(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0019635
(43) 공개일자 2025년02월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 3/046 (2006.01) *G06F 3/041* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06F 3/046 (2013.01)
G06F 3/0416 (2021.08)
(21) 출원번호 10-2024-7039151
(22) 출원일자(국제) 2023년04월18일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2024년11월25일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2023/015528
(87) 국제공개번호 WO 2023/238517
국제공개일자 2023년12월14일
(30) 우선권주장
JP-P-2022-091360 2022년06월06일 일본(JP)

(71) 출원인
가부시키가이샤 와코무
일본국 사이타마켄 가조시 도요노다이 2초메 510 반지 1
(72) 발명자
미즈하시 히로시
일본국 사이타마켄 가조시 도요노다이 2초메 510 반지 1 가부시키가이샤 와코무 내
고토 후미타카
일본국 사이타마켄 가조시 도요노다이 2초메 510 반지 1 가부시키가이샤 와코무 내
이주훈
일본국 사이타마켄 가조시 도요노다이 2초메 510 반지 1 가부시키가이샤 와코무 내
(74) 대리인
특허법인태평양

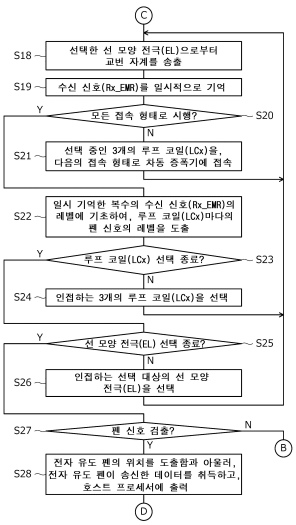
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 **센서 장치, 집적 회로, 및 지시체를 검출하는 방법**

(57) 요 약

[과제] 선 모양 전극에 의해 Tx 코일을 대용하면서도, 소비 전력의 증대를 방지할 수 있도록 한다. [해결 수단] 센서 장치는 서로 평행하게 연장된 선 모양 전극(EL) 그룹과, 선 모양 전극(EL) 그룹과 교차하는 루프 코일(LCx) 그룹과, 센서 컨트롤러(31)를 구비한다. 센서 컨트롤러(31)는 선 모양 전극(EL) 그룹으로부터 순차적으로 교번 자계를 송출하고, 해당 교번 자계에 따라 지시체가 생성한 교번 자계를 루프 코일(LCx) 그룹에 의해 검출하고, 해당 검출의 결과에 기초하여 선 모양 전극(EL) 그룹의 일부로 이루어지는 선 모양 전극 세트를 결정하고, 선 모양 전극 세트 중 적어도 일부에 교번 자계를 발생시키는 처리를 복수 회에 걸쳐 실행하고, 각각의 실행의 결과로서 루프 코일(LCx) 그룹 중 적어도 일부로 검출된 복수의 결과값을 이용하여 지시체의 2차원 위치를 도출하고, 도출한 2차원 위치에 따라 선 모양 전극 세트를 갱신한다.

대 표 도 - 도17



명 세 서

청구범위

청구항 1

지시체를 검출하는 센서 장치로서,

서로 평행하게 연장된 선 모양 전극 그룹과,

상기 선 모양 전극 그룹과 교차하는 검출 코일 그룹과,

상기 선 모양 전극 그룹 및 상기 검출 코일 그룹에 접속된 집적 회로를 구비하고,

상기 집적 회로는,

상기 선 모양 전극 그룹으로부터 순차적으로 교번 자계를 송출하고, 상기 교번 자계에 따라 상기 지시체가 생성한 교번 자계를 상기 검출 코일 그룹에 의해 검출하고, 상기 검출의 결과에 기초하여 상기 선 모양 전극 그룹의 일부로 이루어지는 선 모양 전극 세트를 결정하고,

상기 선 모양 전극 세트 중 적어도 일부로부터 교번 자계를 송출하는 처리를 복수 회에 걸쳐 실행하고, 각각의 실행의 결과로서 상기 검출 코일 그룹 중 적어도 일부로 검출된 복수의 결과값을 이용하여 상기 지시체의 2차원 위치를 도출하고,

도출한 상기 2차원 위치에 따라 상기 선 모양 전극 세트를 갱신하는 센서 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 2차원 위치는 상기 선 모양 전극 그룹을 구성하는 선 모양 전극이 늘어놓여진 제1 방향의 위치와 상기 검출 코일 그룹을 구성하는 코일이 늘어놓여진 제2 방향의 위치를 포함하는 위치인 센서 장치.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 선 모양 전극 세트 중 적어도 일부로부터 교번 자계를 송출하는 처리가 상기 복수 회에 걸쳐 실행되는 동안, 상기 선 모양 전극 세트는 상기 지시체가 생성한 교번 자계의 검출에는 이용되지 않는 센서 장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 선 모양 전극 세트 중 적어도 일부로부터 교번 자계를 송출하는 처리는, 상기 선 모양 전극 세트를 구성하는 복수의 선 모양 전극 중에서 소정 수의 선 모양 전극을 선택하고, 상기 소정 수의 선 모양 전극의 절반에 제1 교류 전류를, 상기 소정 수의 선 모양 전극의 나머지에 상기 제1 교류 전류와 다른 제2 교류 전류를, 각각 동시에 공급하는 처리인 센서 장치.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 집적 회로는, 상기 선 모양 전극 세트 중 적어도 일부로부터 교번 자계를 송출하는 처리를, 상기 소정 수의 선 모양 전극 중 상기 제1 교류 전류를 공급하는 것과, 상기 소정 수의 선 모양 전극 중 상기 제2 교류 전류를 공급하는 것의 조합을 바꾸면서 복수 회에 걸쳐 실행하는 센서 장치.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 선 모양 전극 세트 중 적어도 일부에 교번 자계를 발생시키는 처리는, 상기 선 모양 전극 세트를 구성하는 복수의 선 모양 전극 중 하나를 선택하고, 선택 중인 선 모양 전극을 사이에 두고 한쪽측에 인접하는 1개 이상의 선 모양 전극에 제1 교류 전류를, 다른 쪽측에 인접하는 1개 이상의 선 모양 전극에 상기 제1 교류 전류와 다른 제2 교류 전류를, 각각 동시에 공급하는 처리인 센서 장치.

청구항 7

청구항 4 내지 청구항 6 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 교류 전류 및 상기 제2 교류 전류는, 각각의 시간 미분이 서로 역상이 되는 관계를 충족하도록 생성되는 센서 장치.

청구항 8

지시체를 검출하는 센서 장치로서,

서로 평행하게 연장된 선 모양 전극 그룹과,

상기 선 모양 전극 그룹과 교차하는 검출 코일 그룹과,

상기 선 모양 전극 그룹 및 상기 검출 코일 그룹에 접속된 집적 회로를 구비하고,

상기 집적 회로는, 상기 선 모양 전극 그룹 중 하나 이상의 제1 선 모양 전극의 길이 방향의 일단에 대해서 제1 교류 전류를 공급하는 한편, 상기 선 모양 전극 그룹 중 상기 하나 이상의 제1 선 모양 전극과는 다른 하나 이상의 제2 선 모양 전극의 길이 방향의 상기 일단에 대해서 제2 교류 전류를 공급하도록 구성되고,

상기 제1 교류 전류 및 상기 제2 교류 전류는, 각각의 시간 미분이 서로 역상이 되는 관계를 충족하도록 생성되는 센서 장치.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 관계는,

상기 제1 교류 전류의 증가분이 커짐에 수반하여 상기 제2 전류의 감소분이 커지고,

상기 제1 교류 전류의 감소분이 커짐에 수반하여 상기 제2 전류의 증가분이 커지는 관계인 센서 장치.

청구항 10

청구항 8에 있어서,

상기 관계는, 상기 하나 이상의 제1 선 모양 전극 각각의 길이 방향의 일단에 대한 타단의 전위의 증가분이 커짐에 수반하여, 상기 하나 이상의 제2 선 모양 전극 각각의 길이 방향의 타단에 대한 일단의 전위의 증가분이 커지는 관계인 센서 장치.

청구항 11

청구항 8에 있어서,

상기 하나 이상의 제1 선 모양 전극은, 상기 선 모양 전극 그룹으로부터 선택되는 1개의 선 모양 전극의 한쪽측에 인접하는 소정 수개의 선 모양 전극이고,

상기 하나 이상의 제2 선 모양 전극은, 상기 1개의 선 모양 전극의 다른 쪽측에 인접하는 상기 소정 수개의 선 모양 전극인 센서 장치.

청구항 12

청구항 8에 있어서,

상기 하나 이상의 제1 선 모양 전극 각각의 길이 방향의 타단의 전위, 및 상기 하나 이상의 제2 선 모양 전극 각각의 길이 방향의 타단의 전위는, 상기 제1 전류에 의해서 상기 하나 이상의 제1 선 모양 전극의 상기 일단에

발생하는 전위와, 상기 제2 전류에 의해서 상기 하나 이상의 제2 선 모양 전극의 상기 일단에 발생하는 전위의 중점의 전위인 센서 장치.

청구항 13

청구항 12에 있어서,

상기 하나 이상의 제1 선 모양 전극의 전위가 상기 중점보다 큰 경우, 상기 하나 이상의 제2 선 모양 전극의 전위는 상기 중점보다 작은 센서 장치.

청구항 14

서로 평행하게 연장된 선 모양 전극 그룹, 및 상기 선 모양 전극 그룹과 교차하는 검출 코일 그룹에 접속되고, 지시체를 검출하는 집적 회로로서,

상기 선 모양 전극 그룹으로부터 순차적으로 교번 자계를 송출하고, 상기 교번 자계에 따라 상기 지시체가 생성한 교번 자계를 상기 검출 코일 그룹에 의해 검출하고, 상기 검출의 결과에 기초하여 상기 선 모양 전극 그룹의 일부로 이루어지는 선 모양 전극 세트를 결정하고,

상기 선 모양 전극 세트 중 적어도 일부로부터 교번 자계를 송출하는 처리를 복수 회에 걸쳐 실행하고, 각각의 실행의 결과로서 상기 검출 코일 그룹 중 적어도 일부로 검출된 복수의 결과값을 이용하여 상기 지시체의 2차원 위치를 도출하고,

도출한 상기 2차원 위치에 따라 상기 선 모양 전극 세트를 갱신하는 집적 회로.

청구항 15

서로 평행하게 연장된 선 모양 전극 그룹, 및 상기 선 모양 전극 그룹과 교차하는 검출 코일 그룹에 접속되고, 지시체를 검출하는 집적 회로로서,

상기 선 모양 전극 그룹 중 하나 이상의 제1 선 모양 전극의 길이 방향의 일단에 대해서 제1 교류 전류를 공급하는 한편, 상기 선 모양 전극 그룹 중 상기 하나 이상의 제1 선 모양 전극과는 다른 하나 이상의 제2 선 모양 전극의 길이 방향의 상기 일단에 대해서 제2 교류 전류를 공급하고,

상기 제1 교류 전류 및 상기 제2 교류 전류는, 각각의 시간 미분이 서로 역상이 되는 관계를 충족하도록 생성되는 집적 회로.

청구항 16

서로 평행하게 연장된 선 모양 전극 그룹, 및 상기 선 모양 전극 그룹과 교차하는 검출 코일 그룹을 이용하여 지시체를 검출하는 방법으로서,

상기 선 모양 전극 그룹으로부터 순차적으로 교번 자계를 송출하고, 상기 교번 자계에 따라 상기 지시체가 생성한 교번 자계를 상기 검출 코일 그룹에 의해 검출하고, 상기 검출의 결과에 기초하여 상기 선 모양 전극 그룹의 일부로 이루어지는 선 모양 전극 세트를 결정하는 스텝과,

상기 선 모양 전극 세트 중 적어도 일부로부터 교번 자계를 송출하는 처리를 복수 회에 걸쳐 실행하고, 각각의 실행의 결과로서 상기 검출 코일 그룹 중 적어도 일부로 검출된 복수의 결과값을 이용하여 상기 지시체의 2차원 위치를 도출하는 스텝과,

도출한 상기 2차원 위치에 따라 상기 선 모양 전극 세트를 갱신하는 스텝을 포함하는 방법.

청구항 17

서로 평행하게 연장된 선 모양 전극 그룹, 및 상기 선 모양 전극 그룹과 교차하는 검출 코일 그룹을 이용하여 지시체를 검출하는 방법으로서,

각각의 시간 미분이 서로 역상이 되는 관계를 충족하는 제1 교류 전류 및 제2 교류 전류를 생성하는 스텝과,

상기 선 모양 전극 그룹 중 하나 이상의 제1 선 모양 전극의 길이 방향의 일단에 대해서 제1 교류 전류를 공급하는 한편, 상기 선 모양 전극 그룹 중 상기 하나 이상의 제1 선 모양 전극과는 다른 하나 이상의 제2 선 모양

전극의 길이 방향의 상기 일단에 대해서 제2 교류 전류를 공급하는 스텝을 포함하는 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 센서 장치, 집적 회로, 및 지시체를 검출하는 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 태블릿 단말 등의 패널면 내에 있어서의 전자 유도 펜의 위치를 검출하기 위한 방식 중 하나로서, 전자 유도 방식(EMR 방식)이 알려져 있다. EMR 방식에 의한 태블릿 단말은, 패널면 내에 배치된 펜 검출용의 센서(이하 「EMR 센서」라고 함)와, EMR 센서에 접속된 센서 컨트롤러를 가지고 있다. EMR 센서는 y방향으로 늘어놓아 배치된 복수의 Tx 코일과, x방향으로 늘어놓아 배치된 복수의 Rx 코일을 포함하여 구성된다. 센서 컨트롤러는 복수의 Tx 코일로부터 순차적으로 교번 자계를 송출하고, 그때마다, 각 Rx 코일로 전자 유도 펜이 송신한 반사 신호(이하 「펜 신호」라고 함)를 수신함으로써, 전자 유도 펜의 위치를 검출함과 아울러, 전자 유도 펜이 송신한 데이터를 수신한다.

[0003] 특허문헌 1에는, EMR 센서의 일례가 개시되어 있다. 동 문헌에 기재된 EMR 센서는, 가격의 상승을 억제하기 위해, 표시 장치 내의 구동 전극(표시용의 구동 신호가 공급되는 선 모양 전극)을 Tx 코일로서 이용하고, 표시 장치 내의 신호선(화상 신호가 공급되는 배선)을 Rx 코일로서 이용하도록 구성된다. 구동 전극에 의한 교번 자계의 생성은, 선택 신호에 의해서 2개의 구동 전극을 선택하고, 한쪽의 구동 전극의 일단으로부터 타단에 걸쳐 전류를 흘리는 한편, 다른 쪽의 구동 전극에는, 타단으로부터 일단에 걸쳐 동일한 전류를 흘림으로써 실행된다. 동 문헌에 있어서는, 표시 장치 내의 구동 전극 및 신호선은 추가로, 정전 용량 방식에 의해 손가락의 검출을 행하기 위한 터치 전극으로서도 이용된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 일본 특허 제6698386호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 그런데, EMR 센서의 Tx 코일에는, 필요한 크기의 자계를 생성하기 위해서, 표시용의 구동 신호 등과 비교하여 큰 진폭의 전류를 흘릴 필요가 있다. 그와 같은 대전류를 Tx 코일의 대용으로서의 선 모양 전극에 흘리면, 선 모양 전극의 직류 저항이 일반적인 Tx 코일에 비해 크기 때문에, 소비 전력이 커져 버린다. 그래서, 선 모양 전극에 의해 Tx 코일을 대용하면서도, 소비 전력의 증대를 방지할 수 있는 기술을 필요로 하고 있었다.

[0006] 따라서, 본 발명의 목적 중 하나는, 선 모양 전극에 의해 Tx 코일을 대용하면서도, 소비 전력의 증대를 방지할 수 있는 센서 장치를 제공하는 것에 있다.

[0007] 또한, 특허문헌 1에 기재된 발명과 같이, 선택 신호에 의해서 2개의 선 모양 전극을 선택하고, 한쪽의 선 모양 전극의 일단으로부터 타단에 걸쳐 전류를 흘리면서, 다른 쪽의 선 모양 전극의 타단으로부터 일단에 걸쳐 동일한 전류를 흘림으로써 교번 자계를 생성하는 경우, 2개의 선 모양 전극 사이에서 위상 차이가 발생하고, 그 결과로서 Rx 코일에 의해 검출되는 자계에 노이즈가 중첩되어 버리므로, 개선을 필요로 하고 있었다.

[0008] 따라서, 본 발명의 목적 중 다른 하나는, 선 모양 전극에 의해 Tx 코일을 대용하는 경우에 있어서, Rx 코일에 의해 검출되는 자계에 중첩되는 노이즈를 저감시킬 수 있는 센서 장치, 집적 회로, 및 지시체를 검출하는 방법을 제공하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 측면에 따른 센서 장치는, 지시체를 검출하는 센서 장치로서, 서로 평행하게 연장된 선 모양 전극

그룹과, 상기 선 모양 전극 그룹과 교차하는 검출 코일 그룹과, 상기 선 모양 전극 그룹 및 상기 검출 코일 그룹에 접속된 집적 회로를 구비하고, 상기 집적 회로는, 상기 선 모양 전극 그룹으로부터 순차적으로 교번 자계를 송출하고, 해당 교번 자계에 따라 상기 지시체가 생성한 교번 자계를 상기 검출 코일 그룹에 의해 검출하고, 해당 검출의 결과에 기초하여 상기 선 모양 전극 그룹의 일부로 이루어지는 선 모양 전극 세트를 결정하고, 상기 선 모양 전극 세트 중 적어도 일부로부터 교번 자계를 송출하는 처리를 복수 회에 걸쳐 실행하고, 각각의 실행의 결과로서 상기 검출 코일 그룹 중 적어도 일부로 검출된 복수의 결과값을 이용하여 상기 지시체의 2차원 위치를 도출하고, 도출한 상기 2차원 위치에 따라 상기 선 모양 전극 세트를 갱신하는 센서 장치이다.

[0010] 본 발명의 일 측면에 따른 집적 회로는, 서로 평행하게 연장된 선 모양 전극 그룹, 및 상기 선 모양 전극 그룹과 교차하는 검출 코일 그룹에 접속되고, 지시체를 검출하는 집적 회로로서, 상기 선 모양 전극 그룹으로부터 순차적으로 교번 자계를 송출하고, 해당 교번 자계에 따라 상기 지시체가 생성한 교번 자계를 상기 검출 코일 그룹에 의해 검출하고, 해당 검출의 결과에 기초하여 상기 선 모양 전극 그룹의 일부로 이루어지는 선 모양 전극 세트를 결정하고, 상기 선 모양 전극 세트 중 적어도 일부로부터 교번 자계를 송출하는 처리를 복수 회에 걸쳐 실행하고, 각각의 실행의 결과로서 상기 검출 코일 그룹 중 적어도 일부로 검출된 복수의 결과값을 이용하여 상기 지시체의 2차원 위치를 도출하고, 도출한 상기 2차원 위치에 따라 상기 선 모양 전극 세트를 갱신하는 집적 회로이다.

[0011] 본 발명의 일 측면에 따른 방법은, 서로 평행하게 연장된 선 모양 전극 그룹, 및 상기 선 모양 전극 그룹과 교차하는 검출 코일 그룹을 이용하여 지시체를 검출하는 방법으로서, 상기 선 모양 전극 그룹으로부터 순차적으로 교번 자계를 송출하고, 해당 교번 자계에 따라 상기 지시체가 생성한 교번 자계를 상기 검출 코일 그룹에 의해 검출하고, 해당 검출의 결과에 기초하여 상기 선 모양 전극 그룹의 일부로 이루어지는 선 모양 전극 세트를 결정하는 스텝과, 상기 선 모양 전극 세트 중 적어도 일부로부터 교번 자계를 송출하는 처리를 복수 회에 걸쳐 실행하고, 각각의 실행의 결과로서 상기 검출 코일 그룹 중 적어도 일부로 검출된 복수의 결과값을 이용하여 상기 지시체의 2차원 위치를 도출하는 스텝과, 도출한 상기 2차원 위치에 따라 상기 선 모양 전극 세트를 갱신하는 스텝을 포함하는 방법이다.

[0012] 본 발명의 다른 일 측면에 따른 센서 장치는, 지시체를 검출하는 센서 장치로서, 서로 평행하게 연장된 선 모양 전극 그룹과, 상기 선 모양 전극 그룹과 교차하는 검출 코일 그룹과, 상기 선 모양 전극 그룹 및 상기 검출 코일 그룹에 접속된 집적 회로를 구비하고, 상기 집적 회로는, 상기 선 모양 전극 그룹 중 하나 이상의 제1 선 모양 전극의 길이 방향의 일단에 대해서 제1 교류 전류를 공급하는 한편, 상기 선 모양 전극 그룹 중 상기 제1 선 모양 전극과는 다른 하나 이상의 제2 선 모양 전극의 길이 방향의 상기 일단에 대해서 제2 교류 전류를 공급하도록 구성되고, 상기 제1 교류 전류 및 상기 제2 교류 전류는, 각각의 시간 미분이 서로 역상이 되는 관계를 충족하도록 생성되는 센서 장치이다.

[0013] 본 발명의 다른 일 측면에 따른 집적 회로는, 서로 평행하게 연장된 선 모양 전극 그룹, 및 상기 선 모양 전극 그룹과 교차하는 검출 코일 그룹에 접속되고, 지시체를 검출하는 집적 회로로서, 상기 선 모양 전극 그룹 중 하나 이상의 제1 선 모양 전극의 길이 방향의 일단에 대해서 제1 교류 전류를 공급하는 한편, 상기 선 모양 전극 그룹 중 상기 하나 이상의 제1 선 모양 전극과는 다른 하나 이상의 제2 선 모양 전극의 길이 방향의 상기 일단에 대해서 제2 교류 전류를 공급하고, 상기 제1 교류 전류 및 상기 제2 교류 전류는, 각각의 시간 미분이 서로 역상이 되는 관계를 충족하도록 생성되는 집적 회로이다.

[0014] 본 발명의 다른 일 측면에 따른 방법은, 서로 평행하게 연장된 선 모양 전극 그룹, 및 상기 선 모양 전극 그룹과 교차하는 검출 코일 그룹을 이용하여 지시체를 검출하는 방법으로서, 각각의 시간 미분이 서로 역상이 되는 관계를 충족하는 제1 교류 전류 및 제2 교류 전류를 생성하는 스텝과, 상기 선 모양 전극 그룹 중 하나 이상의 제1 선 모양 전극의 길이 방향의 일단에 대해서 제1 교류 전류를 공급하는 한편, 상기 선 모양 전극 그룹 중 상기 하나 이상의 제1 선 모양 전극과는 다른 하나 이상의 제2 선 모양 전극의 길이 방향의 상기 일단에 대해서 제2 교류 전류를 공급하는 스텝을 포함하는 방법이다.

발명의 효과

[0015] 본 발명의 일 측면에 따른 센서 장치, 집적 회로, 및 지시체를 검출하는 방법에 의하면, 일단 선 모양 전극 세트를 특정한 후에는, 선 모양 전극 세트를 구성하는 소정 갯수의 선 모양 전극에만 전류를 공급함으로써 지시체의 2차원 위치를 도출 가능하게 되므로, 선 모양 전극에 의해 Tx 코일을 대용하면서도, 소비 전력의 증대를 방지하는 것이 가능하게 된다.

[0016] 본 발명의 다른 일 측면에 따른 센서 장치, 집적 회로, 및 지시체를 검출하는 방법에 의하면, 2개의 선 모양 전극 사이에서 위상 차이가 발생하는 것을 방지할 수 있으므로, 선 모양 전극에 의해 Tx 코일을 대용하는 경우에 있어서, Rx 코일에 의해 검출되는 자계에 중첩되는 노이즈를 저감시키는 것이 가능하게 된다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명의 제1 실시 형태에 따른 위치 검출 시스템(1)의 구성을 나타내는 도면이다.

도 2는 도 1에 나타낸 스위치부(30)의 내부 구성을 나타내는 도면이다.

도 3은 센서 컨트롤러(31)가 손가락(F)의 위치 검출을 행하는 경우에 있어서의 스위치부(30)의 상태를 나타내는 도면이다.

도 4는 센서 컨트롤러(31)가 전자 유도 펜(P)의 위치 검출을 행하는 경우에 있어서의 스위치부(30)의 상태를 나타내는 도면이다.

도 5는 센서 컨트롤러(31)가 전자 유도 펜(P)의 위치 검출을 행하는 경우에 있어서의 스위치부(30)의 상태를 나타내는 도면이다.

도 6은 센서 컨트롤러(31)가 전자 유도 펜(P)의 위치 검출을 행하는 경우에 있어서의 스위치부(30)의 상태를 나타내는 도면이다.

도 7의 (a)는, 본 실시 형태에 있어서의 선 모양 전극(EL)으로의 교류 전류의 공급 방법을 나타내는 도면이고, (b)는, 비교예에 있어서의 교류 전류의 공급 방법을 나타내는 도면이다.

도 8의 (a)는, 도 7의 (a)에 나타낸 프로빙 영역(PA1)에 있어서 각 선 모양 전극(EL)에 흐르는 전류를 측정한 결과를 나타내는 도면이고, (b)는, 도 7의 (b)에 나타낸 프로빙 영역(PA2)에 있어서 각 선 모양 전극(EL)에 흐르는 전류를 측정한 결과를 나타내는 도면이다.

도 9의 (a)(b)는, 토탈 기생 용량이 다른 복수의 경우에 대해서, 비교예에 있어서의 위상차 Θ, 진폭 A, 진폭 B의 측정 결과를 플롯한 것이다.

도 10의 (a)는, 본 실시 형태에 관련되는 각종 신호의 파형을 나타내는 도면이고, (b)는, 비교예에 관련되는 각종 신호의 공급 방법을 나타내는 도면이다.

도 11은 차동 증폭기(30i)로부터 센서 컨트롤러(31)에 공급되는 수신 신호(Rx)를 설명하는 도면이다.

도 12는 제1 비교예에 따른 수신 신호(Rx)를 설명하는 도면이다.

도 13은 제2 비교예에 따른 수신 신호(Rx)를 설명하는 도면이다.

도 14는 전자 유도 펜(P)이 루프 코일(LCx_n) 상에 위치하고 있는 경우에, 그 근방의 각 루프 코일(LCx)로 수신되는 펜 신호의 레벨을 시뮬레이션한 결과를 나타내는 도면이다.

도 15는 센서 컨트롤러(31)가 실행하는 전자 유도 펜(P)의 위치 검출의 전체의 흐름을 나타내는 흐름도이다.

도 16은 센서 컨트롤러(31)가 실행하는 전자 유도 펜(P)의 위치 검출의 전체의 흐름을 나타내는 흐름도이다.

도 17은 센서 컨트롤러(31)가 실행하는 전자 유도 펜(P)의 위치 검출의 전체의 흐름을 나타내는 흐름도이다.

도 18은 본 발명의 제2 실시 형태에 따른 위치 검출 시스템(1)을 구성하는 위치 검출 장치(3) 내에 배치되는 스위치부(30)의 내부 구성을 나타내는 도면이다.

도 19는 센서 컨트롤러(31)가 전자 유도 펜(P)의 위치 검출을 행하는 경우에 있어서의 스위치부(30)의 상태를 나타내는 도면이다.

도 20은 센서 컨트롤러(31)가 전자 유도 펜(P)의 위치 검출을 행하는 경우에 있어서의 스위치부(30)의 상태를 나타내는 도면이다.

도 21은 센서 컨트롤러(31)가 전자 유도 펜(P)의 위치 검출을 행하는 경우에 있어서의 스위치부(30)의 상태를 나타내는 도면이다.

도 22는 본 발명의 제3 실시 형태에 따른 위치 검출 시스템(1)을 구성하는 위치 검출 장치(3) 내에 배치되는 스

위치부(30)의 내부 구성을 나타내는 도면이다.

도 23은 센서 컨트롤러(31)가 전자 유도 펜(P)의 위치 검출을 행하는 경우에 있어서의 스위치부(30)의 상태를 나타내는 도면이다.

도 24는 센서 컨트롤러(31)가 전자 유도 펜(P)의 위치 검출을 행하는 경우에 있어서의 스위치부(30)의 상태를 나타내는 도면이다.

도 25는 센서 컨트롤러(31)가 전자 유도 펜(P)의 위치 검출을 행하는 경우에 있어서의 스위치부(30)의 상태를 나타내는 도면이다.

