(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0089619
(43) 공개일자 2023년06월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
*H04B 5/00* (2006.01) *H04B 5/02* (2006.01)
(52) CPC특허분류
*H04B 5/0012* (2013.01)
*H04B 5/0031* (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0177992
(22) 출원일자 2021년12월13일
심사청구일자 2021년12월13일

(71) 출원인
**한국과학기술원**
대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)
**경희대학교 산학협력단**
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
**수원과학대학교 산학협력단**
경기도 화성시 정남면 보통리 산 9-10
(72) 발명자
**안승영**
대전광역시 유성구 문지로 193 (문지동)
**류승훈**
대전광역시 유성구 문지로 193 (문지동)
*(뒷면에 계속)*
(74) 대리인
**김연권**

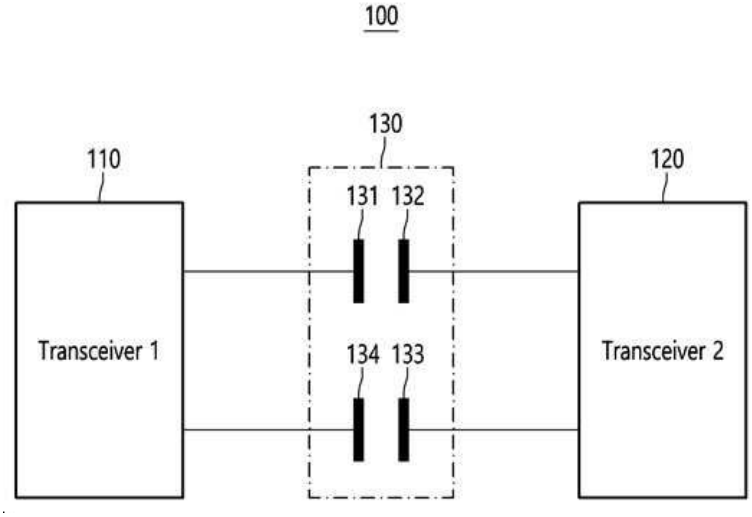
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 **커패시티브 커플링에 기반하는 비접촉 통신 시스템**

## (57) 요 약

본 발명은 비접촉 통신 시스템에 관한 것으로서, 일실시예에 따른 비접촉 통신 시스템은 제1 송수신기와, 제1 송수신기에 연결되는 커패시티브 커플링부 및 커패시티브 커플링부와 연결되는 제2 송수신기를 포함하고, 여기서 커패시티브 커플링부는 제1 송수신기의 송신 선로에 연결된 제1 송신 평판과 제2 송수신기의 수신 선로에 연결된 제1 수신 평판에 기초하는 제1 커플러 및 제2 송수신기의 송신 선로에 연결된 제2 송신 평판과 제1 송수신기의 수신 선로에 연결된 제2 수신 평판에 기초하는 제2 커플러를 더 포함한다.

*대 표 도* - 도1



(52) CPC특허분류
*H04B 5/02* (2013.01)
(72) 발명자
**김지성**
대전광역시 유성구 반석동로 33, 504동 1501호(반석동, 반석마을5단지아파트)
**이범선**
경기도 용인시 기흥구 신촌로47번길 11, 307동 1602호(보정동, 신촌마을 포스홈타운2단지)
**안장용**
대전광역시 유성구 문지로 193 (문지동)
**김해림**
대전광역시 유성구 문지로 193
**박동렬**
대전광역시 유성구 문지로 193 (문지동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

| | |
|---|---|
| 과제고유번호 | 1711125809 |
| 과제번호 | 2016-0-00291-006 |
| 부처명 | 과학기술정보통신부 |
| 과제관리(전문)기관명 | 정보통신기획평가원 |
| 연구사업명 | (혁신법)정보통신기술인력양성/대학ICT연구센터육성지원 |
| 연구과제명 | LOS/NLOS 환경에서 3차원 선택적 공간 무선전력전송 기술 연구 |
| 기 여 율 | 1/2 |
| 과제수행기관명 | 경희대학교 산학협력단 |
| 연구기간 | 2020.01.01 ~ 2021.12.31 |

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

| | |
|---|---|
| 과제고유번호 | 1711125879 |
| 과제번호 | 2020-0-00839-002 |
| 부처명 | 과학기술정보통신부 |
| 과제관리(전문)기관명 | 정보통신기획평가원 |
| 연구사업명 | 방송통신산업기술개발(R&D,정보화) |
| 연구과제명 | 초연결 E-Vehicle 전력 및 신호 EMC 고도화 기술 개발 |
| 기 여 율 | 1/2 |
| 과제수행기관명 | 한국과학기술원 |
| 연구기간 | 2021.01.01 ~ 2021.12.31 |

# 명 세 서

## 청구범위

### 청구항 1

제1 송수신기;

상기 제1 송수신기에 연결되는 커패시티브 커플링부 및

상기 커패시티브 커플링부와 연결되는 제2 송수신기

를 포함하고,

상기 커패시티브 커플링부는,

상기 제1 송수신기의 송신 선로에 연결된 제1 송신 평판과 상기 제2 송수신기의 수신 선로에 연결된 제1 수신 평판에 기초하는 제1 커플러 및

상기 제2 송수신기의 송신 선로에 연결된 제2 송신 평판과 상기 제1 송수신기의 수신 선로에 연결된 제2 수신 평판에 기초하는 제2 커플러

를 더 포함하는 비접촉 통신 시스템.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 커패시티브 커플링부는,

상기 제1 송신 평판 및 상기 제2 송신 평판 중 어느 하나의 송신 평판에 전압이 인가되면 상기 제1 수신 평판 및 상기 제2 수신 평판 중 대응되는 어느 하나의 수신 평판의 방향으로 전기장이 형성되며, 상기 형성된 전기장에 기초하여 비접촉 방식으로 신호를 전송하는

비접촉 통신 시스템.

### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 커패시티브 커플링부는,

터미네이션 저항을 더 포함하여, 고역 통과 필터로 동작하는

비접촉 통신 시스템.

### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 커패시티브 커플링부는,

상기 제1 수신 평판에 연결되는 제1 터미네이션 저항과, 상기 제2 수신 평판에 연결되는 제2 터미네이션 저항을 포함하는

비접촉 통신 시스템.

### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 커패시티브 커플링부는,

상기 제1 송신 평판, 상기 제1 수신 평판, 상기 제2 송신 평판 및 상기 제2 수신 평판 중 적어도 하나의 평판의

폭과, 상기 적어도 하나의 평판의 길이와, 상기 제1 송신 평판과 상기 제1 수신 평판 사이의 간격 및 상기 제2 송신 평판과 상기 제2 수신 평판 사이의 간격 중 적어도 하나의 크기가 제어되어, 메인 커패시턴스 성분의 크기가 기설정된 커패시턴스 임계값 이상이 되고 누화 커패시턴스 성분의 크기가 기설정된 누화 커패시턴스 임계값 이하가 되는

비접촉 통신 시스템.

**청구항 6**

제5항에 있어서,

상기 메인 커패시턴스 성분은 상기 제1 송신 평판과 상기 제1 수신 평판 사이의 커패시턴스 성분 및 상기 제2 송신 평판과 상기 제2 수신 평판 사이의 커패시턴스 성분 중 적어도 하나의 커패시턴스 성분을 포함하는

비접촉 통신 시스템.

**청구항 7**

제5항에 있어서,

상기 누화 커패시턴스 성분은 상기 제1 송신 평판과 상기 제2 수신 평판 사이의 커패시턴스 성분, 상기 제1 수신 평판과 상기 제2 송신 평판 사이의 커패시턴스 성분, 상기 제1 송신 평판과 상기 제2 송신 평판 사이의 커패시턴스 성분 및 상기 제1 수신 평판과 상기 제2 수신 평판의 커패시턴스 성분 중 적어도 하나의 커패시턴스 성분을 포함하는

비접촉 통신 시스템.

**청구항 8**

제5항에 있어서,

상기 메인 커패시턴스 성분의 크기는 1pF 내지 200pF인

비접촉 통신 시스템.

**청구항 9**

제5항에 있어서,

상기 누화 커패시턴스 성분의 크기는 상기 메인 커패시턴스 성분의 크기의 0.1% 내지 30%인

비접촉 통신 시스템.

**청구항 10**

제5항에 있어서,

상기 적어도 하나의 평판의 폭(w)과 상기 적어도 하나의 평판의 길이(l)는 $1mm \leq w, l \leq 300mm$인

비접촉 통신 시스템.

**청구항 11**

제5항에 있어서,

상기 제1 수신 평판 사이의 간격 및 상기 제2 송신 평판과 상기 제2 수신 평판 사이의 간격 중 적어도 하나의 간격(d)은 $0.1mm \leq d \leq 10mm$인

비접촉 통신 시스템.

