



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년05월18일
 (11) 등록번호 10-1619498
 (24) 등록일자 2016년05월02일

- | | |
|---|---|
| (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 17/50 (2006.01) H01P 3/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06F 17/5036 (2013.01)
H01P 3/003 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0116988
(22) 출원일자 2015년08월19일
심사청구일자 2015년08월19일
(56) 선행기술조사문헌
조제훈 외 2명, “Chain Matrix를 이용한 Twisted Cable의 EMP(Electromagnetic Pulse) 결합 해석”, 한국전자과학회논문지 21(7) (734-743 pages), 2010년 7월
JP2002090403 A
JP2005044331 A | (73) 특허권자
한양대학교 산학협력단

(72) 발명자
정경영

조제훈

추호성

(74) 대리인
홍성욱, 심경식 |
|---|---|

전체 청구항 수 : 총 15 항

심사관 : 박승철

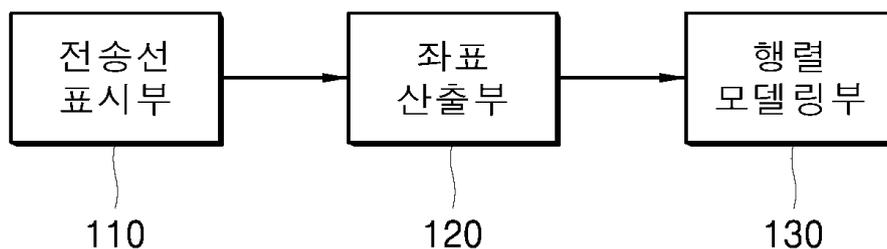
(54) 발명의 명칭 전자파 결합신호 해석을 위한 비균일 전송선의 모델링 장치 및 모델링 방법

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 전자파 결합신호 해석을 위한 비균일 전송선의 모델링 장치는 비균일 전송선을 일정 길이의 단위 길이별로, 길이 방향의 축을 기준으로 2차원 평면상에 수직 성분, 대각 성분 및 수평 성분으로 표현하는 전송선 표시부; 상기 일정 길이의 단위 길이 전송선 각각에 대해, 상기 각 성분별 단위 길이 전송선 간의 거리 및 지표면으로부터 상기 단위 길이 전송선 중심까지의 높이에 기초하여, 상기 단위 길이 전송선의 각 성분에 대한 위치 좌표를 산출하는 좌표 산출부; 및 상기 산출된 위치 좌표에 기초하여 상기 단위 길이 전송선에 관한 행렬을 구성하고, 상기 구성된 행렬을 다중으로 연결한 체인 행렬에 대해, 상기 단위 길이 전송선에 대응되는 위치에 전원을 분산 공급하는 분산 소스를 적용하여, 상기 비균일 전송선의 전자파 결합신호 해석을 위한 체인 행렬 모델을 생성하는 행렬 모델링부를 포함한다.

대표도 - 도1

100



공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

비균일 전송선을 일정 길이의 단위 길이별로, 길이 방향의 축을 기준으로 2차원 평면상에 수직 성분, 대각 성분 및 수평 성분으로 표현하는 전송선 표시부;

상기 일정 길이의 단위 길이 전송선 각각에 대해, 상기 각 성분별 단위 길이 전송선 간의 거리 및 지표면으로부터 상기 단위 길이 전송선 중심까지의 높이에 기초하여, 상기 단위 길이 전송선의 각 성분에 대한 위치 좌표를 산출하는 좌표 산출부; 및

상기 산출된 위치 좌표에 기초하여 상기 단위 길이 전송선에 관한 행렬을 구성하고, 상기 구성된 행렬을 다중으로 연결한 체인 행렬에 대해, 상기 단위 길이 전송선에 대응되는 위치에 전원을 분산 공급하는 분산 소스를 적용하여, 상기 비균일 전송선의 전자파 결합신호 해석을 위한 체인 행렬 모델을 생성하는 행렬 모델링부

를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자파 결합신호 해석을 위한 비균일 전송선의 모델링 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 전송선 표시부는

상기 단위 길이 전송선 각각에 대해, 상기 단위 길이 전송선이 트위스트 되는 방향으로 수직 성분, 대각 성분 및 수평 성분을 순차적으로 배열함으로써, 동일 성분이 서로 마주보며 상기 단위 길이 전송선의 중심을 기준으로 대칭되는 지점에 위치하도록 표현하는 것을 특징으로 하는 전자파 결합신호 해석을 위한 비균일 전송선의 모델링 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 전송선 표시부는

상기 단위 길이 전송선을 이루는 제1 및 제2 절반 단위 길이 전송선(half-TWP #1, half-TWP #2) 각각을 상기 2차원 평면상에 2개의 수직 성분, 2개의 수평 성분 및 4개의 대각 성분으로 표현하는 것을 특징으로 하는 전자파 결합신호 해석을 위한 비균일 전송선의 모델링 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 전송선 표시부는

상기 각 성분을 순차적으로 배열 시, 상기 제1 및 제2 절반 단위 길이 전송선이 180도 반대 방향의 위치에서 시작되는 것으로 가정하여, 수직 성분, 대각 성분, 수평 성분, 대각 성분 순으로 상기 각 성분이 시계 방향으로 배열되도록 표현하는 것을 특징으로 하는 전자파 결합신호 해석을 위한 비균일 전송선의 모델링 장치.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 각 성분은

상기 제1 및 제2 절반 단위 길이 전송선 각각에서 동일한 길이를 가지되, 상기 수직 성분은 상기 수평 성분 및 대각 성분의 길이의 절반에 해당하는 길이를 가지고 상기 제1 및 제2 절반 단위 길이 전송선의 처음과 끝에 각각 배열되는 것을 특징으로 하는 전자파 결합신호 해석을 위한 비균일 전송선의 모델링 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 좌표 산출부는

