



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0098767  
(43) 공개일자 2018년09월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H04L 25/02 (2006.01) H04L 1/00 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
H04L 25/0272 (2013.01)  
H04L 1/0042 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2017-0025294  
(22) 출원일자 2017년02월27일  
심사청구일자 2017년02월27일

(71) 출원인  
(주) 와이팜  
경기도 성남시 분당구 판교로 255번길 9-22,  
705,706호 (삼평동, 우림더블유-씨티)  
(72) 발명자  
어영선  
경기도 성남시 분당구 구미로 100, 1007동 901호  
유대규  
서울특별시 강동구 선사로 120, 102동 1401호  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
남충우

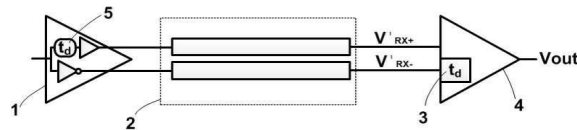
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 초고속 다채널 신호 전송선에서 누화 잡음 억제 방법

(57) 요약

신호 전송선에서 누화 잡음 억제 방법이 제공된다. 본 발명의 실시예에 따른 송수신 시스템은, 차동 신호 간 시간 지연을 발생시켜 전송하는 송신단 및 송신단에서 발생시킨 시간 지연을 보상하여 차동 신호를 복원하는 수신단을 포함한다. 이에 의해, 차동 신호 간에 시간차를 두므로써, 차동 신호 전송기법이 가지는 공통 모드 노이즈 제거 특성은 다소 감소하지만 누화 잡음 발생을 크게 억제하여 전체적인 신호의 크기 및 지터를 개선할 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자  
**지기현**  
경기도 안산시 상록구 성안1길 30, 304호

**민경준**  
경기도 성남시 분당구 동판교로 275, 115동 804호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업  
과제고유번호 1711035436  
부처명 미래창조과학부  
연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터  
연구사업명 방송통신산업기술개발  
연구과제명 스마트 단말용 고효율 고집적 다중모드 다중대역 RF 모듈 개발  
기여율 1/1  
주관기관 (주)와이팜  
연구기간 2016.03.01 ~ 2017.02.28

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

차동 신호 간 시간 지연을 발생시켜 전송하는 송신단;

송신단에서 발생시킨 시간 지연을 보상하여 차동 신호를 복원하는 수신단;을 포함하는 것을 특징으로 하는 송수신 시스템.

#### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

차동 신호 사이에서 발생하는 누화 잡음을 줄이기 위해, 송신단에서 시간 지연을 발생시키고, 수신단에서 시간 지연을 보상하는 것을 특징으로 하는 송수신 시스템.

#### 청구항 3

청구항 1에 있어서,

송신단은,

차동 신호 중 하나를 지연시키고,

수신단은,

차동 신호 중 다른 하나를 지연시키는 것을 특징으로 하는 송수신 시스템.

#### 청구항 4

청구항 3에 있어서,

송신단은,

직렬로 연결된 다수의 인버터로 차동 신호 중 하나를 지연시키고,

수신단은,

스위치드 커패시터로 차동 신호 중 다른 하나를 지연시키는 것을 특징으로 하는 송수신 시스템.

#### 청구항 5

청구항 1에 있어서,

송신단과 수신단은 다수의 채널로 연결되며,

수신단은,

제1 채널에서 가해 채널을 통해 수신된 차동 신호를 지연시키고,

제2 채널에서 피해 채널이 아닌 채널을 수신된 차동 신호를 지연시키는 것을 특징으로 하는 송수신 시스템.

**청구항 6**

송신단이, 차등 신호 간 시간 지연을 발생시켜 전송하는 단계;

수신단이, 송신단에서 발생시킨 시간 지연을 보상하여 차등 신호를 복원하는 단계;을 포함하는 것을 특징으로 하는 송수신 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 신호 전송 관련 기술에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 초고속 다채널 신호 전송선에서 누화 잡음 억제 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 고밀도 다중 배선(multiline)에서는 배선 사이에서 발생하는 전자기장의 상호작용 때문에 선간 누화잡음(crosstalk noise)이 발생한다.

[0003] 누화잡음을 이론적으로 고찰하기 위해 간단히 두 개의 배선을 고려하여 상기한 전자기 상호작용을 수식적으로 표현할 수 있다. 즉 전자기장에 의한 커패시터 커플링과 자기장에 의한 인덕터 커플링으로 단순화시켜 수학적 식 1 과 같이 누화잡음을 표현할 수 있다.