도 26의 (a)~(c)는, 도 23~도 25 각각에 있어서의 교류 전류의 공급 방법을 모식적으로 나타내는 도면이고, (d)~(f)는, 각각 (a)~(c)에 나타낸 방법으로 6개의 선 모양 전극(EL_m~EL_{m+5})에 교류 전류(i_A, i_B)를 공급했을 경우의 등가 회로를 나타내는 도면이다.

도 27은 센서 컨트롤러(31)가 실행하는 전자 유도 펜(P)의 위치 검출의 전체의 흐름을 나타내는 흐름도이다.

도 28은 센서 컨트롤러(31)가 실행하는 전자 유도 펜(P)의 위치 검출의 전체의 흐름을 나타내는 흐름도이다.

도 29는 센서 컨트롤러(31)가 실행하는 전자 유도 펜(P)의 위치 검출의 전체의 흐름을 나타내는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 이하, 첨부 도면을 참조하면서, 본 발명의 실시 형태에 대해서 상세하게 설명한다.

[0019] 도 1은 본 발명의 제1 실시 형태에 따른 위치 검출 시스템(1)의 구성을 나타내는 도면이다. 동 도면에 나타내는 바와 같이, 위치 검출 시스템(1)은 전자 유도 펜(P) 및 위치 검출 장치(3)를 가지고 구성된다. 이 중 전자 유도 펜(P)은 EMR 방식에 의한 위치 검출에 대응하는 펜(지시체)이며, 내부에 코일 및 캐패시터를 포함하는 공진 회로를 가지고 구성된다.

[0020] 위치 검출 장치(3)는 EMR 방식에 의한 전자 유도 펜(P)의 위치 검출에 대응하는 장치(센서 장치)로서, 복수의 루프 코일(LCx)(검출 코일 그룹), 복수의 선 모양 전극(EL)(선 모양 전극 그룹), 스위치부(30), 센서 컨트롤러(31), 및 호스트 프로세서(32)를 포함하여 구성된다. 전형적인 예에 따른 위치 검출 장치(3)는, 표시면이 터치면을 겸하는 태블릿 단말 또는 노트북 컴퓨터이지만, 표시면을 가지지 않는 디지타이저 등에 의해 위치 검출 장치(3)를 구성해도 된다.

[0021] 도시한 x, y방향은 모두 터치면 내의 방향이며, 서로 직교하고 있다. 복수의 루프 코일(LCx)은, 각각 y방향(제1 방향)으로 연장되도록 형성되고, x방향(제2 방향)으로 늘어놓아 배치된다. 한편, 복수의 선 모양 전극(EL)은, 각각 x방향으로 연장되도록 형성되고, y방향으로 늘어놓아 배치된다. 각 루프 코일(LCx) 및 각 선 모양 전극(EL)은, 모두 양단에서 스위치부(30)에 접속된다.

[0022] 스위치부(30)는 복수의 루프 코일(LCx) 상호의 접속을 전환함과 아울러, 복수의 루프 코일(LCx) 및 복수의 선 모양 전극(EL)과 센서 컨트롤러(31) 사이의 접속을 전환하기 위한 복수의 스위치에 의해 구성되는 스위치의 집합체이다. 스위치부(30)는 전용의 회로 기판 또는 집적 회로 내에 마련되는 것으로 해도 되고, 센서 컨트롤러(31)와 동일한 집적 회로 내에 마련되는 것으로 해도 된다. 스위치부(30)의 전환 상태는, 센서 컨트롤러(31)에 의해 제어된다.

[0023] 도 2는 스위치부(30)의 내부 구성을 나타내는 도면이다. 간단히 하기 위해, 동 도면에는, 루프 코일(LCx) 및 선 모양 전극(EL)을 각각 5개씩(루프 코일(LCx_{n-2}~LCx_{n+2}), 선 모양 전극(EL_{m-2}~EL_{m+2}))만 도시하고 있다. 이 점은, 후술하는 도 3~도 6, 도 18~도 21에 대해서도 마찬가지이다. 도 2에 나타내는 바와 같이, 스위치부(30)는, 5종류의 스위치(30a~30f)와, 구동 회로(30g)와, 배선부(30h)와, 차동 증폭기(30i)와, 오피 앰프(30j)를 포함하여 구성된다.

[0024] 스위치(30a)는 터치면 상에 교번 자계를 발생시키기 위한 교류 전류(Tx_EMR)를 복수의 선 모양 전극(EL)에 공급하기 위한 구성이며, 구동 회로(30g)에 접속된 4개의 입력 핀과, 선 모양 전극(EL)마다 마련되는 출력 핀을 가지고 구성된다. 각 출력 핀은 대응하는 선 모양 전극(EL)의 x방향(길이 방향)의 일단에 접속된다. 스위치(30a)는, 센서 컨트롤러(31)의 제어에 따라서, 각 입력 핀을 어느 출력 핀에 접속하는 역할을 한다.

[0025] 구동 회로(30g)는 센서 컨트롤러(31)로부터 공급되는 교류 전류(Tx_EMR)에 따라 교류 전류(i_A, i_B)(도 4~도 6을

참조)를 생성하고, 스위치(30a)를 통해서 선 모양 전극(EL)에 공급하는 회로이다. 구동 회로(30g)는 스위치(30a)의 4개의 입력 핀 중 2개에 교류 전류 i_A(제1 교류 전류)를 공급하고, 다른 2개에 교류 전류 i_B(제2 교류 전류)를 공급하도록 구성된다.

[0026] 교류 전류 i_A는 예를 들면 버퍼 회로를 이용하여 교류 전류(Tx_EMR)를 증폭시킴으로써 생성되는 전류이다. 한편, 교류 전류 i_B는, 교류 전류 i_A와의 사이에서, 각각의 시간 미분이 서로 역상이 되는 관계를 충족하도록 생성되는 전류이다. 이 관계를 수식으로 표현하면, 이하의 식(1)과 같이 된다. 식(1)의 관계는, 교류 전류 i_A의 증가분이 커짐에 수반하여 교류 전류 i_B의 감소분이 커지고, 교류 전류 i_A의 감소분이 커짐에 수반하여 교류 전류 i_B의 증가분이 커지는 관계라고 말해도 되고, 또한, 교류 전류 i_A를 공급하는 하나 이상의 선 모양 전극(EL) 각각의 길이 방향의 일단에 대한 타단의 전위의 증가분이 커짐에 수반하여, 교류 전류 i_B를 공급하는 하나 이상의 선 모양 전극(EL) 각각의 길이 방향의 타단에 대한 일단의 전위의 증가분이 커지는 관계라고 말해도 된다.

[0027] [수 1]

[0028] $$\frac{di_A(t)}{dt} = -\frac{di_B(t)}{dt} \quad \cdots(1)$$

[0029] 식(1)의 관계를 충족하는 전형적인 교류 전류 i_B는, 이하의 식(2)로 나타내진다. 다만, A는 임의의 상수이다. A=0인 경우, 교류 전류 i_B는 교류 전류 i_A의 반전 신호가 된다. 이 경우, 교류 전류 i_A와 교류 전류 i_B는, 서로 부호가 다르게 된다. 한편, A가 교류 전류 i_A의 최대값보다 큰 경우, 교류 전류 i_A와 교류 전류 i_B는, 부호가 동일하고, 또한, 서로 레벨이 다른 전류가 된다. 또한, 교류 전류 i_A의 반전 신호는, 예를 들면 반전 버퍼 회로를 이용하여 생성될 수 있다. 도 2에는, 이 반전 버퍼 회로를 이용하는 예를 나타내고 있다.

[0030] [수 2]

[0031] $$i_B(t) = -i_A(t) + \mathrm{A} \quad \cdots(2)$$

[0032] 교류 전류(i_A, i_B)의 공급을 받는 각 선 모양 전극(EL)의 타단의 전위는, 교류 전류 i_A가 공급된 선 모양 전극(EL)의 일단에 발생하는 전위와, 교류 전류 i_B가 공급된 선 모양 전극(EL)의 일단에 발생하는 전위의 중점의 전위로 하는 것이 바람직하다. A=0인 경우, 이 전위는 0(즉 접지 전위)이 된다.

[0033] 스위치(30b)는 손가락(F)의 위치 검출을 행하기 위한 터치 검출용 신호(Tx_TP)를 복수의 선 모양 전극(EL)에 공급하기 위한 구성이며, 선 모양 전극(EL)마다 마련되는 입력 핀과 출력 핀의 세트를 가지고 구성된다. 각 입력 핀에는, 센서 컨트롤러(31)로부터 터치 검출용 신호(Tx_TP)가 공급된다. 각 출력 핀은 대응하는 선 모양 전극(EL)에 접속된다. 스위치(30b)는, 센서 컨트롤러(31)의 제어에 따라서, 각 입력 핀을, 대응하는 출력 핀에 접속하는 역할을 한다.

[0034] 스위치(30f)는, 선 모양 전극(EL)의 x방향(길이 방향)의 타단에 대해서, 상술한 중점의 전위에 접속되는 상태와, 어디에도 접속되지 않는 플로팅 상태를 전환하기 위한 구성이다. 도 2에는 상술한 중점의 전위가 접지 전위인 경우를 나타내고 있고, 이 경우의 스위치(30f)는, 도 2에 나타내는 바와 같이, 선 모양 전극(EL)마다 마련되는 입력 핀과 접지 핀의 세트를 가지고 구성된다. 이하에서는, 상술한 중점의 전위가 접지 전위인 것을 전제로 하여 설명을 계속한다.

[0035] 스위치(30f)의 각 입력 핀은, 대응하는 선 모양 전극(EL)의 x방향(길이 방향)의 타단에 접속된다. 한편, 스위치(30f)의 각 접지 핀은, 접지 전위가 공급되는 접지단에 접속된다. 스위치(30f)를 마련하고 있는 것은, 센서 컨트롤러(31)가 전자 유도 펜(P)의 위치 검출을 행할 때에는, 상술한 바와 같이 각 선 모양 전극(EL)의 x방향의 타단을 접지 전위로 하는 것이 바람직한 한편, 센서 컨트롤러(31)가 손가락(F)의 위치 검출을 행할 때에는, 각 선 모양 전극(EL)의 x방향의 타단을 플로팅 상태로 할 필요가 있기 때문이다. 스위치(30f)는, 센서 컨트롤러(31)의 제어에 따라서, 각 입력 핀과, 대응하는 접지 핀 사이의 접속 상태를 전환하는 역할을 한다.

[0036] 스위치(30c~30e) 및 배선부(30h)는, 각 루프 코일(LCx)로 수신된 펜 신호(교류 전류(Tx_EMR)에 의해 발생한 교번 자계에 따라 전자 유도 펜(P)이 생성하는 교번 자계에 의해 나타내지는 신호)를 차동 증폭기(30i)에 공급함과 아울러, 각 루프 코일(LCx)로 수신된 터치 검출용 신호(Tx_TP)를 오피 앰프(30j)에 공급하기 위한 구성이다.

[0037] 구체적으로 설명하면, 먼저 스위치(30c)는 루프 코일(LCx)의 단부마다 마련되는 입력 핀과, 입력 핀마다 마련되는 4개의 출력 핀을 가지고 구성된다. 스위치(30c)는, 센서 컨트롤러(31)의 제어에 따라서, 각 입력 핀을, 대응하는 4개의 출력 핀 중 어느 것에 접속하는 역할을 한다.

[0038] 배선부(30h)는 4개의 배선(L1~L4)을 가지고 구성된다. 스위치(30c)의 입력 핀마다의 4개의 출력 핀은 이들 4개의 배선(L1~L4)에 대응하여 마련되어 있는 것으로, 각각 대응하는 배선에 접속된다.

[0039] 스위치(30d)는, 센서 컨트롤러(31)의 제어에 따라서, 배선 L1을 차동 증폭기(30i)의 비반전 입력 단자에, 배선 L2를 차동 증폭기(30i)의 반전 입력 단자에, 각각 접속하는 스위치이다. 스위치(30e)는, 센서 컨트롤러(31)의 제어에 따라서, 배선 L4를 오피 앰프(30j)의 입력 단자에 접속하는 스위치이다. 스위치(30d, 30e)의 초기 상태는, 모두 오프(비접속 상태)이다.

[0040] 차동 증폭기(30i)는 배선 L1에 접속된 비반전 입력 단자와, 배선 L2에 접속된 반전 입력 단자 사이의 전압차를 증폭시킴으로써 수신 신호(Rx_EMR)를 생성하는 회로이며, 센서 컨트롤러(31)와 함께 펜 신호의 수신 회로를 구성한다. 또한, 오피 앰프(30j)는 입력 단자와 접지 단자 사이의 전압차를 증폭시킴으로써 정전 용량 방식의 수신 신호(Rx_TP)를 생성하는 회로이며, 센서 컨트롤러(31)와 함께 터치 검출용 신호(Tx_TP)의 수신 회로를 구성한다. 오피 앰프(30j)의 입력 단자는, 스위치(30e)를 통해서 배선부(30h)의 배선 L4에 접속되어 있고, 이것에 의해 수신 신호(Rx_TP)는, 배선 L4에 나타난 신호를 증폭시킨 것이 된다. 오피 앰프(30j)에는, 고주파 노이즈를 제거하기 위한 병렬 캐패시터가 마련된다. 차동 증폭기(30i)에 의해 생성된 수신 신호(Rx_EMR), 및 오피 앰프(30j)에 의해 생성된 수신 신호(Rx_TP)는, 모두 센서 컨트롤러(31)에 공급된다.

[0041] 도 1로 되돌아간다. 센서 컨트롤러(31)는 터치면 내에 있어서의 전자 유도 펜(P)의 위치를 EMR 방식에 의해 검출하는 기능과, 터치면에 있어서의 손가락(F)의 위치를 정전 용량 방식에 의해 검출하는 기능을 가지는 집적 회로이다. 전자 유도 펜(P)에 관해서는 추가로, 전자 유도 펜(P)이 송신한 펜 신호를 복조함으로써, 전자 유도 펜(P)이 송신한 데이터를 취득하는 기능도 가지고 구성된다. 전자 유도 펜(P)의 위치의 검출 및 전자 유도 펜(P)으로부터의 데이터의 취득과, 손가락(F)의 위치의 검출은, 시분할로 실행된다. 센서 컨트롤러(31)는 검출한 위치 및 취득한 데이터를 호스트 프로세서(32)에 순차적으로 공급하도록 구성된다.

[0042] 호스트 프로세서(32)는, 센서 컨트롤러(31)로부터 공급된 위치 및 데이터를 이용하여, 표시면에 표시하고 있는 커서의 이동, 터치면 내에 있어서의 전자 유도 펜(P) 또는 손가락의 궤적을 나타내는 스트로크 데이터의 생성 등의 처리를 행한다. 이 중 스트로크 데이터에 관하여, 호스트 프로세서(32)는 생성한 스트로크 데이터를 렌더링하여 표시하는 처리, 생성한 스트로크 데이터를 포함하는 디지털 잉크를 생성하여 기록하는 처리, 유저의 지시에 따라서, 생성한 디지털 잉크를 외부 장치에 송신하는 처리 등도 행한다.

[0043] 이하, 도 3~도 6을 참조하면서, 센서 컨트롤러(31)가 행하는 전자 유도 펜(P) 및 손가락(F)의 위치 검출의 처리에 대해서, 구체적으로 설명한다.

[0044] 먼저, 도 3은 본 실시 형태에 따른 센서 컨트롤러(31)가 손가락(F)의 위치 검출을 행하는 경우에 있어서의 스위치부(30)의 상태를 나타내는 도면이다. 동 도면에 나타내는 바와 같이, 이 경우의 센서 컨트롤러(31)는, 각 입력 핀과 대응하는 출력 핀이 접속되도록 스위치(30b)를 제어한다. 이것에 의해, 센서 컨트롤러(31)로부터 각 선 모양 전극(EL)의 x방향의 일단에 대해, 터치 검출용 신호(Tx_TP)가 공급되게 된다. 또한, 센서 컨트롤러(31)는, 각 입력 핀이 대응하는 접지 핀으로부터 분리되도록 스위치(30f)를 제어함으로써, 각 선 모양 전극(EL)의 x방향의 타단을 플로팅 상태로 한다.

[0045] 센서 컨트롤러(31)에 의해서 생성되는 터치 검출용 신호(Tx_TP)의 구체적인 내용은, 이하의 식(3)에 나타내는 행렬 A에 의해서 나타내질 수 있다. 행렬 A는 복수의 선 모양 전극(EL)과 일대일로 대응하는 복수의 행을 가지는 정방 행렬이며, 행렬 A의 각 요소(A_{11} 등)에 부여되어 있는 첨자의 좌측은 센서 컨트롤러(31)로부터의 출력 순서를, 우측은 선 모양 전극(EL)의 일련번호를 각각 나타내고 있다. M은 선 모양 전극(EL)의 총수이다. 각 요소의 구체적인 값은, 「1」 또는 「-1」 중 어느 것이다. 행렬 A는 직교 행렬인 것이 바람직하지만, 직교 행렬이 아니어도 된다.

[0046] [수 3]

$$A = \begin{pmatrix} A_{11} & A_{21} & A_{31} & \cdots & A_{M1} \\ A_{12} & A_{22} & A_{32} & \cdots & A_{M2} \\ A_{13} & A_{23} & A_{33} & \cdots & A_{M3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ A_{1M} & A_{2M} & A_{3M} & \cdots & A_{MM} \end{pmatrix} \quad \cdots (3)$$

[0047]

[0048] 센서 컨트롤러(31)는 행렬 A의 열마다 터치 검출용 신호(Tx_TP)를 생성하고, 각 선 모양 전극(EL)에 공급한다. 전형적인 예에 따른 터치 검출용 신호(Tx_TP)는, 대응하는 행렬 A의 요소가 1인 경우에 하이, 1인 경우에 로우가 되는 2값의 펄스 신호이다. 이하에서는, 행렬 A의 하나의 열에 대응하는 터치 검출용 신호(Tx_TP)를 「부분 터치 검출용 신호(Tx_TP)」라고 칭한다.

[0049] 센서 컨트롤러(31)는, 하나의 부분 터치 검출용 신호(Tx_TP)를 각 선 모양 전극(EL)에 공급하고 있는 동안, 스위치(30e)를 접속 상태로 유지하면서, 각 루프 코일(LCx)을 순서대로 오피 앰프(30j)에 접속하는 처리를 행한다. 구체적으로는, 각 루프 코일(LCx)이 순서대로 양단으로 배선 L4에 접속되게 되도록, 스위치(30c)를 제어한다. 또한, 도 3에는, 루프 코일(LCx_n)이 배선 L4에 접속되어 있는 경우의 예를 나타내고 있다.

[0050] 여기서, m번째의 선 모양 전극(EL_m)과, n번째의 루프 코일(LCx_n)의 사이에 형성되는 정전 용량을 C_{mn}으로 하면, 행렬 A의 x번째의 열에 대응하는 부분 터치 검출용 신호(Tx_TP)가 각 선 모양 전극(EL)에 공급되고 있고, 또한, n번째의 루프 코일(LCx_n)이 오피 앰프(30j)에 접속되어 있을 때, 오피 앰프(30j)로부터 센서 컨트롤러(31)에 공급되는 수신 신호(Rx_TP)는, 다음의 식(4)에 나타내는 값이 된다.

[0051] [수 4]

$$(A_{x1} \quad A_{x2} \quad A_{x3} \quad \cdots \quad A_{xM}) \begin{pmatrix} C_{1n} \\ C_{2n} \\ C_{3n} \\ \vdots \\ C_{Mn} \end{pmatrix} \quad \cdots (4)$$

[0052]

[0053] 따라서, 행렬 A의 각 열에 대응하는 부분 터치 검출용 신호(Tx_TP)의 공급이 실행되는 동안에 n번째의 루프 코일(LCx_n)에 대해서 얻어지는 수신 신호(Rx_TP)는, 전체로서, 다음의 식(5)에 나타내는 벡터(b)로 나타내지게 된다.

[0054] [수 5]

$$b = A \begin{pmatrix} C_{1n} \\ C_{2n} \\ C_{3n} \\ \vdots \\ C_{Mn} \end{pmatrix} \quad \cdots (5)$$

[0055]

[0056] 센서 컨트롤러(31)는, 이 벡터(b)에 대해서 다음의 식(6)의 좌변에 나타내는 연산을 행함으로써, 선 모양 전극(EL)마다의 정전 용량(C_{mn})을 분리 취득한다. 다만, 식(6) 중에 나타내는 행렬 A^{-1}은, 행렬 A의 역행열이다. 식(6)에도 나타내는 바와 같이 행렬 A에 행렬 A^{-1}을 곱하면 단위 행렬 I가 되기 때문에, 센서 컨트롤러(31)는, 이 연산을 행함으로써, 식(6)의 우변에 나타내는 바와 같이, n번째의 루프 코일(LCx_n)에 대해서, 각 선 모양 전극(EL_m)과의 교점의 정전 용량(C_{mn})을 분리 취득할 수 있게 된다.

[0057] [수 6]

$$A^{-1}b = A^{-1}A\begin{pmatrix} C_{1n} \\ C_{2n} \\ C_{3n} \\ \vdots \\ C_{Mn} \end{pmatrix} = I\begin{pmatrix} C_{1n} \\ C_{2n} \\ C_{3n} \\ \vdots \\ C_{Mn} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_{1n} \\ C_{2n} \\ C_{3n} \\ \vdots \\ C_{Mn} \end{pmatrix} \quad \cdots (6)$$

[0058]

[0059] 센서 컨트롤러(31)는, 식(6)과 마찬가지의 연산을 각 루프 코일(LCx)에 대해서 실행함으로써, 선 모양 전극(EL)과 루프 코일(LCx)의 각 교점에 대해서 정전 용량(C_{mn})을 도출한다. 그리고 센서 컨트롤러(31)는, 도출한 각 정전 용량(C_{mn})의 터치면 내에 있어서의 분포에 기초하여, 위치를 손가락(F)의 위치(2차원 위치)를 도출한다. 구체적으로는, 분포의 정점에 상당하는 위치를 손가락(F)의 위치로서 도출하면 된다.

[0060] 다음으로, 도 4~도 6은, 센서 컨트롤러(31)가 전자 유도 펜(P)의 위치 검출을 행하는 경우에 있어서의 스위치부(30)의 상태를 나타내는 도면이다. 이들 도면에 나타내는 바와 같이, 센서 컨트롤러(31)는 1개의 선 모양 전극(EL_m)을 사이에 두고 한쪽측에 인접하는 2개의 선 모양 전극(EL_{m-1}, EL_{m-2})(제1 선 모양 전극)에 교류 전류 i_A가 공급되고, 다른 쪽측에 인접하는 2개의 선 모양 전극(EL_{m+1}, EL_{m+2})(제2 선 모양 전극)에 교류 전류 i_B가 공급되게 되도록, 스위치(30a)를 제어한다. 또한, 센서 컨트롤러(31)는, 각 입력 핀과, 대응하는 접지 핀이 접속되도록 스위치(30f)를 제어함으로써, 각 선 모양 전극(EL)의 x방향의 타단을 접지 상태로 한다.

[0061] 이 제어에 의해, 선 모양 전극(EL_m)을 중심으로 하는 의사적인 코일이 형성되고, 터치면 상(특히 선 모양 전극(EL_m)의 상방)에 교번 자계가 생성되게 된다. 이하에서는, 이와 같이 하여 교번 자계를 생성하는 것을 「선 모양 전극(EL_m)으로부터 교번 자계를 송출한다」고 한다. 센서 컨트롤러(31)는, 전체 선 모양 전극(EL)의 양단에 위치하는 4개의 선 모양 전극(EL)을 제외한 선 모양 전극(EL)을 순서대로 선 모양 전극(EL_m)으로서 마찬가지의 처리를 실행함으로써, 이들 선 모양 전극(EL)으로부터 순차적으로 마찬가지의 교번 자계를 송출하도록 구성된다.

[0062] 또한, 터치면 전체에서 전자 유도 펜(P)의 위치 검출을 행할 수 있도록, 상기 처리의 실행으로부터 제외되는 상기 4개의 선 모양 전극(EL)은, 터치면 밖의 위치에 배치되는 것이 바람직하다. 또한, 본 실시 형태에서는, 교번 자계의 송출을 행하는 선 모양 전극(EL_m)의 양측 2개씩의 선 모양 전극(EL)에 교류 전류를 흘리고 있지만, 1개 이상의 소정 갯수씩의 선 모양 전극(EL)에 교류 전류를 흘리면 되고, 예를 들면, 양측 1개씩이나, 양측 3개 이상씩의 선 모양 전극(EL)에 교류 전류를 흘리는 것으로 해도 된다.

[0063] 여기서, 도 4~도 6의 기재로부터도 이해되는 바와 같이, 구동 회로(30g)는 각 선 모양 전극(EL)의 길이 방향의 일단측에 배치되어 있고, 교류 전류(i_A, i_B)는 모두, 선 모양 전극(EL)의 x방향(길이 방향)의 일단(동일한 측의 단부)에 공급된다. 이하, 이와 같은 구성을 채용함으로써 달성되는 효과에 대해서, 비교예도 참조하면서 자세하게 설명한다.

[0064] 도 7의 (a)는, 본 실시 형태에 있어서의 선 모양 전극(EL)으로의 교류 전류의 공급 방법을 나타내는 도면이고, 도 7의 (b)는, 비교예에 있어서의 교류 전류의 공급 방법을 나타내는 도면이다. 먼저 도 7의 (a)를 참조하면, 본 실시 형태에 있어서는, 선 모양 전극(EL_{m-1}, EL_{m-2})에 대해서는 길이 방향 일단에 교류 전류 i_A가 공급되는 한편, 선 모양 전극(EL_{m+1}, EL_{m+2})에 대해서는 길이 방향 일단에 교류 전류 i_B가 공급된다. 이것에 대해, 비교예에 있어서는, 도 7의 (b)에 나타내는 바와 같이, 선 모양 전극(EL_{m-1}, EL_{m-2})에 대해서는 길이 방향 일단에 교류 전류 i_A가 공급되는 한편, 선 모양 전극(EL_{m+1}, EL_{m+2})에 대해서는 길이 방향 타단에 교류 전류 i_A가 공급된다. 비교예에 나타내는 교류 전류의 공급 방법은, 예를 들면 특허문헌 1에 기재되어 있는 것이다.

[0065] 도 8의 (a)는, 도 7의 (a)에 나타낸 프로빙 영역(PA1)에 있어서 각 선 모양 전극(EL)에 흐르는 전류를 측정한 결과를 나타내는 도면이고, 도 8의 (b)는, 도 7의 (b)에 나타낸 프로빙 영역(PA2)에 있어서 각 선 모양 전극(EL)에 흐르는 전류를 측정한 결과를 나타내는 도면이다. 각 도면에 있어서의 가로축은 시간이며, 세로축은 전류값이다. 또한, 도 8의 (a)(b)에 있어서는, 선 모양 전극(EL_{m+1}, EL_{m+2})에 있어서 측정된 전류에 대해서, 반전한 다음에 묘화되어 있다. 또한, 도 8의 (a)(b)에는, 선 모양 전극(EL)마다의 전류 경로의 기생 용량(이하 「토탈

기생 용량」이라고 함)이 1800pF인 경우를 도시하고 있다.

[0066] 선 모양 전극(EL_m)으로부터 가장 효율적으로 교번 자계를 송출할 수 있는 것은, 선 모양 전극(EL_{m-1}, EL_{m-2})에 흐르는 전류의 진폭(도 8의 (b)에 나타내는 진폭 A)과 선 모양 전극(EL_{m+1}, EL_{m+2})에 흐르는 전류의 진폭(도 8의 (b)에 나타내는 진폭 B)이 동일하고, 또한, 선 모양 전극(EL_{m-1}, EL_{m-2})에 흐르는 전류와 선 모양 전극(EL_{m+1}, EL_{m+2})에 흐르는 전류의 반전 신호의 위상차(도 8의 (b)에 나타내는 위상차 Θ)가 0° 인 경우이다. 이 점은, 도 8의 (a)로부터 이해되는 바와 같이, 본 실시 형태에서는 A=B, Θ=0° 이며, 교번 자계의 송출 효율의 관점에서 이상적인 상태가 실현되고 있다고 말할 수 있다. 한편, 도 8의 (b)에 나타내는 바와 같이, 비교예에서는, A≠B, Θ≠0° (구체적으로는 약 32°)로 되어 있다. 따라서, 본 실시 형태에 의하면, 비교예에 비해, 선 모양 전극(EL_m)으로부터의 교번 자계의 송출을 효율적으로 실행할 수 있다고 말할 수 있다.

