(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0082961
(43) 공개일자 2020년07월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 50/10 (2016.01) *H01F 38/14* (2006.01)
H02J 50/80 (2016.01)
(52) CPC특허분류
H02J 50/10 (2016.02)
H01F 38/14 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0174083
(22) 출원일자 2018년12월31일
심사청구일자 2018년12월31일

(71) 출원인
한발대학교 산학협력단
대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)
(72) 발명자
정영배
대전광역시 유성구 엑스포로 448, 503동 903호(전민동, 엑스포아파트)
(74) 대리인
이은철, 이우영

전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 **복수의 송신코일을 포함한 무선 전력전송 시스템 및 그 제어방법**

(57) 요 약

복수의 송신코일을 포함한 무선 전력전송 시스템 및 그 제어방법이 개시된다.

복수의 송신코일들이 구비된 송신부; 상기 복수의 송신코일들에서 출력되는 복수의 송신 신호들을 수신하는 수신부; 상기 복수의 송신 신호들에 의한 전력전송 파라미터를 토대로 상기 복수의 송신신호들에 대한 전력전송효율을 추출하는 추출부;를 포함하며, 상기 송신부는, 상기 복수의 송신코일들 중 적어도 어느 하나의 송신 신호의 위상을 변경하는 위상조정부를 더 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
H02J 50/80 (2016.02)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2017-0-00653
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터
연구사업명 정보통신방송연구개발사업
연구과제명 자기장 방식의 중/장거리 무선전력 전송 핵심기술 연구
기 여 율 1/1
주관기관 한밭대학교 산학협력단
연구기간 2017.04.01 ~ 2021.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

복수의 송신코일들이 구비된 송신부;

상기 복수의 송신코일들에서 출력되는 복수의 송신 신호들을 수신하는 수신부;

상기 복수의 송신 신호들에 의한 전력전송 파라미터를 토대로 상기 복수의 송신신호들에 대한 전력전송효율을 추출하는 추출부;를 포함하며,

상기 송신부는,

상기 복수의 송신코일들 중 적어도 어느 하나의 송신 신호의 위상을 변경하는 위상조정부를 더 포함하는 복수의 송신코일을 포함한 무선 전력전송 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 수신부는,

상기 송신부로 전력전송 파라미터 또는 전력전송효율에 기초한 송신코일 동작 제어 정보를 전송하는 정보전송부를 포함하며,

상기 위상조정부는,

상기 동작 제어 정보에 따라 상기 복수의 송신 코일들 중 적어도 어느 하나의 송신 신호의 위상을 변경하는 것을 특징으로 하는 복수의 송신코일을 포함한 무선 전력전송 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 정보전송부는,

상기 송신부로 전력전송 파라미터 또는 전력전송효율에 따라 수신 코일의 위치에 관한 정보를 전송하는 것을 특징으로 하는 복수의 송신코일을 포함한 무선 전력전송 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 송신부는,

임의의 기준선으로부터, 서로 다른 이격거리를 갖는 두 종류의 송신코일이 교번하여 배치되는 것을 특징으로 하는 복수의 송신코일을 포함한 무선 전력전송 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 송신부는,

권선수를 달리하는 두 종류의 송신코일이 임의의 기준선을 따라 교번하여 배치되는 것을 특징으로 하는 복수의

송신코일을 포함한 무선 전력전송 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 송신부는,

상기 복수의 송신코일들이 동일선상에 배치되어 제1군을 형성하고, 상기 제1군에 일정한 이격을 두고 적층되는 복수개의 송신코일로 이루어진 제2군을 포함하는 복수의 송신코일을 포함한 무선 전력전송 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 송신부는,

상기 제2군이 상기 송신코일의 길이방향으로 일정 변위만큼 이격된 것을 특징으로 하는 복수의 송신코일을 포함한 무선 전력전송 시스템.

청구항 8

특정한 배치구조를 갖는 송신코일들에 전류를 흐르게 하는 단계;

수신부가 상기 복수의 송신코일들로부터 출력되는 복수의 송신 신호들을 수신하는 단계;

복수의 송신 신호들에 의한 전력전송 파라미터를 토대로 복수의 송신 신호들에 대한 전력전송효율을 추출하는 단계;

상기 송신코일들에 흐르는 전류의 주파수를 달리하며 전력전송 효율의 변화를 측정하는 단계;

최적의 전력전송효율을 갖는 주파수 영역을 특정하는 단계를 포함하는 송신코일의 배열구조에 따른 무선 전력전송 효율 측정방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 최적의 전력전송효율을 갖는 주파수 영역을 특정하는 단계 전에,

복수의 송신코일들의 배치구조를 달리하는 단계를 더 포함하는 송신코일의 배열구조에 따른 무선 전력전송 효율 측정방법.

청구항 10

특정한 배치구조를 갖는 송신코일들에 전류를 흐르게 하는 단계;

수신부가 상기 복수의 송신코일들로부터 출력되는 복수의 송신 신호들을 수신하는 단계;

복수의 송신 신호들에 의한 전력전송 파라미터를 토대로 복수의 송신 신호들에 대한 전력전송효율을 추출하는 단계;

각각의 송신코일에 흐르는 전류의 위상을 제어하며 복수의 송신 신호들에 대한 전력전송 효율을 추출하는 단계;

각각의 송신코일에서 최대 전력전송효율을 발생시키는 전류 위상을 결정하는 단계를 포함하는 무선 전력전송 시스템의 위상제어 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 각각의 송신코일에서 최대 전력전송효율을 발생시키는 전류 위상은,

측정하고자 하는 개별코일에 흐르는 전류에 의한 위상을 측정하는 단계;

상기 개별코일과 송신부를 구성하는 각각의 송신코일 간에 발생하는 상호 인덕턴스에 의한 위상변화를 측정하는 단계;

상기 개별코일과 수신부의 수신코일 간에 발생하는 상호 인덕턴스에 의한 위상변화를 측정하는 단계;및

각각의 위상변화를 모두 합산하는 단계를 거쳐 산출되는 것을 특징으로 하는 무선 전력전송 시스템의 위상제어 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 복수의 송신코일을 포함한 무선 전력전송 시스템 및 그 제어방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 특정한 배열구조를 갖는 복수개의 송신코일을 포함한 무선 전력전송 시스템과 그 제어방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로, 무선충전을 포함한 무선 전력전송은 자기유도 방식과 자기공명 방식으로 구분할 수 있다.