[0004] [수학적 식 1]

$$v_f = \frac{1}{2}(K_c - K_L) \frac{1}{v_p} \frac{dv_s}{dt},$$

$$\left( \because K_c = \frac{C_M}{C_g + C_M}, K_L = \frac{L_M}{L_0}, \frac{1}{v_p} = \sqrt{L_0(C_g + C_M)} \right)$$

- [0005]
- [0006]  $v_f$ 는 인가된 신호로 발생한 누화 잡음,
- [0007]  $v_s$ 는 배선에 인가된 전압 신호,
- [0008]  $v_p$ 는 위상 속도(phase velocity),
- [0009]  $K_c$ 는 커패시터의 커플링 계수(capacitive coupling coefficient),
- [0010]  $K_L$ 은 인덕터의 커플링 계수(inductive coupling coefficient),
- [0011]  $C_M$ 은 배선 상호간의 커패시턴스(mutual capacitance),
- [0012]  $C_g$ 는 그라운드에 대한 커패시턴스의 합(sum of the capacitance to ground),
- [0013]  $L_0$ 는 자기 인덕턴스(self-inductance),
- [0014]  $L_M$ 은 상호 인덕턴스 (mutual inductance)를 각각 의미한다.

[0015] 가장 간단한 동일한 두 개의 배선에서 신호전송 되는 배선에 대한 전자기 상호작용은 전송로가 갖고 있는 고유 전송 모드(eigen mode)로 분리하여 고찰할 수 있는데, 고유전송 모드는 입력 신호의 크기와 위상이 같을 때의 동상 모드(even mode)와 입력 신호의 크기는 같으나 위상이 반대일 때의 차등 모드(odd mode)로 분리할 수 있다. 차등 모드에서는 누화 신호가 원래 신호와 반대의 위상을 가진 채로 합성되며, 동상 모드에서는 누화 신호가 원래 신호와 동일한 위상을 가진 채로 합성된다.

[0016] 고밀도 배선에서는 경박단소 특징 때문에 인덕턴스 보다는 커패시턴스가 특성을 지배하는 점을 고려하면, 본질적으로 차등 모드에서의 누화가 지배적인 문제가 된다. 이는 일반적으로, 수학적 식 1의 누화 신호의 크기가 일정 크기 이하가 되도록 배선 간격을 조절하여 설계하거나, 누화 신호의 영향을 줄이도록 추가적인 드라이버 회로

(driver circuits)를 사용하여 누화 신호를 억제하도록 설계해야 하지만 배선 간격을 조절하는 방법은 면적에 대한 비용이 증가하게 되며, 부가회로를 사용하는 방법은 회로의 복잡도와 소비 전력이 증가하기 때문에, 회로 속도가 증가함에 따라 최적의 고속다중 신호전송로의 설계는 과거보다 더욱 어려운 문제가 되고 있다.

[0017] 고밀도 다중 배선(multit-line)에서 발생하는 누화 잡음은 배선들에 입력되는 신호 패턴에 따라서 크게 변화하며, 배선의 밀도가 높아질수록 그리고 신호의 전송속도가 높아질수록 누화 잡음으로 인한 신호 전송이 어려워진다.

[0018] 대표적인 고속신호 전송 방법의 하나인 차동 신호 전송기법(differential signaling)은 일반적인 전송 방식보다 고속전송을 가능하게 하지만 신호의 전송속도가 수십 Gbps(giga bits per second) 대역으로 증가됨에 따라 누화 잡음으로 인한 제약 문제가 매우 심각해서 고속 신호전송에 많은 제약이 되고 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0019] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은, 고밀도 다중 배선에서 발생하는 선간 누화잡음을 억제하고 전송간에 발생하는 지터(jitter)를 저감시키는 방법을 제공함에 있다.

**과제의 해결 수단**

[0020] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른, 송수신 시스템은, 차동 신호 간 시간 지연을 발생시켜 전송하는 송신단; 송신단에서 발생시킨 시간 지연을 보상하여 차동 신호를 복원하는 수신단;을 포함한다.

[0021] 그리고, 차동 신호 사이에서 발생하는 누화 잡음을 줄이기 위해, 송신단에서 시간 지연을 발생시키고, 수신단에서 시간 지연을 보상할 수 있다.

[0022] 또한, 송신단은, 차동 신호 중 하나를 지연시키고, 수신단은, 차동 신호 중 다른 하나를 지연시킬 수 있다.

[0023] 그리고, 송신단은, 직렬로 연결된 다수의 인버터로 차동 신호 중 하나를 지연시키고, 수신단은, 스위치드 커패시터로 차동 신호 중 다른 하나를 지연시킬 수 있다.