상기 단위 길이 전송선 각각에 대해, 상기 수직 성분, 대각 성분 및 수평 성분 중 동일 성분 간의 거리 및 지표면으로부터 상기 단위 길이 전송선 중심까지의 높이에 기초하여, 상기 동일 성분별로 상기 단위 길이 전송선의 각 성분에 대한 위치 좌표를 산출하는 것을 특징으로 하는 전자파 결합신호 해석을 위한 비균일 전송선의 모델링 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 좌표 산출부는

상기 단위 길이 전송선의 각 성분의 단면 길이가 동일하다는 가정하에, 상기 길이 방향의 축(x)에서 상기 각 성분에 대응되는 좌표 값을 동일한 값으로 산출하고, 상기 2차원 평면상의 두 축(y, z)에서 상기 각 성분에 대응되는 좌표 값을 상기 거리 및 높이에 기초하여 산출함으로써 상기 각 성분을 3차원의 위치 좌표로서 산출하는 것을 특징으로 하는 전자파 결합신호 해석을 위한 비균일 전송선의 모델링 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 행렬 모델링부는

테일러 소스 모델에 기초하여, 상기 단위 길이 전송선에 대응되는 위치에 상기 분산 소스를 적용하는 것을 특징으로 하는 전자파 결합신호 해석을 위한 비균일 전송선의 모델링 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 비균일 전송선은

적어도 두 가닥 이상의 절연된 선이 나선형태로 꼬인 트위스트 와이어 페어(TWP)를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자파 결합신호 해석을 위한 비균일 전송선의 모델링 장치.

청구항 10

비균일 전송선을 일정 길이의 단위 길이별로, 길이 방향의 축을 기준으로 2차원 평면상에 수직 성분, 대각 성분 및 수평 성분으로 표현하는 단계;

상기 일정 길이의 단위 길이 전송선 각각에 대해, 상기 각 성분별 단위 길이 전송선 간의 거리 및 지표면으로부터 상기 단위 길이 전송선 중심까지의 높이에 기초하여, 상기 단위 길이 전송선의 각 성분에 대한 위치 좌표를

산출하는 단계; 및

상기 산출된 위치 좌표에 기초하여 상기 단위 길이 전송선에 관한 행렬을 구성하고, 상기 구성된 행렬을 다중으로 연결한 체인 행렬에 대해, 상기 단위 길이 전송선에 대응되는 위치에 전원을 분산 공급하는 분산 소스를 적용하여, 상기 비균일 전송선의 전자파 결합신호 해석을 위한 체인 행렬 모델을 생성하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자파 결합신호 해석을 위한 비균일 전송선의 모델링 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 표현하는 단계는

상기 단위 길이 전송선 각각에 대해, 상기 단위 길이 전송선이 트위스트 되는 방향으로 수직 성분, 대각 성분 및 수평 성분을 순차적으로 배열함으로써, 동일 성분이 서로 마주보며 상기 단위 길이 전송선의 중심을 기준으로 대칭되는 지점에 위치하도록 표현하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자파 결합신호 해석을 위한 비균일 전송선의 모델링 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 표현하는 단계는

상기 단위 길이 전송선을 이루는 제1 및 제2 절반 단위 길이 전송선(half-TWP #1, half-TWP #2) 각각을 상기 2차원 평면상에 2개의 수직 성분, 2개의 수평 성분 및 4개의 대각 성분으로 표현하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자파 결합신호 해석을 위한 비균일 전송선의 모델링 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 표현하는 단계는

상기 각 성분을 순차적으로 배열 시, 상기 제1 및 제2 절반 단위 길이 전송선이 180도 반대 방향의 위치에서 시작되는 것으로 가정하여, 수직 성분, 대각 성분, 수평 성분, 대각 성분 순으로 상기 각 성분이 시계 방향으로 배열되도록 표현하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자파 결합신호 해석을 위한 비균일 전송선의 모델링 방법.

청구항 14

제10항에 있어서,

상기 위치 좌표를 산출하는 단계는

상기 단위 길이 전송선 각각에 대해, 상기 수직 성분, 대각 성분 및 수평 성분 중 동일 성분 간의 거리 및 지표면으로부터 상기 단위 길이 전송선 중심까지의 높이에 기초하여, 상기 동일 성분별로 상기 단위 길이 전송선의 각 성분에 대한 위치 좌표를 산출하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자파 결합신호 해석을 위한 비균일 전송선의 모델링 방법.

청구항 15

제10항에 있어서,

상기 체인 행렬 모델을 생성하는 단계는

테일러 소스 모델에 기초하여, 상기 단위 길이 전송선에 대응되는 위치에 상기 분산 소스를 적용하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자파 결합신호 해석을 위한 비균일 전송선의 모델링 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 실시예들은 전자파 결합신호 해석을 위한 비균일 전송선의 모델링 장치 및 모델링 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전자 산업의 발달에 의해서 다양한 분야에서 전자기기들이 급속도로 늘어나고 있다. 이와 관련하여, 전자기기에 할당되는 신호의 대역폭이 크게 확장되었고, 아울러 고주파대의 전자기파 방사에 의해 주변의 전자파 환경은 갈수록 여러 가지 문제들을 발생시키고 있다.

[0003] 이와 같은 상황에서 발생하는 문제점 중 하나는 전자기기와 외부에서 발생한 전자기파 사이에서 유기되는 전자기적 결합(coupling) 현상으로 인한 전자기기들의 오작동 및 정보의 손실이다. 상기 전자기적 결합 현상에 의해, 대부분의 전자기기 시스템에서 간섭 현상이 주로 발생하는 부분은 신호가 전달되는 경로인 전송선이라고 할 수 있다.