**청구항 12**

제6항에 있어서,

상기 제1 송신 평판과 상기 제1 수신 평판 사이의 커패시턴스 성분($C_3$)의 크기 및 상기 제2 송신 평판과 상기

제2 수신 평판 사이의 커패시턴스 성분($C_4$)의 크기는 하기 수식3을 통해 결정되는

[수식3]

$$C_3,\ C_4 = \frac{\epsilon}{d}(w-t/2)(l-t/2)+\pi\epsilon(l+w)f(d/2,t)$$

여기서, $\epsilon$은 유전율, t는 상기 적어도 하나의 평판의 두께, l은 상기 적어도 하나의 평판의 길이, w는 적어도 하나의 평판의 폭, d는 상기 제1 송신 평판과 상기 제1 수신 평판 사이의 간격 또는 상기 제2 송신 평판과 상기 제2 수신 평판 사이의 간격인,

비접촉 통신 시스템.

**청구항 13**

제7항에 있어서,

상기 제1 송신 평판과 상기 제2 수신 평판 사이의 커패시턴스 성분($C_1$)의 크기와, 상기 제1 수신 평판과 상기 제2 송신 평판 사이의 커패시턴스 성분($C_2$)의 크기는 하기 수식4를 통해 결정되는

[수식4]

$$C_1,\ C_2 = \epsilon\left[\frac{tl}{(p-w)}+Af((p-2)/2,w)+1.47l\right]\left(\frac{d}{p-w+d}\right)$$

여기서, p는 상기 제1 수신 평판의 중심점과 상기 제2 송신 평판의 중심점 사이의 거리 또는 상기 제1 송신 평판의 중심점과 상기 제2 수신 평판의 중심점 사이의 거리, $A=0.5\pi(t+l)(1-0.0543w/(p-w))$ 인

비접촉 통신 시스템.

**청구항 14**

제7항에 있어서,

상기 제1 수신 평판과 상기 제2 수신 평판의 커패시턴스 성분($C_5$)의 크기 및 상기 제1 송신 평판과 상기 제2 송신 평판 사이의 커패시턴스 성분($C_6$)의 크기는 하기 수식5를 통해 결정되는

[수식5]

$$C_5,\ C_6 = \pi\epsilon(l+w)(f(d,t)-0.5f(d/2,t))$$

여기서, $f(d,t)=\left[\log_e\left(1+\frac{2d}{t}+\sqrt{\frac{2d}{t}\left(\frac{2d}{t}+2\right)}\right)\right]^{-1}$ 인,

비접촉 통신 시스템.

## *발명의 설명*

### *기 술 분 야*

[0001] 본 발명은 비접촉 통신 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 커패시티브 커플링에 기반하는 비접촉 커넥터의 기술적 사상에 관한 것이다.

### *배 경 기 술*

[0002] 호스트 프로세서의 개입 없이 통신 서브 시스템간에 비접촉 방식으로 데이터를 고속 전송하는 기존 기술은 극고주파(EHF)를 무접촉 링크를 이용하여 데이터를 무선으로 전송하는 방법으로 광대역 전송과 송수신 장치의 소형

화가 가능하다는 점에서 장점이 있다.

[0003] 그러나, 기존 기술은 상대적으로 낮은 주파수 대역과 다르게 물질의 투과 성능이 부족하고 높은 경로 손실이 존재하여, 비접촉 링크상에 물체가 존재하게 되면 통신 성능이 쉽게 악화될 수 있으며, 극고주파를 사용하는 과정에서 전자기 간섭 및 인체 조직을 열화시킬 수 있다는 문제가 있다.

[0004] 또한, 차량에서 사용하고 있는 수 MHz의 유선 통신을 대상으로 기술을 구현할 때, 기존 기술과 같이 극고주파를 이용한 비접촉 링크 방법은 필요 이상의 데이터 전송률과 통신 기능을 가지게 되어, 불필요한 기능의 탑재에 따른 불필요한 비용의 발생을 초래할 수 있다.

[0005] 이에, 현재 상용화된 차량 통신 환경과 호환이 가능하고, 외부 환경으로부터 통신 성능을 일정하게 유지할 수 있으며, 전자기 간섭이 적고, 저비용으로 구현 가능한 비접촉 커넥터 구조에 대한 연구의 필요성이 증가하고 있다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1881629호, "무접촉 데이터 전송 시스템 및 방법"

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 간단한 구조와 저비용으로 구성 가능한 커패시터 커플러를 이용하여 비접촉 방식으로 디지털 신호를 전송할 수 있는 비접촉 통신 시스템을 제공하고자 한다.

[0008] 또한, 본 발명은 전도체 평판쌍과 터미네이션 저항을 이용하여 고역 통과 필터의 역할을 하는 커패시티브 커플러를 이용하여 안정적으로 전기 신호 전송이 가능한 비접촉 통신 시스템을 제공하고자 한다.

[0009] 또한, 본 발명은 커패시턴스 모델링을 통해 메인 커패시턴스 성분의 크기와 누설 커패시턴스 성분의 크기가 최적화되어 전기 신호의 전송 효율을 극대화할 수 있는 비접촉 통신 시스템을 제공하고자 한다.

[0010] 또한, 본 발명은 현재 차량에서 사용되고 있는 CAN 통신과 호환이 가능하며, 기존 접촉식 커넥터를 대체하여 차량 내부의 도선 및 부품을 최소화할 수 있는 비접촉 통신 시스템을 제공하고자 한다.

[0011] 또한, 본 발명은 커패시티브 커플러를 적용함으로써, 전원 공급장치로부터 발생할 수 있는 DC 성분의 단락 현상을 방지하고, 공통 모드 오프셋 전압을 보완할 수 있어 다양한 통신 규격에 맞는 회로를 구성 가능하며, 이에 따른 높은 확장성을 갖는 비접촉 통신 시스템을 제공하고자 한다.

[0012] 또한, 본 발명은 커패시티브 커플러를 이용하여 고속직렬전송 인터페이스를 구성함으로써, 임피던스 미스매칭 또는 정전기 현상(ESD)과 같은 문제로 발생하는 신호 품질 저하와 차량 환경의 물리/화학적 충격 및 발열과 같은 문제를 복잡하고 비용이 큰 안테나 구조를 사용하지 않고 해결할 수 있는 비접촉 통신 시스템을 제공하고자 한다.

### 과제의 해결 수단

[0013] 본 발명의 일실시예에 따른 비접촉 통신 시스템은 제1 송수신기와, 제1 송수신기에 연결되는 커패시티브 커플링부 및 커패시티브 커플링부와 연결되는 제2 송수신기를 포함하고, 여기서 커패시티브 커플링부는 제1 송수신기의 송신 선로에 연결된 제1 송신 평판과 제2 송수신기의 수신 선로에 연결된 제1 수신 평판에 기초하는 제1 커플러 및 제2 송수신기의 송신 선로에 연결된 제2 송신 평판과 제1 송수신기의 수신 선로에 연결된 제2 수신 평판에 기초하는 제2 커플러를 더 포함할 수 있다.

[0014] 일측에 따르면, 커패시티브 커플링부는 제1 송신 평판 및 제2 송신 평판 중 어느 하나의 송신 평판에 전압이 인가되면 제1 수신 평판 및 제2 수신 평판 중 대응되는 어느 하나의 수신 평판의 방향으로 전기장이 형성되며, 형성된 전기장에 기초하여 비접촉 방식으로 신호를 전송할 수 있다.

[0015] 일측에 따르면, 커패시티브 커플링부는 터미네이션 저항을 더 포함하여 고역 통과 필터로 동작할 수 있다.

[0016] 일측에 따르면, 커패시티브 커플링부는 제1 수신 평판에 연결되는 제1 터미네이션 저항과, 제2 수신 평판에 연결되는 제2 터미네이션 저항을 포함할 수 있다.

[0017] 일측에 따르면, 커패시티브 커플링부는 제1 송신 평판, 제1 수신 평판, 제2 송신 평판 및 제2 수신 평판 중 적어도 하나의 평판의 폭과, 적어도 하나의 평판의 길이와, 제1 송신 평판과 제1 수신 평판 사이의 간격 및 제2 송신 평판과 제2 수신 평판 사이의 간격 중 적어도 하나의 크기가 제어되어, 메인 커패시턴스 성분의 크기가 기설정된 커패시턴스 임계값 이상이 되고 누화 커패시턴스 성분의 크기가 기설정된 누화 커패시턴스 임계값 이하가 될 수 있다.