[0024] 또한, 송신단과 수신단은 다수의 채널로 연결되며, 수신단은, 제1 채널에서 가해 채널을 통해 수신된 차동 신호를 지연시키고, 제2 채널에서 피해 채널이 아닌 채널을 수신된 차동 신호를 지연시킬 수 있다.

[0025] 한편, 본 발명의 다른 실시예에 따른, 송수신 방법은, 송신단이, 차동 신호 간 시간 지연을 발생시켜 전송하는 단계; 수신단이, 송신단에서 발생시킨 시간 지연을 보상하여 차동 신호를 복원하는 단계;을 포함한다.

**발명의 효과**

[0026] 이상 설명한 바와 같이, 본 발명의 실시예들에 따르면, 차동 신호 간에 시간차를 뒀으로써, 차동 신호 전송기법이 가지는 공통 모드 노이즈(common mode noise) 제거 특성은 다소 감소하지만 누화 잡음 발생을 크게 억제하여 전체적인 신호의 크기 및 지터(jitter)를 개선할 수 있다.

[0027] 본 발명의 실시예들에 따른 효과는 병렬 신호 전송인 다중 채널(multi-channel) 환경에서도 유효하다.

**도면의 간단한 설명**

- [0028] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 신호 송수신 시스템의 설명에 제공되는 도면,
- 도 2는, 도 1에 도시된 시스템에서 기존의 방식( $td=0ps$ )에 의한 경우, 수신단 입력 파형과 출력 파형을 나타낸 그래프,
- 도 3은, 도 1에 도시된 시스템에서 본 발명의 실시예에 따른 방식( $td=50ps$ )에 의한 경우, 수신단의 입력 파형과 출력 파형을 나타낸 그래프,
- 도 4는, 도 3에 대한 누화 분석도,
- 도 5는 스위치드 커패시터를 이용하여 구현한 수신단을 도시한 도면,
- 도 6은, 도 5에 도시된 수신단 회로에 대한 세부 신호 그래프,