[0004] 전송선은 유기되는 전압 및 전류가 전송선이 놓여 있는 위치에 따라 균일하게 분포되어 있는 균일 전송선과 유기되는 전압 및 전류가 비균일하게 분포되어 있는 비균일 전송선으로 구분될 수 있다.

[0005] 균일 전송선에 유기되는 결합 정도를 해석하는 경우, BLT(Baum-Liu-Tesche) 방정식을 이용할 수 있는데, 이는 위치적으로 비균일한 특성을 갖는 전송선 구조에 대한 적용이 불가능하다.

[0006] 또한, 비균일 전송선에 유기되는 결합 정도를 해석하는 경우, 기존의 체인 행렬 모델을 이용할 수 있는데, 이는 위치적으로 균일 및 비균일한 특성을 갖는 전송선 구조에 모두 적용할 수 있으나, 나선형으로 꼬여있는 것과 같은 입체적인 전송선 구조에 대해서는 해석의 정확도가 떨어질 수 있다.

[0007] 따라서, 다양한 구조로 형성된 전송선의 전자파 결합신호를 해석하기 위해, 개선된 체인 행렬 모델을 개발해야 할 필요가 있다.

[0008] 관련 선행기술로는 일본 등록특허공보 제4660478호(발명의 명칭: 회로 배선의 간섭 해석 장치, 간섭 해석 프로그램 및 간섭 해석 장치에 사용되는 데이터베이스, 비대칭 결합 선로 모델, 등록일자: 2011년 1월 7일)가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명의 일 실시예는 비균일 전송선을 방향에 따른 각 성분(수직/대각/수평)별 단위 길이 전송선으로 다중 연결한 체인 행렬 모델을 생성하여 분산 소스를 적용함으로써, 외부 전자파에 노출된 전송선의 전자파 결합신호를 정밀하게 분석할 수 있도록 하는 전자파 결합신호 해석을 위한 비균일 전송선의 모델링 장치 및 모델링 방법을 제공한다.

[0010] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제(들)로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제(들)은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0011] 본 발명의 일 실시예에 따른 전자파 결합신호 해석을 위한 비균일 전송선의 모델링 장치는 비균일 전송선을 일정 길이의 단위 길이별로, 길이 방향의 축을 기준으로 2차원 평면상에 수직 성분, 대각 성분 및 수평 성분으로 표현하는 전송선 표시부; 상기 일정 길이의 단위 길이 전송선 각각에 대해, 상기 각 성분별 단위 길이 전송선 간의 거리 및 지표면으로부터 상기 단위 길이 전송선 중심까지의 높이에 기초하여, 상기 단위 길이 전송선의 각 성분에 대한 위치 좌표를 산출하는 좌표 산출부; 및 상기 산출된 위치 좌표에 기초하여 상기 단위 길이 전송선에 관한 행렬을 구성하고, 상기 구성된 행렬을 다중으로 연결한 체인 행렬에 대해, 상기 단위 길이 전송선에 대응되는 위치에 전원을 분산 공급하는 분산 소스를 적용하여, 상기 비균일 전송선의 전자파 결합신호 해석을 위한 체인 행렬 모델을 생성하는 행렬 모델링부를 포함한다.
- [0012] 상기 전송선 표시부는 상기 단위 길이 전송선 각각에 대해, 상기 단위 길이 전송선이 트위스트 되는 방향으로 수직 성분, 대각 성분 및 수평 성분을 순차적으로 배열함으로써, 동일 성분이 서로 마주보며 상기 단위 길이 전송선의 중심을 기준으로 대칭되는 지점에 위치하도록 표현할 수 있다.
- [0013] 상기 전송선 표시부는 상기 단위 길이 전송선을 이루는 제1 및 제2 절반 단위 길이 전송선(half-TWP #1, half-TWP #2) 각각을 상기 2차원 평면상에 2개의 수직 성분, 2개의 수평 성분 및 4개의 대각 성분으로 표현할 수 있다.
- [0014] 상기 전송선 표시부는 상기 각 성분을 순차적으로 배열 시, 상기 제1 및 제2 절반 단위 길이 전송선이 180도 반대 방향의 위치에서 시작되는 것으로 가정하여, 수직 성분, 대각 성분, 수평 성분, 대각 성분 순으로 상기 각 성분이 시계 방향으로 배열되도록 표현할 수 있다.
- [0015] 상기 각 성분은 상기 제1 및 제2 절반 단위 길이 전송선 각각에서 동일한 길이를 가지되, 상기 수직 성분은 상기 수평 성분 및 대각 성분의 길이의 절반에 해당하는 길이를 가지고 상기 제1 및 제2 절반 단위 길이 전송선의 처음과 끝에 각각 배열될 수 있다.
- [0016] 상기 좌표 산출부는 상기 단위 길이 전송선 각각에 대해, 상기 수직 성분, 대각 성분 및 수평 성분 중 동일 성분 간의 거리 및 지표면으로부터 상기 단위 길이 전송선 중심까지의 높이에 기초하여, 상기 동일 성분별로 상기 단위 길이 전송선의 각 성분에 대한 위치 좌표를 산출할 수 있다.
- [0017] 상기 좌표 산출부는 상기 단위 길이 전송선의 각 성분의 단면 길이가 동일하다는 가정하에, 상기 길이 방향의 축(x)에서 상기 각 성분에 대응되는 좌표 값을 동일한 값으로 산출하고, 상기 2차원 평면상의 두 축(y, z)에서 상기 각 성분에 대응되는 좌표 값을 상기 거리 및 높이에 기초하여 산출함으로써 상기 각 성분을 3차원의 위치 좌표로서 산출할 수 있다.
- [0018] 상기 행렬 모델링부는 테일러 소스 모델에 기초하여, 상기 단위 길이 전송선에 대응되는 위치에 상기 분산 소스를 적용할 수 있다.
- [0019] 상기 비균일 전송선은 적어도 두 가닥 이상의 절연된 선이 나선형태로 꼬인 트위스트 와이어 페어(TWP)를 포함할 수 있다.
- [0020] 본 발명의 일 실시예에 따른 전자파 결합신호 해석을 위한 비균일 전송선의 모델링 방법은 비균일 전송선을 일정 길이의 단위 길이별로, 길이 방향의 축을 기준으로 2차원 평면상에 수직 성분, 대각 성분 및 수평 성분으로 표현하는 단계; 상기 일정 길이의 단위 길이 전송선 각각에 대해, 상기 각 성분별 단위 길이 전송선 간의 거리 및 지표면으로부터 상기 단위 길이 전송선 중심까지의 높이에 기초하여, 상기 단위 길이 전송선의 각 성분에 대한 위치 좌표를 산출하는 단계; 및 상기 산출된 위치 좌표에 기초하여 상기 단위 길이 전송선에 관한 행렬을 구성하고, 상기 구성된 행렬을 다중으로 연결한 체인 행렬에 대해, 상기 단위 길이 전송선에 대응되는 위치에 전원을 분산 공급하는 분산 소스를 적용하여, 상기 비균일 전송선의 전자파 결합신호 해석을 위한 체인 행렬 모델을 생성하는 단계를 포함한다.
- [0021] 상기 표현하는 단계는 상기 단위 길이 전송선 각각에 대해, 상기 단위 길이 전송선이 트위스트 되는 방향으로 수직 성분, 대각 성분 및 수평 성분을 순차적으로 배열함으로써, 동일 성분이 서로 마주보며 상기 단위 길이 전송선의 중심을 기준으로 대칭되는 지점에 위치하도록 표현하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0022] 상기 표현하는 단계는 상기 단위 길이 전송선을 이루는 제1 및 제2 절반 단위 길이 전송선(half-TWP #1, half-