[0018] 일측에 따르면, 메인 커패시턴스 성분은 제1 송신 평판과 제1 수신 평판 사이의 커패시턴스 성분 및 제2 송신 평판과 제2 수신 평판 사이의 커패시턴스 성분 중 적어도 하나의 커패시턴스 성분을 포함할 수 있다.

[0019] 일측에 따르면, 누화 커패시턴스 성분은 제1 송신 평판과 제2 수신 평판 사이의 커패시턴스 성분, 제1 수신 평판과 제2 송신 평판 사이의 커패시턴스 성분, 제1 송신 평판과 제2 송신 평판 사이의 커패시턴스 성분 및 제1 수신 평판과 제2 수신 평판의 커패시턴스 성분 중 적어도 하나의 커패시턴스 성분을 포함할 수 있다.

[0020] 일측에 따르면, 메인 커패시턴스 성분의 크기는 1pF 내지 200pF일 수 있다.

[0021] 일측에 따르면, 누화 커패시턴스 성분의 크기는 메인 커패시턴스 성분의 크기의 0.1% 내지 30%일 수 있다.

[0022] 일측에 따르면, 적어도 하나의 평판의 폭(w)과 적어도 하나의 평판의 길이(l)는 1 ㎜ ≤ w, l ≤ 300㎜일 수 있다.

[0023] 일측에 따르면, 제1 수신 평판 사이의 간격 및 제2 송신 평판과 제2 수신 평판 사이의 간격 중 적어도 하나의 간격(d)은 0.1㎜ ≤ d ≤ 10㎜일 수 있다.

[0024] 일측에 따르면, 제1 송신 평판과 제1 수신 평판 사이의 커패시턴스 성분($C_3$)의 크기 및 제2 송신 평판과 제2 수신 평판 사이의 커패시턴스 성분($C_4$)의 크기는 하기 수식3을 통해 결정될 수 있다.

[0025] [수식3]

[0026] $$C_3, C_4 = \frac{\epsilon}{d}(w - t/2)(l - t/2) + \pi\epsilon(l + w)f(d/2, t)$$

[0027] 여기서, $\epsilon$은 유전율, t는 적어도 하나의 평판의 두께, l은 적어도 하나의 평판의 길이, w는 적어도 하나의 평판의 폭, d는 제1 송신 평판과 제1 수신 평판 사이의 간격 또는 제2 송신 평판과 제2 수신 평판 사이의 간격을 의미한다.

[0028] 일측에 따르면, 제1 송신 평판과 제2 수신 평판 사이의 커패시턴스 성분($C_1$)의 크기와, 제1 수신 평판과 제2 송신 평판 사이의 커패시턴스 성분($C_2$)의 크기는 하기 수식4를 통해 결정될 수 있다.

[0029] [수식4]

[0030] $$C_1, C_2 = \epsilon\left[\frac{tl}{(p - w)} + Af((p - 2)/2, w) + 1.47l\right]\left(\frac{d}{p - w + d}\right)$$

[0031] 여기서, p는 제1 수신 평판의 중심점과 제2 송신 평판의 중심점 사이의 거리 또는 제1 송신 평판의 중심점과 제2 수신 평판의 중심점 사이의 거리, $A = 0.5\pi(t + l)(1 - 0.0543w/(p - w))$를 의미한다.

[0032] 일측에 따르면, 제1 수신 평판과 제2 수신 평판의 커패시턴스 성분($C_5$)의 크기 및 제1 송신 평판과 제2 송신 평판 사이의 커패시턴스 성분($C_6$)의 크기는 하기 수식5를 통해 결정될 수 있다.

[0033] [수식5]

[0034] $$C_5, C_6 = \pi\epsilon(l + w)(f(d, t) - 0.5f(d/2, t))$$

[0035] 여기서, $f(d,t)=\left[\log_e(1+\frac{2d}{t}+\sqrt{\frac{2d}{t}(\frac{2d}{t}+2)})\right]^{-1}$ 를 의미한다.

## 발명의 효과

[0036] 일실시예에 따르면, 본 발명은 간단한 구조와 저비용으로 구성 가능한 커패시터 커플러를 이용하여 비접촉 방식으로 디지털 신호를 전송할 수 있다.

[0037] 일실시예에 따르면, 본 발명은 전도체 평판쌍과 터미네이션 저항을 이용하여 고역 통과 필터의 역할을 하는 커패시티브 커플러를 이용하여 안정적으로 전기 신호를 전송할 수 있다.

[0038] 일실시예에 따르면, 본 발명은 커패시턴스 모델링을 통해 메인 커패시턴스 성분의 크기와 누설 커패시턴스 성분의 크기가 최적화되어 전기 신호의 전송 효율을 극대화할 수 있다.

[0039] 일실시예에 따르면, 본 발명은 커패시티브 커플러를 적용함으로써, 전원 공급장치로부터 발생할 수 있는 DC 성분의 단락 현상을 방지하고, 공통 모드 오프셋 전압을 보완할 수 있어 다양한 통신 규격에 맞는 회로를 구성 가능하며, 이에 따른 높은 확장성을 갖을 수 있다.

[0040] 일실시예에 따르면, 본 발명은 커패시티브 커플러를 이용하여 고속직렬전송 인터페이스를 구성함으로써, 임피던스 미스매칭 또는 정전기 현상(ESD)과 같은 문제로 발생하는 신호 품질 저하와 차량 환경의 물리/화학적 충격 및 발열과 같은 문제를 복잡하고 비용이 큰 안테나 구조를 사용하지 않고 해결할 수 있다.

## 도면의 간단한 설명

[0041] 도 1은 일실시예에 따른 비접촉 통신 시스템을 설명하는 도면이다.

도 2는 일실시예에 따른 비접촉 통신 시스템을 이용하여 비접촉 방식으로 신호를 전송하는 예시를 설명하는 도면이다.

도 3은 일실시예에 따른 커패시티브 커플링부가 고역 통과 필터의 역할을 수행하는 예시를 설명하는 도면이다.

도 4a 내지 도 4b는 일실시예에 따른 커패시티브 커플링부의 구현예를 설명하는 도면이다.

도 5는 일실시예에 따른 커패시티브 커플링부에 대한 커패시턴스 모델링을 수행하는 예시를 설명하는 도면이다.

도 6a 내지 도 6b는 일실시예에 따른 비접촉 통신 시스템을 차량 환경에 적용하는 예시를 설명하는 도면이다.

도 7은 일실시예에 따른 비접촉 통신 시스템을 반이중 CAN 통신 회로로 구현하는 예시를 설명하는 도면이다.

도 8a 내지 도 8d는 일실시예에 따른 비접촉 통신 시스템의 시뮬레이션 결과를 설명하는 도면이다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0042] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시예들에 한정되지 않는다.

[0043] 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시예들을 도면에 예시하고 본 명세서에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 특정한 개시형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.

[0044] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 구성요소들은 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만, 예를 들면 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.

[0045] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관

계를 설명하는 표현들, 예를 들면 "~사이에"와 "바로~사이에" 또는 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.

[0046] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예들을 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 설시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0047] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0049] 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 특허출원의 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[0051] 도 1은 일실시예에 따른 비접촉 통신 시스템을 설명하는 도면이다.

[0052] 도 1을 참조하면, 일실시예에 따른 비접촉 통신 시스템(100)은 간단한 구조와 저비용으로 구성 가능한 커패시터 커플러를 이용하여 비접촉 방식으로 디지털 신호를 전송할 수 있다.

[0053] 또한, 비접촉 통신 시스템(100)은 전도체 평판쌍과 터미네이션 저항을 이용하여 고역 통과 필터의 역할을 하는 커패시티브 커플러를 이용하여 안정적으로 전기 신호를 전송할 수 있다.

[0054] 또한, 비접촉 통신 시스템(100)은 커패시턴스 모델링을 통해 메인 커패시턴스 성분의 크기와 누설 커패시턴스 성분의 크기가 최적화되어 전기 신호의 전송 효율을 극대화할 수 있다.

[0055] 또한, 비접촉 통신 시스템(100)은 커패시티브 커플러를 적용함으로써, 전원 공급장치로부터 발생할 수 있는 DC 성분의 단락 현상을 방지하고, 공통 모드 오프셋 전압을 보완할 수 있어 다양한 통신 규격에 맞는 회로를 구성 가능하며, 이에 따른 높은 확장성을 갖을 수 있다.

[0056] 또한, 비접촉 통신 시스템(100)은 커패시티브 커플러를 이용하여 고속직렬전송 인터페이스를 구성함으로써, 임피던스 미스매칭 또는 정전기 현상(ESD)과 같은 문제로 발생하는 신호 품질 저하와 차량 환경의 물리/화학적 충격 및 발열과 같은 문제를 복잡하고 비용이 큰 안테나 구조를 사용하지 않고 해결할 수 있다.

