



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년07월04일
 (11) 등록번호 10-1957957
 (24) 등록일자 2019년03월07일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 G01D 5/245 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
 G01D 5/245 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7019622
- (22) 출원일자(국제) 2015년12월04일
 심사청구일자 2017년09월15일
- (85) 번역문제출일자 2017년07월14일
- (65) 공개번호 10-2017-0095989
- (43) 공개일자 2017년08월23일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2015/084130
- (87) 국제공개번호 WO 2016/098613
 국제공개일자 2016년06월23일
- (30) 우선권주장
 JP-P-2014-255350 2014년12월17일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌
 JP09005111 A*
 JP2530252 B2*
 KR1020090109854 A*
 영국 특허공개공보 GB2133889호(공개일
 1984.08.01)*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
 오리엔탈모터가부시끼가이샤
 일본국 도쿄도 다이포쿠 고지마 니쥬메 21-11
- (72) 발명자
 콘도, 다이키
 일본국 300-2635 이바라키 투쿠바-시 토코다이
 5-8-3 오리엔탈모터 가부시끼가이샤 내
- (74) 대리인
 특허법인에이아이피

전체 청구항 수 : 총 10 항

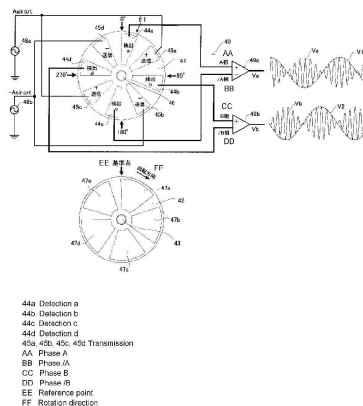
심사관 : 김기환

(54) 발명의 명칭 정전 인코더

(57) 요약

고정자(41) 및 회전자(42)에 배치되는 전극간의 정전 용량의 변화에 기초하여, 회전자의 회전각을 고 정밀도로 검출하는 정전 인코더(40)를 제공한다. 본 발명에 관한 정전 인코더는, 고정자(41)에 배치되는 검출 전극(44a~44d) 및 송신 전극(45a~45d)을 원주 방향에서 교대로 배치된다. 송신 전극 및 검출 전극이 교대로 배치됨으 (뒷면에 계속)

대표도



로써, 인접하는 검출 전극으로부터, 회전자(42)의 회전에 따라 진폭 변조되며, 90° 의 위상차를 갖는 검출 신호(A상, B상)가 출력된다. 이러한 90° 의 위상차를 갖는 검출 신호를 복조하여, 변조 신호(V1, V2)를 생성한다. 이러한 변조 신호에 리졸버 디지털(RD) 변환 처리를 적용하여, 회전자의 회전각을 구한다. 송신 전극 및 검출 전극을 교대로 배치하기 때문에, 변조 신호의 변위의 치우침을 억제함과 동시에, 검출 전극의 수를 저감할 수 있으며, 정전 인코더의 소형화를 달성할 수 있다.

명세서

청구범위

청구항 1

제1 및 제2 절연부재의 서로 대향하는 표면 위에 배치되는 전극에 의해 형성되는 정전 용량을 이용하여, 상기 제1 절연부재의 측정 방향의 변위를 계측하는 정전 인코더에 있어서, 상기 전극은,

상기 제1 절연부재에 미리 정해진 제1 전극 주기로 상기 측정 방향에서 등간격으로 배치되는 복수의 중계 전극과,

상기 제2 절연부재에 미리 정해진 제2 전극 주기로 상기 측정 방향에서 등간격으로 배치되는 복수의 송신 전극 및 검출 전극이며, 상기 복수의 송신 전극 및 상기 검출 전극은, 상기 측정 방향에서 교대로 배치되는, 복수의 송신 전극 및 검출 전극으로 구성되고,

상기 제2 전극 주기는, 상기 제1 전극 주기와는 다른 미리 정해진 전극 주기로 설정되며, 상기 복수의 송신 전극에 고주파 신호 및 상기 고주파 신호를 반전한 반전 고주파 신호를 원주 방향에서 교대로 전달하면, 인접하는 상기 검출 전극간에 검출되는 검출 신호가 90° 의 위상차를 갖는 것을 특징으로 하는 정전 인코더.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 제1 절연부재는 원판 형상의 회전자이며, 또한 상기 제2 절연부재는 원판 형상의 고정자인 것을 특징으로 하는 정전 인코더.