[0003] 자기유도 방식은 기존의 전동 칫솔, 무선 전기주전자 등 일상 생활에서 많이 사용되고 있는 기술로, 자기유도 결합하는 코일들 간의 매우 인접한 거리에서 90퍼센트 이상의 효율이 유지되고, 거리가 멀어질수록 급격하게 효율이 감소한다.

[0004] 자기공명 방식은 자기유도 방식에 비하여 상대적으로 먼 거리의 전력전송이 가능하다. 예컨대, 자기공명 방식은 수 센티미터에서 수 미터까지 고효율의 전력전송이 가능하다. 그러나 주변의 장애물 또는 금속물질 등의 이물질이 있는 경우, 자기공명 특성이 변하여 전력전송 효율이 급격하게 감소하는 문제점이 있다. 따라서, 주파수의 조정 및 결합 계수의 조정 등의 추갖거인 제어가 요구된다.

[0005] 한편, 자기공명 방식의 경우 최대 전력 전달과 최대 효율 전달의 운용 지점이 상이하여 전송 대상의 출력을 만족시키기 위해서는 다수의 송신 세트가 요구될 수 있다. 즉 1개의 송수신 블록이 수신에 필요한 모든 전력을 고효율로 전송할 수 없는 경우에 다수의 송신 코일들이 요구될 수 있다. 이와 같이 자기공명 방식이나 자기유도 방식에서 다수의 송신코일들을 사용할 경우, 효율이 감소하는 경우가 보고되고 있어, 이러한 효율 감소를 개선할 수 있는 방안이 필요하다.

[0006] 특히, 기존의 핸드폰 충전기나 기타 가전제품과 같이 송신 및 수신코일이 매우 가까운 거리에서 1:1로 전력을 송수신하는 기존의 방식은 송신코일에서 수신코일 방향으로 최적의 자기력을 전송할 수 있도록 방사패턴을 변경할 수 없으며, 수신코일 역시 송신코일 방향으로 자기 방사패턴을 제어할 수 없다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 국내 등록특허공보 제10-0971748호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 송신코일과 수신코일 간의 거리가 수십센티미터

이상 이격된 원거리 조건에서도 자기력 기반의 무선전력전송을 가능하게 하는 것을 일 목적으로 한다.

[0009] 본 발명의 목적은 이상에서 언급된 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 다른 목적들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 측면에서는, 복수의 송신코일들이 구비된 송신부; 상기 복수의 송신코일들에서 출력되는 복수의 송신 신호들을 수신하는 수신부; 상기 복수의 송신 신호들에 의한 전력전송 파라미터를 토대로 상기 복수의 송신신호들에 대한 전력전송효율을 추출하는 추출부;를 포함하며, 상기 송신부는, 상기 복수의 송신코일들 중 적어도 어느 하나의 송신 신호의 위상을 변경하는 위상조정부를 더 포함하는 복수의 송신코일을 포함한 무선 전력전송 시스템이 제공된다.

[0011] 바람직하게는, 상기 수신부는, 상기 송신부로 전력전송 파라미터 또는 전력전송효율에 기초한 송신코일 동작 제어 정보를 전송하는 정보전송부를 포함하며,

[0012] 상기 위상조정부는, 상기 동작 제어 정보에 따라 상기 복수의 송신 코일들 중 적어도 어느 하나의 송신 신호의 위상을 변경하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 여기서, 상기 정보전송부는, 상기 송신부로 전력전송 파라미터 또는 전력전송효율에 따라 수신 코일의 위치에 관한 정보를 전송하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 바람직하게는, 상기 송신부는, 임의의 기준선으로부터, 서로 다른 이격거리를 갖는 두 종류의 송신코일이 교번하여 배치되는 것을 특징으로 한다.

[0015] 바람직하게는, 상기 송신부는, 권선수를 달리하는 두 종류의 송신코일이 임의의 기준선을 따라 교번하여 배치되는 것을 특징으로 한다.

[0016] 바람직하게는, 상기 송신부는, 상기 복수의 송신코일들이 동일선상에 배치되어 제1군을 형성하고, 상기 제1군에 일정한 이격을 두고 적층되는 복수개의 송신코일로 이루어진 제2군을 포함한다.

[0017] 여기서, 상기 송신부는, 상기 제2군이 상기 송신코일의 길이방향으로 일정 변위만큼 이격된 것을 특징으로 한다.

[0018] 본 발명의 다른 측면에서는, 특정한 배치구조를 갖는 송신코일들에 전류를 흐르게 하는 단계;

[0019] 수신부가 상기 복수의 송신코일들로부터 출력되는 복수의 송신 신호들을 수신하는 단계; 복수의 송신 신호들에 의한 전력전송 파라미터를 토대로 복수의 송신 신호들에 대한 전력전송효율을 추출하는 단계; 상기 송신코일들에 흐르는 전류의 주파수를 달리하며 전력전송 효율의 변화를 측정하는 단계; 최적의 전력전송효율을 갖는 주파수 영역을 특정하는 단계를 포함하는 송신코일의 배열구조에 따른 무선 전력전송 효율을 측정하는 방법이 제공된다.

[0020] 여기서, 상기 최적의 전력전송효율을 갖는 주파수 영역을 특정하는 단계 전에, 복수의 송신코일들의 배치구조를 달리하는 단계를 더 포함한다.