[0057] 이를 위해, 비접촉 통신 시스템(100)은 제1 송수신기(Transceiver 1)(110)와, 제1 송수신기(110)에 연결되는 커패시티브 커플링부(130) 및 커패시티브 커플링부(130)와 연결되는 제2 송수신기(Transceiver 2)(120)를 포함할 수 있다.

[0058] 커패시티브 커플링부(130)는 제1 송수신기(110)의 송신 선로에 연결된 제1 송신 평판(131)과 제2 송수신기(120)의 수신 선로에 연결된 제1 수신 평판(132)에 기초하는 제1 커플러와, 제2 송수신기(120)의 송신 선로에 연결된 제2 송신 평판(133)과 제1 송수신기(110)의 수신 선로에 연결된 제2 수신 평판(134)에 기초하는 제2 커플러를 포함할 수 있다.

[0059] 다시 말해, 커패시티브 커플링부(130)는 소정 간격을 갖고 이격된 전도체 평판쌍을 이용하여 복수의 커패시터 커플러를 구성할 수 있으며, 구성된 복수의 커패시터 커플러를 이용하여 제1 송수신기(110)와 제2 송수신기(120) 간의 비접촉 통신을 지원할 수 있다.

[0060] 일측에 따르면, 커패시티브 커플링부(130)는 제1 송신 평판(131) 및 제2 송신 평판(133) 중 어느 하나의 송신 평판에 전압이 인가되면 제1 수신 평판(132) 및 제2 수신 평판(134) 중 대응되는 어느 하나의 수신 평판의 방향으로 전기장이 형성되며, 형성된 전기장에 기초하여 비접촉 방식으로 신호를 전송할 수 있다.

[0061] 구체적으로, 커패시티브 커플링부(130)는 제1 송수신기(110)에서 제2 송수신기(120)로 신호를 전송하는 경우, 제1 송수신기(110)의 송신 선로를 통해 제1 송신 평판(131)으로 신호에 대응되는 전압이 인가되고, 제1 송신 평판(131)으로 전압이 인가되면 제1 송신 평판(131)에서 제1 수신 평판(132)의 방향으로 전기장이 형성되어 전기장의 형태로 전달된 신호가 제1 수신 평판(132)에 전압의 형태로 유기됨으로써, 비접촉 방식으로 신호를 제2 송수신기(120)에 전달할 수 있다.

[0062] 마찬가지로, 커패시티브 커플링부(130)는 제2 송수신기(120)에서 제1 송수신기(110)로 신호를 전송하는 경우, 제2 송수신기(120)의 송신 선로를 통해 제2 송신 평판(133)에 신호에 대응되는 전압이 인가되고, 제2 송신 평판(133)으로 전압이 인가되면 제2 송신 평판(133)에서 제2 수신 평판(134)의 방향으로 전기장이 생성되어 전기장의 형태로 전달된 신호가 제2 수신 평판(134)에 전압의 형태로 유기됨으로써, 비접촉 방식으로 신호를 제1 송수신기(110)에 전달할 수 있다.

[0063] 일측에 따르면, 커패시티브 커플링부(130)는 터미네이션 저항을 더 포함하여 고역 통과 필터로 동작할 수 있다. 바람직하게는, 커패시티브 커플링부(130)는 제1 수신 평판(132)에 연결되는 제1 터미네이션 저항과, 제2 수신 평판(134)에 연결되는 제2 터미네이션 저항을 포함할 수 있다.

[0064] 한편, 커패시티브 커플링부(130)는 커패시턴스 모델링을 통해 메인 커패시턴스 성분의 크기와 누설 커패시턴스 성분의 크기가 최적화될 수 있으며, 이로 인해 신호 전송 효율을 향상될 수 있다.

[0065] 구체적으로, 커패시티브 커플링부(130)는 제1 송신 평판(131), 제1 수신 평판(132), 제2 송신 평판(133) 및 제2 수신 평판(134) 중 적어도 하나의 평판의 폭과, 적어도 하나의 평판의 길이와, 제1 송신 평판(131)과 제1 수신 평판(132) 사이 또는 제2 송신 평판(133)과 제2 수신 평판(134) 사이의 간격 중 적어도 하나의 크기가 제어되어, 메인 커패시턴스 성분의 크기가 기설정된 커패시턴스 임계값 이상이 되고 누화 커패시턴스 성분의 크기가 기설정된 누화 커패시턴스 임계값 이하가 될 수 있다.

[0066] 예를 들면, 평판의 길이, 폭 및 간격은 모든 평판에서 동일할 수 있다.

[0067] 또한, 기설정된 커패시턴스 임계값은 10pF이고, 기설정된 누화 커패시턴스 임계값은 메인 커패시턴스 성분의 크기의 30%일 수 있다.

[0068] 일측에 따르면, 메인 커패시턴스 성분은 신호 전송 성능을 결정짓는 요소로, 제1 송신 평판(131)과 제1 수신 평판(132) 사이의 커패시턴스 성분 및 제2 송신 평판(133)과 제2 수신 평판(134) 사이의 커패시턴스 성분 중 적어도 하나의 커패시턴스 성분을 포함할 수 있다.

[0069] 일측에 따르면, 누화 커패시턴스 성분은 신호의 누화(crosstalk) 성분을 증가시키는 요소로, 제1 송신 평판(131)과 제2 수신 평판(134) 사이의 커패시턴스 성분, 제1 수신 평판(132)과 제2 송신 평판(133) 사이의 커패시턴스 성분, 제1 송신 평판(131)과 제2 송신 평판(133) 사이의 커패시턴스 성분 및 제1 수신 평판(132)과 제2 수신 평판(134)의 커패시턴스 성분 중 적어도 하나의 커패시턴스 성분을 포함할 수 있다.

[0070] 커패시티브 커플링부(130)에 대한 커패시턴스 모델링 과정은 이후 실시예 도 5를 통해 보다 구체적으로 설명하기로 한다.

[0071]

[0072] 도 2는 일실시예에 따른 비접촉 통신 시스템을 이용하여 비접촉 방식으로 신호를 전송하는 예시를 설명하는 도면이다.

[0073] 도 2를 참조하면, 일실시예에 따른 비접촉 통신 시스템은 전도성 평판 쌍에 기초하는 복수의 커플러를 구비하는 커패시티브 커플링부(200)를 포함할 수 있으며, 커패시티브 커플링부(200)를 통해 디지털 신호를 비접촉 방식으로 전송할 수 있다.

[0074] 구체적으로, 비접촉 통신 시스템은 제1 송수신기에서 전송되는 디지털 신호를 컨디셔닝(conditioning) 시킨 이후에, 커패시티브 커플링부(200)를 통해 컨디셔닝된 신호를 전기장의 형태로 전달하며, 전달 과정에서 발생한 손실의 보상 및 기설정된 통신 신호의 규격으로의 변환을 위한 신호처리(signal processing) 과정을 거쳐 최종적으로 디지털 신호를 제2 송수신기로 전달할 수 있다.

[0076] 도 3은 일실시예에 따른 커패시티브 커플링부가 고역 통과 필터의 역할을 수행하는 예시를 설명하는 도면이다.

[0077] 도 3을 참조하면, 일실시예에 따른 비접촉 통신 시스템은 전도성 평판 쌍에 기초하는 복수의 커플러(AC Cap)를 구비하는 커패시티브 커플링부(300)를 포함할 수 있으며, 커패시티브 커플링부(300)는 복수의 커플러(AC Cap) 각각의 수신 선로에 배치되는 터미네이션 저항($R_t$)을 더 포함하여 고역 통과 필터(High pass filter)로 동작할 수 있다.

[0078] 구체적으로, 커패시티브 커플링부(300)는 커플러(AC Cap)의 평판쌍이 구성하는 커패시턴스와 터미네이션 저항($R_t$)의 저항 값으로 구성되는 시정수의 값이 작은 경우에 구형파 형태의 디지털 신호에서 직류 성분의 손실이 발

생되어 미분된 형태의 신호가 수신 선로를 통해 전달될 수 있다.

[0079] 여기서, 구형파의 왜곡 여부를 판단할 수 있는 기준은 하기 수식1과 같다.

[0080] [수식1]

[0081] $$\begin{cases} 5R_{term}C_{coupled} \ll Time_{unit} \ : \ Differentiated\ signal \\ 5R_{term}C_{coupled} \gg Time_{unit} \ : \ Square\ wave\ signal \end{cases}$$

[0082] 즉, 터미네이션 저항과 커패시턴스의 곱으로 이루어진 시정수는 단위 간격(unit interval time)의 일정 배수보다 매우 작은 경우와 큰 경우에 대하여 각각 신호가 미분되고 구형파를 유지할 수 있으며, 일실시예에 따른 커패시티브 커플링부(300)는 높은 커패시턴스 값과 터미네이션 저항 값이 유지되도록 설계되어 구형파 신호 전송 성능을 높일 수 있다.