도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 다중 채널 송수신 시스템의 설명에 제공되는 도면, 그리고,  
 도 8은, 도 7에 대한 아이 다이어그램(eye diagram)을 예시한 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0029] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명을 보다 상세하게 설명한다.
- [0030] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 신호 송수신 시스템의 설명에 제공되는 도면이다. 본 발명의 실시예에서는, 도 1에 도시된 바와 같이, 시간 지연회로를 교차 삽입하여 누화 잡음의 영향을 감소시킨다.
- [0031] 구체적으로, 본 발명의 실시예에서는, 송신단에서 지연회로(5)를 이용하여 송신부(1)에서 생성한 차동 신호(differential signal)들에 시간차를 주어 신호를 2개의 배선으로 이루어진 채널(2)을 통해 전송한다.
- [0032] 그러면, 수신단에서는 스위치드 커패시터(switced capacitor)를 이용한 지연회로(3)로 송신단의 지연회로(5)에서 발생한 시간 지연을 보상하여 원래의 신호로 복원하여 신호전송시 발생하는 누화잡음을 억제하고 지터를 감소시켜 전송 효율을 증가시킨다.
- [0033] 이와 같이, 본 발명의 실시예에서는 차동 신호들에 시간차를 주어 전송하고 이것을 수신단에서 다시 차동 신호로 복원한다. 즉, 차동 신호들 중 어느 하나가 송신단에서 지연되고, 다른 하나가 수신단에서 지연되는 방식이다.
- [0034] 도 2는 도 1에 도시된 시스템에서 기존의 방식( $td=0ps$ )에 의할 경우 수신단의 입력 파형과 출력 파형이고, 도 3은 도 1에 도시된 시스템에서 본 발명의 실시예에 따른 방식( $td=50ps$ )에 의할 경우 수신단의 입력 파형과 출력 파형이다.
- [0035] 도 2와 도 3의 비교를 통해 알 수 있는 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 방식은 수신단이 더 큰 입력 신호를 받을 수 있도록 한다. 도 2에 나타난 바와 같이, 기존의 방식은 매 순간마다 두 선에 인가되는 신호가 차등 모드로 되어 최악의 신호 전송 특성을 갖는다. 반면, 도 3에 나타난 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 방법은 신호가 차등 모드가 되는 순간(6)이 도 4에 도시된 바와 같이 줄어들기 때문에 신호 특성이 개선된다.
- [0036] 송수신 시스템에서 신호 지연은, 인버터를 이용한 게이트 딜레이와 스위치드 커패시터를 이용할 수 있다.
- [0037] 구체적으로, 송신단(1)의 지연 회로(5)는 작은 인버터를 직렬로 여러 개 연결함으로써 두 신호 간에 신호지연을 발생시킬 수 있도록 할 수 있다.
- [0038] 수신단은 도 5에 도시된 회로도나 도 6에 도시된 세부 신호 그래프에 나타난 바와 같이, 시간이 지연되지 않은 신호는 원래의 클럭을 이용한 스위치드 커패시터를, 시간이 지연된 신호는 지연된 클럭을 이용한 스위치드 커패시터를 이용하여 원래의 차동 신호로 복원할 수 있다. 수신부(4)는 양단의 입력의 차(difference)를 출력한다.
- [0039] 본 발명의 기술적 사상은 다중 채널(channel)에도 적용될 수 있다. 도 7에 도시된 바와 같이, 가해 채널(7)은 인접한 다른 채널의 피해 채널과 가장 가까이 있는 배선이고, 피해 채널(8)은 인접한 다른 채널의 가해 채널과 가장 가까이 있는 배선이다.
- [0040] 기존의 구조에서는 시간 지연이 없기 때문에 가해(aggressive, Agg.) 채널의 에너지가 피해(victim, Vic.) 채널로 누화 되는 시점이 피해 채널의 천이(transient) 구간이 된다. 이는 피해 채널의 천이 시간에 영향을 주게 되며 지터의 형태로 시스템의 성능을 더욱더 악화시킬 수 있다.
- [0041] 반면, 도 7과 도 8에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예가 적용되어, 수신단dpj 가해 채널을 통해 수신된 차동 신호를 지연시키고, 비-피해(非-被害 : non-victim) 채널, 즉 피해 채널과 쌍을 이루는 채널을 수신된 차동 신호를 지연시켜, 채널 간의 에너지 누화 시점이 신호의 천이 구간에서 벗어나기 때문에 누화에 의한 지터의 영향을 줄일 수가 있다.
- [0042] 도 8에서 "9"는  $td=0ps$  일 때의 가해 배선과 피해 배선의 수신 신호에 대한 아이 다이어그램이고, "10"은  $td=50ps$  일 때의 가해 배선과 피해 배선의 수신 신호에 대한 아이 다이어그램이다.
- [0043] 이처럼 본 발명의 실시예에서는 차동 신호 간에 시간차를 줌으로써, 수신단 입력 신호의 크기를 크게 하며 지터를 감소시킨다.
- [0044] 지금까지, 차동 신호 전송과 초고속 다채널 신호 전송선에서 누화 영향을 억제하여 전송 특성을 개선하는 방법

에 대해 바람직한 실시예를 들어 상세히 설명하였다.

[0045] 본 발명의 실시예들에서는, 차동 신호 간에 시간차를 뒀으로써 차동 신호 전송기법이 갖고 있는 근원적인 누화 영향을 줄인다. 이는 수신된 신호의 크기 향상과 지터를 감소시킬 수 있으며, 간단한 시간 지연 회로만을 필요로 하기 때문에 고속에서의 신호 전송 특성을 향상시키고자 하는 다른 기술들에도 동일하게 적용 가능하다.

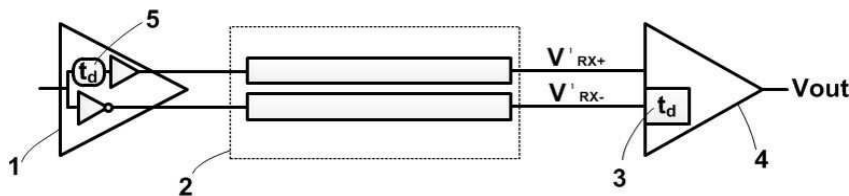
[0046] 또한, 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특정의 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진자에 의해 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어져서는 안될 것이다.