[0067] 도 9의 (a)(b)는, 토탈 기생 용량이 상이한 복수의 경우에 대해서, 비교예에 있어서의 위상차 Θ, 진폭 A, 진폭 B의 측정 결과를 플롯한 도면이다. 도 9의 (a)(b)의 가로축은 토탈 기생 용량이고, 도 9의 (a)의 세로축은 위상차 Θ이고, 도 9의 (b)의 세로축은 진폭 B/진폭 A를 백분율로 나타낸 수치이다. 도 9의 (a)(b)로부터 이해되는 바와 같이, 비교예는 토탈 기생 용량이 클수록 이상적인 상태로부터 어긋나 간다. 따라서, 비교예를 채용하는 경우에는, 토탈 기생 용량이 작아지도록 전류 경로를 연구할 필요가 있다고 말할 수 있다. 이것에 대해, 본 실시 형태에서는, 토탈 기생 용량과 무관하게 도 8의 (a)와 같은 이상적인 상태가 얻어지므로, 토탈 기생 용량이 작아지도록 전류 경로를 연구할 필요는 특별히 없다. 따라서, 본 실시 형태에 의하면, 비교예에 비해, 회로 설계가 용이하게 된다고 하는 효과도 얻어지게 된다.

[0068] 도 10의 (a)는, 본 실시 형태에 관련되는 각종 신호의 파형을 나타내는 도면이고, 도 10의 (b)는, 비교예에 관련되는 각종 신호의 공급 방법을 나타내는 도면이다. 이들 도면에는, 선 모양 전극(EL_{m-1}, EL_{m-2})에 흐르는 전류의 파형과, 선 모양 전극(EL_{m+1}, EL_{m+2})에 흐르는 전류의 파형과, 전자 유도 펜(P)의 내부에서 발생하는 전압(펜 신호)의 파형(Pen 공진 파형)과, 전자 유도 펜(P)에 가장 가까운 루프 코일(LCx)에 의해 검출되는 수신 신호(Rx_EMR)의 파형을 나타내고 있다.

[0069] 먼저 도 10의 (b)를 참조하면, 센서 컨트롤러(31)가 선 모양 전극(EL)에 교류 전류 i_A를 공급하고 있는 동안(도시한 「교번 자계 송출 기간」), 전자 유도 펜(P)의 내부에서 펜 신호가 발생하는 것, 그리고, 수신 신호(Rx_EMR)에는, 선 모양 전극(EL)에 발생하는 교류 전류 i_A와 마찬가지의 파형이 나타나고 있는 것이 이해된다. 이 수신 신호(Rx_EMR)의 파형은, 전자 유도 펜(P)으로부터 송출된 펜 신호에 의해 루프 코일(LCx)에 유도된 전압 신호에 대해, 선 모양 전극(EL)으로부터 송출된 교번 자계에 의해 루프 코일(LCx)에 유도된 전압 신호가 중첩됨으로써 형성되어 있는 것이다. 센서 컨트롤러(31)가 선 모양 전극(EL)으로의 교류 전류 i_A의 공급을 종료하면, 선 모양 전극(EL)으로부터 송출된 교번 자계에 의해 유도된 전압 신호분이 소실되기 때문에, 수신 신호(Rx_EMR)에는, 펜 신호에 의해 유도된 전압 신호분만이 남는다. 스케일의 관계로 보기 어렵게 되어 있지만, 선 모양 전극(EL)으로의 교류 전류 i_A의 공급이 종료된 후의 수신 신호(Rx_EMR)의 파형은, 펜 신호의 파형과 마찬가지의 파형으로 되어 있다. 그래서 비교예에 따른 센서 컨트롤러(31)는, 「교번 자계 송출 기간」 후의 기간을 전자 유도 펜(P)의 위치 도출 및 전자 유도 펜(P)이 송신한 데이터의 수신을 행하는 「위치 도출·데이터 수신 기간」으로 하고, 이 기간 내에 취득되는 수신 신호(Rx_EMR)에 기초하여, 전자 유도 펜(P)의 위치의 도출과, 전자 유도 펜(P)이 송신한 데이터의 수신을 행한다.

[0070] 이것에 대해, 도 10의 (a)에 있어서는, 수신 신호(Rx_EMR)의 파형은, 교번 자계 송출 기간을 포함하는 전 기간에 걸쳐, 펜 신호와 마찬가지의 파형으로 되어 있다. 이것은, 도 8의 (a)에 나타낸 바와 같이, 선 모양 전극(EL_{m-1}, EL_{m-2})에 흐르는 전류와 선 모양 전극(EL_{m+1}, EL_{m+2})에 흐르는 전류의 사이에서 위상 차이가 발생하지 않기 때문에, 이것들이 서로 상쇄되고, 선 모양 전극(EL_m)으로부터 송출되는 교번 자계에 의해 루프 코일(LCx)에 유도되는 전압 신호가 수신 신호(Rx_EMR)에 중첩되지 않는 것에 따른 것이다. 즉, 본 실시 형태에 의하면, 루프 코일(LCx)에 의해 검출되는 교번 자계에 중첩되는 노이즈를 저감시키는 것이 실현되고 있다고 말할 수 있다. 본 실시 형태에 따른 센서 컨트롤러(31)는, 이 효과를 살려, 「교번 자계 송출 기간」을 전자 유도 펜(P)의 위치 도출을 행하는 「위치 도출 기간」으로서도 이용하고, 이 기간 내에, 루프 코일(LCx)에 나타나는 전압 신호에 기초하여, 전자 유도 펜(P)의 위치의 도출을 행한다. 따라서, 본 실시 형태에 의하면, 전자 유도 펜(P)의 위치 도출을 위한 펜 신호를 수신하는 기간을 비교예보다도 길게 확보할 수 있게 되므로, 비교예에 비해, 보다 높은

정밀도로 전자 유도 펜(P)의 위치를 도출하는 것이 가능하게 된다.

[0071] 또한, 본 실시 형태에 따른 센서 컨트롤러(31)가 「교번 자계 송출 기간」 내에 전자 유도 펜(P)이 송신한 데이터의 수신을 행하지 않는 것은, 「교번 자계 송출 기간」 내에 있어서는, 전자 유도 펜(P)이 데이터를 송신할 수 없기 때문이다. 자세하게 설명하면, 전자 유도 펜(P)은 송신하는 데이터의 내용에 따라 전자 유도 펜(P) 내의 공진 회로의 공진 주파수를 변경하고, 그것에 의해서 펜 신호의 주파수를 변조함으로써, 데이터의 송신을 행하도록 구성된다. 위치 검출 장치(3)로부터의 교번 자계가 존재하고 있는 경우, 펜 신호의 주파수는 교번 자계의 주파수에 고정되어 버리므로, 전자 유도 펜(P) 내에서 공진 회로의 공진 주파수를 변경해도, 그 변경은 펜 신호의 주파수에 반영되지 않는다. 따라서, 전자 유도 펜(P)은 「교번 자계 송출 기간」 내에는 데이터를 송신할 수 없게 된다.

[0072] 도 4~도 6으로 되돌아간다. 센서 컨트롤러(31)는, 선 모양 전극(EL_m)으로부터 교번 자계를 송출하고 있는 동안, 스위치(30d)를 접속 상태로 유지하면서, 인접하는 3개의 루프 코일(LCx)을 1세트로 하여 각 세트를 순서대로 선택하고, 그때마다, 선택한 세트를 구성하는 3개의 루프 코일(LCx)이 접속 극성이 다른 3종류의 접속 형태로 차동 증폭기(30i)에 대해서 직렬로 접속되게 되도록, 스위치(30c)를 제어하는 처리를 행한다. 이 처리에 의해, 차동 증폭기(30i)는 직렬로 접속된 3개의 루프 코일(LCx)로 이루어지는 복합 코일의 양단 간의 전위에 기초하여 펜 신호의 레벨을 나타내는 결과값을 검출하고, 수신 신호(Rx_EMR)로서 센서 컨트롤러(31)에 출력하게 된다.

[0073] 도 4~도 6은, 상기 3종류의 접속 형태로의 접속을 나타내고 있다. 구체적으로 설명하면, 도 4의 예에서는, 차동 증폭기(30i)의 비반전 입력 단자로부터 보아, 루프 코일(LCx_{n-1})을 반시계 방향(도면 중에 「-1」로 표기)으로 접속하고, 다음으로 루프 코일(LCx_n)을 시계 방향(도면 중에 「1」로 표기)으로 접속하고, 마지막으로 루프 코일(LCx_{n+1})을 반시계 방향으로 접속하고 있다. 또한, 도 5의 예에서는, 차동 증폭기(30i)의 비반전 입력 단자로부터 보아, 루프 코일(LCx_{n-1})을 시계 방향으로 접속하고, 다음으로 루프 코일(LCx_n)을 반시계 방향으로 접속하고, 마지막으로 루프 코일(LCx_{n+1})을 반시계 방향으로 접속하고 있다. 도 6의 예에서는, 차동 증폭기(30i)의 비반전 입력 단자로부터 보아, 루프 코일(LCx_{n-1})을 반시계 방향으로 접속하고, 다음으로 루프 코일(LCx_n)을 반시계 방향으로 접속하고, 마지막으로 루프 코일(LCx_{n+1})을 시계 방향으로 접속하고 있다.

[0074] 도 11은 이상과 같은 접속을 행하는 것의 결과로서, 차동 증폭기(30i)로부터 센서 컨트롤러(31)에 공급되는 수신 신호(Rx_EMR)를 설명하는 도면이다. 도시한 펜 신호 검출 기간(T1~T3)은, 각각 도 4~도 6의 접속 상태에 대응하고 있다. 또한, 실제로는, 각 펜 신호 검출 기간의 전반(前半)에 교번 자계 송출 기간(도 10을 참조)이 배치되지만, 도 11에서는 생략하고 있다. 또한, 실제의 수신 신호(Rx_EMR)는, 도 10에 나타낸 바와 같이 시간과 함께 감쇠되어 가지만, 이해를 쉽게 하기 위해서, 도 11에서는 감쇠의 묘사를 하고 있지 않다. 이러한 점은, 후술하는 도 12 및 도 13에서도 마찬가지이다.

[0075] 도 11을 참조하면, 펜 신호 검출 기간 T1에 있어서 수신되는 펜 신호는, 루프 코일(LCx_n)과 루프 코일(LCx_{n-1}, LCx_{n+1})에서 역위상이 되는 것이 이해된다. 이것은, 상술한 바와 같이, 루프 코일(LCx_n)이 시계 방향, 루프 코일(LCx_{n-1}, LCx_{n+1})이 반시계 방향이 되는 것에 따른 것이다. 그 결과, 센서 컨트롤러(31)가 선 모양 전극(EL_m)에 있어서 교번 자계를 생성하고 있을 때에 루프 코일(LCx_{n-1}~LCx_{n+1})로 수신되는 펜 신호의 레벨을 각각 레벨 $E_{m,n-1}$~$E_{m,n+1}$로 적는 것으로 하면, 도 11에 나타내는 바와 같이, 펜 신호 검출 기간 T1에 있어서 차동 증폭기(30i)로부터 센서 컨트롤러(31)에 공급되는 수신 신호(Rx_EMR)(결과값)는, $-E_{m,n-1}+E_{m,n}-E_{m,n+1}$로 나타내지게 된다. 펜 신호 검출 기간 T2, T3에 대해서도 마찬가지이며, 각각 $+E_{m,n-1}-E_{m,n}-E_{m,n+1}$, $-E_{m,n-1}-E_{m,n}+E_{m,n+1}$로 나타내지게 된다.

[0076] 다음의 식(7)에 나타내는 벡터 d_{series}는, 펜 신호 검출 기간(T1~T3) 각각에서 수신되는 수신 신호(Rx_EMR)를 벡터 형식으로 기재한 것이다. 벡터 d_{series}는, 식(7)의 최종 행에 나타내는 바와 같이, 각 펜 신호 검출 기간에 있어서의 접속 극성을 나타내는 3×3의 행렬 F와, 레벨 $E_{m,n-1}$~$E_{m,n+1}$을 나타내는 벡터의 곱의 형태로 변형할 수 있다. 또한, 식(7)에 나타내는 행렬 F는, 3×3의 Walsh 부호로 되어 있다.

[0077] [수 7]

$$d_{series} = \begin{pmatrix} -E_{m,n-1} + E_{m,n} - E_{m,n+1} \\ +E_{m,n-1} - E_{m,n} - E_{m,n+1} \\ -E_{m,n-1} - E_{m,n} + E_{m,n+1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E_{m,n-1} \\ E_{m,n} \\ E_{m,n+1} \end{pmatrix} = F \begin{pmatrix} E_{m,n-1} \\ E_{m,n} \\ E_{m,n+1} \end{pmatrix} \quad \cdots (7)$$

[0078]

[0079] 센서 컨트롤러(31)는, 벡터 d_{series}에 대해서 다음의 식(8)의 좌변에 나타내는 연산을 행함으로써, 레벨 $E_{m,n-1}$~$E_{m,n+1}$을 분리 취득한다. 다만, 식(8) 중에 나타내는 행렬 F^{-1}은 행렬 F의 역행열이며, 따라서 식(8)의 좌변에 나타내는 연산은, 상술한 각 접속 형태에 있어서의 루프 코일(LCx)의 접속 극성에 따른 복원 연산이다. 식(8)에도 나타내는 바와 같이 행렬 F에 행렬 F^{-1}을 곱하면 단위 행렬 I가 되기 때문에, 센서 컨트롤러(31)는, 이 복원 연산을 행함으로써, 식(8)의 우변에 나타내는 바와 같이, m번째의 선 모양 전극(EL_m)으로부터 교번 자계를 송출했을 경우에 루프 코일(LCx_{n-1}~LCx_{n+1}) 각각으로 수신되는 펜 신호의 레벨 $E_{m,n-1}$~$E_{m,n+1}$을 분리 취득할 수 있게 된다.

[0080] [수 8]

$$F^{-1}d_{series} = F^{-1}F \begin{pmatrix} E_{m,n-1} \\ E_{m,n} \\ E_{m,n+1} \end{pmatrix} = I \begin{pmatrix} E_{m,n-1} \\ E_{m,n} \\ E_{m,n+1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E_{m,n-1} \\ E_{m,n} \\ E_{m,n+1} \end{pmatrix} \quad \cdots (8)$$

[0081]

[0082] 센서 컨트롤러(31)는, 식(8)과 마찬가지의 연산을 루프 코일(LCx)의 각 세트에 대해서 실행함으로써, m번째의 선 모양 전극(EL_m)으로부터 교번 자계를 송출했을 경우에 복수의 루프 코일(LCx) 각각으로 수신되는 펜 신호의 레벨을 분리 취득한다. 센서 컨트롤러(31)는 또한, 교번 자계를 송출하는 선 모양 전극(EL_m)을 바꾸면서 마찬가지의 처리를 행함으로써, 복수의 선 모양 전극(EL_m) 각각으로부터 교번 자계를 송출했을 경우에 복수의 루프 코일(LCx) 각각으로 수신되는 펜 신호의 레벨을 취득한다. 그리고 센서 컨트롤러(31)는, 이렇게 하여 취득한 펜 신호의 레벨의 터치면 내에 있어서의 분포에 기초하여, 전자 유도 펜(P)의 위치(2차원 위치)를 도출한다. 구체적으로는, 분포의 정점에 상당하는 위치를 전자 유도 펜(P)의 위치로서 도출하면 된다. 센서 컨트롤러(31)가 실행하는 전자 유도 펜(P)의 위치 검출의 상세에 대해서는, 추후 도 15~도 17을 참조하면서, 보다 구체적으로 설명한다.

[0083] 여기서, 본 실시 형태와는 다른 방법으로 펜 신호의 수신을 행하는 비교예를 들어, 본 실시 형태를 이용하는 것의 효과 중 하나를 설명한다.

[0084] 도 12는 제1 비교예에 따른 수신 신호(Rx_EMR)를 설명하는 도면이다. 본 비교예에 따른 센서 컨트롤러(31)는, 각 펜 신호 검출 기간에 있어서, 하나의 루프 코일(LCx)을 차동 증폭기(30i)에 접속한다. 이 경우, 각 펜 신호 검출 기간에 있어서 하나의 루프 코일(LCx)로 수신되는 펜 신호의 레벨이 얻어지므로, 센서 컨트롤러(31)는, 상기와 같은 연산을 행하지 않고, 각 루프 코일(LCx)로 수신되는 펜 신호의 레벨을 취득할 수 있다.

[0085] 도 13은 제2 비교예에 따른 수신 신호(Rx_EMR)를 설명하는 도면이다. 본 비교예에 따른 센서 컨트롤러(31)는, 각 펜 신호 검출 기간에 있어서, 본 실시 형태와 마찬가지로, 인접하는 3개의 루프 코일(LCx)을 직렬로 차동 증폭기(30i)에 접속한다. 다만, 본 비교예에 따른 센서 컨트롤러(31)는, 모든 루프 코일(LCx)을 동일한 방향(시계 방향 또는 반시계 방향)으로 접속한다. 이 경우, 상기와 같은 연산에서는 각 루프 코일(LCx)로 수신되는 펜 신호의 레벨을 분리할 수는 없지만, 센서 컨트롤러(31)는 3개의 루프 코일(LCx)을 통해서 얻어진 수신 신호(Rx)를 3개의 루프 코일(LCx)의 중심에 위치하는 루프 코일(LCx)로 얻어진 것으로 간주하여, 전자 유도 펜(P)의 위치의 도출을 행할 수 있다.

[0086] 도 14는, 전자 유도 펜(P)이 루프 코일(LCx_n) 상에 위치하고 있는 경우에, 그 근방의 각 루프 코일(LCx)로 수신되는 펜 신호의 레벨(분리 취득하는 경우에는 분리 후의 레벨)을 시뮬레이션한 결과를 나타내는 도면이다. 동

도면에는, 본 실시 형태(도 11), 제1 비교예(도 12), 제2 비교예(도 13) 각각의 결과를 나타내고 있다. 동 도면에 나타내는 바와 같이, 본 실시 형태에 따른 펜 신호의 수신 방법에 의하면, 제1 및 제2 비교예에 비해, 펜 신호의 수신 레벨이 큰 폭으로 높게 된다고 하는 효과를 얻을 수 있다. 이것은, 본 실시 형태에 따른 펜 신호의 수신 방법에 의하면, 개개의 루프 코일(LCx)로 수신되는 펜 신호를 얻기 위해서 이용할 수 있는 펜 신호 검출 기간이 제1 및 제2 비교예에 비해 3배가 되는 것에 의한 것이다. 여기서, 후술하는 바와 같이, 센서 컨트롤러(31)에 있어서의 펜 신호의 펜 신호 검출 기간이 N배가 되면, 수신되는 펜 신호의 레벨은 N배가 되는 한편, 수신되는 노이즈의 레벨은 $N^{1/2}$배에 머무른다. 따라서, 본 실시 형태에 따른 펜 신호의 수신 방법에 의하면, 센서 컨트롤러(31)에 있어서 수신되는 펜 신호의 S/N비를 향상시키는 것이 가능하게 된다고 말할 수 있다.

[0087] 또한, 본 실시 형태에 따른 펜 신호의 수신 방법에 의하면, 복수의 루프 코일(LCx)로 수신되는 펜 신호를 복수의 펜 신호 검출 기간 각각에 있어서 하나의 수신 회로로 동시에 수신하고, 또한, 수신 신호(Rx_EMR)를 루프 코일(LCx)마다의 성분으로 분리할 수 있으므로, S/N비를 향상시키기 위해서 펜 신호의 송신 기간을 길게 할 필요도 없고, 복수의 루프 코일(LCx)로 병행하여 펜 신호를 수신하기 위해서 수신 회로를 증설할 필요도 없다. 따라서, 본 실시 형태에 따른 펜 신호의 수신 방법에 의하면, 위치 검출의 빈도를 저하시키지 않고, 또한, 센서 컨트롤러(31)의 회로 규모를 증대시키지 않고, 센서 컨트롤러(31)에 있어서 수신되는 펜 신호의 S/N비를 향상시키는 것이 가능하게 된다고 말할 수 있다.

[0088] 이하, 센서 컨트롤러(31)에 있어서의 펜 신호의 펜 신호 검출 기간이 N배가 되었을 때에 노이즈의 레벨이 $N^{1/2}$배에 머무르는 점에 대해서, 자세하게 설명한다.

[0089] k회째의 펜 신호 검출 기간에서 취득되는 수신 신호(Rx)를 X_k로 하고, 그 분산을 $V(X_k)$로 나타내는 것으로 하면, 분산의 가산성(additivity)에 의해, 1~N회째의 펜 신호 검출 기간에서 취득되는 N회분의 수신 신호 X_1~X_N을 가산하여 이루어지는 신호(이하, 간단하게 「가산 신호」라고 칭함)의 분산 V_{TOTAL}은, 다음의 식(9)에 나타내는 바와 같이, 개개의 펜 신호 검출 기간에 있어서의 수신 신호(Rx)의 분산의 합계로 나타내진다.

[0090] [수 9]

[0091] $$V_{TOTAL} = V(X_1) + V(X_2) + V(X_3) + \cdots + V(X_N) \quad \cdots (9)$$

[0092] 수신 신호(Rx)에 포함되는 노이즈의 성분에만 주목하면, 모든 펜 신호 검출 기간에서 노이즈는 동일한 값으로 된다고 생각되기 때문에, 가산 신호의 분산 V_{TOTAL}은, 추가로 다음의 식(10)과 같이 나타내진다. 다만, V, σ는 각각, 개개의 펜 신호 검출 기간에 있어서의 분산 및 표준 편차이다.

[0093] [수 10]

[0094] $$V_{TOTAL} = V + V + V + \cdots + V = N \cdot V = N \cdot \sigma^2 \quad \cdots (10)$$

[0095] 가산 신호에 나타나는 노이즈의 양은, 가산 신호의 표준 편차 σ_{TOTAL}에 의해 나타내진다. 식(10)으로부터, 이 표준 편차 σ_{TOTAL}은 다음의 식(11)과 같이 나타내지기 때문에, 센서 컨트롤러(31)에 있어서의 펜 신호의 펜 신호 검출 기간이 N배가 되었을 때에 노이즈의 레벨이 $N^{1/2}$배에 머무르는 것이 이해된다.

[0096] [수 11]

[0097] $$\sigma_{TOTAL} = \sqrt{V_{TOTAL}} = \sqrt{N}\sigma \quad \cdots (11)$$

[0098] 다음으로, 센서 컨트롤러(31)가 실행하는 전자 유도 펜(P)의 위치 검출에 대해서, 흐름도를 참조하면서, 보다 구체적으로 설명한다.

[0099] 도 15~도 17은, 센서 컨트롤러(31)가 실행하는 전자 유도 펜(P)의 위치 검출의 전체의 흐름을 나타내는 흐름도이다. 먼저 도 15를 참조하면, 전자 유도 펜(P)을 검출하기 전의 센서 컨트롤러(31)는, 양단 각 2개의 선 모양 전극(EL)을 제외한 각 선 모양 전극(EL)을 선택 대상으로서 결정한 다음에(스텝 S1), 선택 대상의 선 모양 전극(EL) 중 가장 끝에 있는 것을 선택한다(스텝 S2). 또한, 센서 컨트롤러(31)는, 끝으로부터 3개의 루프 코일(LCx)을 선택하고, 스위치(30c~30e)를 제어함으로써, 선택한 3개의 루프 코일(LCx)을 첫 번째의 접속 형태(예를 들면, 도 4에 나타낸 접속 형태)로 차동 증폭기(30i)에 접속한다(스텝 S3).

[0100] 이어서 센서 컨트롤러(31)는 선택 중인 선 모양 전극(EL)으로부터 교번 자계의 송출을 개시한다(스텝 S4). 구체적으로는, 스위치(30a)를 제어함으로써, 도 4에 나타낸 바와 같이, 선택 중인 선 모양 전극(EL)을 사이에 두고 한쪽측에 인접하는 2개의 선 모양 전극(EL)을 구동 회로(30g) 내의 교류 전류 i_A의 출력 단자(버퍼 회로의 출력 단자)에 접속하고, 선택 중인 선 모양 전극(EL)을 사이에 두고 다른 쪽측에 인접하는 2개의 선 모양 전극(EL)을 구동 회로(30g) 내의 교류 전류 i_B의 출력 단자(반전 버퍼 회로의 출력 단자)에 접속하고, 구동 회로(30g)로의 교류 전류(Tx_EMR)의 공급을 개시한다. 그리고, 센서 컨트롤러(31)는 스텝 S4에서 송출한 교번 자계에 따라 차동 증폭기(30i)로부터 출력되는 수신 신호(Rx_EMR)의 레벨을 일시적으로 기억한다(스텝 S5). 여기서 기억하는 수신 신호(Rx_EMR)의 레벨은, 예를 들면, 도 10의 (a)에 나타낸 위치 도출 기간의 전체(교번 자계 송출 기간인 위치 도출 기간, 및 교번 자계 송출 기간 후의 위치 도출 기간을 포함함)에 있어서의 최대값인 것으로 해도 되고, 교번 자계 송출 기간 후의 위치 도출 기간에 있어서의 최대값인 것으로 해도 된다.

[0101] 다음으로 센서 컨트롤러(31)는, 모든 접속 형태에서 스텝 S4~S5의 처리를 시행했는지 여부를 판정한다(스텝 S6). 구체적으로는, 도 4~도 6에 나타낸 3종류의 접속 형태 모두에서 스텝 S4~S5의 처리를 시행했는지 여부를 판정한다. 이 판정에 있어서, 시행하지 않았다고 판정한 센서 컨트롤러(31)는, 스위치(30c~30e)를 제어함으로써, 선택 중인 3개의 루프 코일(LCx)을 다음의 접속 형태(예를 들면, 도 4에 나타낸 접속 형태의 다음은 도 5에 나타낸 접속 형태, 도 5에 나타낸 접속 형태의 다음은 도 6에 나타낸 접속 형태)로 차동 증폭기(30i)에 접속하고(스텝 S7), 스텝 S4로 되돌아간다.

[0102] 한편, 스텝 S6에 있어서 시행했다고 판정한 센서 컨트롤러(31)는, 복수 회의 스텝 S5의 시행에 의해 일시적으로 기억한 복수의 수신 신호(Rx_EMR)의 레벨에 기초하여, 루프 코일(LCx)마다의 펜 신호의 레벨을 도출한다(스텝 S8). 구체적으로는, 상술한 식(8)에 나타낸 복원 연산을 행한다.

[0103] 다음으로 센서 컨트롤러(31)는, 모든 루프 코일(LCx)의 선택을 종료했는지 여부를 판정하고(스텝 S9), 종료하지 않았다고 판정했을 경우에는, 전회 선택한 3개의 루프 코일(LCx)(스텝 S3 또는 스텝 S10에서 선택한 것)에 인접하는 3개의 루프 코일(LCx)을 선택하고, 스위치(30c~30e)의 제어에 의해서 첫 번째의 접속 형태(예를 들면, 도 4에 나타낸 접속 형태)로 차동 증폭기(30i)에 접속한 후(스텝 S10), 스텝 S4로 되돌아간다. 한편, 스텝 S9에 있어서 종료했다고 판정했을 경우, 센서 컨트롤러(31)는, 스텝 S1에서 선택 대상으로서 결정한 모든 선 모양 전극(EL)의 선택을 종료했는지 여부를 판정하고(스텝 S11), 종료하지 않았다고 판정했을 경우에는, 전회 선택한 선 모양 전극(EL)(스텝 S2 또는 스텝 S12에서 선택한 것)에 인접하는 선 모양 전극(EL)을 선택하고(스텝 S12), 스텝 S4로 되돌아간다.

[0104] 스텝 S11에 있어서 종료했다고 판정한 센서 컨트롤러(31)는, 스텝 S8의 반복에 의해서 얻어진, 선 모양 전극(EL) 및 루프 코일(LCx)의 조합마다의 펜 신호의 레벨에 기초하여, 펜 신호를 검출했는지 여부를 판정한다(도 16의 스텝 S13). 일례로는, 이 판정의 결과는, 소정값을 상회하는 레벨이 존재했을 경우에 긍정으로 되고, 그 이외의 경우에 부정으로 된다.

[0105] 스텝 S13에 있어서 펜 신호를 검출하지 않았다고 판정한 센서 컨트롤러(31)는, 도 15의 스텝 S1으로 되돌아가 처리를 계속한다. 한편, 펜 신호를 검출했다고 판정한 센서 컨트롤러(31)는, 도 15의 스텝 S8에 있어서 도출한 선 모양 전극(EL) 및 루프 코일(LCx)의 조합마다의 펜 신호의 레벨에 기초하여 전자 유도 펜(P)의 위치를 도출하고, 호스트 프로세서(32)에 출력한다(스텝 S14).