[0021] 본 발명의 또 다른 측면에서는, 특정한 배치구조를 갖는 송신코일들에 전류를 흐르게 하는 단계; 수신부가 상기 복수의 송신코일들로부터 출력되는 복수의 송신 신호들을 수신하는 단계; 복수의 송신 신호들에 의한 전력전송 파라미터를 토대로 복수의 송신 신호들에 대한 전력전송효율을 추출하는 단계; 각각의 송신코일에 흐르는 전류의 위상을 제어하며 복수의 송신 신호들에 대한 전력전송 효율을 추출하는 단계; 각각의 송신코일에서 최대 전력전송효율을 발생시키는 전류 위상을 결정하는 단계를 포함하는 무선 전력전송 시스템의 위상제어 방법이 제공된다.

[0022] 여기서, 상기 각각의 송신코일에서 최대 전력전송효율을 발생시키는 전류 위상은, 측정하고자 하는 개별코일에 흐르는 전류에 의한 위상을 측정하는 단계; 상기 개별코일과 송신부를 구성하는 각각의 송신코일 간에 발생하는 상호 인덕턴스에 의한 위상변화를 측정하는 단계; 상기 개별코일과 수신부의 수신코일 간에 발생하는 상호 인덕턴스에 의한 위상변화를 측정하는 단계; 및 각각의 위상변화를 모두 합산하는 단계를 거쳐 산출되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0023] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명의 다수의 송신코일을 이용하여 코일배열구조를 구성하고 각각의 코일에 입력되는 전류의 위상을 제어하는 방식에 따르면 송신부의 자기력 방사패턴을 임의의 위치에 놓인 수신코일에 전력을 전송할 수 있도록 최적의 환경을 구현하는 효과를 제공한다.

[0024] 본 발명의 효과는 전술한 것으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 다른 효과들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 인식될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 복수의 송신코일을 포함한 무선 전력전송 시스템의 개념도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 송신코일의 배열구조를 나타낸 단면도이다.

도 3은 도 2의 이격거리에 따른 전송효율 그래프이다.

도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 송신코일의 배열구조를 나타낸 단면도이다.

도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 송신코일의 배열구조를 나타낸 단면도이다.

도 6은 도 5의 이격거리에 따른 전송효율 그래프이다.

도 7은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 송신코일의 배열구조를 나타낸 단면도이다.

도 8은 본 발명의 이격거리에 따른 전송효율 그래프이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 제어방법에 있어서, 위상합산 관계를 나타낸 것이다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 복수의 송신코일을 포함한 무선 전력전송 시스템의 송수신 코일의 배치상태를 도시한 것이다.

도 11은 도 10의 틸트각도에 따른 전송효율 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명을 보다 상세하게 설명한다. 도면들 중 동일한 구성요소들은 가능한 한 어느 곳에서든지 동일한 부호들로 나타내고 있음에 유의해야 한다. 또한 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 설명은 생략한다.

[0027] 또한 아래 설명하는 실시예들에는 다양한 변경이 가해질 수 있다. 아래 설명하는 실시예들은 실시 형태에 대한 한정하려는 것이 아니며, 이들에 대한 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0028] 이하 도면에 따라서 논리적으로 기술한다.

[0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 복수의 송신코일을 포함한 무선 전력전송 시스템의 개념도이다.

[0030] 도 1을 참조할 때, 본 발명의 일 실시예에 따른 복수의 송신코일을 포함한 무선 전력전송 시스템은, 송신부(100), 수신부(200) 및 추출부(300)를 포함하고, 송신부(100)은 위상조정부(130)를 포함할 수 있고, 수신부(200)는 정보전송부(230)를 더 포함할 수 있다.

[0032] 송신부(100)는, 내부에 복수의 송신코일들을 포함하며, 외부에서 공급받은 전력에 의해 송신코일에 전류가 흐르게 되면 주위로 송신 신호들을 발생시킨다.

[0033] 따라서 필연적으로 전원부와 전기적으로 연결되어 전기에너지를 공급받는다. .

[0035] 수신부(200)는, 송신부(100)에 구비된 복수의 송신코일들에서 출력되는 복수의 송신 신호들을 수신한다. 수신부(200)는, 수신 코일을 포함할 수 있고, 수신부(200)는 송신부(100)과 일정한 이격을 두고 가변적으로 위치할 수 있다. 수신부(200)에 하나의 수신코일이 있다고 가정할 때, 그 수신코일은 복수개의 송신코일로부터 출력된 신호들을 각각 수신한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 시스템은 복수개의 수신부(200)를 포함할 수도 있다.

[0037] 추출부(300)는, 복수의 송신 신호들에 의한 전력전송 파라미터를 토대로 전력전송 효율을 추출한다. 전력전송 파라미터는 전력전송 정보에 관한 것이며, 전류의 세기, 위상, 주파수 등이 변수로 작용할 수 있다.

[0038] 바람직하게는, 추출부(300)는 수신부(200)에 구비될 수 있다. 따라서, 수신부(200)가 수신한 복수의 송신 신호들로부터 전력전송 파라미터를 얻을 수 있고, 이를 통해 특정한 세기의 전류, 위상, 주파수 등에 따라 전력전송 효율을 추출할 수 있다.

[0039] 추출부(300)는 수신부(200)의 외부에 구비될 수도 있는데, 이 경우, 송신부(100)의 전력전송에 따라 수신부(200)에 흐르는 유도전류의 세기 또는 위상의 변화 등에 관한 정보를 추출부(300)로 전송하는 별도의 수단이 더 포함되어야 할 것이다.

[0041] 송신부(100)에는, 복수의 송신코일들 중 적어도 어느 하나의 손신 신호의 위상을 변경하는 위상조정부(130)를 더 포함할 수 있다.

[0042] 위상조정부(130)는, 복수의 송신코일들에 대응되는 수만큼 구비될 수 있고, 각각의 위상조정부(130)는 독립적으로 구동한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 시스템은 제어부를 더 포함하여, 위상조정부(130)의 구동을 제어할 수 있다.

[0043] 또한, 위상조정부(130)는 추출부(300)와 전기적으로 연결되어, 전력전송 효율에 따라 구동됨으로써, 위상조정에 의해 최적의 효율을 갖는 각각의 송신코일들의 위상을 결정할 수 있다.