[0083] 보다 구체적으로, 커패시티브 커플링부(300)는 신호 전송 성능 극대화를 위하여 얇고 넓은 전도체 평판의 구조로 커플러(AC Cap)를 구성하고, 터미네이션 저항($R_t$)을 50kΩ ≤ $R_t$ ≤ 1MΩ의 하이 임피던스 저항으로 구성하여 구형파 신호가 전송되는 과정에서 손실을 최소화하고, 기존의 신호 레벨을 유지하도록 지원할 수 있다.

[0085] 도 4a 내지 도 4b는 일실시예에 따른 커패시티브 커플링부의 구현예를 설명하는 도면이다.

[0086] 도 4a 내지 도 4b를 참조하면, 도면부호 410은 일실시예에 따른 커패시티브 커플링부의 개략도를 도시하고, 도면부호 420은 실 구현된 커패시티브 커플링부의 샘플 이미지를 도시한다.

[0087] 커패시티브 커플링부는 도면부호 410 및 420과 같이 제1 신호(Signal 1)에 대응되는 송수신 선로에 배치되는 제1 커플러(411)와 제2 신호(Signal 2)에 대응되는 송수신 선로에 배치되는 제2 커플러(412) 및 제1 커플러(411)와 제2 커플러(412)의 인접면에 형성된 입출력 포트(413)를 포함할 수 있다.

[0088] 예를 들면, 제1 신호(Signal 1)는 제1 송수신기로부터 제2 송수신기로 전달되는 신호이고, 제2 신호(Signal 2)는 제2 송수신기로부터 제1 송수신기로 전달되는 신호일 수 있다.

[0089] 구체적으로, 커패시티브 커플링부는 두 종류의 신호('High' 신호 및 'Low' 신호)가 각 평판 쌍에 인가되면, 전위차가 커짐에 따라 송신 평판에서 수신 평판으로 전기장이 형성되며, 수신 평판에서 송신된 전기장 신호를 수신함에 따라 전압 신호가 유기되고, 이를 통해 비접촉 신호 전송을 구현할 수 있다.

[0090] 예를 들면, 커패시티브 커플링부는 입출력 포트(413)를 통해 제1 커플러(410)의 송신 평판으로 'High' 신호가 인가되면 제1 커플러(410)의 송신 평판에서 수신 평판으로 전기장이 형성되어 전기장의 형태로 전달된 신호가 제1 수신 평판(132)에 전압의 형태로 유기되며, 유기된 전압 형태의 신호가 입출력 포트(413)를 통해 송수신기로 전달될 수 있다.

[0092] 도 5는 일실시예에 따른 커패시티브 커플링부에 대한 커패시턴스 모델링을 수행하는 예시를 설명하는 도면이다.

[0093] 도 5를 참조하면, 일실시예에 따른 커패시티브 커플링부(500)는 제1 송신 평판(510) 및 제1 수신 평판(520)에 기초하는 제1 커플러와, 제2 송신 평판(530) 및 제2 수신 평판(540)에 기초하는 제2 커플러를 포함할 수 있다.

[0094] 일측에 따르면, 커패시티브 커플링부(500)는 제1 송신 평판(510), 제1 수신 평판(520), 제2 송신 평판(530) 및 제2 수신 평판(540) 중 적어도 하나의 평판의 폭(w)과, 적어도 하나의 평판의 길이(l)와, 제1 송신 평판(131)과 제1 수신 평판(132) 사이 또는 제2 송신 평판(133)과 제2 수신 평판(134) 사이의 간격(d) 중 적어도 하나의 크기가 제어되어, 메인 커패시턴스 성분의 크기가 기설정된 커패시턴스 임계값 이상이 되고 누화 커패시턴스 성분의 크기가 기설정된 누화 커패시턴스 임계값 이하가 될 수 있다.

[0095] 구체적으로, 메인 커패시턴스 성분은 제1 송신 평판(510)과 제1 수신 평판(520) 사이의 커패시턴스 성분($C_3$) 및 제2 송신 평판(530)과 제2 수신 평판(540) 사이의 커패시턴스 성분($C_4$) 중 적어도 하나의 커패시턴스 성분을 포함할 수 있다.

[0096] 또한, 누화 커패시턴스 성분은 제1 송신 평판(510)과 제2 수신 평판(540) 사이의 커패시턴스 성분($C_1$), 제1 수신 평판(520)과 제2 송신 평판(530) 사이의 커패시턴스 성분($C_2$), 제1 수신 평판(520)과 제2 수신 평판(540)의 커패시턴스 성분($C_5$) 및 제1 송신 평판(510)과 제2 송신 평판(530) 사이의 커패시턴스 성분($C_6$) 중 적어도 하나

의 커패시턴스 성분을 포함할 수 있다.

[0097] 예를 들면, 메인 커패시턴스 성분의 크기는 1pF 내지 200pF이고, 누화 커패시턴스 성분의 크기는 메인 커패시턴스 성분의 크기의 0.1% 내지 30%일 수 있다.

[0098] 또한, 평판의 폭(w) 및 길이(l)는 1mm ≤ w,l ≤ 300mm이고, 간격(d)은 0.1mm ≤ d ≤ 10mm일 수 있다.

[0099] 한편, 평판의 두께(t)는 0mm < t ≤ 5mm이고, 송신 평판의 중심점과 수신 평판의 중심점 사이의 거리(p)는 0 < t ≤ 50mm일 수 있다.

[0100] 커패시티브 커플링부(500)의 커패시턴스 모델링은 하기 수식2에 기초하여 수행될 수 있으며, 바람직하게는, 메인 커패시턴스 성분과 누화 커패시턴스 성분의 크기는 하기 수식3 내지 수식 5를 통해 최적화될 수 있다.

[0101] [수식2]

[0102]
$$f(d,t)=\left[\log_e\left(1+\frac{2d}{t}+\sqrt{\frac{2d}{t}\left(\frac{2d}{t}+2\right)}\right)\right]^{-1}$$
$$A=0.5\pi(t+l)(1-0.0543w/(p-w))$$

[0103] 구체적으로, 제1 송신 평판(510)과 제1 수신 평판(520) 사이의 커패시턴스 성분($C_3$)의 크기 및 제2 송신 평판(530)과 제2 수신 평판(540) 사이의 커패시턴스 성분($C_4$)의 크기는 하기 수식3을 통해 결정될 수 있다.

[0104] [수식3]

[0105]
$$C_3,\ C_4=\frac{\epsilon}{d}(w-t/2)(l-t/2)+\pi\epsilon(l+w)f(d/2,t)$$

[0106] 여기서, $\epsilon$은 유전율, t는 평판의 두께, l은 평판의 길이, w는 평판의 폭, d는 제1 송신 평판(510)과 제1 수신 평판(520) 사이 또는 제2 송신 평판(530)과 제2 수신 평판(540) 사이의 간격을 의미한다.

[0107] 또한, 제1 송신 평판(510)과 제2 수신 평판(540) 사이의 커패시턴스 성분($C_1$)의 크기와, 제1 수신 평판(520)과 제2 송신 평판(530) 사이의 커패시턴스 성분($C_2$)의 크기는 하기 수식4를 통해 결정될 수 있다.

[0108] [수식4]

[0109]
$$C_1,\ C_2=\epsilon\left[\frac{tl}{(p-w)}+Af((p-2)/2,w)+1.47l\right]\left(\frac{d}{p-w+d}\right)$$

[0110] 여기서, p는 송신 평판의 중심점과 수신 평판의 중심점 사이의 거리를 의미한다.

[0111] 또한, 제1 수신 평판(520)과 제2 수신 평판(540)의 커패시턴스 성분($C_5$)의 크기와, 제1 송신 평판(510)과 제2 송신 평판(530) 사이의 커패시턴스 성분($C_6$)의 크기는 하기 수식5를 통해 결정될 수 있다.

[0112] [수식5]

[0113]
$$C_5,\ C_6=\pi\epsilon(l+w)(f(d,t)-0.5f(d/2,t))$$

[0115] 도 6a 내지 도 6b는 일실시예에 따른 비접촉 통신 시스템을 차량 환경에 적용하는 예시를 설명하는 도면이다.

[0116] 도 6a 내지 도 6b를 참조하면, 일실시예에 따른 비접촉 통신 시스템은 차량 환경에 적용하여 고속직렬통신에 활용될 수 있다.

[0117] 구체적으로, 비접촉 통신 시스템은 차량에서 가장 보편적으로 사용하고 있는 통신중 하나인 CAN(Controller Area Network) 통신에 적용되어, 도면부호 610 내지 620과 같은 비접촉 커넥터 회로를 구성할 수 있다.