TWP #2) 각각을 상기 2차원 평면상에 2개의 수직 성분, 2개의 수평 성분 및 4개의 대각 성분으로 표현하는 단계를 포함할 수 있다.

- [0023] 상기 표현하는 단계는 상기 각 성분을 순차적으로 배열 시, 상기 제1 및 제2 절반 단위 길이 전송선이 180도 반대 방향의 위치에서 시작되는 것으로 가정하여, 수직 성분, 대각 성분, 수평 성분, 대각 성분 순으로 상기 각 성분이 시계 방향으로 배열되도록 표현하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0024] 상기 위치 좌표를 산출하는 단계는 상기 단위 길이 전송선 각각에 대해, 상기 수직 성분, 대각 성분 및 수평 성분 중 동일 성분 간의 거리 및 지표면으로부터 상기 단위 길이 전송선 중심까지의 높이에 기초하여, 상기 동일 성분별로 상기 단위 길이 전송선의 각 성분에 대한 위치 좌표를 산출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0025] 상기 체인 행렬 모델을 생성하는 단계는 테일러 소스 모델에 기초하여, 상기 단위 길이 전송선에 대응되는 위치에 상기 분산 소스를 적용하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0026] 기타 실시예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 첨부 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

- [0027] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 비균일 전송선을 방향에 따른 각 성분(수직/대각/수평)별 단위 길이 전송선으로 다중 연결한 체인 행렬 모델을 생성하여 분산 소스를 적용함으로써, 외부 전자파에 노출된 전송선의 전자파 결합신호를 정밀하게 분석하도록 할 수 있다.
- [0028] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 비균일 전송선을 단위 길이 전송선의 다중 연결인 체인 행렬로 모델링함으로써, 실험적으로 구현하기 매우 비효율적인 환경에 노출된 비균일 전송선의 전자파 결합신호를 분석할 수 있는 환경을 제공할 수 있다.
- [0029] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 체인 행렬 모델을 이용하여 외부 전자파에 노출된 비균일 전송선의 전자파 결합신호를 측정함으로써, 보다 명확한 전자파 결합신호 해석이 가능하며, 수학적 접근방식보다 전송선의 구조 변경에 대한 해석 기법의 우수한 활용성을 기대할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0030] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전자파 결합신호 해석을 위한 비균일 전송선의 모델링 장치를 설명하기 위해 도시한 블록도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 있어서, 지표면 상에 놓여있는 비균일 전송선을 도시한 도면이다.
- 도 3a 및 도 3b는 본 발명의 일 실시예에 따른 전자파 결합신호 해석을 위한 비균일 전송선의 모델링 장치의 구조 모델이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 있어서, 단위 길이 전송선의 각 성분에 대한 위치 좌표를 도시한 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 있어서, 체인 행렬 모델을 도시한 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 전자파 결합신호 해석을 위한 비균일 전송선의 모델링 방법을 설명하기 위해 도시한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0031] 본 발명의 이점 및/또는 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다.