[0045] 수신부(200)에는, 전력전송 파라미터 또는 전력전송 효율에 기초한 송신코일 동작 제어 정보를 전송하는 정보전송부(230)를 더 포함할 수 있다.

[0046] 즉, 정보전송부(230)는 수신부(200)가 수신한 송신 신호들을 감지하여 전력전송 파라미터나 전력 전송 효율에 관한 데이터를 수집하고, 이에 기초하여 송신코일의 동작을 제어하기 위해 관련 정보를 송신부(100)로 전송한다.

[0047] 또한, 정보전송부(230)는, 전력전송 파라미터 또는 전력전송 효율에 따라 수신 코일의 위치에 관한 정보를 송신부(100)로 전송하는 기능을 수행할 수 있다. 따라서, 수신코일의 위치가 가변적일 경우, 위치 변동상태에 관한 데이터를 송신부(100)로 전송하되, 이러한 데이터는 전력전송 파라미터나 전력전송 효율에 근거하여 수집된다.

[0049] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 송신코일의 배열구조를 나타낸 단면도이다. 도 3은 도 2의 이격거리에 따른 전송효율 그래프이다. 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 송신코일의 배열구조를 나타낸 단면도이다. 도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 송신코일의 배열구조를 나타낸 단면도이다. 도 6은 도 5의 이격거리에 따른 전송효율 그래프이다. 도 7은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 송신코일의 배열구조를 나타낸 단면도이다. 도 8은 본 발명의 이격거리에 따른 전송효율 그래프이다.

[0051] 도 2 내지 도 8을 참조할 때, 본 발명의 일 실시예에 따른 복수의 송신코일을 포함한 무선 전력전송 시스템은 배열구조를 달리하는 복수의 송신코일을 포함할 수 있다.

[0053] 도 2에 도시된 바와 같이, 수신부(200)는 임의의 기준선을 따라 송신코일들이 한 방향으로 배치되되, 이 기준선(10L)으로부터 서로 다른 이격거리를 갖는 두 종류의 송신코일들을 포함할 수 있다.

[0054] 가령, 어느 한 종류의 송신코일(110a)의 중심과 기준선(10L) 사이의 수직거리를 x라 하고, 다른 한 종류의 송신코일(110b)의 중심과 기준선(10L) 사이의 수직거리를 y라 할 때, 이 이격거리 hd는 x-y의 절대값으로 표현될 수 있다.

[0055] hd를 달리하며, 추출부(300)가 감지하는 전력전송 효율을 주파수 변화에 따라 그래프로 나타낼 수 있고, 이는 도 3과 같다.

[0056] 이를 참조하면, 이격거리 hd가 25cm이고 주파수가 약8.8[MHz] 일 때, 전송효율이 가장 높은 것을 확인할 수 있

다.

[0058] 도 4에 도시된 바와 같이, 권선수를 달리하는 두 종류의 송신코일이 임의의 기준선(20L)을 따라 교번하여 배치되는 송신코일 배열구조도 고려할 수 있다.

[0059] 한 종류의 송신코일(110c)의 권선수를 17회로 고정하고, 다른 한 종류의 송신코일(110d)의 권선수를 15,13,11회로 달리하며, 그 효율 변화를 통해 최적의 효율을 갖는 권선수 비를 확인할 수 있다.

[0061] 도 5에 도시된 바와 같이, 복수의 송신코일들이 적층구조를 형성하는 송신부(100) 구조도 가능하다.

[0062] 먼저, 송신부(100)는, 동일선상에 배치되는 복수의 송신코일들이 제1군(1G)을 형성하고, 제1군(1G)의 상부에 일정한 이격을 두고 적층되되 복수의 송신코일로 이루어진 제2군(2G)을 포함할 수 있다. 이 때, 제1군(1G)과 제2군(2G)이 형성하는 이격거리를 sh로 정의할 수 있다.

[0063] 도 6은 이격거리 sh를 달리하며, 주파수 변화에 따른 전력전송 효율을 측정한 그래프이다. 이격거리 sh가 8cm일 때, 9.0~9.2[MHz] 구간에서 전력전송 효율이 가장 높은 것을 확인할 수 있다.

[0065] 도 7은 도 5에서 제2군(2G)이 송신코일의 길이방향으로 일정한 변위만큼 이격된 상태의 송신부(100)를 도시한 것이다.

[0066] 이때 송신코일의 길이방향, 즉 수평방향으로의 이격거리를 sd라 하고, sd를 달리하며 주파수 변화에 따른 전력전송 효율을 측정한 그래프가 도 8에 도시된다. 이에 따르면, sd가 15cm일 때 약 9.0[MHz]에서, sd가 20cm일 때 약 8.8[MHz]에서 가장 높은 전력전송 효율을 확인할 수 있다.

[0068] 전술한 바와 같이, 본 발명의 시스템에 사용되는 주파수를 고려하여 최적의 전력전송 효율을 갖는 송신코일 배열구조를 결정할 수 있다.

[0069] 이를 위한 송신코일의 배열구조에 따른 무선 전력전송 효율 측정방법과 관련하여, 먼저, 결정된 배열구조를 갖는 송신코일들에 전류를 흐르게 한다. 전류가 흐르는 송신코일들을 중심으로 주위에 자기장이 형성되고, 자기장에 의한 송신 신호들은 수신부(200)측으로 방사되어, 수신부(200)가 이를 수신한다.

[0070] 복수의 송신 신호들에 의해 전력전송 파라미터를 산출할 수 있고, 이를 토대로 하여 복수의 송신 신호들에 대한 전력전송 효율을 추출하여 데이터화 한다. 그 후, 복수의 송신코일들에 흐르는 전류의 주파수를 달리하며 전력전송 효율의 변화를 측정할 수 있다. 이를 기초로 특정한 배열구조에서 주파수 변화에 따른 전력전송 효율에 관한 그래프를 그릴 수 있고, 그래프 상에서 최적의 전력전송 효율을 갖는 주파수 영역을 특정한다.

[0072] 이를 통해 산출된 데이터가 최적의 효율이 아니라고 판단 될 경우, 최적의 전력전송효율을 갖는 주파수 영역을 특정하는 단계 이전에, 복수의 송신코을들의 배열구조를 달리하는 단계를 더 포함시킬 수 있다.