[0106] 다음으로 센서 컨트롤러(31)는, 스텝 S14에 있어서 도출한 위치(후술하는 스텝 S28로부터의 천이인 경우에는, 전회의 스텝 S28에서 도출한 위치)에 기초하여, 소정 갯수(도 15의 스텝 S1에서 선택 대상으로서 결정한 선 모양 전극(EL)의 갯수보다도 적은 갯수. 전형적으로는 3개 또는 4개)의 선 모양 전극(EL)(선 모양 전극 세트) 및 3n개(n은 자연수이며, 전형적으로는 n=1. 다만, 3n은 루프 코일(LCx)의 총수보다도 작은 수로 함)의 루프 코일(LCx)을 선택 대상으로서 결정(갱신)한다(스텝 S15).

[0107] 이어서 센서 컨트롤러(31)는 선택 대상의 선 모양 전극(EL) 중 가장 끝에 있는 것을 선택한다(스텝 S16). 그리고, 선택 대상의 루프 코일(LCx) 중 끝으로부터 3개의 루프 코일(LCx)을 선택하고, 스위치(30c~30e)를 제어함으로써, 선택한 3개의 루프 코일(LCx)을 첫 번째의 접속 형태(예를 들면, 도 4에 나타낸 접속 형태)로 차동 증폭기(30i)에 접속한다(스텝 S17).

[0108] 도 17로 이동하여, 다음으로 센서 컨트롤러(31)는, 도 15 및 도 16의 스텝 S4~S13과 마찬가지의 처리를 행한다(스텝 S18~S27). 다만, 여기서의 처리는, 스텝 S5에서는 수신 신호(Rx_EMR)의 레벨만을 일시적으로 기억하는 것에 반해, 스텝 S19에서는 수신 신호(Rx_EMR)를 구성하는 일련의 디지털값(샘플링에 의해서 얻어지는 것)도 기억

하는 점, 스텝 S9에서는 모든 루프 코일(LCx)의 선택을 종료했는지 여부를 판정하는 것에 반해, 스텝 S23에서는 스텝 S15에서 선택 대상으로서 결정한 모든 루프 코일(LCx)의 선택을 종료했는지 여부를 판정하는 점, 스텝 S11에서는 스텝 S1에서 선택 대상으로서 결정한 모든 선 모양 전극(EL)의 선택을 종료했는지 여부를 판정하는 것에 반해, 스텝 S25에서는 스텝 S15에서 선택 대상으로서 결정한 모든 선 모양 전극(EL)의 선택을 종료했는지 여부를 판정하는 점에서, 스텝 S4~S14의 처리와 상위하다. 또한, 스텝 S19에서 기억하는 일련의 디지털값은, 도 10의 (a)에 나타낸 위치 도출·데이터 수신 기간의 것 뿐이어도 된다.

[0109] 스텝 S27에 있어서 펜 신호를 검출했다고 판정한 센서 컨트롤러(31)는, 전자 유도 펜(P)의 위치를 도출함과 아울러, 전자 유도 펜(P)이 송신한 데이터를 취득하고, 호스트 프로세서(32)에 출력한다(스텝 S28). 구체적으로 설명하면, 센서 컨트롤러(31)는, 스텝 S22에 있어서 도출한 선 모양 전극(EL) 및 루프 코일(LCx)의 조합마다의 펜 신호의 레벨에 기초하여, 전자 유도 펜(P)의 위치를 도출한다. 또한, 센서 컨트롤러(31)는, 도출한 위치에 가장 가까운 선 모양 전극(EL) 및 루프 코일(LCx)의 조합에 관하여, 스텝 S19에서 기억해 둔 일련의 디지털값을 복조함으로써, 전자 유도 펜(P)이 송신한 데이터를 취득한다. 스텝 S28이 종료된 후, 센서 컨트롤러(31)는, 스텝 S15로 되돌아가 처리를 계속한다.

[0110] 이상과 같은 처리를 채용함으로써, 본 실시 형태에 따른 센서 컨트롤러(31)에 의하면, 도 16의 스텝 S15에서 일단 선 모양 전극 세트를 특정한 후에는, 선 모양 전극 세트를 구성하는 소정 갯수의 선 모양 전극(EL)으로부터만 교번 자계를 송출함으로써 전자 유도 펜(P)의 2차원 위치를 갱신해 가는 것이 가능하게 되므로, 선 모양 전극(EL)에 의해 Tx 코일을 대용하면서도, 소비 전력의 증대를 방지하는 것이 가능하게 된다.

[0111] 이상 설명한 바와 같이, 본 실시 형태에 따른 위치 검출 시스템(1)에 의하면, 일단 선 모양 전극 세트를 특정한 후에는, 선 모양 전극 세트를 구성하는 소정 갯수의 선 모양 전극(EL)으로부터만 교번 자계를 송출함으로써 전자 유도 펜(P)의 2차원 위치를 갱신해 가는 것이 가능하게 되므로, 선 모양 전극(EL)에 의해 Tx 코일을 대용하면서도, 소비 전력의 증대를 방지하는 것이 가능하게 된다.

[0112] 또한, 본 실시 형태에 따른 위치 검출 시스템(1)에 의하면, 선 모양 전극(EL_{m-1}, EL_{m-2})에 흐르는 전류와 선 모양 전극(EL_{m+1}, EL_{m+2})에 흐르는 전류의 사이에서 위상 차이가 발생하는 것을 방지할 수 있으므로, 선 모양 전극(EL)에 의해 Tx 코일을 대용하는 경우에 있어서, Rx 코일(루프 코일(LCx))에 의해 검출되는 교번 자계에 중첩되는 노이즈를 저감시키는 것도 가능하게 된다.

[0113] 또한, 본 실시 형태에 따른 위치 검출 시스템(1)에 의하면, 위치 검출의 빈도를 저하시키지 않고, 또한, 센서 컨트롤러(31)의 회로 규모를 증대시키지 않고, 센서 컨트롤러(31)에 있어서 수신되는 펜 신호의 S/N비를 향상시키는 것이 가능하게 된다.

[0114] 또한, 본 실시 형태에 따른 위치 검출 시스템(1)에 의하면, y방향으로 늘어놓아 배치된 1세트의 선 모양 전극(EL)과, x방향으로 늘어놓아 배치된 1세트의 루프 코일(LCx)에 의해서, EMR 센서와 터치 센서(손가락(F)에 의한 터치를 정전 용량 방식에 의해 검출하기 위한 센서) 양쪽을 실현할 수 있으므로, 하나의 위치 검출 장치 내에 EMR 센서와 터치 센서를 개별로 마련하는 경우에 비해, 위치 검출 장치의 경량화 및 코스트 삭감을 실현하는 것이 가능하게 된다.

[0115] 또한, 본 실시 형태에 따른 위치 검출 시스템(1)에 의하면, 수신 신호(Rx_EMR)를 수신하기 위해서 차동 증폭기(30i)를 이용하고 있으므로, 루프 코일(LCx) 사이에서 저항값이 불균일했다고 해도, 펜 신호의 레벨의 불균일을 억제하는 것이 가능하게 된다. 이것은, 예를 들면 메탈 메시 등의 고임피던스인 소재에 의해 루프 코일(LCx)을 구성하는 경우에 특히 유효하다.

[0116] 또한, 본 실시 형태에 있어서는, 식(7)에 나타낸 행렬 F가 3×3의 Walsh 부호에 의해 나타내지는 행렬인 예를 설명했지만, OVSF 부호, M계열 부호, Baker 부호 등, Walsh 부호 이외의 부호에 의해 나타내지는 행렬도, 행렬 F로서 적합하게 이용하는 것(즉, 행렬 F가 이것들의 부호가 되도록, 각 펜 신호 검출 기간에 있어서의 루프 코일(LCx)의 접속 형태를 설정하는 것)이 가능하다.

[0117] 일반화하여 설명하면, 동시에 k개의 루프 코일(LCx)을 차동 증폭기(30i)에 대해서 직렬로 접속하는 경우(즉, 센서 컨트롤러(31)가, 어느 선 모양 전극(EL)으로부터 교번 자계를 송출하고 있는 동안에, 인접하는 k개의 루프 코일(LCx)을 1세트로 하여 각 세트를 순서대로 선택하고, 그때마다, 선택한 세트를 구성하는 k개의 루프 코일(LCx)이 접속 극성이 다른 k종류의 접속 형태로 차동 증폭기(30i)에 대해서 직렬로 접속되게 되도록, 스위치(30c)를 제어하는 경우), 이하의 식(12)에 의해 나타내지는 연립 방정식의 계수 행렬로서의 행렬 F(k행 k열의

행렬)의 랭크가 k와 동일하면, 그 행렬 F에 기초하여, 각 펜 신호 검출 기간에 있어서의 루프 코일(LCx)의 접속 형태를 결정할 수 있다. 바꿔 말하면, 행렬 F의 각 열 벡터가 서로 선형 독립의 관계에 있으면, 그 행렬 F에 기초하여, 각 펜 신호 검출 기간에 있어서의 루프 코일(LCx)의 접속 형태를 결정할 수 있다. 어느 경우에 있어서도, 식(12)가 반드시 해를 가지게 되기 때문이다.

[0118] [수 12]

$$F\begin{pmatrix} E_{m,n} \\ E_{m,n+1} \\ E_{m,n+2} \\ \vdots \\ E_{m,n+k} \end{pmatrix} = d_{series} \quad \cdots(12)$$

[0119]

[0120] 또한, 본 실시 형태에서는, 행렬 F의 역행열 F^{-1}을 이용하여 복원 연산을 행하는 예를 설명했지만, 역행열이 아닌 행렬을 이용하여 복원 연산을 행하는 것도 가능하다. 이하, 식(7)에 나타낸 벡터 d_{series}가 얻어지고 있는 경우를 예로 들어, 행렬 F의 역행열이 아닌 행렬로서 행렬 F 그 자체를 이용하는 복원 연산의 일례를 설명한다.

[0121] 이 예에서는, 먼저, 복원용의 행렬 F와, 펜 신호 검출 기간(T1~T3)에 있어서의 수신 신호(Rx)의 레벨 $-E_{m,n-1}+E_{m,n}-E_{m,n+1}$, $+E_{m,n-1}-E_{m,n}-E_{m,n+1}$, $-E_{m,n-1}-E_{m,n}+E_{m,n+1}$을 이용하여, 행렬 F의 열이 모두 1인 경우에 상당하는 수신 신호(Rx)의 레벨을 도출한다. 구체적으로는, 이하의 식(13)에 나타내는 연립 방정식을 풀어 a, b, c를 구하고, a+b+c를 도출함으로써, 행렬 F의 열이 모두 1인 경우에 상당하는 수신 신호(Rx)의 레벨을 도출하면 된다. 이렇게 하여 도출되는 레벨은, $+E_{m,n-1}+E_{m,n}+E_{m,n+1}$이 된다.

[0122] [수 13]

$$\begin{pmatrix} -1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & 1 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -E_{m,n-1}+E_{m,n}-E_{m,n+1} \\ +E_{m,n-1}-E_{m,n}-E_{m,n+1} \\ -E_{m,n-1}-E_{m,n}+E_{m,n+1} \end{pmatrix} \quad \cdots(13)$$

[0123]

[0124] 다음으로, 이하의 식(14)에 나타내는 바와 같이, 모든 요소의 값이 1인 열을 행렬 F의 선두에 더함과 아울러, 값이 $+E_{m,n-1}+E_{m,n}+E_{m,n+1}$인 행을 벡터 d_{series}의 선두에 더한 다음에, 행렬 F를 벡터 d_{series}에 곱하면, 식(8)의 연산 결과를 선형(구체적으로는 4배)으로 증폭해서 이루어지는 결과가 얻어진다.

[0125] [수 14]

$$\begin{pmatrix} 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} +E_{m,n-1}+E_{m,n}+E_{m,n+1} \\ -E_{m,n-1}+E_{m,n}-E_{m,n+1} \\ +E_{m,n-1}-E_{m,n}-E_{m,n+1} \\ -E_{m,n-1}-E_{m,n}+E_{m,n+1} \end{pmatrix} = 4\begin{pmatrix} E_{m,n-1} \\ E_{m,n} \\ E_{m,n+1} \end{pmatrix} \quad \cdots(14)$$

[0126]

[0127] 이와 같이, 행렬 F의 역행열 F^{-1}이 아닌 행렬을 이용하여 복원 연산을 행하는 경우에는, 행렬 F의 열이 모두 1인 경우에 상당하는 수신 신호(Rx)의 레벨을 도출할 필요가 있지만, 행렬 F의 역행열 F^{-1}을 이용하여 복원 연산을 행하는 경우와 마찬가지로, 레벨 $E_{m,n-1}$~$E_{m,n+1}$을 분리 취득할 수 있다.

[0128] 또한, 식(14)에서는, 식(8)의 연산 결과를 4배로 증폭해서 이루어지는 결과가 얻어지고 있지만, 이와 같이 연산 결과가 커지는 것은, 후단의 연산의 정밀도가 향상되는 것으로 이어지므로, 바람직한 것이다. 행렬 F의 역행열 F^{-1}을 이용하여 복원 연산을 행하는 경우에 대해서도 마찬가지인 것을 말할 수 있다. 이하, 구체적인 예를 들어 설명한다.

[0129] 행렬 F가 4×4의 Walsh 부호인 경우의 벡터 d_{series}는, 다음의 식(15)와 같이 나타내진다. 다만, 벡터 e는, 4개의

루프 코일(LCx) 각각으로 수신되는 펜 신호의 레벨을 나타내는 벡터이다.

[0130] [수 15]

$$d_{series} = Fe = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} e \quad \cdots (15)$$

[0131]

[0132] 식(15)에 나타내는 행렬 F의 역행열 F^{-1}은, 식(16)과 같이 나타내진다.

[0133] [수 16]

$$F^{-1} = \frac{1}{4}\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \quad \cdots (16)$$

[0134]

[0135] 따라서, 벡터 e의 복원 연산을 행할 때, 이하의 식(17)에 나타내는 바와 같이 역행열 F^{-1}에 4를 곱해 두면, 역행열 F^{-1}에 의한 복원 연산을 행하면서도, 본래의 벡터 e의 4배의 레벨을 가지는 벡터를 얻는 것이 가능하게 된다.

[0136] [수 17]

$$\begin{aligned} 4F^{-1}d_{series} &= \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} d_{series} \\ &= \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} e \end{aligned}$$

[0137] $$= 4e \quad \cdots (17)$$

[0138] 다음으로, 본 발명의 제2 실시 형태에 따른 위치 검출 시스템(1)에 대해서, 설명한다.

[0139] 도 18은 본 실시 형태에 따른 위치 검출 시스템(1)을 구성하는 위치 검출 장치(3) 내에 배치되는 스위치부(30)의 내부 구성을 나타내는 도면이다. 본 실시 형태에 따른 스위치부(30)는, 배선부(30h)가 배선 L1, L2를 가지고 있지 않고, 스위치(30c)도 배선 L1, L2에 대응하는 출력 핀을 가지지 않는 점, 차동 증폭기(30i)를 대신하여 오피 앰프(30n)를 가지는 점에서, 제1 실시 형태에 따른 스위치부(30)와 상위하다. 본 실시 형태에 따른 스위치(30d)는, 센서 컨트롤러(31)의 제어에 따라서, 배선 L4를 오피 앰프(30n)의 입력 단자에, 배선 L3를 접지단에, 각각 접속하는 역할을 한다. 또한, 본 실시 형태에 따른 센서 컨트롤러(31)는, 전자 유도 펜(P)의 위치 검출을 행하기 위해서, 3개의 루프 코일(LCx)을, 직렬이 아니라 병렬로 오피 앰프(30n)에 대해서 접속하는 점에서, 제1 실시 형태에 따른 센서 컨트롤러(31)와 상위하다. 그 외의 점에서는, 본 실시 형태에 따른 위치 검출 시스템(1)은 제1 실시 형태에 따른 위치 검출 시스템(1)과 마찬가지이므로, 이하에서는, 제1 실시 형태에 따른 위치 검출 시스템(1)과의 상위점에 주목하여 설명을 계속한다.

[0140] 도 19~도 21은 각각, 본 실시 형태에 따른 센서 컨트롤러(31)가 전자 유도 펜(P)의 위치 검출을 행하는 경우에 있어서의 스위치부(30)의 상태를 나타내는 도면이다. 본 실시 형태에 따른 센서 컨트롤러(31)는, 선 모양 전극(EL_m)으로부터 교번 자계를 송출하고 있는 동안, 인접하는 3개의 루프 코일(LCx)을 1세트로 하여 각 세트를 순서대로 선택하고, 그때마다, 선택한 세트를 구성하는 3개의 루프 코일(LCx)이 접속 극성이 다른 3종류의 접속 형태로 오피 앰프(30n)에 대해서 병렬로 접속되게 되도록, 스위치(30c)를 제어하는 처리를 행한다. 이 처리에 의해, 오피 앰프(30n)는, 병렬로 접속된 3개의 루프 코일(LCx)로 이루어지는 복합 코일의 일단의 전위(접지단에 대한 전위)에 기초하여 펜 신호의 레벨을 나타내는 결과값을 검출하고, 수신 신호(Rx_EMR)로서 센서 컨트롤러(31)에 출력하게 된다.

[0141] 도 19~도 21은, 상기 3종류의 접속 형태로의 접속을 나타내고 있다. 구체적으로 설명하면, 도 19의 예에서는, 오피 앰프(30n)의 입력 단자로부터 보아, 루프 코일(LCx_{n-1}, LCx_{n+1})을 반시계 방향(도면 중에 「-1」로 표기)으로 접속하고, 루프 코일(LCx_n)을 시계 방향(도면 중에 「1」로 표기)으로 접속하고 있다. 또한, 도 20의 예에서는, 오피 앰프(30n)의 입력 단자로부터 보아, 루프 코일(LCx_{n-1})을 시계 방향으로 접속하고, 루프 코일(LCx_n, LCx_{n+1})을 반시계 방향으로 접속하고 있다. 도 21의 예에서는, 오피 앰프(30n)의 입력 단자로부터 보아, 루프 코일(LCx_{n-1}, LCx_n)을 반시계 방향으로 접속하고, 루프 코일(LCx_{n+1})을 시계 방향으로 접속하고 있다.

[0142] 이상과 같은 접속을 행하는 것의 결과로서, 오피 앰프(30n)로부터 센서 컨트롤러(31)에 공급되는 수신 신호(Rx_EMR)는, 다음의 식(18)에 나타내는 벡터 $d_{parallel}$로 나타내지게 된다. 식(18) 중에 나타내는 레벨 $E_{m,n-1}$~$E_{m,n+1}$의 의미는, 제1 실시 형태에서 설명한 바와 같다. 식(18)의 최종 행에 나타내는 바와 같이, 벡터 $d_{parallel}$도, 제1 실시 형태에서 설명한 벡터 d_{series}와 마찬가지로, 각 펜 신호 검출 기간에 있어서의 접속 극성을 나타내는 3×3의 행렬 F와, 레벨 $E_{m,n-1}$~$E_{m,n+1}$을 나타내는 벡터의 곱의 형태로 변형할 수 있다.

[0143] [수 18]

$$d_{parallel} = \begin{pmatrix} -E_{m,n-1} + E_{m,n} - E_{m,n+1} \\ +E_{m,n-1} - E_{m,n} - E_{m,n+1} \\ -E_{m,n-1} - E_{m,n} + E_{m,n+1} \end{pmatrix}$$
$$= \begin{pmatrix} -1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E_{m,n-1} \\ E_{m,n} \\ E_{m,n+1} \end{pmatrix} = F \begin{pmatrix} E_{m,n-1} \\ E_{m,n} \\ E_{m,n+1} \end{pmatrix} \quad \cdots (18)$$

[0144]

[0145] 벡터 $d_{parallel}$이 벡터 d_{series}와 동일한 형태로 되어 있는 것으로부터 이해되는 바와 같이, 본 실시 형태에 있어서도 센서 컨트롤러(31)는, 벡터 $d_{parallel}$에 행렬 F의 역행열 F^{-1}을 곱함으로써, 루프 코일(LCx_{n-1}~LCx_{n+1}) 각각으로 수신되는 펜 신호의 레벨 $E_{m,n-1}$~$E_{m,n+1}$을 분리 취득할 수 있다. 따라서, 본 실시 형태에 따른 펜 신호의 수신 방법에 의해서도, 제1 실시 형태와 마찬가지의 효과를 얻는 것이 가능하게 된다. 구체적으로는, 선 모양 전극(EL)에 의해 Tx 코일을 대용하면서도, 소비 전력의 증대를 방지하는 것이 가능하게 되고, 또한, 선 모양 전극(EL)에 의해 Tx 코일을 대용하는 경우에 있어서, Rx 코일(루프 코일(LCx))에 의해 검출되는 교번 자계에 중첩되는 노이즈를 저감시키는 것도 가능하게 된다. 또한, 위치 검출의 빈도를 저하시키지 않고, 또한, 센서 컨트롤러(31)의 회로 규모를 증대시키지 않고, 센서 컨트롤러(31)에 있어서 수신되는 펜 신호의 S/N비를 향상시키는 것이 가능하게 된다. 다만, 이 점에 관하여, 복수의 루프 코일(LCx)을 병렬로 접속하는 경우, 직렬로 접속하는 경우에 비해 인덕턴스가 작게 되기 때문에, 본 실시 형태에서는, 제1 실시 형태에 비해 펜 신호의 레벨이 작게 된다. 따라서, 펜 신호의 S/N비를 향상시키는 효과는, 본 실시 형태보다도 제1 실시 형태쪽이 높다고 말할 수 있다.

[0146] 다음으로, 본 발명의 제3 실시 형태에 따른 위치 검출 시스템(1)에 대해서, 설명한다.

[0147] 도 22는 본 실시 형태에 따른 위치 검출 시스템(1)을 구성하는 위치 검출 장치(3) 내에 배치되는 스위치부(30)의 내부 구성을 나타내는 도면이다. 간단히 하기 위해, 동 도면에는, 루프 코일(LCx)을 5개(루프 코일(LCx_{n-2}~LCx_{n+2})), 선 모양 전극(EL)을 6개(선 모양 전극(EL_m~EL_{m+5}))만 도시하고 있다. 이 점은, 후술하는 도 23~도 25에 대해서도 마찬가지이다.

[0148] 본 실시 형태에 따른 스위치부(30)는, 스위치(30a)를 대신하여 스위치(30k)를 가지는 점, 구동 회로(30g)를 대신하여 구동 회로(30m)를 가지는 점에서, 제2 실시 형태에 따른 스위치부(30)와 상위하다. 또한, 본 실시 형태에 따른 센서 컨트롤러(31)는, 전자 유도 펜(P)의 위치 검출을 행하기 위해서, 6개의 선 모양 전극(EL_m~EL_{m+5})에 동시에 교류 전류를 공급하는 한편, 오피 앰프(30n)에 동시에 1개의 루프 코일(LCx)만을 접속하는 점에서, 제2 실시 형태에 따른 센서 컨트롤러(31)와 상위하다. 그 외의 점에서는, 본 실시 형태에 따른 위치 검출 시스템(1)은 제2 실시 형태에 따른 위치 검출 시스템(1)과 마찬가지이므로, 이하에서는, 제2 실시 형태에 따른 위치 검출 시스템(1)과의 상위점에 주목하여 설명을 계속한다.

[0149] 스위치(30k)는 터치면 상에 교번 자계를 발생시키기 위한 교류 전류(Tx_EMR)를 복수의 선 모양 전극(EL)에 공급

하기 위한 구성이며, 선 모양 전극(EL)마다 마련되는 출력 핀과, 출력 핀마다 마련되는 2개의 입력 핀을 가지고 구성된다. 각 출력 핀은 대응하는 선 모양 전극(EL)의 x방향(길이 방향)의 일단에 접속된다. 스위치(30k)는, 센서 컨트롤러(31)의 제어에 따라서, 선 모양 전극(EL)마다, 각 입력 핀을 어느 출력 핀에 접속하는 역할을 한다.

[0150] 구동 회로(30m)는 센서 컨트롤러(31)로부터 공급되는 교류 전류(Tx_EMR)에 따라 상술한 교류 전류(i_A, i_B)를 생성하고, 스위치(30k)를 통해서 각 선 모양 전극(EL)에 공급하는 회로이다. 구동 회로(30m)는 각 선 모양 전극(EL)에 대응하는 2개의 입력 핀의 한쪽에 교류 전류 i_A를 공급하고, 다른 쪽에 교류 전류 i_B를 공급하도록 구성된다.

[0151] 도 23~도 25는 각각, 본 실시 형태에 따른 센서 컨트롤러(31)가 전자 유도 펜(P)의 위치 검출을 행하는 경우에 있어서의 스위치부(30)의 상태를 나타내는 도면이다. 본 실시 형태에 따른 센서 컨트롤러(31)는, 스위치(30c~30e)의 제어에 의해서 루프 코일(LCx_n)을 오피 앰프(30n)에 접속하고 있는 동안에, 인접하는 6개의 선 모양 전극(EL)을 3개씩 시프트하면서 순서대로 선택하고, 그때마다, 선택한 6개의 선 모양 전극(EL)이 3종류의 접속 형태로 구동 회로(30m)에 접속되고, 6개의 선 모양 전극(EL)의 절반에 교류 전류 i_A가, 나머지 절반에 교류 전류 i_B가 각각 발생하게 되도록, 스위치(30c)를 제어하는 처리를 행한다.

[0152] 도 23~도 25는, 상기 3종류의 접속 형태로의 교류 전류의 공급을 나타내고 있다. 구체적으로 설명하면, 도 23의 예에서는, 선 모양 전극(EL_{m+1}, EL_{m+3}, EL_{m+5})에 교류 전류 i_A가, 선 모양 전극(EL_m, EL_{m+2}, EL_{m+4})에 교류 전류 i_B가 각각 공급되고 있다. 또한, 도 24의 예에서는, 선 모양 전극(EL_{m+1}~EL_{m+3})에 교류 전류 i_A가, 선 모양 전극(EL_m, EL_{m+4}, EL_{m+5})에 교류 전류 i_B가 각각 공급되고 있다. 도 25의 예에서는, 선 모양 전극(EL_{m+2}~EL_{m+4})에 교류 전류 i_A가, 선 모양 전극(EL_m, EL_{m+1}, EL_{m+5})에 교류 전류 i_B가 각각 공급되고 있다.

[0153] 도 26의 (a)~(c)는, 도 23~도 25 각각에 있어서의 교류 전류의 공급 방법을 모식적으로 나타내는 도면이다. 또한, 도 26의 (d)~(f)는, 각각 도 26의 (a)~(c)에 나타낸 방법으로 6개의 선 모양 전극(EL_m~EL_{m+5})에 교류 전류(i_A, i_B)를 공급한 경우의 등가 회로를 나타내는 도면이다. 이들 도면에 나타내는 바와 같이, 선 모양 전극(EL_{m+k})(k는 0, 1, 2 중 어느 것)과 선 모양 전극(EL_{m+k+3})에 대해, 시간 미분이 서로 역상이 되는 교류 전류를 흘렸을 경우, 그 사이에 위치하는 선 모양 전극(EL_{m+k+1}, EL_{m+k+2})에 흐르는 전류와 무관하게, 선 모양 전극(EL_{m+k})과 선 모양 전극(EL_{m+k+3})으로 루프 코일이 형성되었다고 간주할 수 있다. 이하에서는, 이 루프 코일을 「의사 루프 코일(PLC)」이라고 칭하고, 특히 선 모양 전극(EL_{m+k}, EL_{m+k+3})에 의해서 구성되는 의사 루프 코일(PLC)을 「의사 루프 코일(PLC_{m+k})」이라고 칭한다. 의사 루프 코일(PLC_{m+k})의 접속 극성은, 선 모양 전극(EL_{m+k})에 교류 전류 i_A를 공급하고, 선 모양 전극(EL_{m+k+3})에 교류 전류 i_B를 공급하는 경우(도면 중에서는 「-」로 표기)와, 선 모양 전극(EL_{m+k})에 교류 전류 i_B를 공급하고, 선 모양 전극(EL_{m+k+3})에 교류 전류 i_A를 공급하는 경우(도면 중에서는 「+」로 표기)에서, 서로 반대가 된다.