- [0032] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명하기로 한다.
- [0033] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전자파 결합신호 해석을 위한 비균일 전송선의 모델링 장치를 설명하기 위해 도시한 블록도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 있어서, 지표면 상에 놓여있는 비균일 전송선을 도시한 도면이다.
- [0034] 도 3a 및 도 3b는 본 발명의 일 실시예에 따른 전자파 결합신호 해석을 위한 비균일 전송선의 모델링 장치의 구조 모델이고, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 있어서, 단위 길이 전송선의 각 성분에 대한 위치 좌표를 도시한 도면이며, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 있어서, 체인 행렬 모델을 도시한 도면이다.
- [0035] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자파 결합신호 해석을 위한 비균일 전송선의 모델링 장치(100)는 전송선 표시부(110), 좌표 산출부(120), 및 행렬 모델링부(130)를 포함한다.
- [0036] 상기 비균일 전송선의 모델링 장치(100)의 구성을 설명하기에 앞서, 상기 비균일 전송선에 대해 설명한다. 본 실시예에서, 상기 비균일 전송선은 도 2에 도시된 바와 같이, 나선형태로 꼬인 적어도 두 가닥 이상의 절연된 전송선으로 이루어져 지표면 위에 구현될 수 있다. 예를 들면, 두 가닥의 절연된 트위스트 와이어 페어(TWP)가 양 끝단에 임의의 장비(Zinput, Zoutput)와 연결되어 상기 지표면 위에 형성될 수 있다.
- [0037] 이때, 상기 비균일 전송선은 외부 전자파와의 결합현상으로 인한 결합신호가 각 선로를 따라 유기될 수 있다. 여기서, 상기 유기된 결합신호는 상기 비균일 전송선과 연결된 상기 임의의 장비에 의도하지 않은 과도응답을 유발시킬 수 있다.
- [0038] 이에 따라, 본 발명의 일 실시예에서는 상기 유기된 결합신호에 의해 영향을 받는 상기 전송선에 연결된 임의의 장비의 과도응답 정도를 해석하기 위해, 상기 비균일 전송선을 모델링 하고자 한다.
- [0039] 이를 위해, 상기 전송선 표시부(110)는 비균일 전송선을 일정 길이의 단위 길이별로, 길이 방향의 축을 기준으로 2차원 평면상에 수직 성분, 대각 성분 및 수평 성분으로 표현한다. 이때, 상기 전송선 표시부(110)는 상기 비균일 전송선을 일정 길이를 갖는 복수의 단위 길이 전송선으로 분할하여, 각각의 단위 길이 전송선을 2차원 평면상에 상기 각 성분들로 표현할 수 있다.
- [0040] 본 실시예에서는 상기 비균일 전송선의 길이 방향의 축을 x축이라 가정하고 나머지 2개의 축을 각각 y축, z축이라 가정한다.
- [0041] 도 2의 비균일 전송선을 xz 평면상에 단면으로 나타내면 도 3a와 같다. 즉, 상기 비균일 전송선은 앞서 언급한 바와 같이 복수의 단위 길이 전송선으로 분할하여 표현될 수 있는데, 이때 상기 단위 길이 전송선 각각을 제1 절반 단위 길이 전송선(half-TWP #1)과 제2 절반 단위 길이 전송선(half-TWP #2)로 더 분할하여 표현할 수 있다.
- [0042] 따라서, 상기 제1 및 제2 절반 단위 길이 전송선(half-TWP #1, #2) 각각은 수직 성분, 대각 성분 및 수평 성분으로 표현될 수 있으며, 이때 상기 각 성분은 상기 제1 및 제2 절반 단위 길이 전송선 각각에서 동일한 길이를 가질 수 있다. 다만, 상기 수직 성분은 상기 수평 성분 및 대각 성분의 길이의 절반에 해당하는 길이를 가지며, 상기 제1 및 제2 절반 단위 길이 전송선(half-TWP #1, #2)의 처음과 끝에 각각 배열될 수 있다. 결국, 처음과 끝에 각각 배열된 수직 성분의 길이를 더하면, 상기 제1 및 제2 절반 단위 길이 전송선(half-TWP #1, #2) 각각에서, 모든 성분들은 동일한 길이를 가지게 된다.
- [0043] 예컨대, 상기 수평 성분 및 대각 성분 각각은 $2\Delta x$ 에 해당하는 길이를 가지고, 상기 수직 성분은 상기 제1 및 제2 절반 단위 길이 전송선의 각 시작과 마지막 부분에서 각각 Δx 에 해당하는 길이를 가짐으로써, 모든 성분들은 총 $2\Delta x$ 의 길이로 표현될 수 있다.
- [0044] 따라서, 도 3a와 같이 xz 평면상에 수직 성분, 대각 성분 및 수평 성분으로 나타낸 상기 제1 및 제2 절반 단위 길이 전송선(half-TWP #1, #2) 각각을 yz 평면상에 나타내면 도 3b와 같이 표현될 수 있다.
- [0045] 다시 말해, 상기 전송선 표시부(110)는 도 3a에 도시된 각각의 절반 단위 길이 전송선을 도 3b와 같이 원을 따라 순차적으로 배열된 성분들(수직, 대각, 수평)로 표현할 수 있다.
- [0046] 상기 전송선 표시부(110)는 상기 yz평면상에 상기 각 성분을 순차적으로 배열 시, 상기 제1 및 제2 절반 단위 길이 전송선이 180도 반대 방향의 위치에서 시작되는 것으로 가정할 수 있다.
- [0047] 구체적으로, 상기 전송선 표시부(110)는 두 가닥으로 이루어진 단위 길이 전송선 중 도 3a의 단위 길이 전송선

wire #1을 1의 위치에서, 도 3a의 단위 길이 전송선 wire #2를 2의 위치에서 시작하도록 배열하여, 상기 1 및 2의 위치로부터 상기 단위 길이 전송선(wire #1, #2)의 트위스트가 진행되도록 표현할 수 있다.