[0074] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 제어방법에 있어서, 위상합산 관계를 나타낸 것이다. 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 복수의 송신코일을 포함한 무선 전력전송 시스템의 송수신 코일의 배치상태를 도시한 것이다. 도 11은 도 10의 틸트각도에 따른 전송효율 그래프이다.

[0076] 도 9 내지 도 11을 참조할 때, 각각의 송신코일에 흐르는 전류의 위상값을 구하는 방법이 개시된다.

[0078] 코일 배열을 구성하는 개별코일에 인가되는 전류의 위상을 구하는 방법에 따라 수신코일에 전송되는 전력전송 효율이 변화된다.

[0079] 특히, 송수신부(200)의 코일 배치상태가 니어필드(Near Field)에 속하는 경우, 각각의 코일에 의한 상호 인덕턴스를 고려하는 것은 최적의 전력전송 효율을 구하는데 있어 중요하다.

[0081] 먼저, 송신부(100) 코일배열을 구성하는 코일은 Coil1부터 Coil5까지 5개인 경우를 상정한다. 도 9는 이러한 송신코일들이 임의의 위치에 놓인 수신코일에 전력을 전송하기 위한 상황을 보여주고 있다.

[0082] 본 그림에서는 다섯 개의 코일 중, Coil1의 코일에 입력되는 전류의 위상을 제어하는 본 발명의 계산방식을 설명하도록 도식되어 있다.

[0083] 전력전송회로에서 Coil1~Coil5에 가해진 전류의 위상을 Θ11~ Θ55라고 정의한다.

[0084] Coil2에서 발생된 자기장이 Coil1에 걸리며, 이는 Coil1에 새로운 전류성분을 생성한다. 본 성분의 위상을 Θ21이라고 정의한다.

[0085] Coil2와 마찬가지로, Coil3에서 발생된 자기장이 Coil1에 걸리며, 본 성능의 위상을 Θ31이라고 정의한다.

[0086] Coil4, Coil5 역시 같은 방식으로 Coil1에 영향을 미치며, 이때의 전류성분 위상을 Θ41과 Θ51이라고 정의한다.

[0087] 따라서, Coil1에 여기되는 전류성분은 모두 다섯가지이며, 수신코일 역시 송신용 코일배열과 인접해 있는 경우, 여타 송신코일과 같이 전기적 결합현상을 야기하므로, 본 그림에서는 Θ61로 표현하였다. 수신코일까지 포함하는 경우, 전류성분은 최종 6가지가 된다.

[0088] 본 발명의 일 실시예에서는, 최적의 전송효율을 구현하기 위해서, Coil1에 발생된 6가지 전류성분의 위상을 모두 합치는 방법으로 Coil1의 위상을 결정하며, 이는 아래의 수식으로 표현될 수 있다.

[0089] $$\theta_i^T = \sum_{n=1}^{N} \theta_{ni}, \forall i, i = 1, \dots, N$$

[0090] Coil2~Coil5의 위상 역시 상술한 방식으로 결정되며 이는 아래와 같이 정의된다.

[0091] $$\theta_1^T = \sum_{n=1}^{N} \theta_{n1}, \forall i, i = 1, \dots, N,$$
$$\theta_2^T = \sum_{n=1}^{N} \theta_{n2}, \forall i, i = 1, \dots, N,$$
$$\theta_3^T = \sum_{n=1}^{N} \theta_{n3}, \forall i, i = 1, \dots, N,$$
$$\theta_4^T = \sum_{n=1}^{N} \theta_{n4}, \forall i, i = 1, \dots, N,$$
$$\theta_5^T = \sum_{n=1}^{N} \theta_{n5}, \forall i, i = 1, \dots, N,$$

[0092] 도 10은, 임의의 전력전송 회로의 일 예를 도식하고 있으며, 수신코일은 송신용 코일배열 상측에 놓여있다. 또한 수신코일은 송신용 코일배열의 중심으로부 터 Tilt angle Θ만큼 이격된 상황으로 보여주고 있다.

[0094] 도 11은 수신코일의 위치에 따라서 송신코일의 중심으로부터 이격된 각도에 따라, 본 발명에서 제안한 코일의 입력위상 계산방법 사용유무에 따른 전송효율 차이를 보여주고 있다.

[0095] 본 결과에 나타난 바와 같이 각도에 따라 상이하나, 제안된 방식을 적용하는 경우, 전송효율이 개선됨을 알 수 있다.

[0097] 본 발명의 일 실시예에 따른, 무선 전력전송 시스템의 위상제어 방법은 다음과 같다.

[0098] 먼저 특정한 배치구조를 갖는 송신코일들에 전류를 흐르게 하고, 이로 인해 발생하는 송신 신호들을 수신수가 수신한다. 그 후 이 송신 신호들에 의한 산출된 전력전송 파라미터를 토대로 복수의 송신 신호들에 대한 전력전송 효율을 추출한다. 이제 복수의 송신코일들에 흐르는 위상을 제어하며 그 위상변화에 따른 전력전송 효율을 추출한다. 위상변화에 따른 전력전송 효율의 변화에 관한 데이터를 통해 송신코일에서 최대 전력전송 효율을 발생시키는 전류 위상을 결정한다.

[0100] 다만, 이때, 각각의 송신코일에 흐르는 전류에 의한 위상은, 외부의 전원에 의해 특정한 개별코일에 흐르는 전류의 위상, 해당 개별코일을 제외한 나머지 송신코일들에 의해 유도되는 전류의 위상, 수신부(200)의 수신코일에 의해 유도되는 전류의 위상을 모두 합산한 값일 수 있다.

[0102] 이하는 본 발명의 기술적 특징을 포함하는 구성들을 개시한 것이다.