청구항 3

삭제

청구항 4

청구항 2에 있어서, 상기 검출 전극으로 검출되는 90° 의 위상차를 갖는 검출 신호에 따라, 상기 회전자의 회전각을 구하는 것을 특징으로 하는 정전 인코더.

청구항 5

청구항 2에 있어서, 상기 복수의 중계 전극은, 상기 회전자의 중심으로부터 방사 형상으로 확장되는 사다리꼴 형상이며, 또한 상기 송신 전극 및 상기 검출 전극은, 상기 고정자의 중심으로부터 방사 형상으로 확장되는 사다리꼴 형상인 것을 특징으로 하는 정전 인코더.

청구항 6

제1 및 제2 절연부재의 서로 대향하는 표면 위에 배치되는 전극에 의해 형성되는 정전 용량을 이용하여, 상기 제1 절연부재의 측정 방향의 변위를 계측하는 정전 인코더에 있어서, 상기 전극은,

상기 제1 절연부재에 미리 정해진 제1 전극 주기로 상기 측정 방향에서 등간격으로 배치되는 복수의 중계 전극과,

상기 제2 절연부재에 미리 정해진 제2 전극 주기로 상기 측정 방향에서 등간격으로 배치되는 복수의 송신 전극 및 검출 전극이며, 상기 복수의 송신 전극 및 상기 검출 전극은, 상기 측정 방향에서 교대로 배치되는, 복수의 송신 전극 및 검출 전극으로 구성되고,

상기 제1 절연부재는 원판 형상의 회전자이며, 또한 상기 제2 절연부재는 원판 형상의 고정자이고,
 상기 고정자에 4nm개의 상기 송신 전극 및 상기 검출 전극을 각각 배치하고, 또한 상기 회전자에 X개의 상기 중
 계 전극을 배치하는 경우,

$$X/4n=m \pm 0.25$$

의 관계를 만족하고,

n 및 m은, 1 이상의 자연수인, 것을 특징으로 하는 정전 인코더.

청구항 7

청구항 6에 있어서, 상기 검출 전극 내의 제1 검출 전극에서 검출된 검출 신호와 상기 제1 검출 전극에서 원주
 방향으로 m개 떨어진 제2 검출 전극에서 검출된 검출 신호에 기초하여, 상기 회전자의 회전각을 구하는 것을 특
 징으로 하는 정전 인코더.

청구항 8

원판 형상의 회전자 및 고정자의 서로 대향하는 표면 위에 배치되는 전극에 의해 형성되는 정전 용량을 이용하
 여 상기 회전자의 회전각을 측정하는 정전 인코더에 있어서, 상기 전극은,

상기 회전자의 원주 방향으로 형성되는 외층 및 내층의 각각에 상기 원주 방향에서 등간격으로 배치되는 복수의
 중계 전극과,

상기 고정자의 원주 방향으로 형성되는 외층 및 내층의 각각에 상기 원주 방향에서 등간격으로 배치되는 복수의
 송신 전극 및 검출 전극이며, 상기 복수의 송신 전극 및 상기 검출 전극은, 상기 원주 방향에서 교대로 배치되
 는, 복수의 송신 전극 및 검출 전극으로 구성되고,

상기 복수의 송신 전극에 고주파 신호 및 상기 고주파 신호를 반전한 반전 고주파 신호를 상기 원주 방향에서
 교대로 전달하면, 상기 외층의 상기 검출 전극과 상기 내층의 상기 검출 전극 사이에 90°의 위상차를 갖는 검
 출 신호가 검출되는 것을 특징으로 하는 정전 인코더.

청구항 9

청구항 8에 있어서, 상기 고정자의 외층에 배치되는 상기 복수의 송신 전극 및 검출 전극은, 상기 회전자의 외
 층에 배치되는 상기 복수의 중계 전극과 동일한 전극 주기로 배치되며, 또한 상기 고정자 내층에 배치되는 상기
 복수의 송신 전극 및 검출 전극은, 상기 회전자 내층에 배치되는 상기 복수의 중계 전극과 동일한 전극 주기로
 배치되는 것을 특징으로 하는 정전 인코더.