[0048] 즉, 도 3a의 단위 길이 전송선 wire #1, #2는 각각 180도 반대 방향의 위치 1, 2에서 시작하여 시계 방향으로 회전하는 것으로 볼 수 있다.

[0049] 이에 따라, 상기 전송선 표시부(110)는 상기 제1 및 제2 절반 단위 길이 전송선 각각을 수직 성분 -> 대각 성분 -> 수평 성분 -> 대각 성분 순으로 원을 따라 배열함으로써 상기 각 성분이 시계 방향으로 배열되도록 표현할 수 있다.

[0050] 상기 좌표 산출부(120)는 상기 일정 길이의 단위 길이 전송선 각각에 대해, 상기 단위 길이 전송선의 각 성분에 대한 위치 좌표를 산출한다.

[0051] 즉, 상기 좌표 산출부(120)는 도 4에 도시된 바와 같이 상기 각 성분별 단위 길이 전송선 간의 거리(d) 및 지표면으로부터 상기 단위 길이 전송선 중심까지의 높이(h)에 기초하여, 상기 단위 길이 전송선의 각 성분에 대한 위치 좌표를 산출한다.

[0052] 다시 말해, 상기 좌표 산출부(120)는 상기 단위 길이 전송선 각각에 대해, 상기 수직 성분, 대각 성분 및 수평 성분 중 동일 성분 간의 거리(d) 및 지표면으로부터 상기 단위 길이 전송선 중심까지의 높이(h)에 기초하여, 상기 동일 성분별로 상기 단위 길이 전송선의 각 성분에 대한 위치 좌표를 산출할 수 있다.

[0053] 이때, 상기 좌표 산출부(120)는 상기 단위 길이 전송선의 각 성분의 단면 길이가 동일하다는 가정하에, 상기 길이 방향의 축(x)에서 상기 각 성분에 대응되는 좌표 값을 동일한 값으로 산출하고, 상기 2차원 평면상의 두 축(y, z)에서 상기 각 성분에 대응되는 좌표 값을 상기 거리(d) 및 높이(h)에 기초하여 산출할 수 있다.

[0054] 이로써, 상기 좌표 산출부(120)는 상기 세 축(x, y, z)에서 상기 각 성분을 3차원의 위치 좌표로서 산출할 수 있다.

[0055] 상기 행렬 모델링부(130)는 상기 산출된 위치 좌표에 기초하여, 상기 단위 길이 전송선에 관한 행렬을 구성한다. 즉, 상기 행렬 모델링부(130)는 상기 단위 길이 전송선의 각 성분에 대한 위치 좌표에 따라, 상기 단위 길이 전송선에 관한 행렬을 생성할 수 있다.

[0056] 여기서, 상기 단위 길이 전송선에 관한 행렬은 하기 행렬식 1과 같이 표현될 수 있다.

[0057] [행렬식 1]

[0058]
$$C_{v1} = \begin{bmatrix} \cosh(\gamma_{v1}\Delta l_v) & 0 & X_{v1}L_{v1g} & X_{v2}L_{vm} \\ 0 & \cosh(\gamma_{v2}\Delta l_v) & X_{v1}L_{vm} & X_{v2}L_{v2g} \\ X_{v1}(C_{v1g} + C_{vm}) & -X_{v2}C_{vm} & \cosh(\gamma_{v1}\Delta l_v) & 0 \\ -X_{v1}C_{vm} & X_{v2}(C_{v2g} + C_{vm}) & 0 & \cosh(\gamma_{v2}\Delta l_v) \end{bmatrix}$$

[0059]
$$C_{v2} = \begin{bmatrix} \cosh(\gamma_{v2}\Delta l_v) & 0 & X_{v2}L_{v1g} & X_{v1}L_{vm} \\ 0 & \cosh(\gamma_{v1}\Delta l_v) & X_{v2}L_{vm} & X_{v1}L_{v2g} \\ X_{v1}(C_{v2g} + C_{vm}) & -X_{v1}C_{vm} & \cosh(\gamma_{v2}\Delta l_v) & 0 \\ -X_{v2}C_{vm} & X_{v1}(C_{v1g} + C_{vm}) & 0 & \cosh(\gamma_{v1}\Delta l_v) \end{bmatrix}$$

[0060]
$$C_{d1} = \begin{bmatrix} \cosh(\gamma_{d1}\Delta l_d) & 0 & X_{d1}L_{d1g} & X_{d2}L_{dm} \\ 0 & \cosh(\gamma_{d2}\Delta l_d) & X_{d1}L_{dm} & X_{d2}L_{d2g} \\ X_{d1}(C_{d1g} + C_{dm}) & -X_{d2}C_{dm} & \cosh(\gamma_{d1}\Delta l_d) & 0 \\ -X_{d1}C_{dm} & X_{d2}(C_{d2g} + C_{dm}) & 0 & \cosh(\gamma_{d2}\Delta l_d) \end{bmatrix}$$

[0061]
$$C_{d2} = \begin{bmatrix} \cosh(\gamma_{d2}\Delta l_d) & 0 & X_{d2}L_{d2g} & X_{d1}L_{dm} \\ 0 & \cosh(\gamma_{d1}\Delta l_d) & X_{d2}L_{dm} & X_{d1}L_{d1g} \\ X_{d2}(C_{d2g} + C_{dm}) & -X_{d1}C_{dm} & \cosh(\gamma_{d2}\Delta l_d) & 0 \\ -X_{d2}C_{dm} & X_{d1}(C_{d1g} + C_{dm}) & 0 & \cosh(\gamma_{d1}\Delta l_d) \end{bmatrix}$$