[0154] 선 모양 전극(EL_{m+k})에 교류 전류 i_A를 공급하고, 선 모양 전극(EL_{m+k+3})에 교류 전류 i_B를 공급하고 있을 때에 루프 코일(LCx_n)로 수신되는 펜 신호의 레벨을 $E_{m+k,n}$으로 나타내는 것으로 하면, 도 26의 (a)에 나타내는 교류 전류의 공급을 행하는 경우에 오피 앰프(30n)로부터 센서 컨트롤러(31)에 공급되는 수신 신호(Rx_EMR)(결과값)는, $-E_{m,n}+E_{m+1,n}-E_{m+2,n}$으로 나타내지게 된다. 도 26의 (b)(c)에 나타내는 교류 전류의 공급을 행하는 경우도 마찬가지이며, 각각 $E_{m,n}-E_{m+1,n}-E_{m+2,n}$, $-E_{m,n}-E_{m+1,n}+E_{m+2,n}$으로 나타내지게 된다. 이것을 벡터 형식으로 나타내면, 다음의 식(19)에 나타내는 벡터 d_{tx}와 같이 나타내진다. 그리고, 이 벡터 d_{tx}는, 상술한 벡터 d_{series}나 벡터 $d_{parallel}$과 마찬가지로, 의사 루프 코일(PLC)의 접속 극성을 나타내는 3×3의 행렬 F와, 레벨 $E_{m,n}$~$E_{m+2,n}$을 나타내는 벡터의 곱의 형태로 변형할 수 있다.

[0155] [수 19]

$$d_{tx} = \begin{pmatrix} -E_{m,n} + E_{m+1,n} - E_{m+2,n} \\ +E_{m,n} - E_{m+1,n} - E_{m+2,n} \\ -E_{m,n} - E_{m+1,n} + E_{m+2,n} \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} -1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E_{m,n} \\ E_{m+1,n} \\ E_{m+2,n} \end{pmatrix} = F \begin{pmatrix} E_{m,n} \\ E_{m+1,n} \\ E_{m+2,n} \end{pmatrix} \quad \cdots (19)$$

[0156]

[0157] 벡터 d_{tx}가 벡터 d_{series}나 벡터 $d_{parallel}$과 동일한 형태로 되어 있는 것으로부터 이해되는 바와 같이, 본 실시 형태에 있어서도 센서 컨트롤러(31)는, 벡터 d_{tx}에 행렬 F의 역행열 F^{-1}을 곱함으로써, 의사 루프 코일(PLC_m~PLC_{m+2}) 각각으로부터 교번 자계를 송출했을 때에 수신되는 펜 신호의 레벨 $E_{m,n}$, $E_{m+1,n}$, $E_{m+2,n}$을 분리 취득할 수 있다. 그리고, 본 실시 형태에 따른 교류 전류의 공급 방법에 의하면, 3개의 의사 루프 코일(PLC) 각각으로부터 단독으로 교번 자계를 송출하는 경우에 비해, 각 의사 루프 코일(PLC)로부터 교번 자계를 송출하고 있는 기간의 길이가 3배가 되므로, 수신되는 펜 신호의 레벨은 3배가 되는 한편, 수신되는 노이즈의 레벨은 $3^{1/2}$배에 머무른다. 따라서, 본 실시 형태에 따른 교류 전류의 공급 방법에 의해서도, 센서 컨트롤러(31)에 있어서 수신되는 펜 신호의 S/N비를 향상시키는 것이 가능하게 된다고 말할 수 있다.

[0158] 도 27~도 29는, 본 실시 형태에 따른 센서 컨트롤러(31)가 실행하는 전자 유도 펜(P)의 위치 검출의 전체의 흐름을 나타내는 흐름도이다. 먼저 도 27을 참조하면, 전자 유도 펜(P)을 검출하기 전의 센서 컨트롤러(31)는, 가장 끝에 있는 1개의 루프 코일(LCx)을 선택하고, 스위치(30b)를 제어함으로써, 선택한 루프 코일(LCx)을 오피 앰프(30n)에 접속한다(스텝 S30). 이 처리에는, 스위치(30d)의 제어에 의해 오피 앰프(30n)를 배선 L4에 접속함과 아울러 배선 L3를 접지하는 한편, 스위치(30e)의 제어에 의해 오피 앰프(30j)를 배선 L4로부터 분리하는 처리도 포함된다.

[0159] 이어서 센서 컨트롤러(31)는, 끝으로부터 6개의 선 모양 전극(EL)을 선택하고, 스위치(30k)를 제어함으로써, 첫 번째의 접속 형태(예를 들면, 도 23에 나타낸 접속 형태)로 구동 회로(30m)에 접속한다(스텝 S31). 이 처리에는, 스위치(30f)의 제어에 의해 각 선 모양 전극(EL)의 x방향의 타단을 접지하는 처리, 및 스위치(30b)의 제어에 의해 각 선 모양 전극(EL)에 터치 검출용 신호(Tx_TP)가 공급되지 않도록 하는 처리도 포함된다.

[0160] 이어서 센서 컨트롤러(31)는 선택 중인 선 모양 전극(EL) 그룹으로부터 교번 자계의 송출을 개시한다(스텝 S32). 구체적으로는, 구동 회로(30m)로의 교류 전류(Tx_EMR)의 공급을 개시한다. 이것에 의해, 6개의 선 모양 전극(EL) 각각에는, 교류 전류(i_A, i_B) 중 어느 것이 흐르고, 그 결과로서 상술한 의사 루프 코일(PLC)이 형성되고, 교번 자계가 송출되게 된다. 그 후, 센서 컨트롤러(31)는 스텝 S32에서 송출한 교번 자계에 따라 오피 앰프(30n)로부터 출력되는 수신 신호(Rx_EMR)의 레벨을 일시적으로 기억한다(스텝 S33). 여기서 기억하는 레벨의 구체적인 내용은, 도 15의 스텝 S5에서 기억하는 것과 마찬가지여도 된다.

[0161] 다음으로 센서 컨트롤러(31)는 모든 접속 형태로 스텝 S32~S33의 처리를 시행했는지 여부를 판정한다(스텝 S34). 구체적으로는, 도 23~도 25에 나타낸 3종류의 접속 형태 모두에서 스텝 S32~S33의 처리를 시행했는지 여부를 판정한다. 이 판정에 있어서, 시행하지 않았다고 판정한 센서 컨트롤러(31)는, 스위치(30k)를 제어함으로써, 선택 중인 6개의 선 모양 전극(EL)을 다음의 접속 형태(예를 들면, 도 23에 나타낸 접속 형태의 다음은 도 24에 나타낸 접속 형태, 도 24에 나타낸 접속 형태의 다음은 도 25에 나타낸 접속 형태)로 구동 회로(30m)에 접속하고(스텝 S35), 스텝 S32로 되돌아간다.

[0162] 한편, 스텝 S34에 있어서 시행했다고 판정한 센서 컨트롤러(31)는, 복수 회의 스텝 S5의 시행에 의해 일시적으로 기억한 복수의 수신 신호(Rx_EMR)의 레벨에 기초하여, 의사 루프 코일(PLC)마다의 펜 신호의 레벨을 도출한다(스텝 S36). 구체적으로는, 상술한 벡터 d_{tx}에 행렬 F의 역행열 F^{-1}을 곱하는 연산(복원 연산)을 행한다.

[0163] 다음으로 센서 컨트롤러(31)는, 모든 선 모양 전극(EL)의 선택을 종료했는지 여부를 판정하고(스텝 S37), 종료하지 않았다고 판정했을 경우에는, 3개분 시프트하여 6개의 선 모양 전극(EL)을 선택하고, 스위치(30k)의 제어에 의해서 첫 번째의 접속 형태(예를 들면, 도 23에 나타낸 접속 형태)로 구동 회로(30m)에 접속한 후(스텝 S38), 스텝 S32로 되돌아간다. 한편, 스텝 S37에 있어서 종료했다고 판정했을 경우, 센서 컨트롤러(31)는, 모든

루프 코일(LCx)의 선택을 종료했는지 여부를 판정하고(스텝 S39), 종료하지 않았다고 판정했을 경우에는, 전회 선택한 1개의 루프 코일(LCx)(스텝 S30 또는 스텝 S40에서 선택한 것)에 인접하는 1개의 루프 코일(LCx)을 선택하고, 스위치(30c)의 제어에 의해서 오피 앰프(30n)에 접속한 후(스텝 S40), 스텝 S32로 되돌아간다.

[0164] 스텝 S39에 있어서 종료했다고 판정한 센서 컨트롤러(31)는, 스텝 S36의 반복에 의해서 얻어진, 의사 루프 코일(PLC) 및 루프 코일(LCx)의 조합마다의 펜 신호의 레벨에 기초하여, 펜 신호를 검출했는지 여부를 판정한다(도 28의 스텝 S41). 일례에서는, 이 판정의 결과는, 소정값을 상회하는 레벨이 존재했을 경우에 긍정으로 되고, 그 이외의 경우에 부정으로 된다.

[0165] 스텝 S41에 있어서 펜 신호를 검출하지 않았다고 판정한 센서 컨트롤러(31)는, 도 27의 스텝 S30으로 되돌아가 처리를 계속한다. 한편, 펜 신호를 검출했다고 판정한 센서 컨트롤러(31)는, 도 27의 스텝 S36에 있어서 도출한 의사 루프 코일(PLC) 및 루프 코일(LCx)의 조합마다의 펜 신호의 레벨에 기초하여 전자 유도 펜(P)의 위치를 도출하고, 호스트 프로세서(32)에 출력한다(스텝 S42).

[0166] 다음으로 센서 컨트롤러(31)는, 스텝 S42에 있어서 도출한 위치(후술하는 스텝 S56으로부터의 천이인 경우에는, 전회의 스텝 S56에서 도출한 위치)에 기초하여, 3+3n개(n은 자연수이며, 전형적으로는 n=1. 다만, 3+3n은 선 모양 전극(EL)의 총수보다도 작은 수로 함)의 선 모양 전극(EL)(선 모양 전극 세트) 및 소정 갯수(루프 코일(LCx)의 총수보다도 적은 갯수. 전형적으로는 3개 또는 4개)의 루프 코일(LCx)을 선택 대상으로서 결정한다(스텝 S43).

[0167] 이어서 센서 컨트롤러(31)는, 선택 대상의 루프 코일(LCx) 중 가장 끝에 있는 것을 선택하고, 스위치(30c)의 제어에 의해서 오피 앰프(30n)에 접속한다(스텝 S44). 또한, 센서 컨트롤러(31)는 선택 대상의 선 모양 전극(EL) 중 끝으로부터 6개의 선 모양 전극(EL)을 선택하고, 스위치(30k)를 제어함으로써, 선택한 6개의 선 모양 전극(EL)을 첫 번째의 접속 형태(예를 들면, 도 23에 나타낸 접속 형태)로 구동 회로(30m)에 접속한다(스텝 S45).

[0168] 도 29로 이동하여, 다음으로 센서 컨트롤러(31)는, 도 27 및 도 28의 스텝 S32~S41과 마찬가지의 처리를 행한다(스텝 S46~S55). 다만, 여기서의 처리는, 스텝 S33에서는 수신 신호(Rx_EMR)의 레벨만을 일시적으로 기억하는 것에 반해, 스텝 S47에서는 수신 신호(Rx_EMR)를 구성하는 일련의 디지털값(샘플링에 의해서 얻어지는 것)도 기억하는 점, 스텝 S37에서는 모든 선 모양 전극(EL)의 선택을 종료했는지 여부를 판정하는 것에 반해, 스텝 S51에서는 스텝 S43에서 선택 대상으로서 결정한 모든 선 모양 전극(EL)의 선택을 종료했는지 여부를 판정하는 점, 스텝 S39에서는 모든 루프 코일(LCx)의 선택을 종료했는지 여부를 판정하는 것에 반해, 스텝 S53에서는 스텝 S43에서 선택 대상으로서 결정한 모든 루프 코일(LCx)의 선택을 종료했는지 여부를 판정하는 점에서, 스텝 S32~S41의 처리와 상위하다.

[0169] 스텝 S55에 있어서 펜 신호를 검출했다고 판정한 센서 컨트롤러(31)는, 전자 유도 펜(P)의 위치를 도출함과 아울러, 전자 유도 펜(P)이 송신한 데이터를 취득하고, 호스트 프로세서(32)에 출력한다(스텝 S56). 구체적으로 설명하면, 센서 컨트롤러(31)는, 스텝 S50에 있어서 도출한 의사 루프 코일(PLC) 및 루프 코일(LCx)의 조합마다의 펜 신호의 레벨에 기초하여, 전자 유도 펜(P)의 위치를 도출한다. 또한, 센서 컨트롤러(31)는, 도출한 위치에 가장 가까운 의사 루프 코일(PLC) 및 루프 코일(LCx)의 조합에 관하여, 스텝 S47에서 기억해 둔 일련의 디지털값을 복조함으로써, 전자 유도 펜(P)이 송신한 데이터를 취득한다. 스텝 S56이 종료된 후, 센서 컨트롤러(31)는 스텝 S43으로 되돌아가 처리를 계속한다.

[0170] 이상과 같은 처리를 채용함으로써, 본 실시 형태에 따른 센서 컨트롤러(31)에 의하면, 도 28의 스텝 S43에서 일단 선 모양 전극 세트를 특정한 후에는, 선 모양 전극 세트를 구성하는 소정 갯수의 선 모양 전극(EL)으로부터만 교번 자계를 송출함으로써 전자 유도 펜(P)의 2차원 위치를 갱신해 가는 것이 가능하게 되므로, 선 모양 전극(EL)에 의해 Tx 코일을 대용하면서도, 소비 전력의 증대를 방지하는 것이 가능하게 된다.

[0171] 이상 설명한 바와 같이, 본 실시 형태에 따른 위치 검출 시스템(1)에 의해서도, 일단 선 모양 전극 세트를 특정한 후에는, 선 모양 전극 세트를 구성하는 소정 갯수의 선 모양 전극(EL)으로부터만 교번 자계를 송출함으로써 전자 유도 펜(P)의 2차원 위치를 갱신해 가는 것이 가능하게 되므로, 선 모양 전극(EL)에 의해 Tx 코일을 대용하면서도, 소비 전력의 증대를 방지하는 것이 가능하게 된다.

[0172] 또한, 본 실시 형태에 따른 위치 검출 시스템(1)에 의해서도, 교류 전류(i_A, i_B)를 각 선 모양 전극(EL)의 x방향(길이 방향)의 일단(동일한 측의 단부)에 공급하고 있으므로, 각 선 모양 전극(EL)에 흐르는 전류의 사이에서 위상 차이가 발생하는 것을 방지할 수 있다. 따라서, 선 모양 전극(EL)에 의해 Tx 코일을 대용하는 경우에 있어

서, Rx 코일(루프 코일(LCx))에 의해 검출되는 교번 자계에 중첩되는 노이즈를 저감시키는 것도 가능하게 된다.

[0173] 이상, 본 발명의 바람직한 실시 형태에 대해서 설명했지만, 본 발명은 이러한 실시 형태로 하등 한정되는 것은 아니며, 본 발명이, 그 요지를 벗어나지 않는 범위에 있어서, 다양한 양태로 실시될 수 있는 것은 물론이다.

[0174] 예를 들면, 제1 실시 형태에서는, 직렬로 접속된 3개의 루프 코일(LCx)로 이루어지는 복합 코일의 양단 간의 전위에 기초하여 수신 신호(Rx_EMR)를 생성하는 예를 설명하고, 제2 실시 형태에서는, 병렬로 접속된 3개의 루프 코일(LCx)로 이루어지는 복합 코일의 일단의 전위(접지단에 대한 전위)에 기초하여 수신 신호(Rx_EMR)를 생성하는 예를 설명했지만, 3개의 루프 코일(LCx)을 직렬로 접속하는 경우에, 해당 3개의 루프 코일(LCx)로 이루어지는 복합 코일의 일단의 전위(접지단에 대한 전위)에 기초하여 수신 신호(Rx_EMR)를 생성하는 것으로 해도 되고, 3개의 루프 코일(LCx)을 병렬로 접속하는 경우에, 해당 3개의 루프 코일(LCx)로 이루어지는 복합 코일의 양단 간의 전위에 기초하여 수신 신호(Rx_EMR)를 생성하는 것으로 해도 된다.

[0175] 또한, 제1 및 제2 실시 형태에서는, 전자 유도 펜(P)의 위치를 검출하기 위해서, 인접하는 3개의 루프 코일(LCx)을 1세트로 하여 이용하는 예를 설명했지만, 인접하는 2개의 루프 코일(LCx)을 1세트로 하여 이용해도 되고, 인접하는 4개 이상의 루프 코일(LCx)을 1세트로 하여 이용해도 된다. 혹은, 모든 루프 코일(LCx)을 1세트로 하여 이용해도 된다. n개(n≥2)의 루프 코일(LCx)을 1세트로 하여 이용하는 경우의 행렬 F는, n×n의 행렬이 된다.

[0176] 또한, 제1 및 제2 실시 형태에서는, 스위치(30c)를 이용하여 복수의 루프 코일(LCx)의 상호의 접속 형태를 바꾸면서 수신 신호(Rx_EMR)를 생성하는 예를 설명했지만, 각 루프 코일(LCx)과 연산 회로의 접속을 바꾸면서 수신 신호(Rx_EMR)를 생성하는 것으로 해도 된다. 예를 들어, 도 11에 나타낸 펜 신호 검출 기간 T1에서는, 루프 코일(LCx_{n-1}, LCx_{n+1})을 감산 회로에, 루프 코일(LCx_n)을 가산 회로에 각각 접속하고, 펜 신호 검출 기간 T2에서는, 루프 코일(LCx_n, LCx_{n+1})을 감산 회로에, 루프 코일(LCx_{n-1})을 가산 회로에 각각 접속하고, 펜 신호 검출 기간 T3에서는, 루프 코일(LCx_n)을 감산 회로에, 루프 코일(LCx_{n-1}, LCx_{n+1})을 가산 회로에 각각 접속하는 것으로 하면 된다.

[0177] 또한, 본 발명의 기술을 응용하여, 루프 코일(LCx)의 임의의 접속 형태에 따른 수신 신호(Rx_EMR)를 생성하는 것으로 해도 된다. 예를 들면, 루프 코일(LCx_1)과 루프 코일(LCx_2)의 차분 $E_{m,1}-E_{m,2}$나, 루프 코일(LCx_1)과 루프 코일(LCx_2)의 가산 신호로부터 루프 코일(LCx_3)과 루프 코일(LCx_4)의 가산 신호를 감하여 이루어지는 신호 $(E_{m,1}+E_{m,2})-(E_{m,3}+E_{m,4})$를 생성하는 것으로 해도 된다. 이렇게 함으로써, 루프 코일(LCx)의 임의의 접속 형태에 따른 펜 신호의 레벨을 취득하는 것이 가능하게 된다.

부호의 설명

[0178] 1 : 위치 검출 시스템 3 : 위치 검출 장치

30 : 스위치부 30a~30f, 30k : 스위치

30g, 30m : 구동 회로 30h : 배선부

30i : 차동 증폭기 30j, 30n : 오피 앰프

31 : 센서 컨트롤러 32 : 호스트 프로세서

EL : 선 모양 전극 F : 손가락

L1~L4 : 배선 LCx : 루프 코일

P : 전자 유도 펜 PA1, PA2 : 프로빙 영역

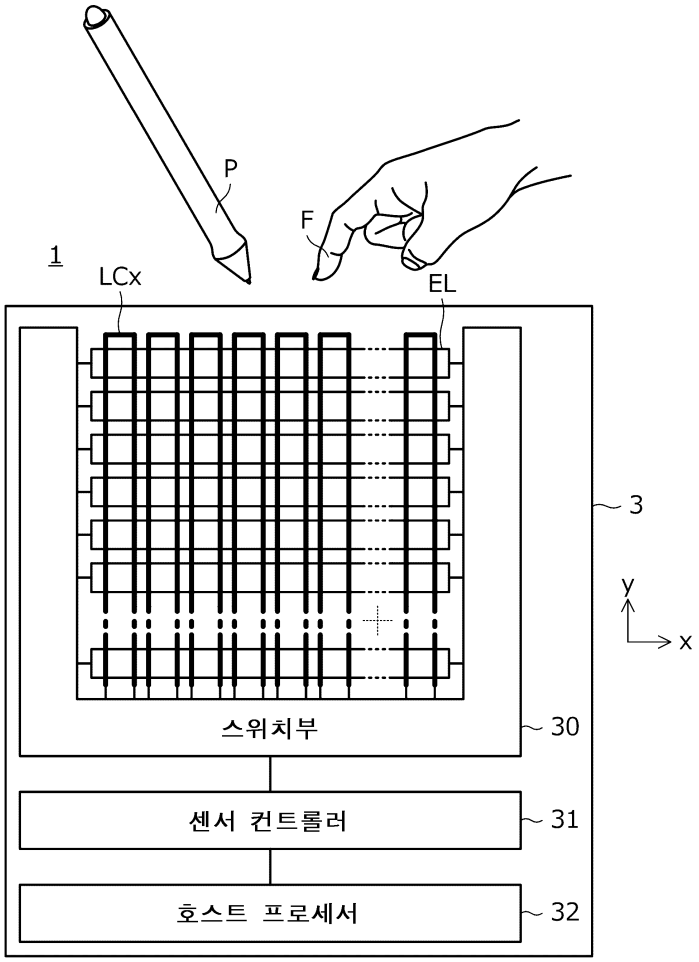
PLC : 의사 루프 코일 T1~T3 : 펜 신호 검출 기간

Tx, Tx_EMR : 교류 전류 Tx_TP : 터치 검출용 신호

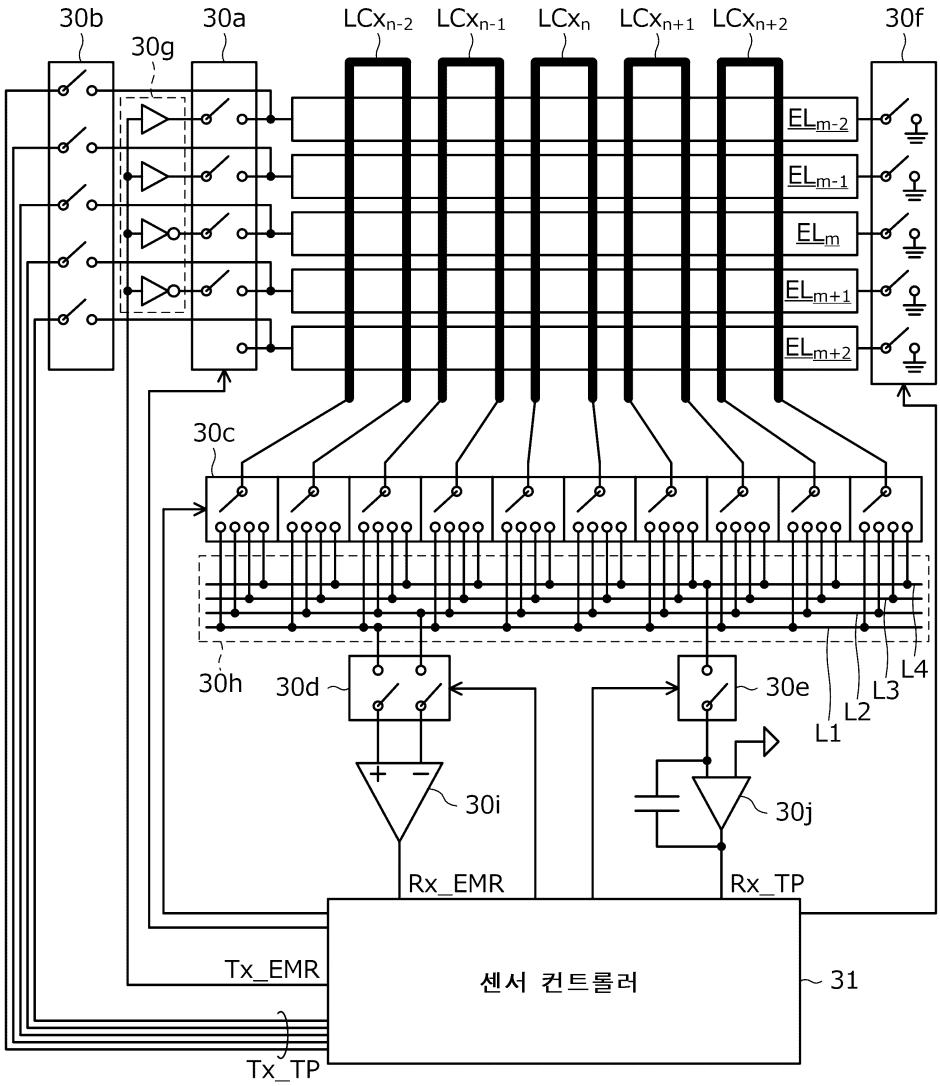
Rx, Rx_EMR, Rx_TP : 수신 신호

도면

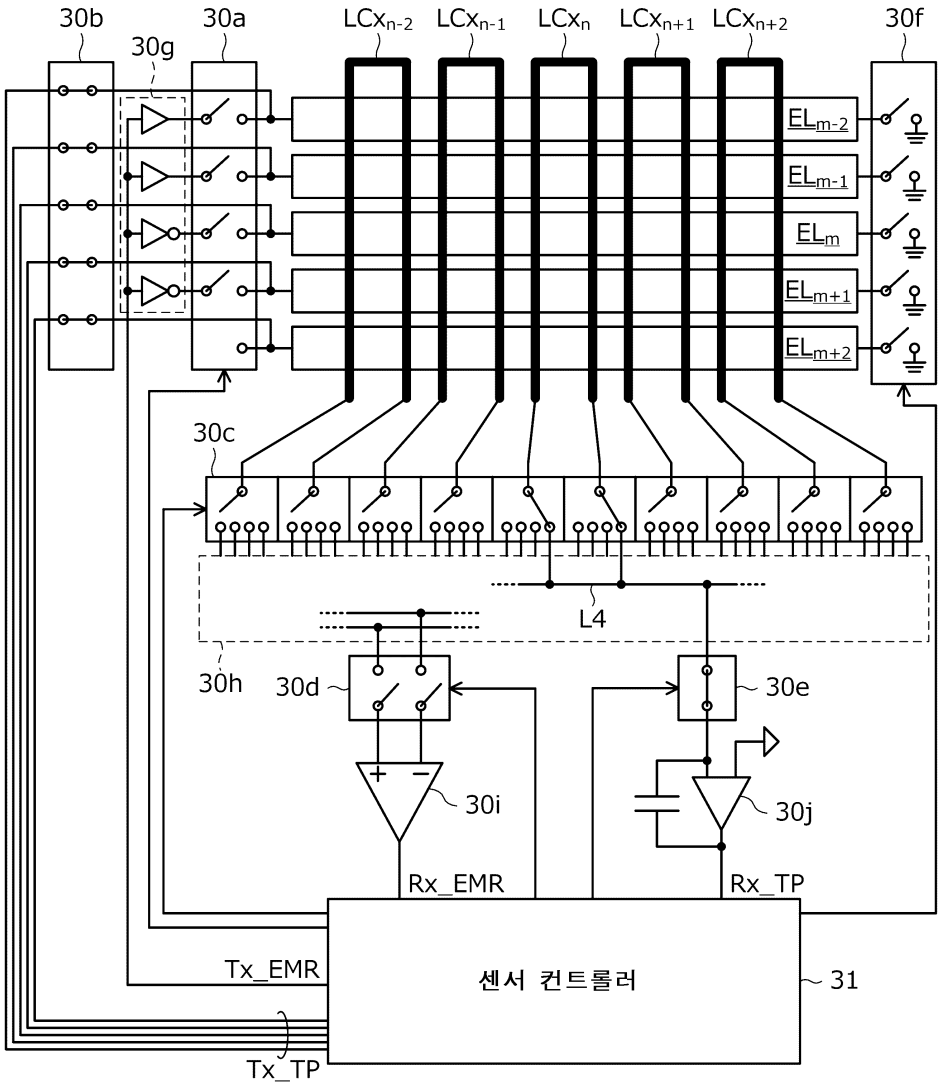
도면1



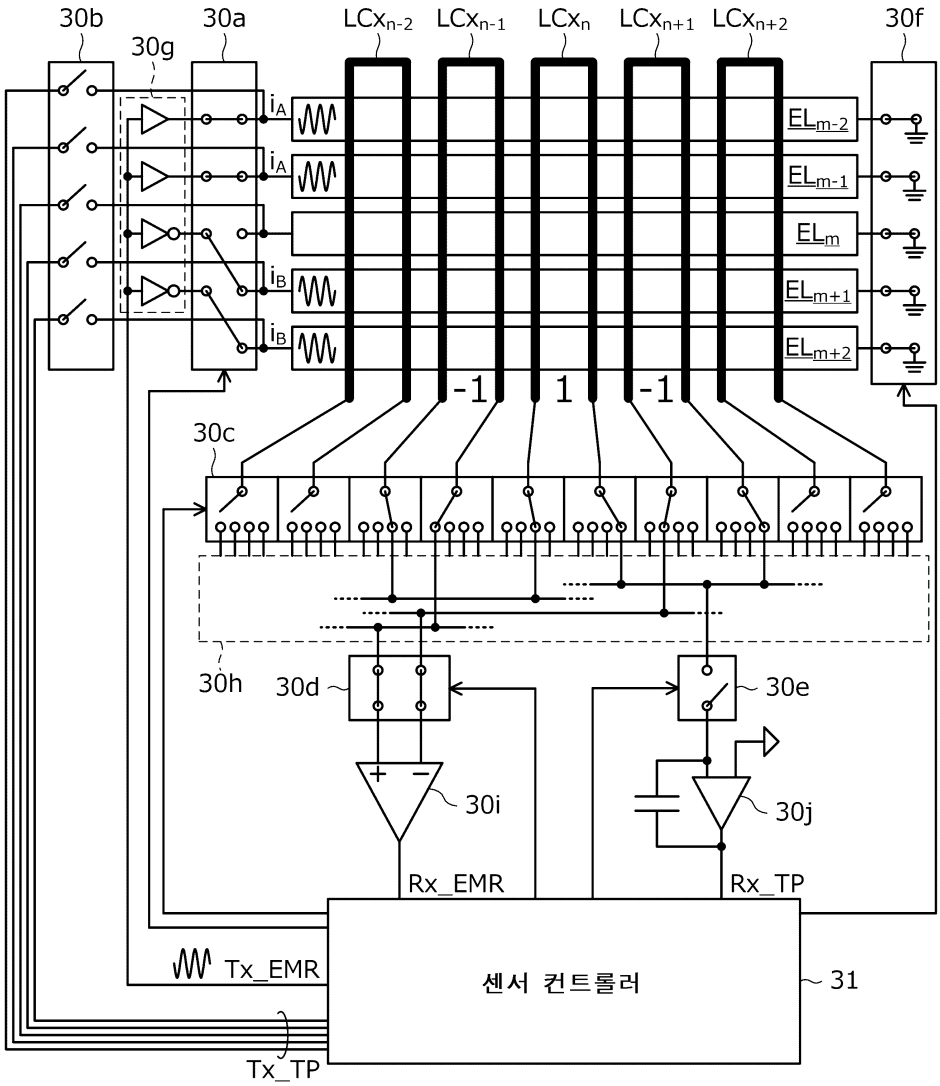
도면2


30b
30g
30a
LCx$_{n-2}$
LCx$_{n-1}$
LCx$_n$
LCx$_{n+1}$
LCx$_{n+2}$
30f
EL$_{m-2}$
EL$_{m-1}$
EL$_m$
EL$_{m+1}$
EL$_{m+2}$
30c
30h
30d
30e
L1
L2
L3
L4
30i
30j
Rx_EMR
Rx_TP
Tx_EMR
Tx_TP
센서 컨트롤러
31