청구항 10

청구항 8에 있어서, 상기 고정자 내층에 배치되는 상기 복수의 송신 전극 및 검출 전극은, 상기 고정자의 외층
 에 배치되는 상기 복수의 송신 전극 및 검출 전극에 대해 원주 방향의 미리 정해진 각도만큼 어긋나게 배치되는
 것을 특징으로 하는 정전 인코더.

청구항 11

삭제

청구항 12

청구항 8에 있어서, 상기 외층의 검출 전극 및 상기 내층의 검출 전극에서 검출되는 90°의 위상차를 갖는 검출

신호에 기초하여, 상기 회전자의 회전각을 구하는 것을 특징으로 하는 정전 인코더.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 정전 인코더에 관하여, 보다 상세하게는, 정전 인코더의 고정자 및 회전자에 형성된 전극의 배치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 도 1에 도시한 바와 같이, 정전 인코더(10)는, 고정자(11) 위에 송신 전극(12)과 검출 전극(13)을, 또한 그들 전극에 대향하는 위치에 배치되는 이동자(14) 위에 중계 전극(15)을 가진다. 고주파 신호(16)가 송신 전극(12)에 인가되면, 고주파 신호(16)는, 송신 전극(12)과 중계 전극(15) 사이에 형성되는 정전 용량(Ctc) 및 중계 전극(15)과 검출 전극(13) 사이에 형성되는 정전 용량(Ccs)을 통해 검출 전극(13)에 전달된다. 정전 용량(Ctc) 및 정전 용량(Ccs)은, 이동자(14)의 이동에 따른 송신 전극(12), 중계 전극(15), 및 검출 전극(13)의 대향 관계에 의해 변화하기 때문에, 검출 전극(13)에 나타난 고주파 신호를 신호처리회로(17)에서 처리하여, 이동자(14)의 위치를 검출할 수 있다. 정전 인코더를 이용하여, 이동자의 위치를 검출하는 원리는, 이하대로이다.

[0003] 도 2를 참조하여, 정전 인코더(10)의 송신 전극(12)에 고주파 신호(16)가 인가된다. 고주파 신호(16)는, 송신 전극(12)과 중계 전극(15) 사이에 형성되는 정전 용량(Ctc)에 의해 중계 전극(15)에 정전 유도에 의한 전위를 생성시키고, 또한 그 유도 전위는, 중계 전극(15)과 검출 전극(13) 사이에 형성되는 정전 용량(Ccs)에 의해 검출 전극(13)에 검출 신호(18)를 생성시킨다. 송신 전극(12)과 중계 전극(15) 사이의 정전 용량(Ctc)은 고정되며, 변화가 없다고 가정하면, 이동자(14)의 이동에 의해 정전 용량(Ccs)이 변화하고, 검출 신호(18)는, 고주파 신호(16)를 진폭 변조한 파형이 된다. 신호처리회로(17)는, 이 진폭 변조한 신호 성분을 검출함으로써, 이동자의 위치를 산출할 수 있다.

[0004] 상술한 정전 인코더에 의한 위치 검출의 기본 원리에 따라, 미국특허 제4,429,307호(특허문헌 1)는, 송신 요소(56, 58), 수신 요소(60), 및 도전 요소(50, 52)를 원판 형상의 고정 디스크(48) 및 이동 디스크(46) 위에 각각 배치한 정전 인코더를 개시한다(특허문헌 1의 도 7 및 도 8 참조). 도 3에 상기 미국특허의 도 8에 그려진 원판 형상의 고정 디스크(48)를 도시한다. 상기 미국특허에 개시된 정전 인코더에서는, 고정 디스크(48)의 송신 요소(56, 58)로부터 송신된 송신 신호($Asin\omega t$, $-Asin\omega t$)는, 도전 요소(50, 52)에서 중계되며, 수신 요소(60)에서 검출된다. 이동 디스크(46)가 회전함으로써, 도전 요소(50, 52)와 수신 요소(60) 사이의 정전 용량은, 변화한다. 이 용량의 변화가 전위의 변화로서 검출되며, 2개의 서로 90°의 위상차를 갖는 정현파 형상으로 변조된 출력 신호를 얻을 수 있다. 이들 출력 신호의 포락선(진폭 변조) 성분으로부터 이동 디스크(46)의 회전 변위량을 검출할 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 특허문헌 1: 미국특허 제 4,429,307호 명세서