[0118] 예를 들면, 비접촉 통신 시스템은 도면부호 610 내지 620과 같이, CAN 통신기의 CAN-High 신호를 커플러로 전송 후, 정위상과 역위상으로 분리하여 수신단 측으로 신호를 전송하고, 반대 방향으로 신호를 전송하는 경우 역시

마찬가지로 통신기의 CAN-High 신호만을 커플러로 전송한 후 두 위상 신호로 분리하여 수신측에 전달할 수 있다.

[0120] 도 7은 일실시예에 따른 비접촉 통신 시스템을 반이중 CAN 통신 회로로 구현하는 예시를 설명하는 도면이다.

[0121] 도 7을 참조하면, 일실시예에 따른 비접촉 통신 시스템(700)은 제1 송수신기(Transceiver 1)와 제2 송수신기(Transceiver 2) 사이에 구비되는 복수의 통신 회로를 포함할 수 있다.

[0122] 복수의 통신회로는 제1 송수신기(Transceiver 1)와 제2 송수신기(Transceiver 2)의 송신 선로 및 수신 선로에 연결되는 송신 버퍼(710-1, 710-2), 커패시티브 커플러(720-1, 720-2), 비반전 증폭기(730-1, 730-2), D-플립플롭(740-1, 740-2), DC 제어회로(750-1, 750-2) 및 수신 버퍼(760-1, 760-2)를 포함할 수 있으며, 송신 선로 및 수신 선로 사이에 되고 소정의 크기를 갖는 저항(120)을 더 포함할 수 있다.

[0123] 일측에 따르면, 커패시티브 커플러(720-1, 720-2)는 전도성 평판 쌍에 기초하는 커플러($C_{eq}$)와, 커플러($C_{eq}$)의 수신 평판에 연결되는 터미네이션 저항($R_{term}$)을 포함하여 고역 통과 필터로 동작할 수 있다.

[0124] 구체적으로, 비접촉 통신 시스템(700)은 제1 송수신기(Transceiver 1)와 제2 송수신기(Transceiver 2) 중 어느 하나의 송수신기로부터 신호가 생성되면, 송신 버퍼(710-1, 710-2) 및 커패시티브 커플러(720-1, 720-2)를 통해 구형파 신호가 일부 왜곡된 형태로 비접촉 전송될 수 있다.

[0125] 다음으로, 비접촉 통신 시스템(700)은 비반전 증폭기(730-1, 730-2)를 이용하여 필터로 인한 감쇄를 보상한 후, D-플립플롭(740-1, 740-2)을 이용하여 정위상 및 역위상의 구형파 신호를 복구할 수 있다.

[0126] 다음으로, 비접촉 통신 시스템(700)은 CAN-High와 CAN-Low의 규격에 맞는 신호를 구성하기 위해, DC 제어회로(750-1, 750-2)를 이용하여 DC 레벨을 조정한 후, 수신 버퍼(760-1, 760-2)를 거쳐 복구된 신호를 전송함으로써, 비접촉 통신을 완료할 수 있다.

[0127] 한편, 커패시티브 커플러(720-1, 720-2)로 나누어지는 송신 선로와 수신 선로의 접지가 연결되지 않는 경우, 비접촉 통신 시스템(700)은 귀환 회로가 길게 형성되어 특정 주파수 대역에서 공진이 발생하거나 신호 품질이 매우 악화될 우려가 있다.

[0128] 이에, 비접촉 통신 시스템(700)은 차량의 섀시 접지를 활용하여 양단의 접지를 연결함으로써 최단 거리의 귀환 회로를 형성할 수 있다.

[0129] 일측에 따르면, 비접촉 통신 시스템(700)은 차량 프레임 혹은 바디의 일부를 비접촉 커넥터로 사용되는 커플러($C_{eq}$)의 평판으로 사용함으로써, 다양한 형태로 신호를 전송할 수 있다.

[0130] 또한, 커플러($C_{eq}$)의 평판쌍 사이의 공간(에어갭)을 공기뿐만 아니라, 차량 내부의 유리 또는 패킹 고무를 거치는 구조로 구현할 수도 있으며, 이 경우에도 온전한 신호 전송이 가능하다.

[0132] 도 8a 내지 도 8d는 일실시예에 따른 비접촉 통신 시스템의 시뮬레이션 결과를 설명하는 도면이다.

[0133] 도 8a 내지 도 8d를 참조하면, 도면부호 810 내지 840은 도 7의 비접촉 통신 시스템에 도시된 노드 $a_1$, $a_2$, $a_3$, $a_4$ 및 $b_1$ 각각에서 측정한 신호의 파형을 도시한다.

[0134] 비접촉 통신 시스템은 송수신기로부터 도면부호 810과 같은 디지털 신호가 출력될 수 있으며, 디지털 신호는 커패시티브 커플러를 거치면서 도면부호 820과 같이 일부 손실이 발생된 구형파 신호로 변화할 수 있다.

[0135] 구체적으로, 비접촉 통신 시스템은 터미네이션 저항으로 하이 임피던스 저항을 적용함으로써, 구형파 신호 레벨을 더욱 안정적으로 유지할 수 있으나, 시정수가 과도하게 커지게 되어 신호 전송에 지연이 발생할 수 있으며, 구형파 신호에 일부 손실이 발생되어 바로 통신에 사용하기에는 무리가 따를 수 있다.

[0136] 이러한 문제를 해결하기 위해, 비접촉 통신 시스템은 신호처리 회로를 이용하여 커패시티브 커플러를 통과한 신호를 증폭하고 파형을 복구할 수 있다.

[0137] 구체적으로, 비접촉 통신 시스템은 커패시티브 커플러 및 비반전 증폭기를 통과한 신호를 입력으로 수신하는 D-플립플롭을 이용하여 도면부호 830과 같이 임계 전압 이상의 전압을 일정한 전압으로 출력하여 구형파를 생성할 수 있으며, 이 때, D-플립플롭은 반전 출력 또한 생성할 수 있다.

[0138] 즉, 비접촉 통신 시스템은 위상이 서로 반전이 두 종류의 신호가 출력으로 나타나게 되고, DC 레벨을 조정함으

로써 도면부호 840과 같이 CAN 통신 신호를 온전히 복원할 수 있다.

[0140] 결국, 본 발명을 이용하면, 간단한 구조와 저비용으로 구성 가능한 커패시터 커플러를 이용하여 비접촉 방식으로 디지털 신호를 전송할 수 있다.

[0141] 또한, 본 발명을 이용하면, 전도체 평판쌍과 터미네이션 저항을 이용하여 고역 통과 필터의 역할을 하는 커패시티브 커플러를 이용하여 안정적으로 전기 신호를 전송할 수 있다.

[0142] 또한, 본 발명을 이용하면, 커패시턴스 모델링을 통해 메인 커패시턴스 성분의 크기와 누설 커패시턴스 성분의 크기가 최적화되어 전기 신호의 전송 효율을 극대화할 수 있다.

[0143] 또한, 본 발명을 이용하면, 커패시티브 커플러를 적용함으로써, 전원 공급장치로부터 발생할 수 있는 DC 성분의 단락 현상을 방지하고, 공통 모드 오프셋 전압을 보완할 수 있어 다양한 통신 규격에 맞는 회로를 구성 가능하며, 이에 따른 높은 확장성을 갖을 수 있다.

[0144] 또한, 본 발명을 이용하면, 커패시티브 커플러를 이용하여 고속직렬전송 인터페이스를 구성함으로써, 임피던스 미스매칭 또는 정전기 현상(ESD)과 같은 문제로 발생하는 신호 품질 저하와 차량 환경의 물리/화학적 충격 및 발열과 같은 문제를 복잡하고 비용이 큰 안테나 구조를 사용하지 않고 해결할 수 있다.