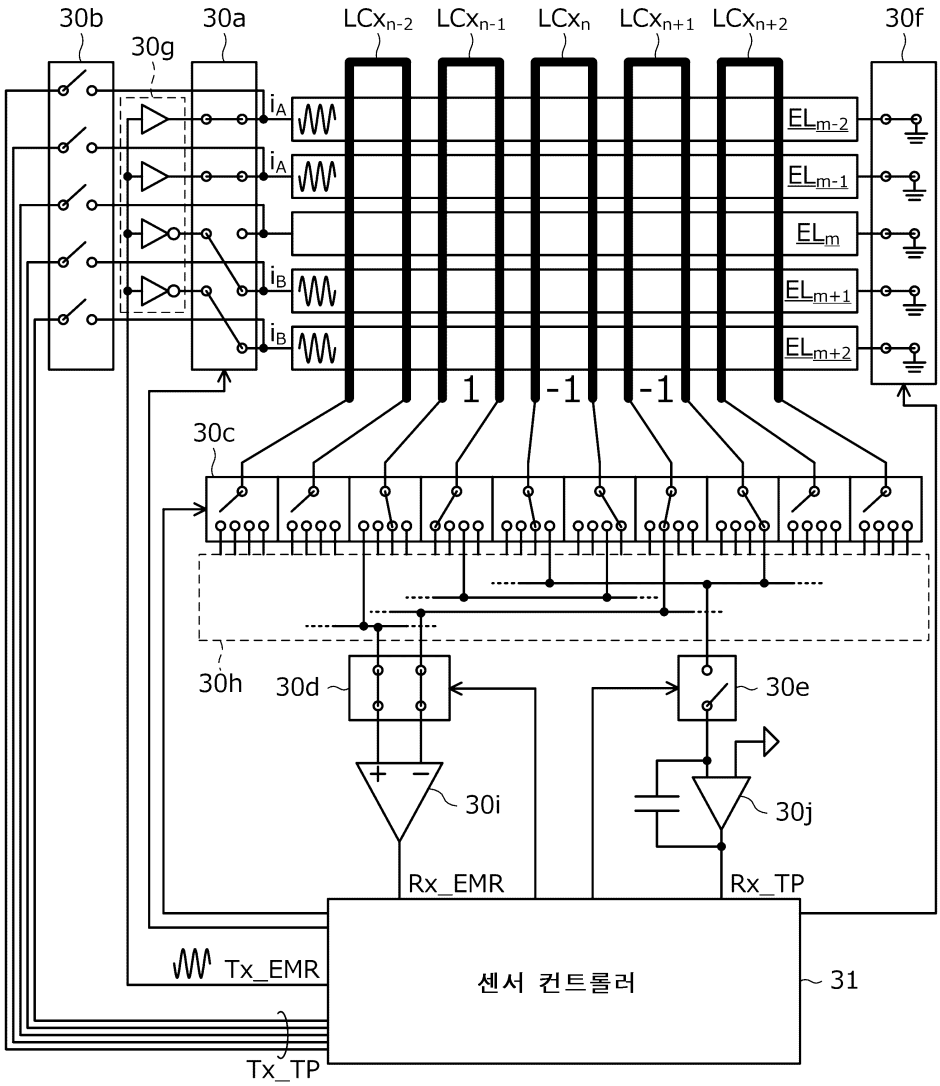
도면3


30b
30g
30a
LCx$_{n-2}$
LCx$_{n-1}$
LCx$_n$
LCx$_{n+1}$
LCx$_{n+2}$
30f
EL$_{m-2}$
EL$_{m-1}$
EL$_m$
EL$_{m+1}$
EL$_{m+2}$
30c
L4
30h
30d
30e
30i
30j
Rx_EMR
Rx_TP
Tx_EMR
Tx_TP
센서 컨트롤러
31

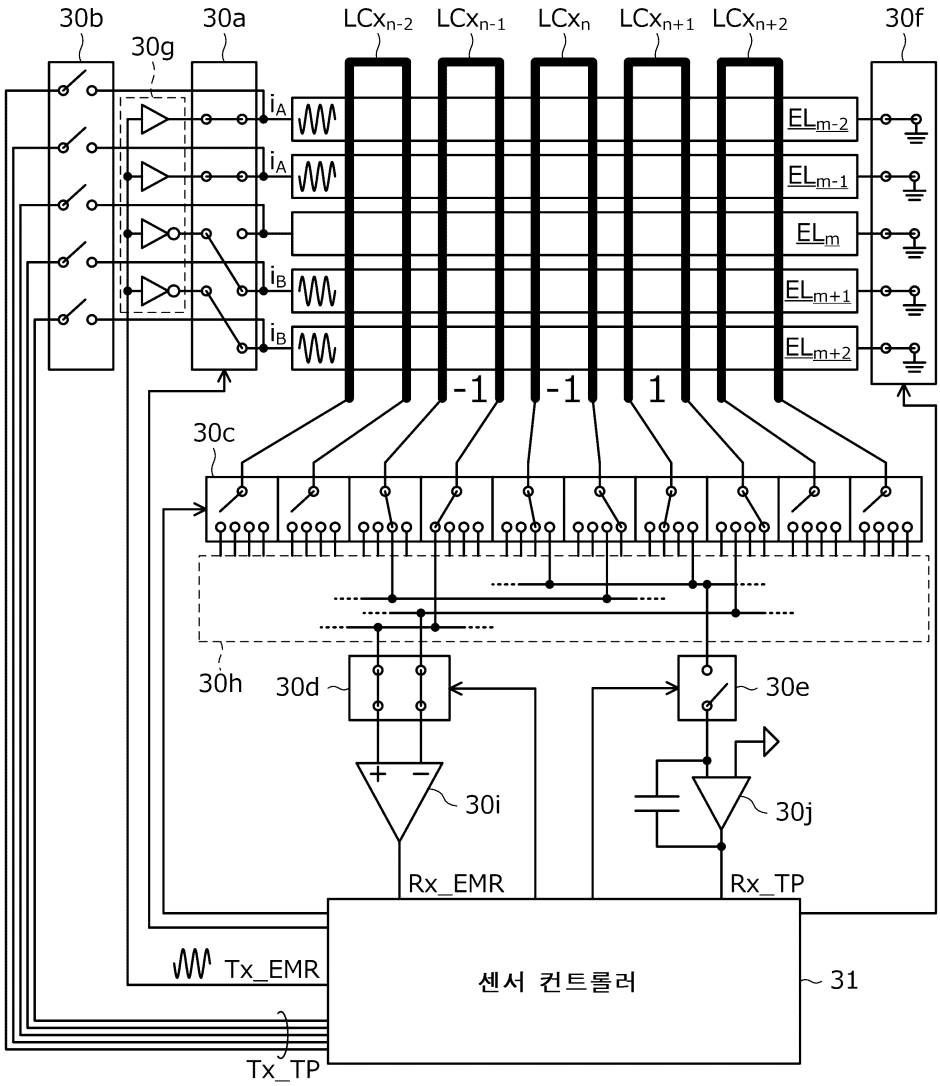
도면4


30b
30a
30g
LCx$_{n-2}$
LCx$_{n-1}$
LCx$_n$
LCx$_{n+1}$
LCx$_{n+2}$
30f
i_A
i_B
EL$_{m-2}$
EL$_{m-1}$
EL$_m$
EL$_{m+1}$
EL$_{m+2}$
-1
1
-1
30c
30h
30d
30e
30i
30j
Rx_EMR
Rx_TP
Tx_EMR
Tx_TP
센서 컨트롤러
31

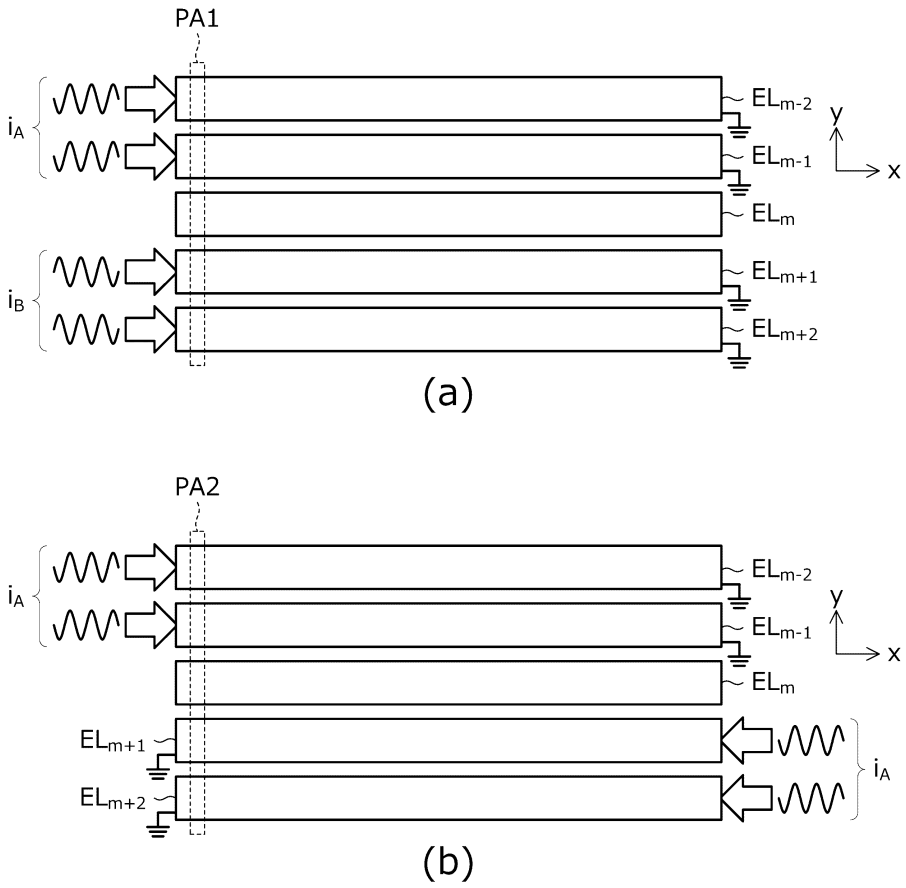
도면5


30b
30a
30g
LCx$_{n-2}$
LCx$_{n-1}$
LCx$_n$
LCx$_{n+1}$
LCx$_{n+2}$
30f
i_A
i_A
i_B
i_B
EL$_{m-2}$
EL$_{m-1}$
EL$_m$
EL$_{m+1}$
EL$_{m+2}$
1
-1
-1
30c
30h
30d
30e
30i
30j
Rx_EMR
Rx_TP
Tx_EMR
Tx_TP
센서 컨트롤러
31

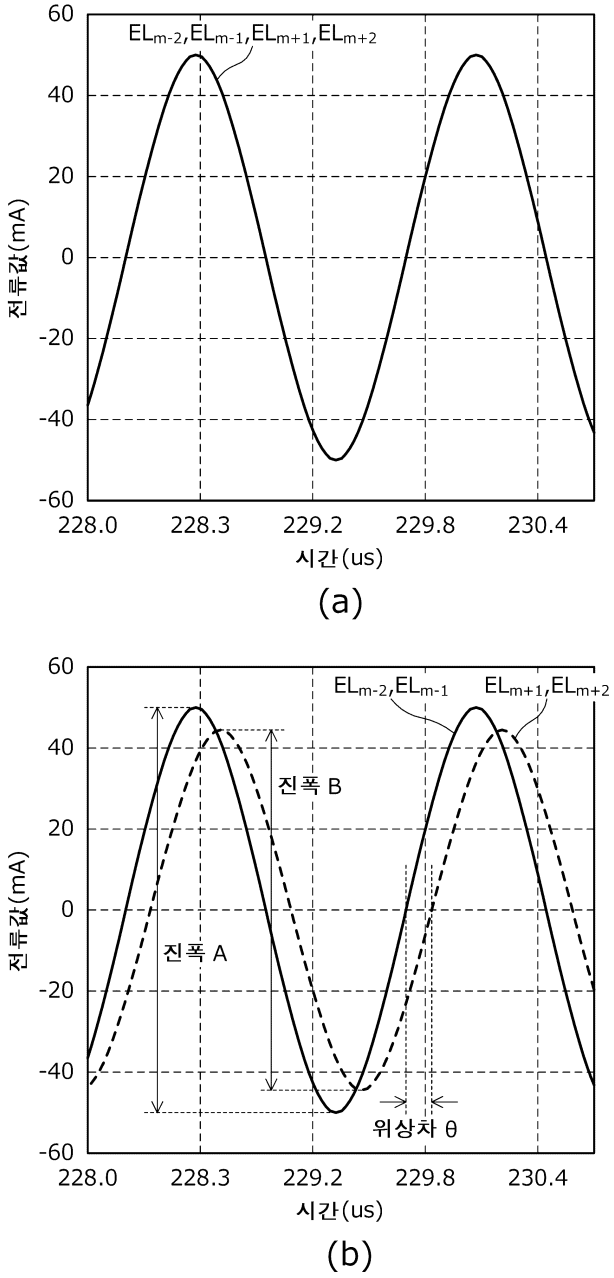
도면6


30b
30g
30a
LCx$_{n-2}$
LCx$_{n-1}$
LCx$_n$
LCx$_{n+1}$
LCx$_{n+2}$
30f
i_A
i_A
i_B
i_B
EL$_{m-2}$
EL$_{m-1}$
EL$_m$
EL$_{m+1}$
EL$_{m+2}$
-1
-1
1
30c
30h
30d
30e
30i
30j
Rx_EMR
Rx_TP
Tx_EMR
Tx_TP
센서 컨트롤러
31

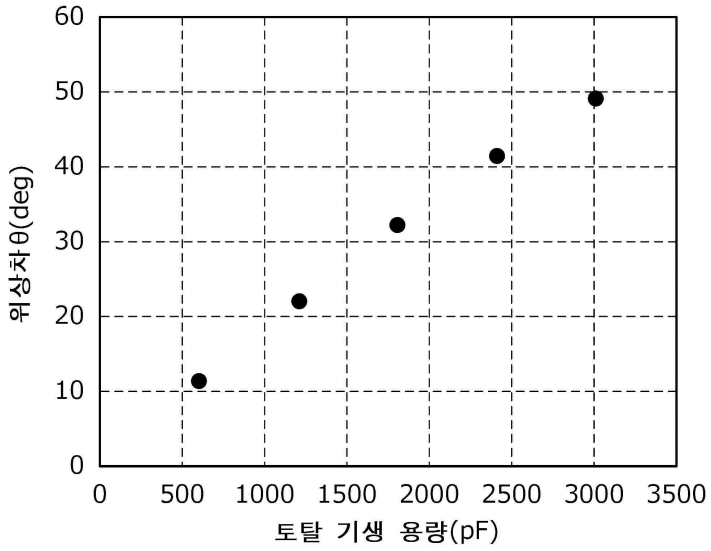
도면7


PA1
i_A
i_B
EL_{m-2}
EL_{m-1}
EL_m
EL_{m+1}
EL_{m+2}
y
x
(a)
PA2
i_A
EL_{m-2}
EL_{m-1}
EL_m
EL_{m+1}
EL_{m+2}
i_A
y
x
(b)

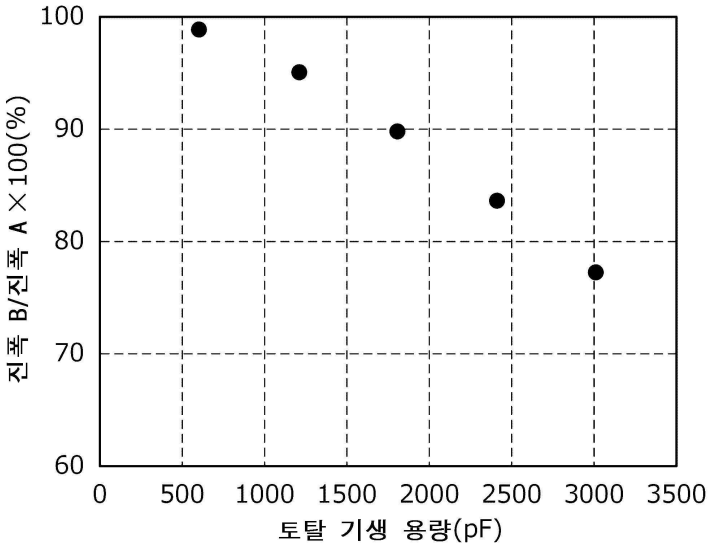
도면8


60
40
20
0
-20
-40
-60
228.0
228.3
229.2
229.8
230.4
시간(us)
전류값(mA)
ELm-2,ELm-1,ELm+1,ELm+2
(a)
ELm-2,ELm-1
ELm+1,ELm+2
진폭 B
진폭 A
위상차 θ
(b)

도면9

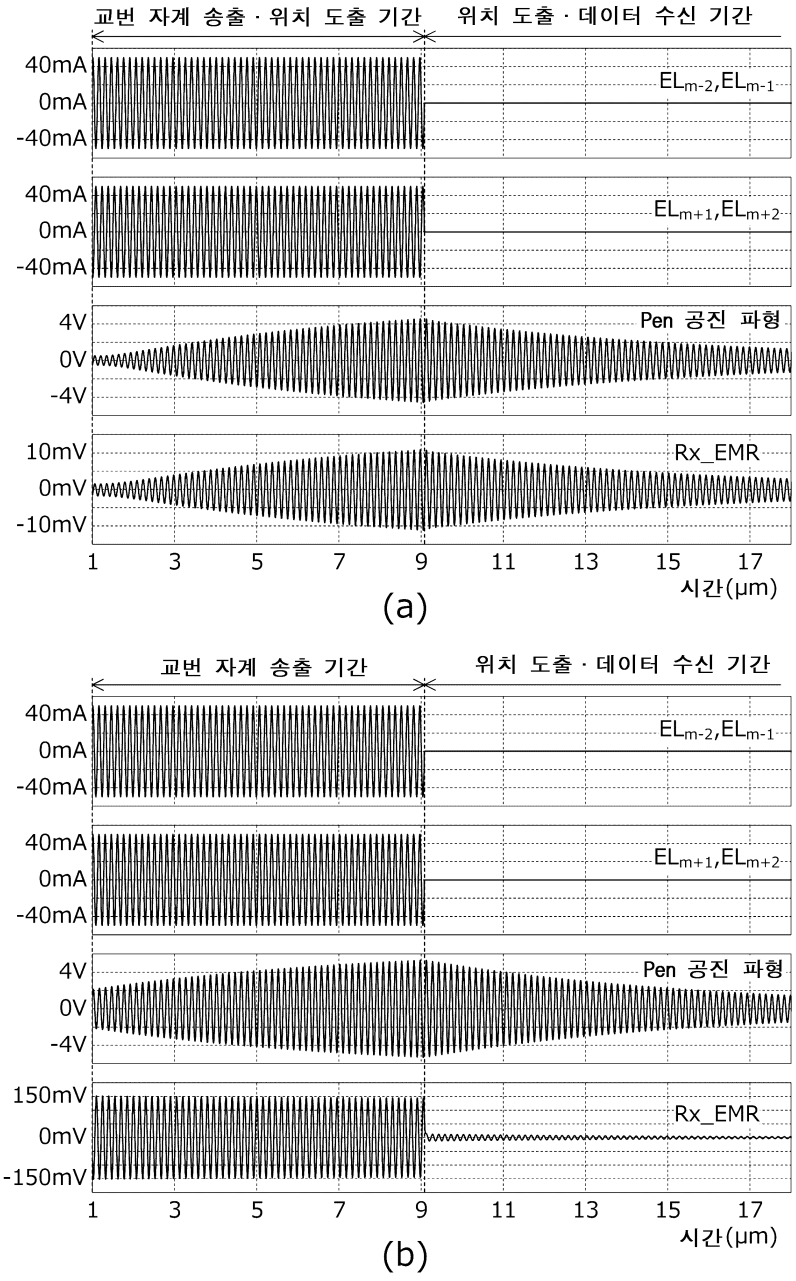

60
50
40
30
20
10
0
위상차θ(deg)
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500
토탈 기생 용량(pF)

(a)

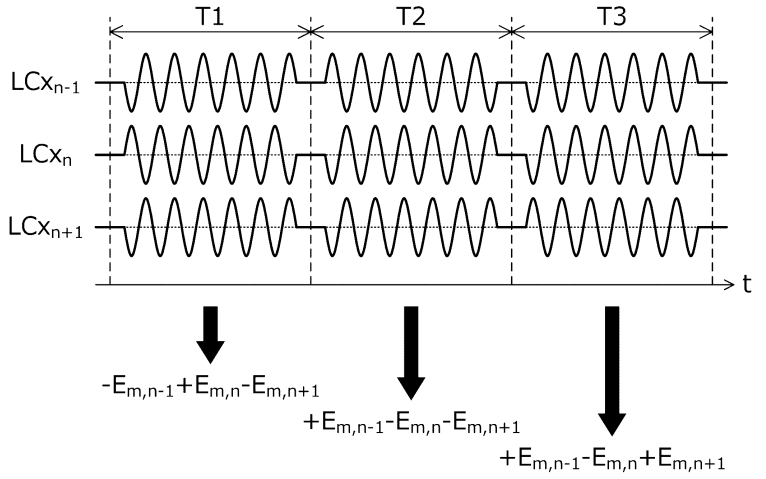

100
90
80
70
60
진폭 B/진폭 A×100(%)
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500
토탈 기생 용량(pF)

(b)

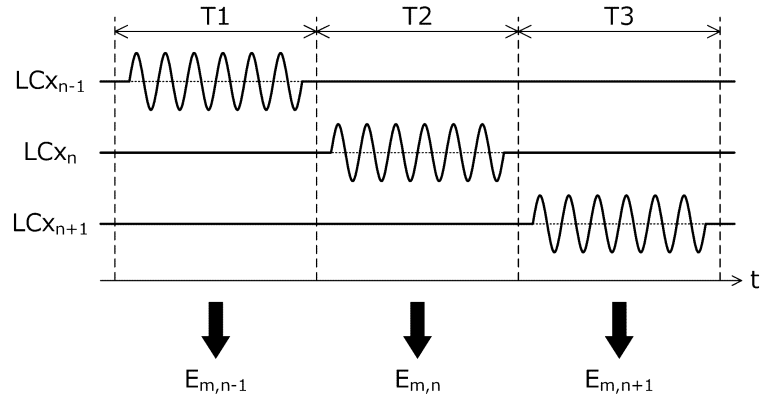
도면10


교번 자계 송출 · 위치 도출 기간
위치 도출 · 데이터 수신 기간
40mA
0mA
-40mA
EL_{m-2},EL_{m-1}
40mA
0mA
-40mA
EL_{m+1},EL_{m+2}
4V
0V
-4V
Pen 공진 파형
10mV
0mV
-10mV
Rx_EMR
1 3 5 7 9 11 13 15 17
시간(μm)
(a)
교번 자계 송출 기간
위치 도출 · 데이터 수신 기간
40mA
0mA
-40mA
EL_{m-2},EL_{m-1}
40mA
0mA
-40mA
EL_{m+1},EL_{m+2}
4V
0V
-4V
Pen 공진 파형
150mV
0mV
-150mV
Rx_EMR
1 3 5 7 9 11 13 15 17
시간(μm)
(b)