[0103] 본 발명의 일 측면에서는, 복수의 송신코일들이 구비된 송신부; 상기 복수의 송신코일들에서 출력되는 복수의 송신 신호들을 수신하는 수신부; 상기 복수의 송신 신호들에 의한 전력전송 파라미터를 토대로 상기 복수의 송신신호들에 대한 전력전송효율을 추출하는 추출부;를 포함하며, 상기 송신부는, 상기 복수의 송신코일들 중 적어도 어느 하나의 송신 신호의 위상을 변경하는 위상조정부를 더 포함하는 복수의 송신코일을 포함한 무선 전력전송 시스템이 제공된다.

[0104] 바람직하게는, 상기 수신부는, 상기 송신부로 전력전송 파라미터 또는 전력전송효율에 기초한 송신코일 동작 제어 정보를 전송하는 정보전송부를 포함하며,

[0105] 상기 위상조정부는, 상기 동작 제어 정보에 따라 상기 복수의 송신 코일들 중 적어도 어느 하나의 송신 신호의 위상을 변경하는 것을 특징으로 한다.

[0106] 여기서, 상기 정보전송부는, 상기 송신부로 전력전송 파라미터 또는 전력전송효율에 따라 수신 코일의 위치에 관한 정보를 전송하는 것을 특징으로 한다.

[0107] 바람직하게는, 상기 송신부는, 임의의 기준선으로부터, 서로 다른 이격거리를 갖는 두 종류의 송신코일이 교번하여 배치되는 것을 특징으로 한다.

[0108] 바람직하게는, 상기 송신부는, 권선수를 달리하는 두 종류의 송신코일이 임의의 기준선을 따라 교번하여 배치되는 것을 특징으로 한다.

[0109] 바람직하게는, 상기 송신부는, 상기 복수의 송신코일들이 동일선상에 배치되어 제1군을 형성하고, 상기 제1군에 일정한 이격을 두고 적층되는 복수개의 송신코일로 이루어진 제2군을 포함한다.

[0110] 여기서, 상기 송신부는, 상기 제2군이 상기 송신코일의 길이방향으로 일정 변위만큼 이격된 것을 특징으로 한다.

[0111] 본 발명의 다른 측면에서는, 특정한 배치구조를 갖는 송신코일들에 전류를 흐르게 하는 단계;

[0112] 수신부가 상기 복수의 송신코일들로부터 출력되는 복수의 송신 신호들을 수신하는 단계; 복수의 송신 신호들에 의한 전력전송 파라미터를 토대로 복수의 송신 신호들에 대한 전력전송효율을 추출하는 단계; 상기 송신코일들에 흐르는 전류의 주파수를 달리하며 전력전송 효율의 변화를 측정하는 단계; 최적의 전력전송효율을 갖는 주파수 영역을 특정하는 단계를 포함하는 송신코일의 배열구조에 따른 무선 전력전송 효율을 측정하는 방법이 제공된다.

[0113] 여기서, 상기 최적의 전력전송효율을 갖는 주파수 영역을 특정하는 단계 전에, 복수의 송신코일들의 배치구조를 달리하는 단계를 더 포함한다.

[0114] 본 발명의 또 다른 측면에서는, 특정한 배치구조를 갖는 송신코일들에 전류를 흐르게 하는 단계; 수신부가 상기 복수의 송신코일들로부터 출력되는 복수의 송신 신호들을 수신하는 단계; 복수의 송신 신호들에 의한 전력전송 파라미터를 토대로 복수의 송신 신호들에 대한 전력전송효율을 추출하는 단계; 각각의 송신코일에 흐르는 전류의 위상을 제어하며 복수의 송신 신호들에 대한 전력전송 효율을 추출하는 단계; 각각의 송신코일에서 최대 전력전송효율을 발생시키는 전류 위상을 결정하는 단계를 포함하는 무선 전력전송 시스템의 위상제어 방법이 제공된다.

[0115] 여기서, 상기 각각의 송신코일에서 최대 전력전송효율을 발생시키는 전류 위상은, 측정하고자 하는 개별코일에 흐르는 전류에 의한 위상을 측정하는 단계; 상기 개별코일과 송신부를 구성하는 각각의 송신코일 간에 발생하는 상호 인덕턴스에 의한 위상변화를 측정하는 단계; 상기 개별코일과 수신부의 수신코일 간에 발생하는 상호 인덕턴스에 의한 위상변화를 측정하는 단계; 및 각각의 위상변화를 모두 합산하는 단계를 거쳐 산출되는 것을 특징으로 한다.

[0116] 한편 본 발명은 상술한 내용에서 본 발명의 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능함은 통상의 기술자에게 명백할 것이다.