[0146] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들면, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 장치, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0147] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

## *부호의 설명*

[0149] 100: 비접촉 통신 시스템 110: 제1 송수신기

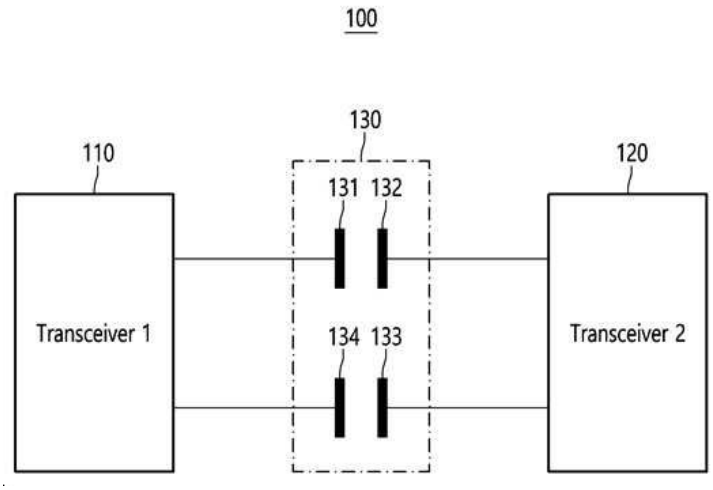
120: 제2 송수신기 130: 커패시티브 커플링부

131: 제1 송신 평판 132: 제1 수신 평판

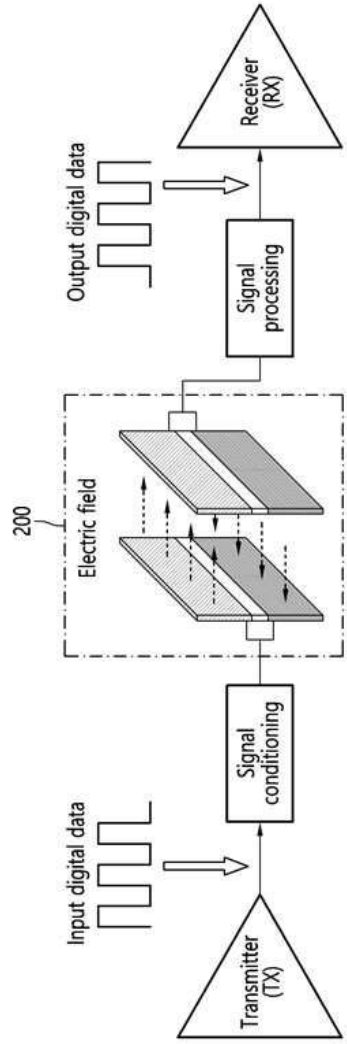
133: 제2 송신 평판 134: 제2 수신 평판

## *도면*

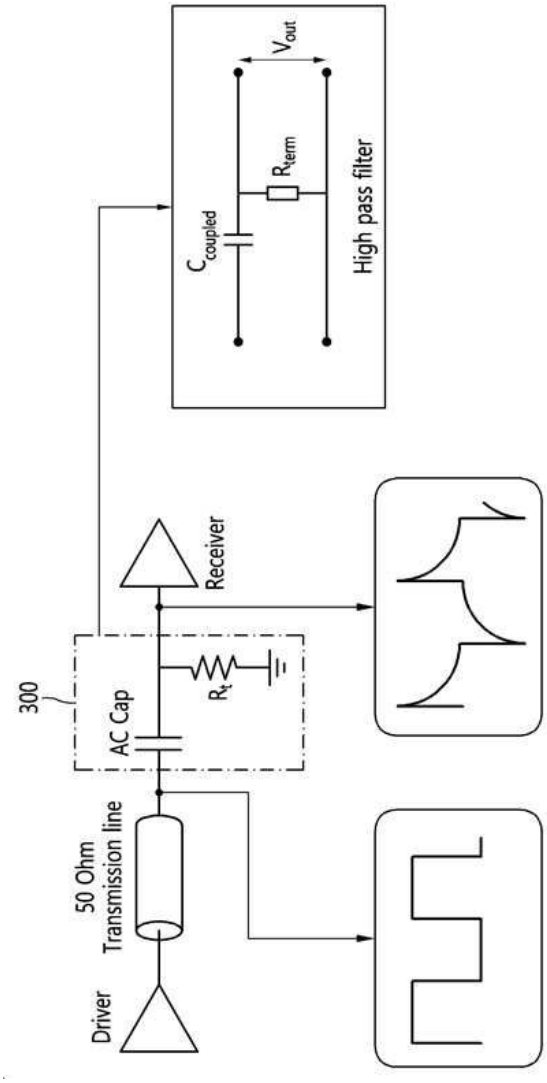
### *도면1*



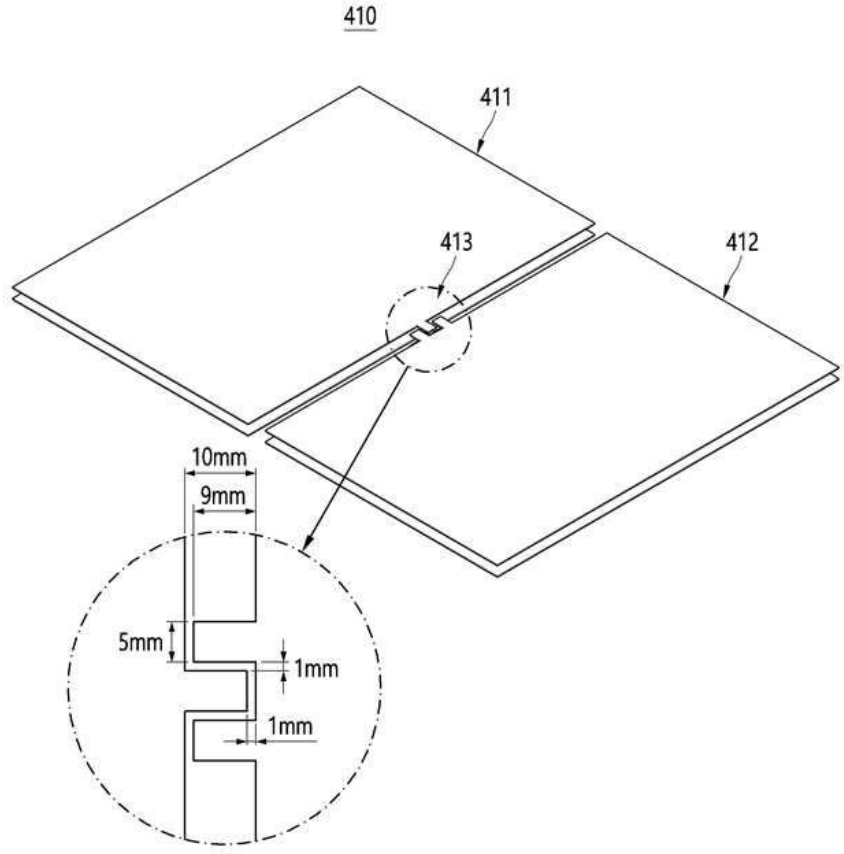
도면2


Receiver (RX)
Output digital data
Signal processing
200
Electric field
Signal conditioning
Input digital data
Transmitter (TX)

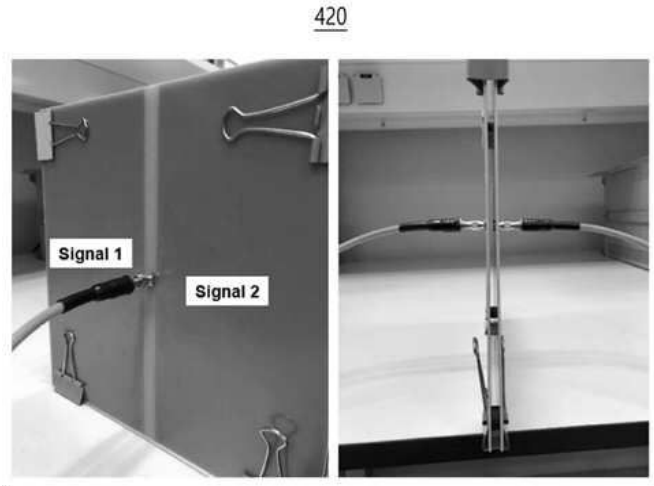
도면3


$V_{out}$
$R_{term}$
$C_{coupled}$
High pass filter
Receiver
300
AC Cap
$R_t$
50 Ohm
Transmission line
Driver