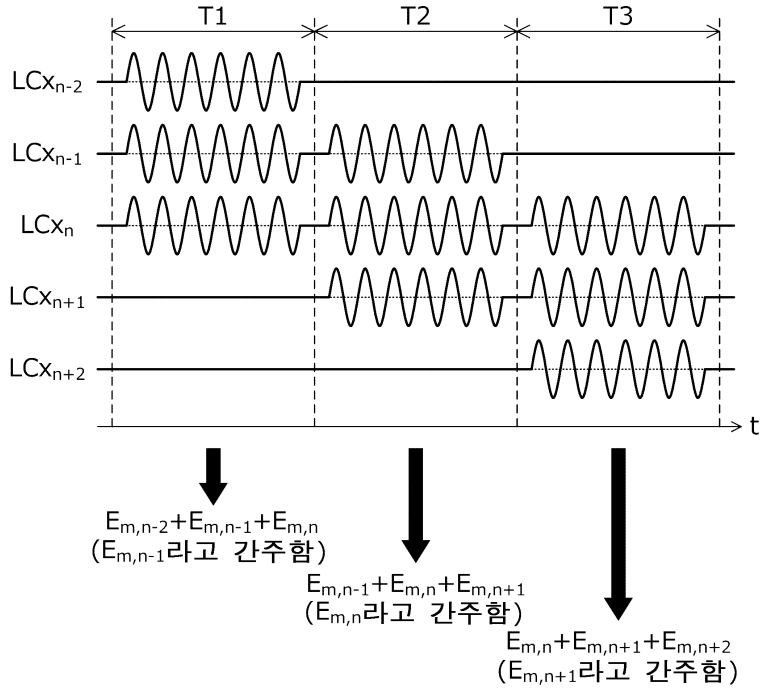
도면11



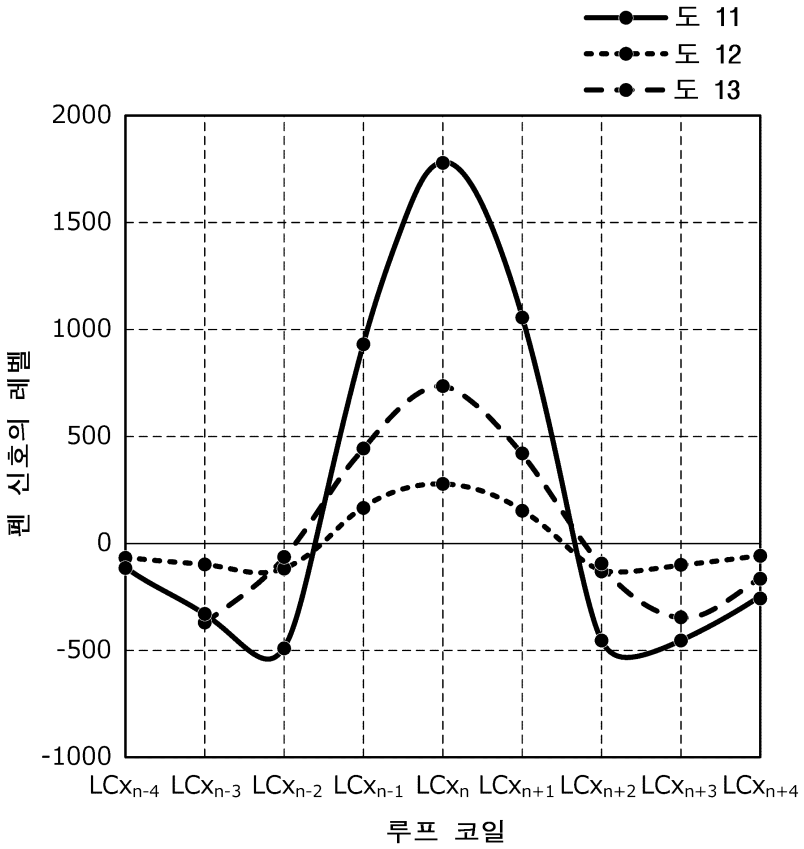
도면12



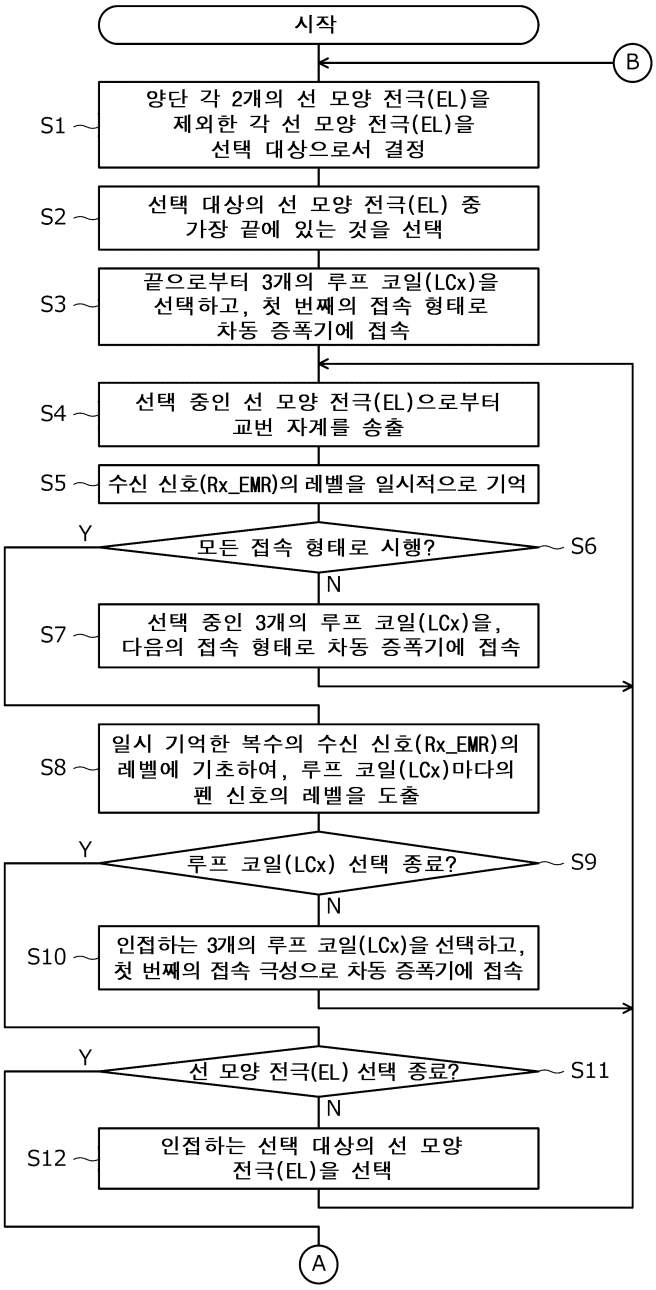
도면13



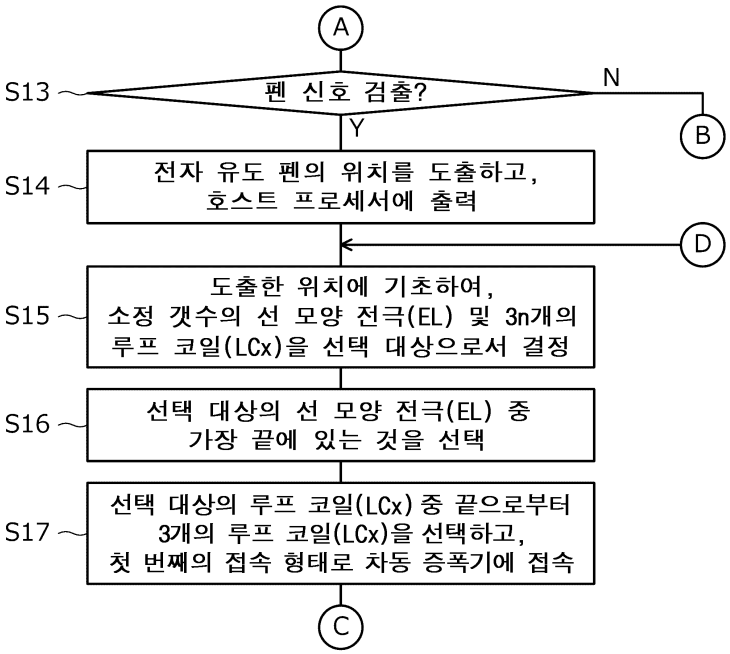
도면14


도 11
도 12
도 13
2000
1500
1000
500
0
-500
-1000
펜 신호의 레벨
LCx$_{n-4}$ LCx$_{n-3}$ LCx$_{n-2}$ LCx$_{n-1}$ LCx$_{n}$ LCx$_{n+1}$ LCx$_{n+2}$ LCx$_{n+3}$ LCx$_{n+4}$
루프 코일

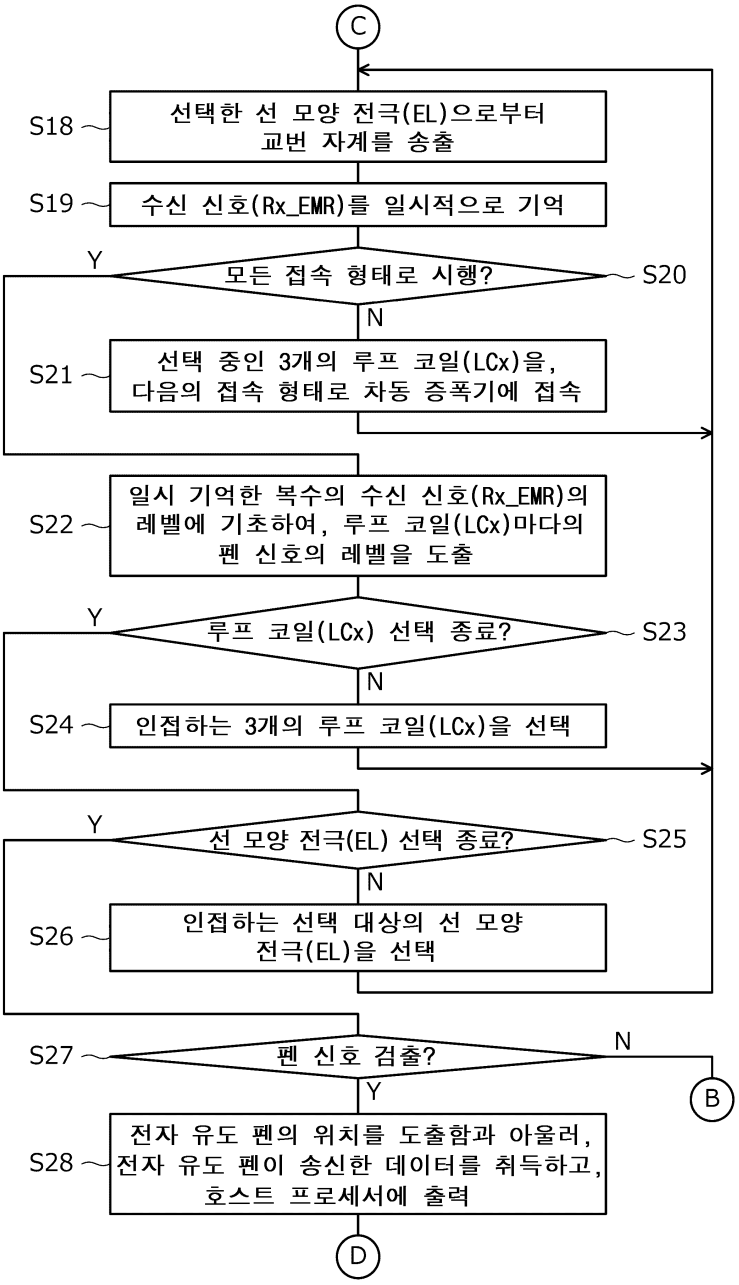
도면15


시작
B
S1
양단 각 2개의 선 모양 전극(EL)을 제외한 각 선 모양 전극(EL)을 선택 대상으로서 결정
S2
선택 대상의 선 모양 전극(EL) 중 가장 끝에 있는 것을 선택
S3
끝으로부터 3개의 루프 코일(LCx)을 선택하고, 첫 번째의 접속 형태로 차동 증폭기에 접속
S4
선택 중인 선 모양 전극(EL)으로부터 교번 자계를 송출
S5
수신 신호(Rx_EMR)의 레벨을 일시적으로 기억
Y
모든 접속 형태로 시행?
S6
N
S7
선택 중인 3개의 루프 코일(LCx)을, 다음의 접속 형태로 차동 증폭기에 접속
S8
일시 기억한 복수의 수신 신호(Rx_EMR)의 레벨에 기초하여, 루프 코일(LCx)마다의 펜 신호의 레벨을 도출
Y
루프 코일(LCx) 선택 종료?
S9
N
S10
인접하는 3개의 루프 코일(LCx)을 선택하고, 첫 번째의 접속 극성으로 차동 증폭기에 접속
Y
선 모양 전극(EL) 선택 종료?
S11
N
S12
인접하는 선택 대상의 선 모양 전극(EL)을 선택
A

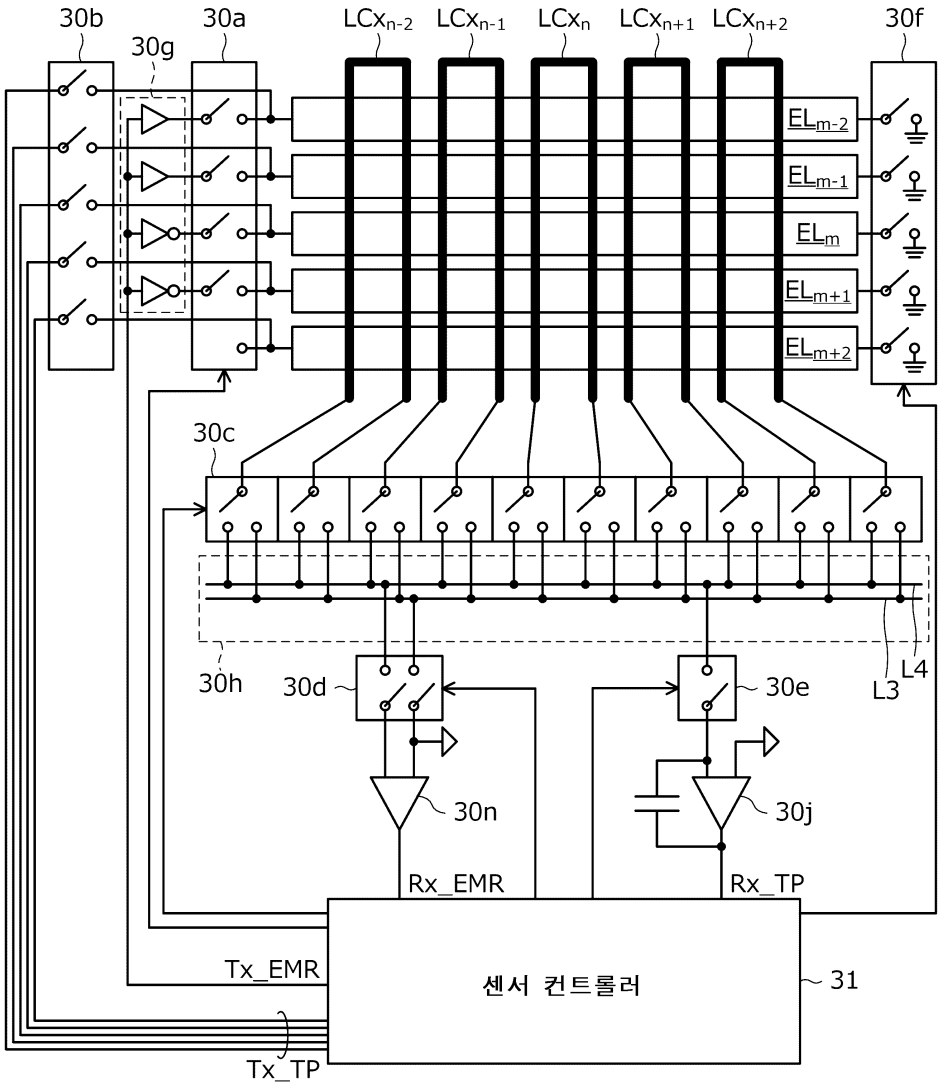
도면16


A
S13
펜 신호 검출?
N
B
Y
S14
전자 유도 펜의 위치를 도출하고,
호스트 프로세서에 출력
D
S15
도출한 위치에 기초하여,
소정 갯수의 선 모양 전극(EL) 및 3n개의
루프 코일(LCx)을 선택 대상으로서 결정
S16
선택 대상의 선 모양 전극(EL) 중
가장 끝에 있는 것을 선택
S17
선택 대상의 루프 코일(LCx) 중 끝으로부터
3개의 루프 코일(LCx)을 선택하고,
첫 번째의 접속 형태로 차동 증폭기에 접속
C

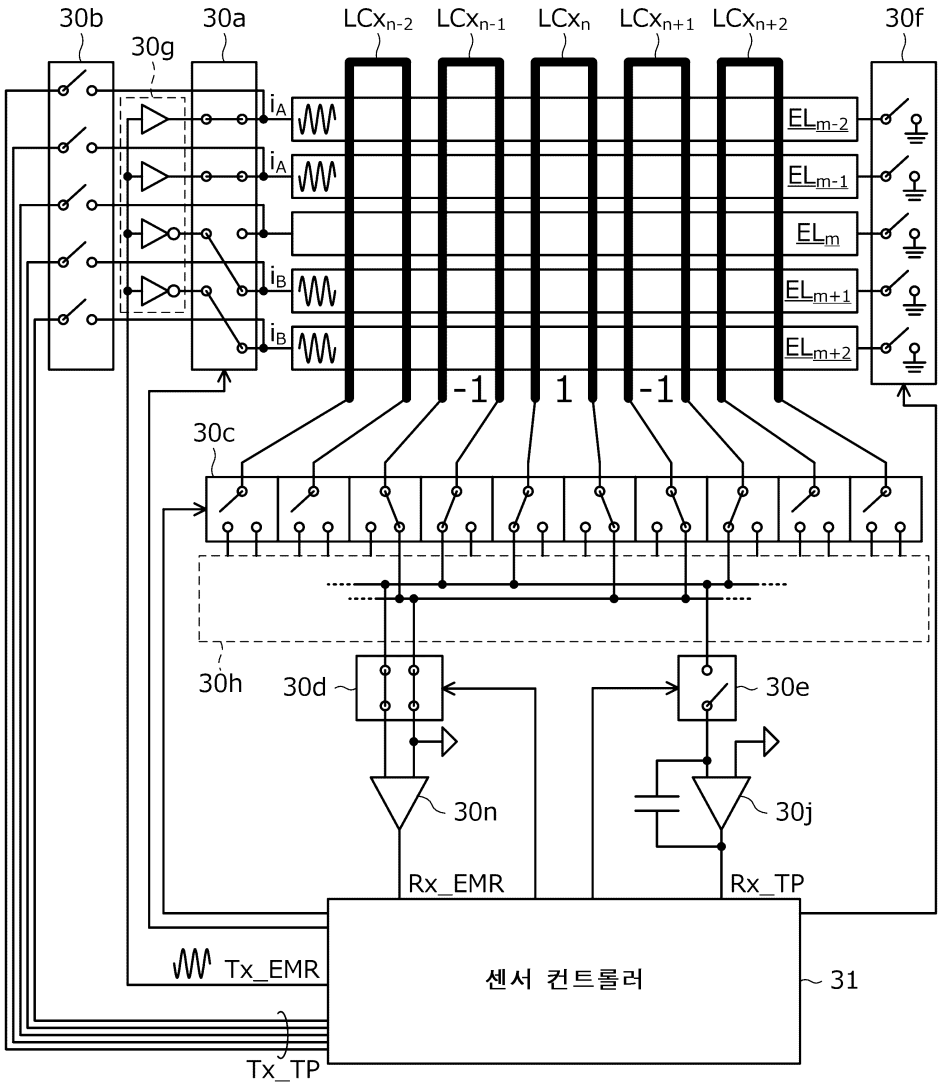
도면17


C
S18
선택한 선 모양 전극(EL)으로부터 교번 자계를 송출
S19
수신 신호(Rx_EMR)를 일시적으로 기억
Y
모든 접속 형태로 시행?
S20
N
S21
선택 중인 3개의 루프 코일(LCx)을, 다음의 접속 형태로 차동 증폭기에 접속
S22
일시 기억한 복수의 수신 신호(Rx_EMR)의 레벨에 기초하여, 루프 코일(LCx)마다의 펜 신호의 레벨을 도출
Y
루프 코일(LCx) 선택 종료?
S23
N
S24
인접하는 3개의 루프 코일(LCx)을 선택
Y
선 모양 전극(EL) 선택 종료?
S25
N
S26
인접하는 선택 대상의 선 모양 전극(EL)을 선택
S27
펜 신호 검출?
N
B
Y
S28
전자 유도 펜의 위치를 도출함과 아울러, 전자 유도 펜이 송신한 데이터를 취득하고, 호스트 프로세서에 출력
D

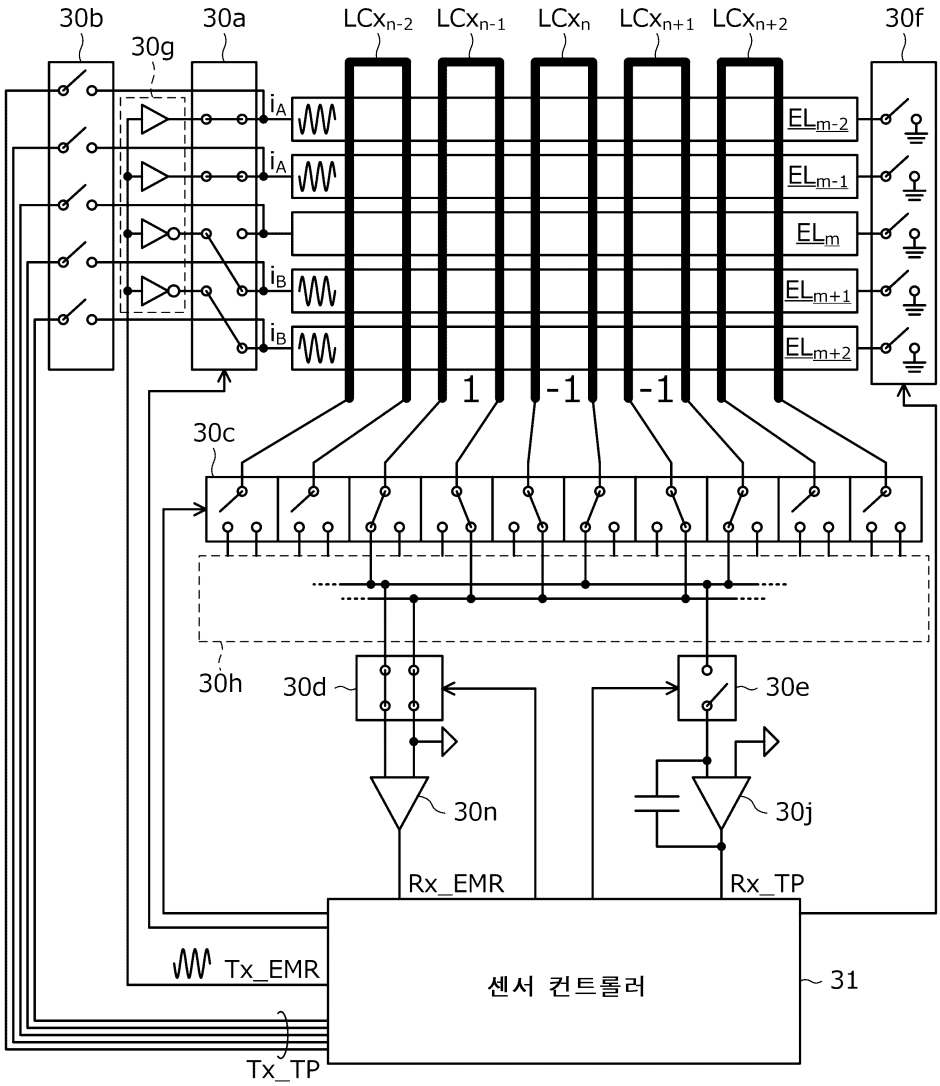
도면18


30b
30g
30a
LCx$_{n-2}$
LCx$_{n-1}$
LCx$_n$
LCx$_{n+1}$
LCx$_{n+2}$
30f
EL$_{m-2}$
EL$_{m-1}$
EL$_m$
EL$_{m+1}$
EL$_{m+2}$
30c
30h
30d
30e
L3
L4
30n
30j
Rx_EMR
Rx_TP
Tx_EMR
센서 컨트롤러
31
Tx_TP

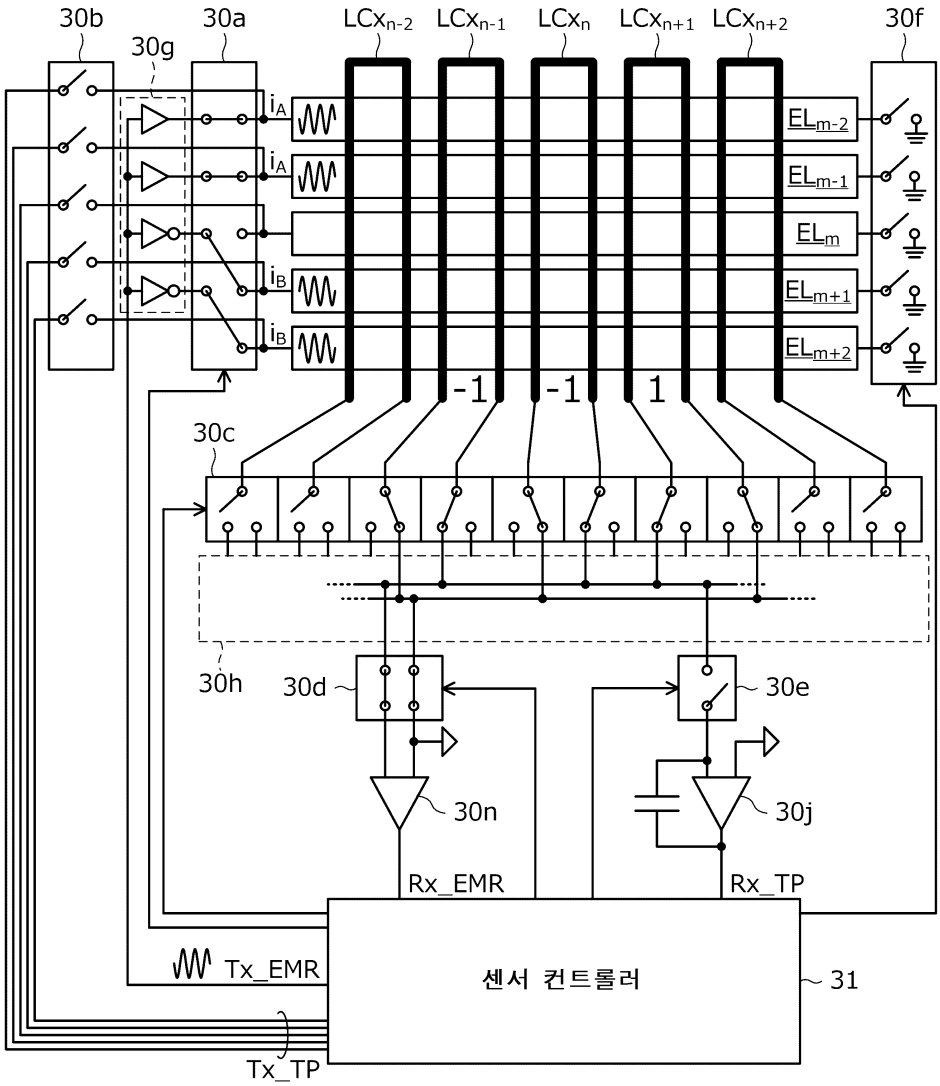
도면19


30b
30a
30g
LCx$_{n-2}$
LCx$_{n-1}$
LCx$_n$
LCx$_{n+1}$
LCx$_{n+2}$
30f
i_A
i_A
i_B
i_B
EL$_{m-2}$
EL$_{m-1}$
EL$_m$
EL$_{m+1}$
EL$_{m+2}$
-1
1
-1
30c
30h
30d
30e
30n
30j
Rx_EMR
Rx_TP
Tx_EMR
센서 컨트롤러
31
Tx_TP

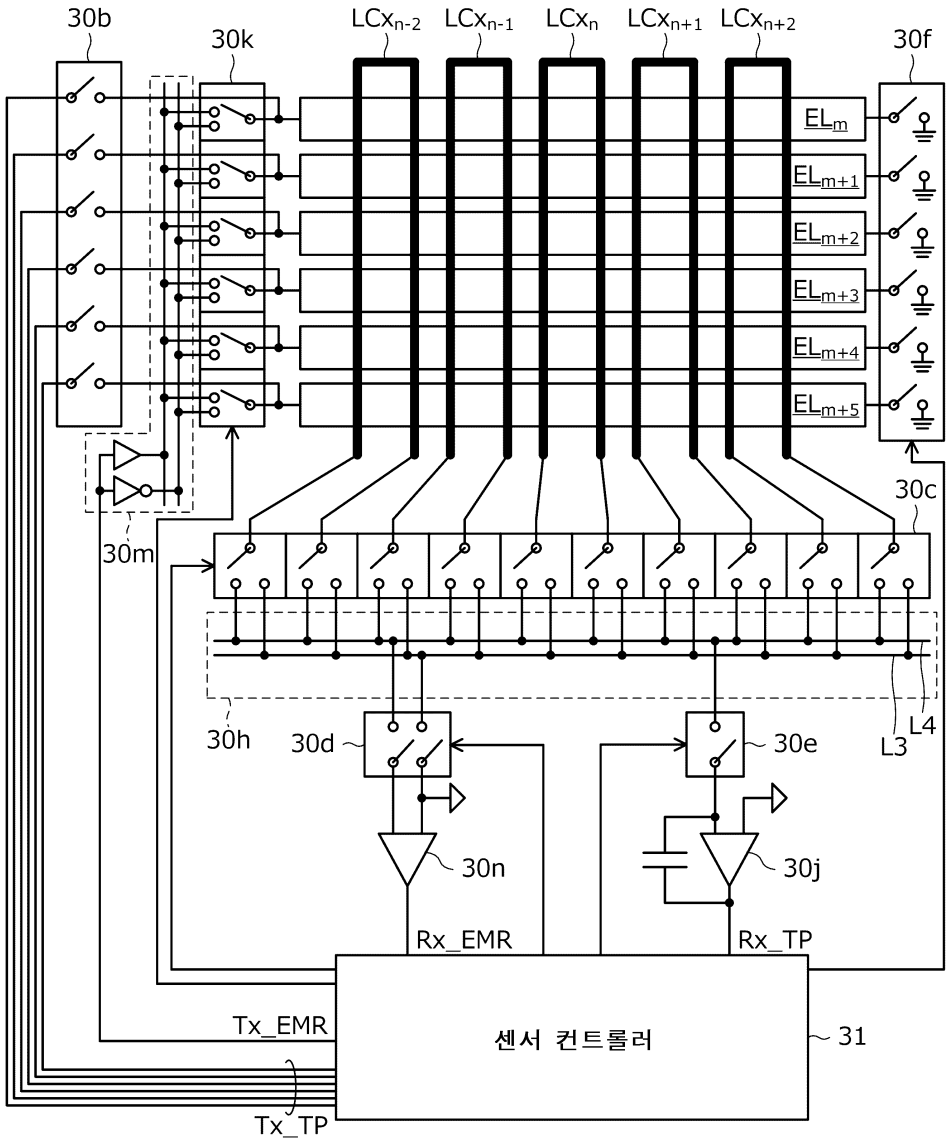
도면20


30b
30g
30a
LCx$_{n-2}$
LCx$_{n-1}$
LCx$_n$
LCx$_{n+1}$
LCx$_{n+2}$
30f
i_A
i_A
i_B
i_B
EL$_{m-2}$
EL$_{m-1}$
EL$_m$
EL$_{m+1}$
EL$_{m+2}$
1
-1
-1
30c
30h
30d
30e
30n
30j
Rx_EMR
Rx_TP
Tx_EMR
센서 컨트롤러
31
Tx_TP