부호의 설명

[0117] 100 송신부

110 송신코일

130 위상조정부

200 수신부

230 정보전송부

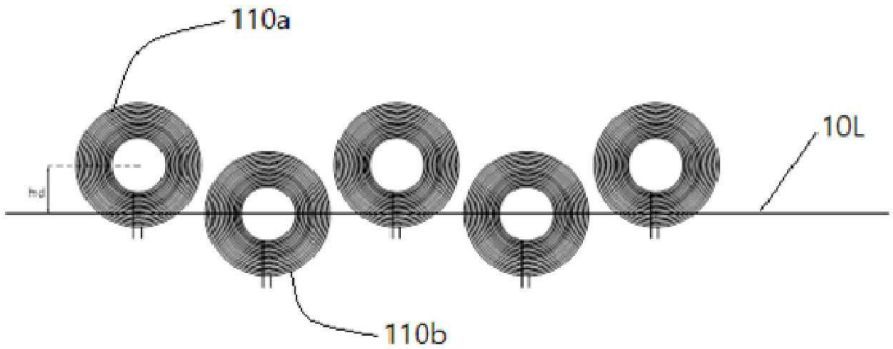
300 추출부

도면

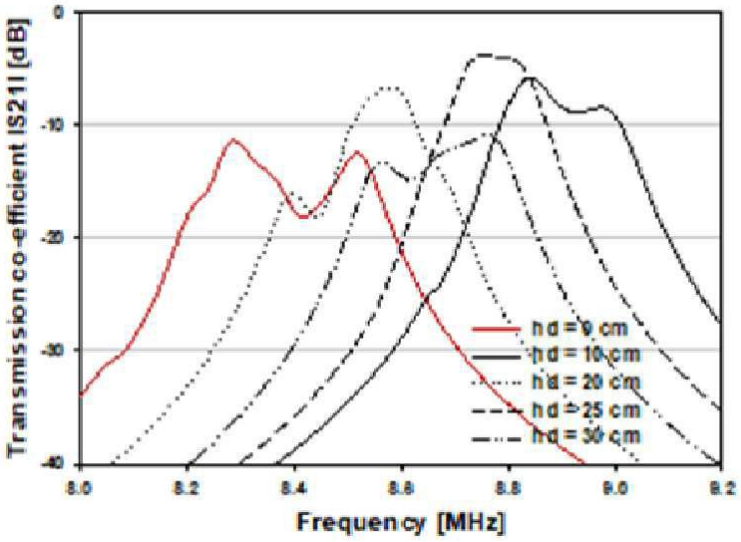
도면1



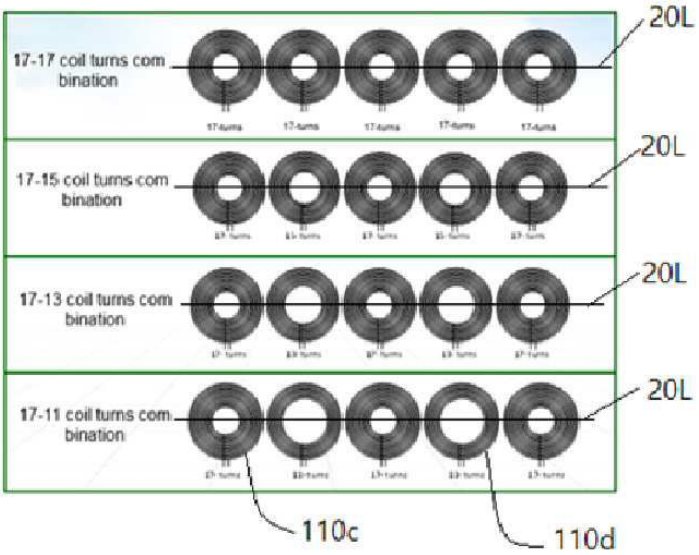
도면2



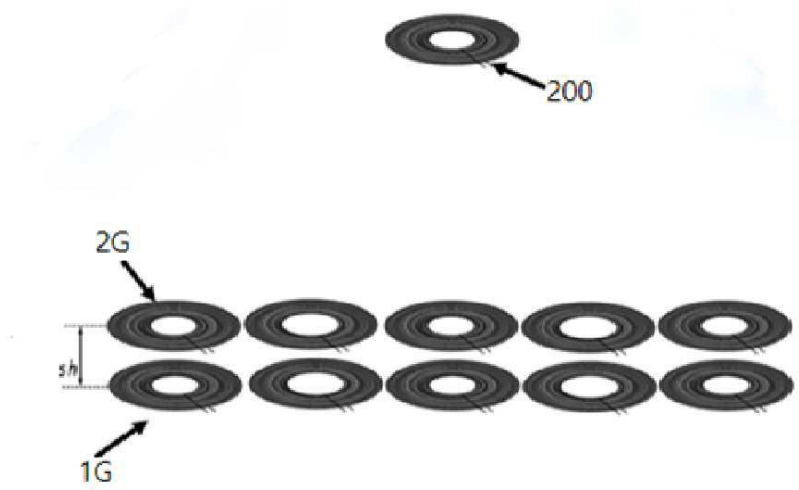
도면3


Transmission co-efficient (S21) [dB]
Frequency [MHz]
hd = 0 cm
hd = 10 cm
hd = 20 cm
hd = 25 cm
hd = 30 cm

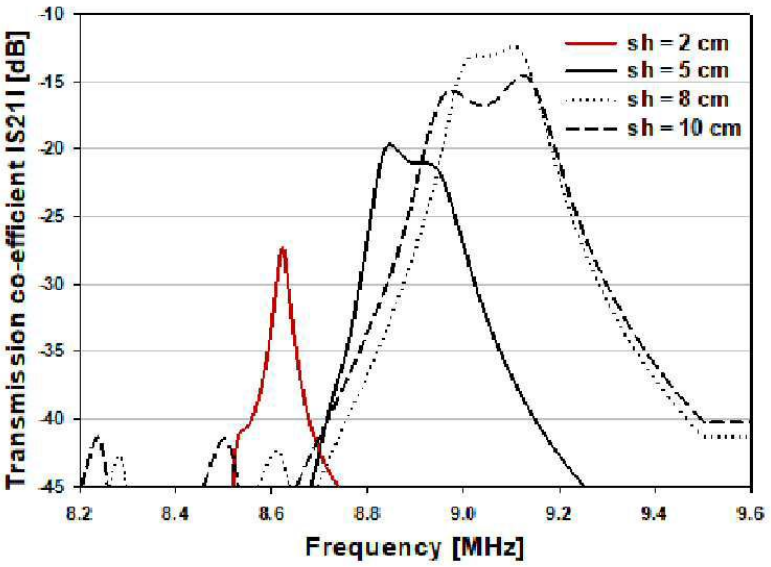
도면4


17-17 coil turns combination
17-15 coil turns combination
17-13 coil turns combination
17-11 coil turns combination
20L
20L
20L
20L
110c
110d