**부호의 설명**

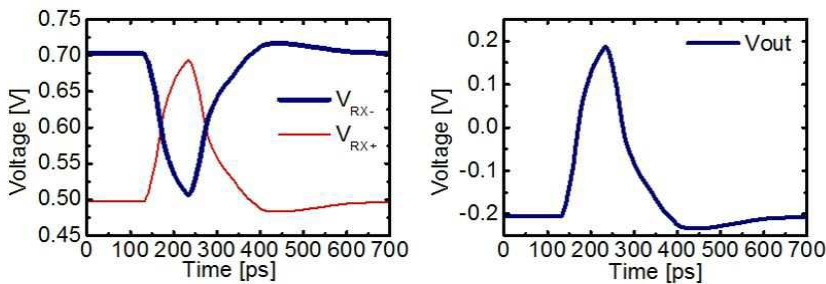
- [0047]
- 1: 차동 신호 출력을 담당하는 송신부
  - 2: 2개의 배선으로 이루어진 채널
  - 3: 수신부에 위치한 시간 지연 회로
  - 4: 양단의 입력의 차(difference)를 출력하는 수신부
  - 5: 송신부에 위치한 시간 지연 회로
  - 6: 2개의 파형이 차등 모드를 가지는 구간
  - 7: 가해 채널
  - 8: 피해 채널
  - 9:  $t_d=0ps$ 일 때의 가해 배선과 피해 배선의 수신 신호에 대한 아이 다이어그램
  - 10:  $t_d=50ps$ 일 때의 가해 배선과 피해 배선의 수신 신호에 대한 아이 다이어그램

**도면**

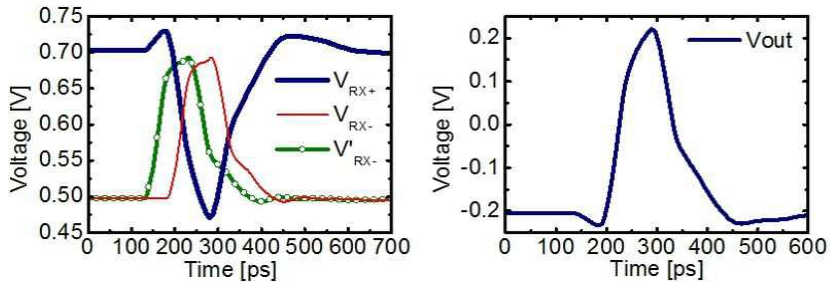
**도면1**



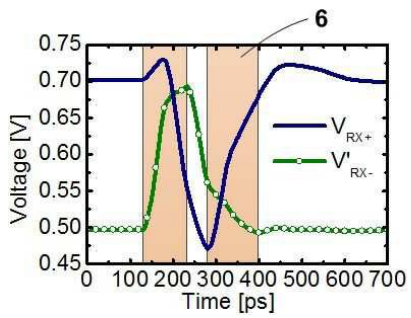
**도면2**



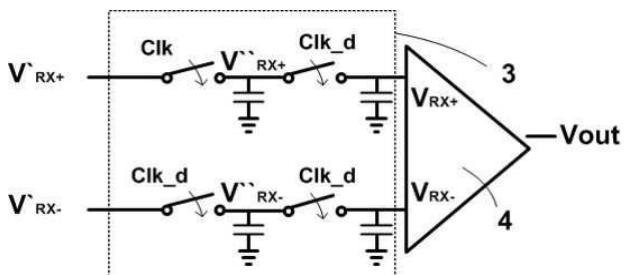
도면3



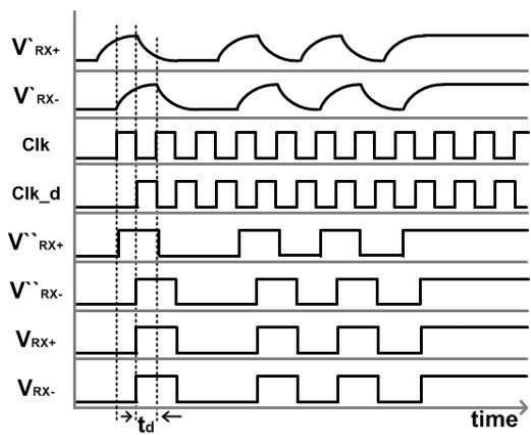
도면4



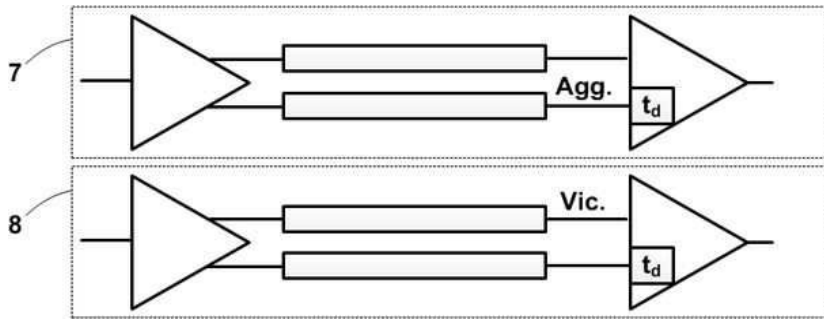
도면5



도면6



도면7



도면8