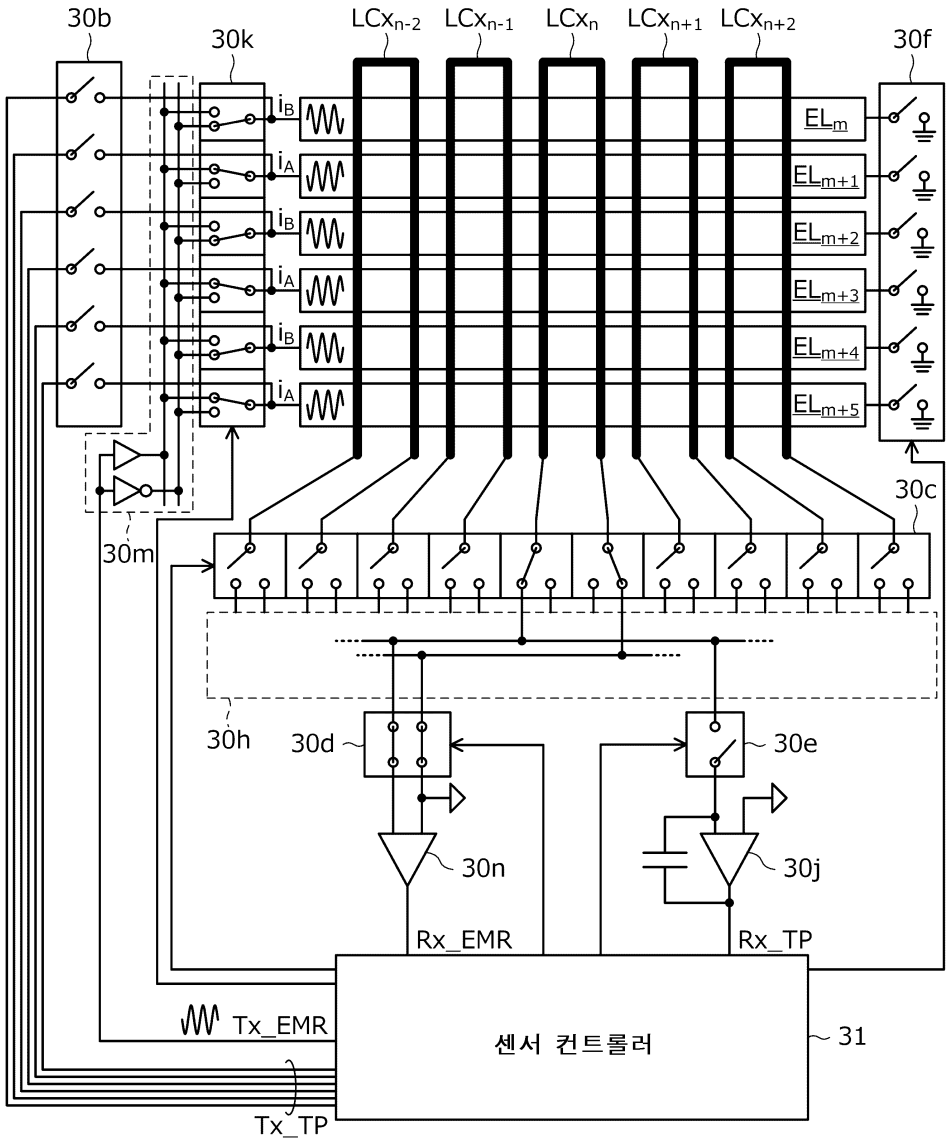
도면21


30b
30g
30a
LCx$_{n-2}$
LCx$_{n-1}$
LCx$_n$
LCx$_{n+1}$
LCx$_{n+2}$
30f
i_A
i_A
i_B
i_B
EL$_{m-2}$
EL$_{m-1}$
EL$_m$
EL$_{m+1}$
EL$_{m+2}$
-1
-1
1
30c
30h
30d
30e
30n
30j
Rx_EMR
Rx_TP
Tx_EMR
센서 컨트롤러
31
Tx_TP

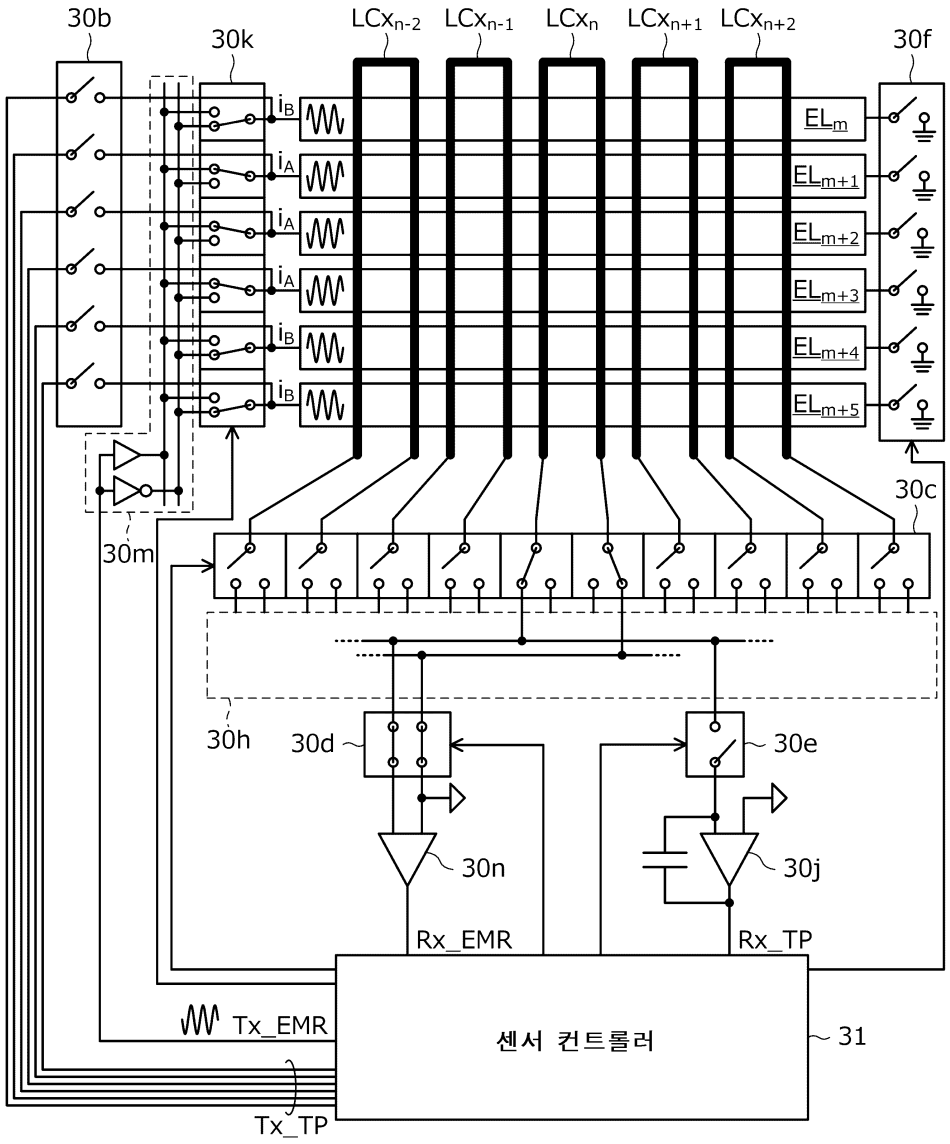
도면22


30b
30k
LCx$_{n-2}$
LCx$_{n-1}$
LCx$_n$
LCx$_{n+1}$
LCx$_{n+2}$
30f
EL$_m$
EL$_{m+1}$
EL$_{m+2}$
EL$_{m+3}$
EL$_{m+4}$
EL$_{m+5}$
30c
30m
30h
30d
30e
L3
L4
30n
30j
Rx_EMR
Rx_TP
Tx_EMR
Tx_TP
센서 컨트롤러
31

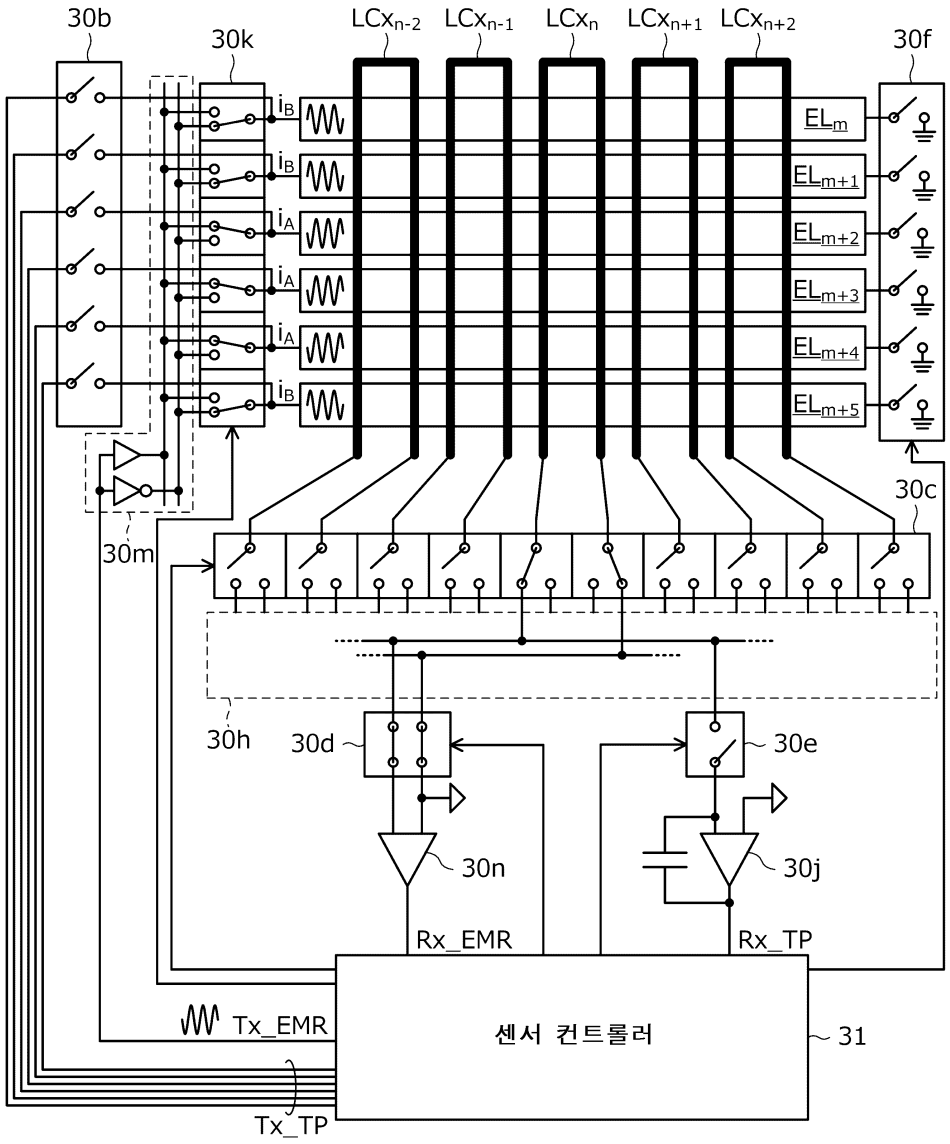
도면23


30b
30k
LCx$_{n-2}$
LCx$_{n-1}$
LCx$_n$
LCx$_{n+1}$
LCx$_{n+2}$
30f
EL$_m$
EL$_{m+1}$
EL$_{m+2}$
EL$_{m+3}$
EL$_{m+4}$
EL$_{m+5}$
i_B
i_A
30c
30m
30h
30d
30e
30n
30j
Rx_EMR
Rx_TP
Tx_EMR
Tx_TP
센서 컨트롤러
31

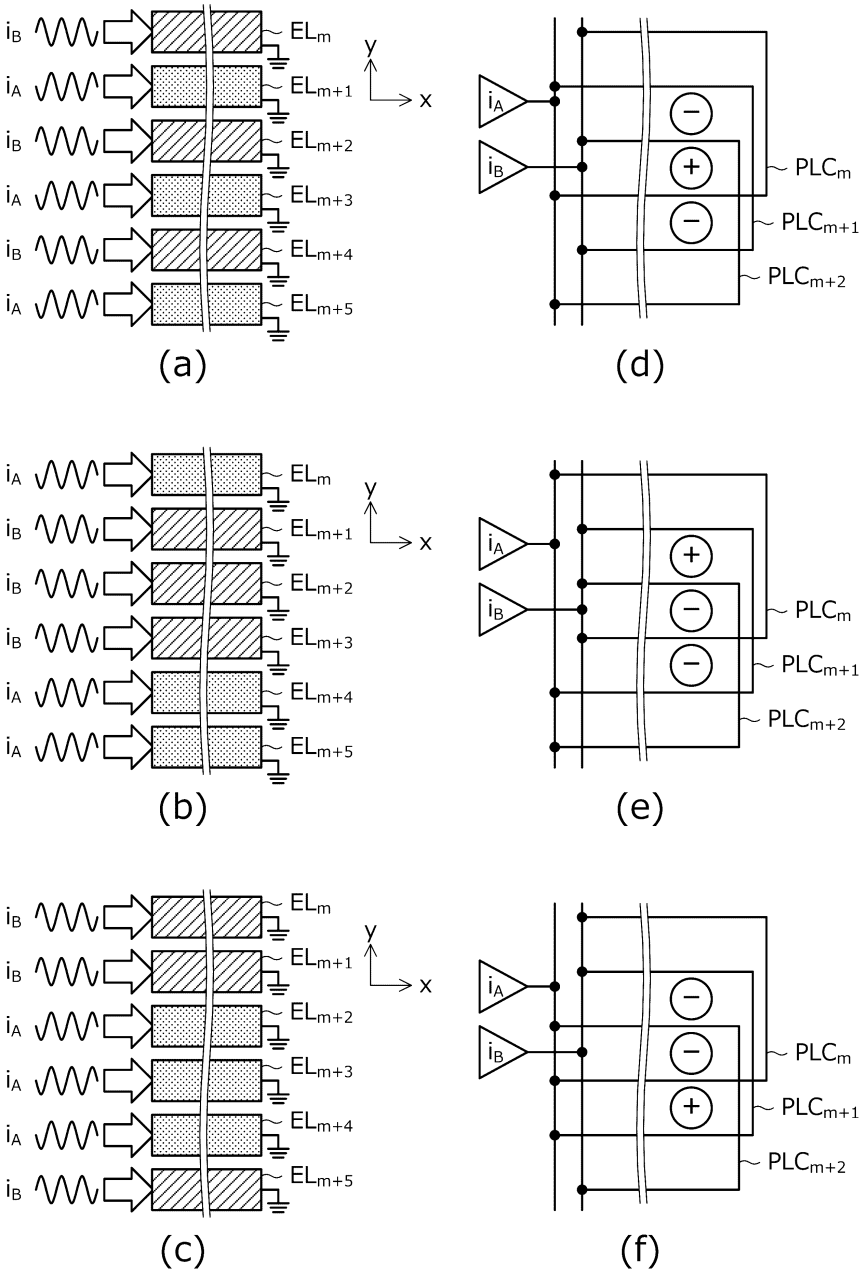
도면24


30b
30k
LCx$_{n-2}$
LCx$_{n-1}$
LCx$_n$
LCx$_{n+1}$
LCx$_{n+2}$
30f
EL$_m$
EL$_{m+1}$
EL$_{m+2}$
EL$_{m+3}$
EL$_{m+4}$
EL$_{m+5}$
i_B
i_A
i_A
i_A
i_B
i_B
30c
30m
30h
30d
30e
30n
30j
Rx_EMR
Rx_TP
Tx_EMR
Tx_TP
센서 컨트롤러
31

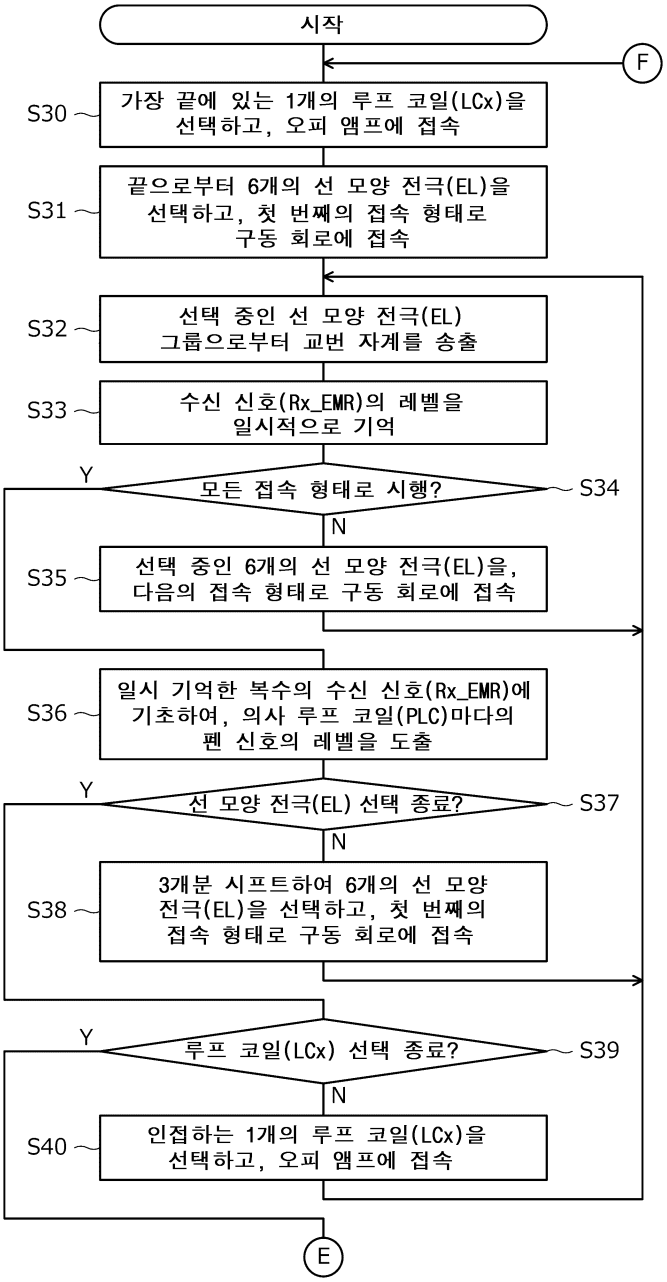
도면25


30b
30k
LCx$_{n-2}$
LCx$_{n-1}$
LCx$_n$
LCx$_{n+1}$
LCx$_{n+2}$
30f
EL$_m$
EL$_{m+1}$
EL$_{m+2}$
EL$_{m+3}$
EL$_{m+4}$
EL$_{m+5}$
i_B
i_A
30c
30m
30h
30d
30e
30n
30j
Rx_EMR
Rx_TP
Tx_EMR
Tx_TP
센서 컨트롤러
31

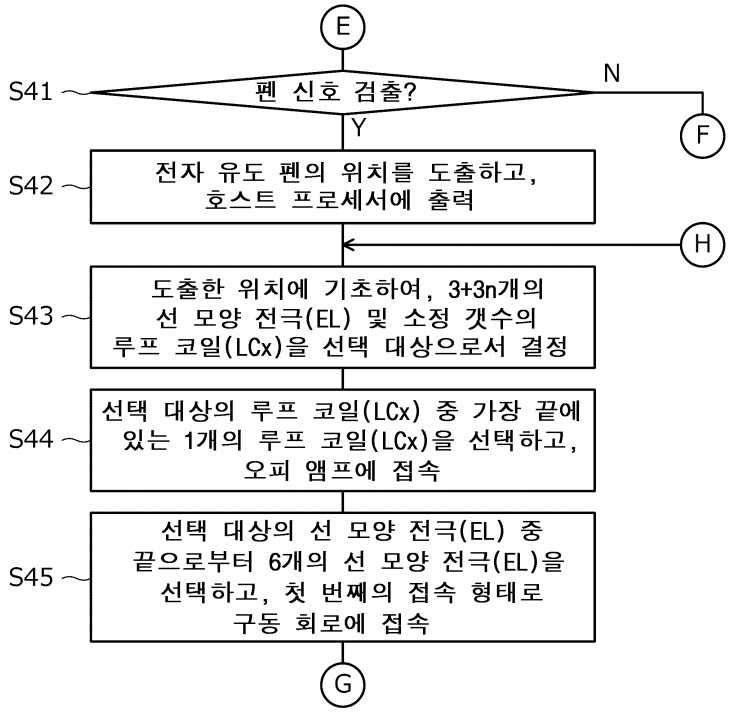
도면26


iB
iA
iB
iA
iB
iA
ELm
ELm+1
ELm+2
ELm+3
ELm+4
ELm+5
y
x
(a)
iA
iB
PLCm
PLCm+1
PLCm+2
(d)
iA
iA
iB
iB
iB
iA
iA
ELm
ELm+1
ELm+2
ELm+3
ELm+4
ELm+5
y
x
(b)
iA
iB
PLCm
PLCm+1
PLCm+2
(e)
iB
iB
iA
iA
iA
iB
ELm
ELm+1
ELm+2
ELm+3
ELm+4
ELm+5
y
x
(c)
iA
iB
PLCm
PLCm+1
PLCm+2
(f)

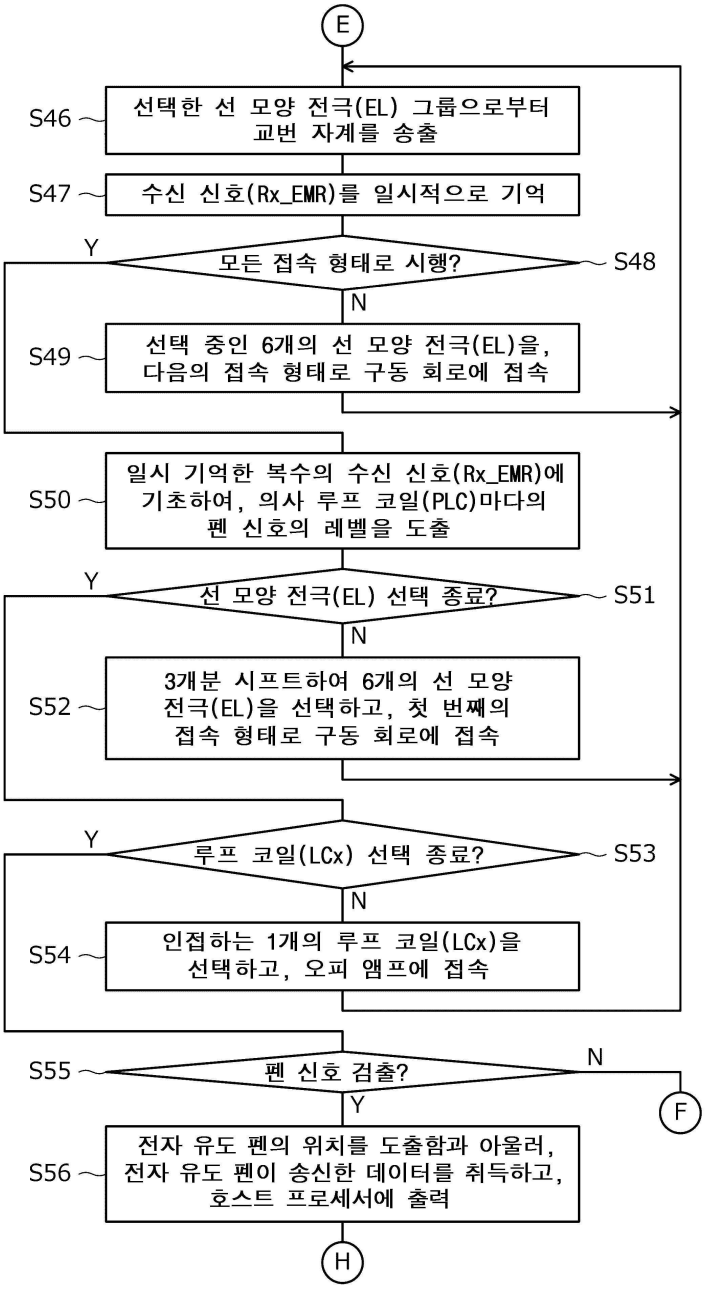
도면27


시작
F
S30
가장 끝에 있는 1개의 루프 코일(LCx)을 선택하고, 오피 앰프에 접속
S31
끝으로부터 6개의 선 모양 전극(EL)을 선택하고, 첫 번째의 접속 형태로 구동 회로에 접속
S32
선택 중인 선 모양 전극(EL) 그룹으로부터 교번 자계를 송출
S33
수신 신호(Rx_EMR)의 레벨을 일시적으로 기억
Y
모든 접속 형태로 시행?
S34
N
S35
선택 중인 6개의 선 모양 전극(EL)을, 다음의 접속 형태로 구동 회로에 접속
S36
일시 기억한 복수의 수신 신호(Rx_EMR)에 기초하여, 의사 루프 코일(PLC)마다의 펜 신호의 레벨을 도출
Y
선 모양 전극(EL) 선택 종료?
S37
N
S38
3개분 시프트하여 6개의 선 모양 전극(EL)을 선택하고, 첫 번째의 접속 형태로 구동 회로에 접속
Y
루프 코일(LCx) 선택 종료?
S39
N
S40
인접하는 1개의 루프 코일(LCx)을 선택하고, 오피 앰프에 접속
E

도면28


E
S41
펜 신호 검출?
N
Y
F
S42
전자 유도 펜의 위치를 도출하고,
호스트 프로세서에 출력
H
S43
도출한 위치에 기초하여, 3+3n개의
선 모양 전극(EL) 및 소정 갯수의
루프 코일(LCx)을 선택 대상으로서 결정
S44
선택 대상의 루프 코일(LCx) 중 가장 끝에
있는 1개의 루프 코일(LCx)을 선택하고,
오피 앰프에 접속
S45
선택 대상의 선 모양 전극(EL) 중
끝으로부터 6개의 선 모양 전극(EL)을
선택하고, 첫 번째의 접속 형태로
구동 회로에 접속
G

도면29


E
S46
선택한 선 모양 전극(EL) 그룹으로부터 교번 자계를 송출
S47
수신 신호(Rx_EMR)를 일시적으로 기억
Y
모든 접속 형태로 시행?
S48
N
S49
선택 중인 6개의 선 모양 전극(EL)을, 다음의 접속 형태로 구동 회로에 접속
S50
일시 기억한 복수의 수신 신호(Rx_EMR)에 기초하여, 의사 루프 코일(PLC)마다의 펜 신호의 레벨을 도출
Y
선 모양 전극(EL) 선택 종료?
S51
N
S52
3개분 시프트하여 6개의 선 모양 전극(EL)을 선택하고, 첫 번째의 접속 형태로 구동 회로에 접속
Y
루프 코일(LCx) 선택 종료?
S53
N
S54
인접하는 1개의 루프 코일(LCx)을 선택하고, 오피 앰프에 접속
S55
펜 신호 검출?
N
F
Y
S56
전자 유도 펜의 위치를 도출함과 아울러, 전자 유도 펜이 송신한 데이터를 취득하고, 호스트 프로세서에 출력
H