[0062]

$$C_{h1} = \begin{bmatrix} \cosh(\gamma_{h1}\Delta l_h) & 0 & X_{h1}L_{h1g} & X_{h2}L_{hm} \\ 0 & \cosh(\gamma_{h2}\Delta l_h) & X_{h1}L_{hm} & X_{h2}L_{h2g} \\ X_{h1}(C_{h1g} + C_{hm}) & -X_{h2}C_{hm} & \cosh(\gamma_{h1}\Delta l_h) & 0 \\ -X_{h1}C_{hm} & X_{h2}(C_{h2g} + C_{hm}) & 0 & \cosh(\gamma_{h2}\Delta l_h) \end{bmatrix}$$

[0063]

$$C_{h2} = \begin{bmatrix} \cosh(\gamma_{h2}\Delta l_h) & 0 & X_{h2}L_{h2g} & X_{h1}L_{hm} \\ 0 & \cosh(\gamma_{h1}\Delta l_h) & X_{h2}L_{hm} & X_{h1}L_{h1g} \\ X_{h2}(C_{h2g} + C_{hm}) & -X_{h1}C_{hm} & \cosh(\gamma_{h2}\Delta l_h) & 0 \\ -X_{h2}C_{hm} & X_{h1}(C_{h1g} + C_{hm}) & 0 & \cosh(\gamma_{h1}\Delta l_h) \end{bmatrix}$$

[0064]

여기서, C_{v1} 및 C_{v2} 는 wire #1 및 wire #2에서의 상기 수직 성분에 대응되는 위치 좌표를 반영하여 구성된 행렬이고, C_{d1} 및 C_{d2} 는 wire #1 및 wire #2에서의 상기 대각 성분에 대응되는 위치 좌표를 반영하여 구성된 행렬이며, C_{h1} 및 C_{h2} 는 wire #1 및 wire #2에서의 상기 수평 성분에 대응되는 위치 좌표를 반영하여 구성된 행렬이다.

[0065]

즉, 상기 행렬식 1에서 v , d , h 는 각각 수직 성분, 수평 성분, 대각 성분을 의미하며, 상기 각 단위 길이 전송선의 길이 Δl 은 $\Delta x/2$, γ 는 상기 각 단위 길이 전송선 영역에 대한 전파상수, X_{nw} 는 공통 계수 $\omega [\sinh(\gamma_{nw} \Delta l_n)] \gamma_{nw}$ 이며, 여기서 w 는 도 3b에서 1 및 2로 표현한 상기 단위 길이 전송선을 구성하는 각 전송선의 위치를 의미한다. 또한, L_{1g} , L_{2g} , C_{1g} , C_{2g} 는 각각 자기인덕턴스와 자기커패시턴스이며, L_m , C_m 은 상호인덕턴스와 커패시턴스를 의미한다.

[0066]

상기 행렬 모델링부(130)는 도 5에 도시된 바와 같이 상기 구성된 행렬을 다중으로 연결하여 체인 행렬을 만들고, 이 체인 행렬에 대해, 상기 단위 길이 전송선에 대응되는 위치에 전원을 분산 공급하는 분산 소스를 적용하여, 상기 비균일 전송선의 전자파 결합신호 해석을 위한 체인 행렬 모델을 생성한다.

[0067]

이로써, 상기 행렬 모델링부(130)는 상기 다중으로 연결된 체인 행렬을 통해 상기 비균일 전송선을 실제로 가깝게 모델링 할 수 있다.

[0068]

이때, 상기 행렬 모델링부(130)는 테일러 소스 모델에 기초하여, 상기 단위 길이 전송선에 대응되는 위치의 체인 행렬에 상기 분산 소스를 적용할 수 있다.

[0069]

즉, 상기 행렬 모델링부(130)는 외부 전자파에 의한 결합신호가 상기 단위 길이 전송선에 유기되는 환경이 만들어지도록, 상기 결합신호의 근사치에 수렴하는 전류 및 전압을 상기 분산 소스를 통해 상기 단위 길이 전송선에 등가적으로 공급함으로써, 상기 비균일 전송선의 전자파 결합신호 해석을 위한 체인 행렬 모델을 생성할 수 있다.

[0070]

이로써, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 비균일 전송선을 단위 길이 전송선의 다중연결인 체인 행렬로 모델링함으로써, 실험적으로 구현하기 매우 비효율적인 환경에 노출된 비균일 전송선의 전자파 결합신호를 분석할 수 있는 환경을 제공할 수 있다.

[0071]

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 전자파 결합신호 해석을 위한 비균일 전송선의 모델링 방법을 설명하기 위해 도시한 흐름도이다. 여기서, 상기 비균일 전송선의 모델링 방법은 도 1의 비균일 전송선의 모델링 장치(100)에 의해 수행될 수 있다.

[0072]

도 6에 도시된 바와 같이, 단계(610)에서 상기 비균일 전송선의 모델링 장치는 비균일 전송선을 일정 길이의 단위 길이별로, 길이 방향의 축을 기준으로 2차원 평면상에 수직 성분, 대각 성분 및 수평 성분으로 표현한다.

[0073]

다음으로, 단계(620)에서 상기 비균일 전송선의 모델링 장치는 상기 일정 길이의 단위 길이 전송선 각각에 대해, 상기 각 성분별 단위 길이 전송선 간의 거리(d) 및 지표면으로부터 상기 단위 길이 전송선 중심까지의 높이(h)에 기초하여, 상기 단위 길이 전송선의 각 성분에 대한 위치 좌표를 산출한다.