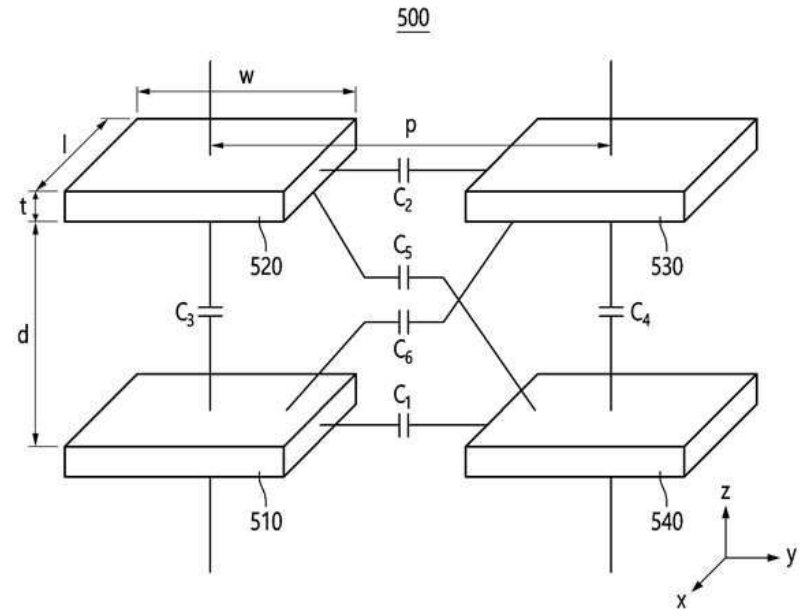
도면4a



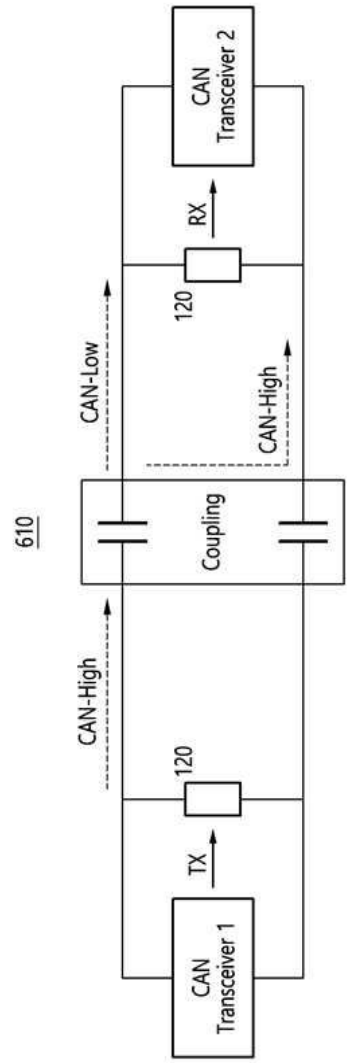

도면4b



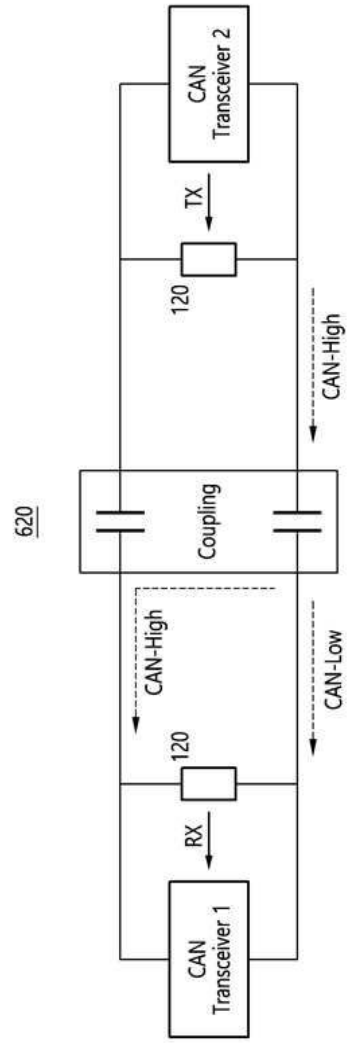
도면5


500
w
l
p
t
d
$C_1$
$C_2$
$C_3$
$C_4$
$C_5$
$C_6$
510
520
530
540
z
y
x

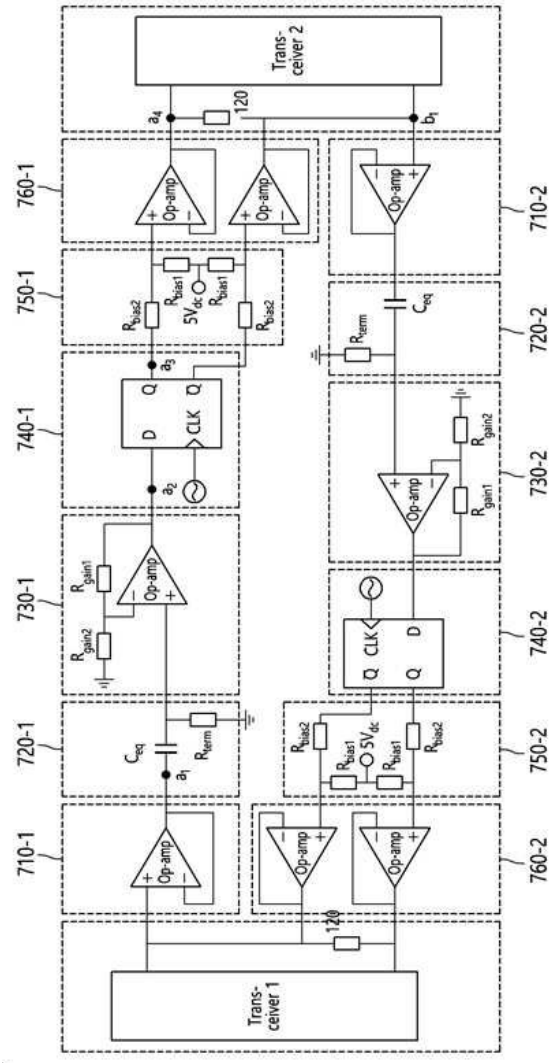
도면6a


CAN Transceiver 2
RX
120
CAN-Low
CAN-High
610
Coupling
CAN-High
120
TX
CAN Transceiver 1

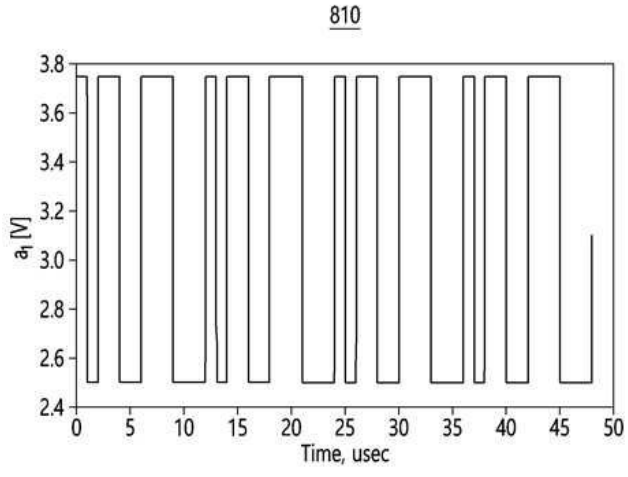
도면6b


CAN Transceiver 2
TX
120
CAN-High
620
Coupling
CAN-High
CAN-Low
120
RX
CAN Transceiver 1

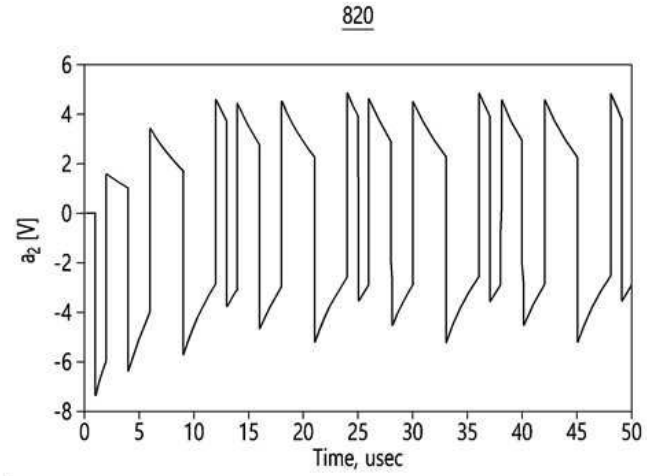
도면7


Trans-ceiver 2
120
Op-amp
CLK
Trans-ceiver 1
760-1
750-1
740-1
730-1
720-1
710-1
710-2
720-2
730-2
740-2
750-2
760-2

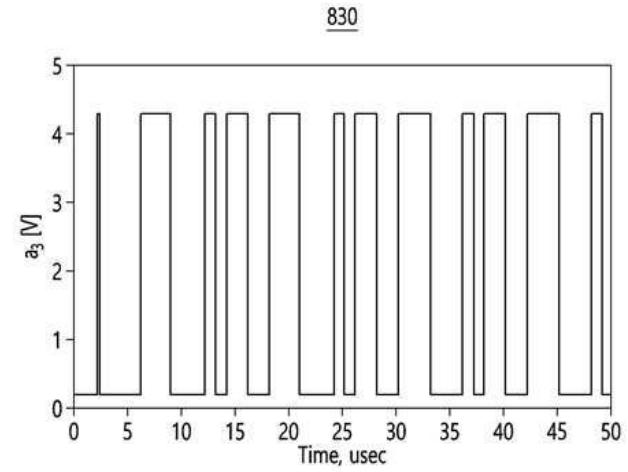
도면8a


810
a1 [V]
Time, usec

도면8b




도면8c




도면8d

