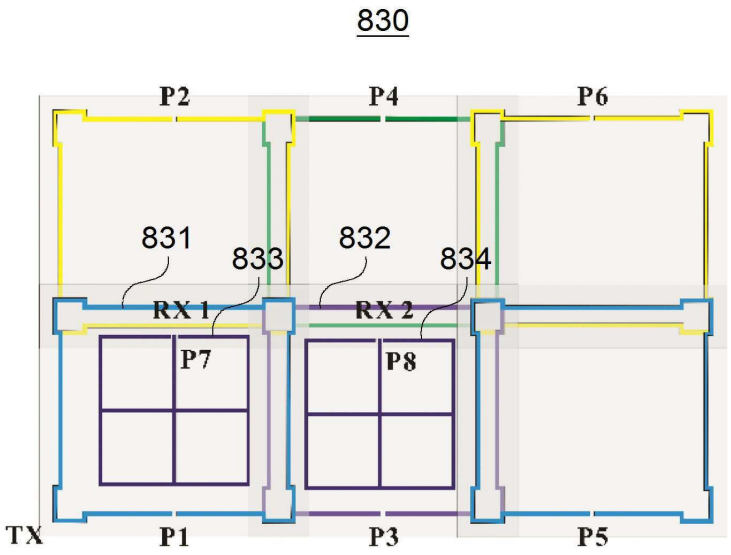

730
731
P2
P4
P6
P8
733
711
713
P7
TX
P1
P3
P5

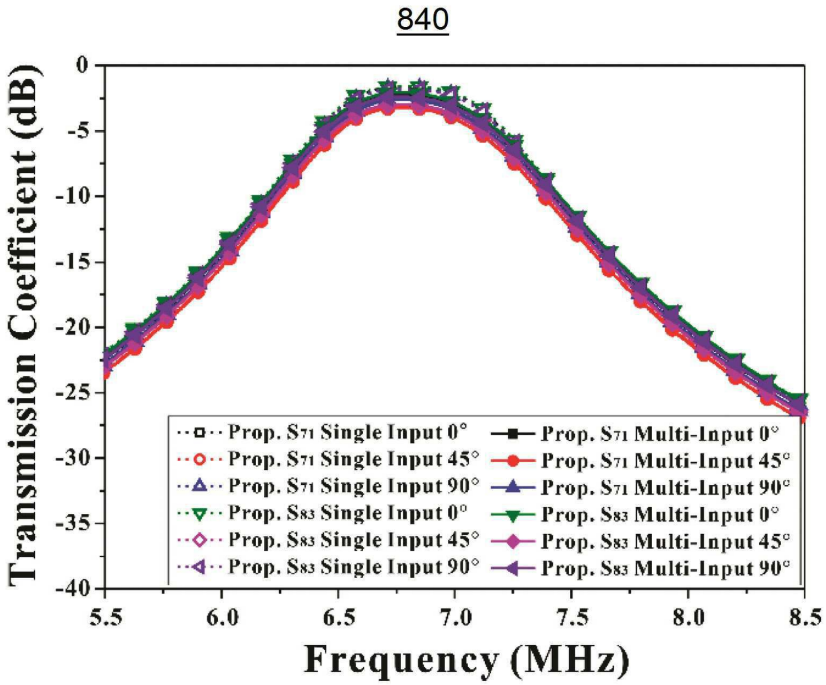

740
Transmission Coefficient (dB)
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
5.5
6.0
6.5
7.0
7.5
8.0
8.5
Frequency (MHz)
Prop. S71 Single Input
Prop. S84 Single Input
Prop. S71 Multi-Input
Prop. S84 Multi-Input

도면8a


810
P2
P4
P6
811
813
812
814
RX 1
RX 2
P7
P8
TX
P1
P3
P5
820
Transmission Coefficient (dB)
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
5.5
6.0
6.5
7.0
7.5
8.0
8.5
Frequency (MHz)
Conv'l S71 Single Input 0°
Conv'l S71 Multi-Input 0°
Conv'l S71 Single Input 45°
Conv'l S71 Multi-Input 45°
Conv'l S71 Single Input 90°
Conv'l S71 Multi-Input 90°
Conv'l S83 Single Input 0°
Conv'l S83 Multi-Input 0°
Conv'l S83 Single Input 45°
Conv'l S83 Multi-Input 45°
Conv'l S83 Single Input 90°
Conv'l S83 Multi-Input 90°

도면8b


830
P2
P4
P6
831
833
832
834
RX 1
RX 2
P7
P8
TX
P1
P3
P5


840
Transmission Coefficient (dB)
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
5.5
6.0
6.5
7.0
7.5
8.0
8.5
Frequency (MHz)
Prop. S71 Single Input 0°
Prop. S71 Single Input 45°
Prop. S71 Single Input 90°
Prop. S83 Single Input 0°
Prop. S83 Single Input 45°
Prop. S83 Single Input 90°
Prop. S71 Multi-Input 0°
Prop. S71 Multi-Input 45°
Prop. S71 Multi-Input 90°
Prop. S83 Multi-Input 0°
Prop. S83 Multi-Input 45°
Prop. S83 Multi-Input 90°