도면5


200
2G
sh
1G

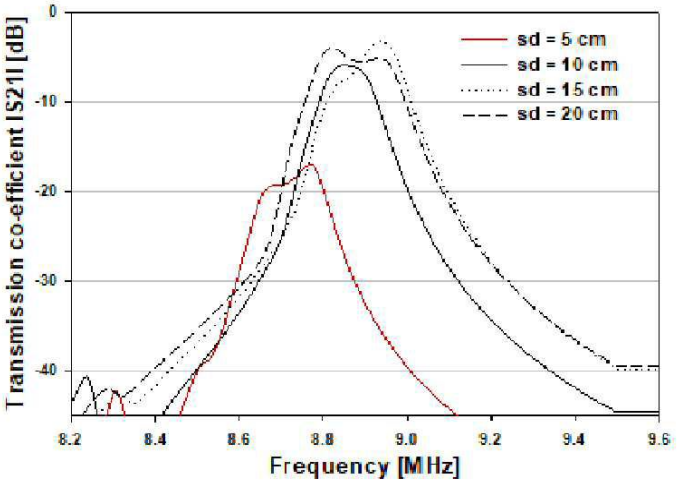
도면6


Transmission co-efficient |S21| [dB]
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
-45
8.2
8.4
8.6
8.8
9.0
9.2
9.4
9.6
Frequency [MHz]
sh = 2 cm
sh = 5 cm
sh = 8 cm
sh = 10 cm

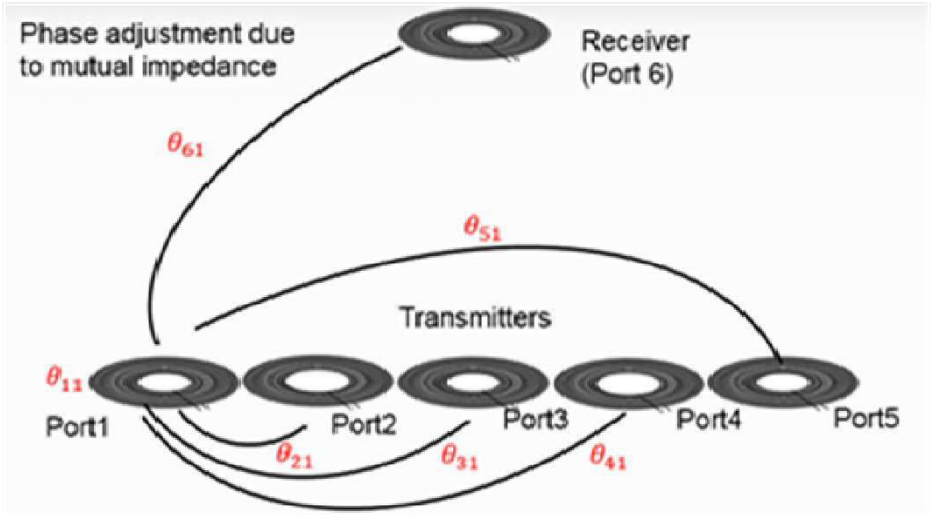
도면7


1G
sd
2G

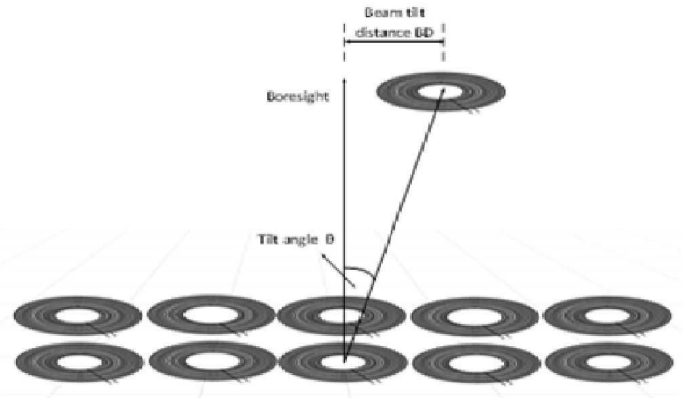
도면8


Transmission co-efficient |S21| [dB]
0
-10
-20
-30
-40
8.2
8.4
8.6
8.8
9.0
9.2
9.4
9.6
Frequency [MHz]
sd = 5 cm
sd = 10 cm
sd = 15 cm
sd = 20 cm

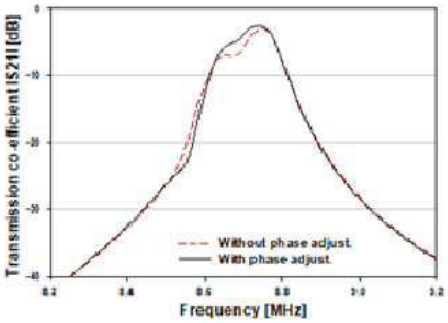
도면9


Phase adjustment due to mutual impedance
Receiver (Port 6)
θ61
θ51
Transmitters
θ11
Port1
Port2
Port3
Port4
Port5
θ21
θ31
θ41

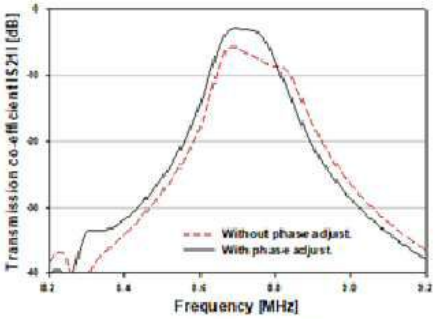
도면10


Beam tilt distance BD
Boresight
Tilt angle θ

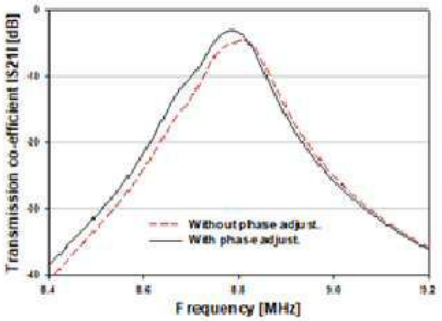
도면11



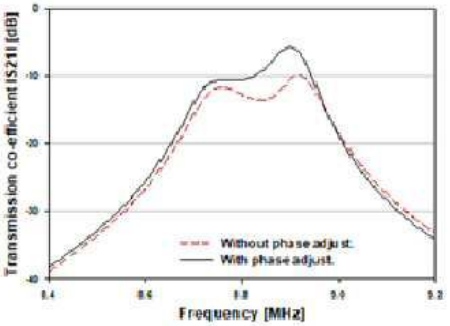
(a) Tilt angle=0°



(b) Tilt angle=14°



(c) Tilt angle=37°



(d) Tilt angle=60°