[0074]

다음으로, 단계(630)에서 상기 비균일 전송선의 모델링 장치는 상기 산출된 위치 좌표에 기초하여 상기 단위 길이 전송선에 관한 행렬을 구성하고, 상기 구성된 행렬을 다중으로 연결한 체인 행렬에 대해, 상기 단위 길이 전송선에 대응되는 위치에 전원을 분산 공급하는 분산 소스를 적용하여, 상기 비균일 전송선의 전자파 결합신호

해석을 위한 체인 행렬 모델을 생성한다.

[0075] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 체인 행렬 모델을 이용하여 외부 전자파에 노출된 비균일 전송선의 전자파 결합신호를 측정함으로써, 보다 명확한 전자파 결합신호 해석이 가능하며, 수학적 접근방식보다 전송선의 구조 변경에 대한 해석 기법의 우수한 활용성을 기대할 수 있다.

[0076] 지금까지 본 발명에 따른 구체적인 실시예에 관하여 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서는 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허 청구의 범위뿐 아니라 이 특허 청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

[0077] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 이는 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명 사상은 아래에 기재된 특허청구범위에 의해서만 파악되어야 하고, 이의 균등 또는 등가적 변형 모두는 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

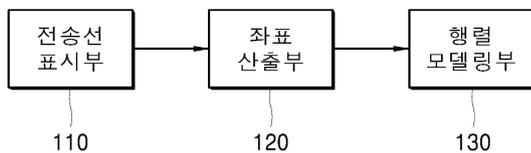
부호의 설명

- [0078] 110 : 전송선 표시부
- 120 : 좌표 산출부
- 130 : 행렬 모델링부

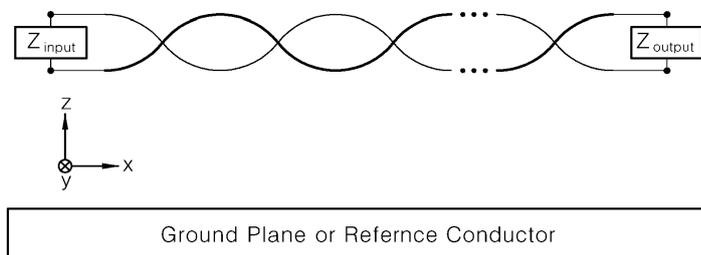
도면

도면1

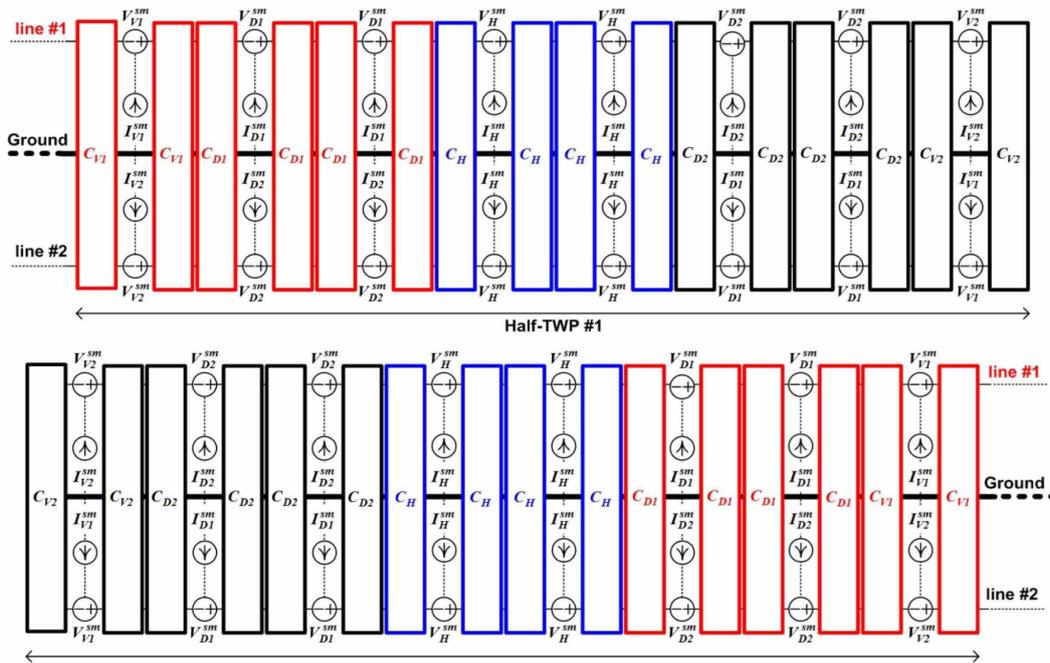
100



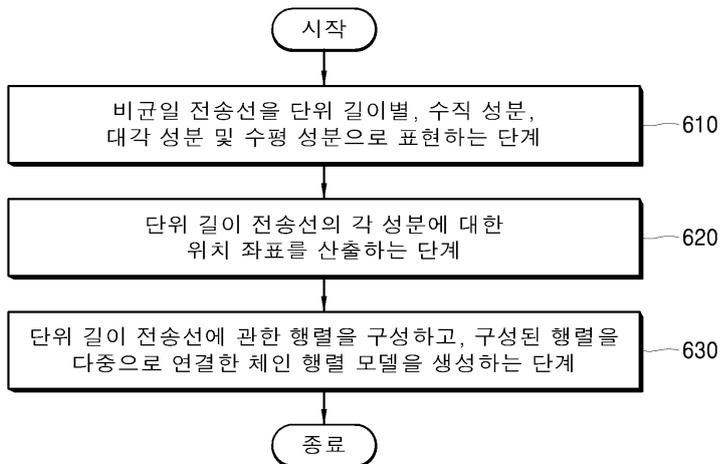
도면2



도면5



도면6



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 8의 줄 1

【변경전】

상기 제1항에 있어서

【변경후】

제1항에 있어서