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 도 3에 도시한 종래의 정전 인코더에서는, 송신 요소(56, 58)와 수신 요소(60)의 형상이 다르기 때문에, 송신 요소(56, 58)와 도전 요소(50, 52) 사이의 정전 인코더의 동작상 바람직하지 않은 기생 용량, 혹은 도전 요소(50, 52)와 수신 요소(60) 사이의 기생 용량의 크기가 송신 요소 및 수신 요소마다 다르다. 그 결과, 수신 요소(60)로부터의 출력 신호의 진폭 변조 전압이 양극과 음극 중 어느 쪽에 치우친다고 하는 과제가 있었다. 특히, 이동 디스크(46) 및 고정 디스크(48)의 간격이 넓어지면, 출력 신호에 있어서의 진폭 변조 전압의 치우침이 증가한다. 또한, 수신 요소(60)의 수가 많기 때문에, 고정 디스크(48)를 소형화로 하는 것이 구조상 어렵다고 하는 과제가 있었다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명은, 제1 및 제2 절연부재의 서로 대향하는 표면 위에 배치되는 전극에 의해 형성되는 정전 용량을 이용하여 절연부재간의 측정 방향의 변위를 측정하는 정전 인코더에 관하여, 제1 절연부재에 미리 정해진 제1 전극 주기로 측정 방향에서 2 또는 그 이상의 중계 전극이 배치되며, 또한 제2 절연부재에 제1 전극 주기와는 다른 미리 정해진 제2 전극 주기로 측정 방향에서 송신 전극 및 검출 전극이 교대로 배치되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0008] 상술한 과제를 해결하기 위해, 본 발명은, 송신 전극 및 검출 전극을 측정 방향에서 교대로 배치하는 전극 배치를 채용한 결과, 모든 전극의 형상이 동일해지기 때문에, 출력 신호의 진폭 변조 전압이 양극과 음극 중 어느 쪽에 치우친다는 과제를 저감할 수 있는 것과 동시에, 제1 및 제2 절연부재간 간격의 변동에 대해서, 출력 신호에 있어서의 진폭 변조 전압 변동의 치우침을 더욱 저감하는 것이 가능해진다. 또한, 검출 전극의 수를 저감함으로써, 방사 형상으로 배치한 전극의 수를 저감할 수 있으며, 정전 인코더의 소형화에 기여할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0009] 도 1: 정전 인코더의 기본 원리를 설명하는 도이다.
- 도 2: 도 1에 도시한 구성인 정전 인코더의 동작을 설명하기 위한 도이다.
- 도 3: 종래의 정전 인코더의 전극 배치의 일례를 도시한 도이다.
- 도 4: 본 발명의 제1 실시예에 관한 정전 인코더의 기본 원리를 설명하는 도이다.
- 도 5: 도 4에 도시한 정전 인코더의 고정자의 전극과 회전자의 전극 사이에 형성되는 정전 용량의 관계를 도시한 도이다.
- 도 6: 전극의 배치와 검출 신호의 관계를 설명하기 위한 도를 도시한다.
- 도 7: 본 발명의 제2 실시예에 관한 정전 인코더의 결선도를 도시한다.
- 도 8: 회전자의 회전에 의한 중계 전극과 송신 전극 및 검출 전극의 대향 관계를 도시한 도이다.
- 도 9: 회전자의 회전에 의한 대향 면적의 변화를 도시한 파형도이다.
- 도 10: 회전자의 회전에 응답하여 출력되는 변조 신호를 도시한 그래프이다.
- 도 11: 중계 전극의 전극 수가 X(2에서 50)인 경우의 송신 전극, 검출 전극, 및, 중계 전극의 전극수의 조합을 도시한 표이다.
- 도 12: 본 발명에 관한 제3 실시예에 관한 정전 인코더의 결선도를 도시한다.
- 도 13: 내층에 배치된 전극간의 상대적인 위치 관계, 및, 회전자의 회전에 의한 대향 면적의 변화에 따른 차동 출력(A상 계통)의 변화를 도시한 파형도를 나타낸다.
- 도 14: 외층에 배치된 전극간의 상대적인 위치 관계, 및, 회전자의 회전에 의한 대향 면적의 변화에 따른 차동 출력(B상 계통)의 변화를 도시한 파형도를 도시한다.
- 도 15: 회전자의 회전에 응답하여 출력되는 변조 신호를 도시한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 도 4는, 본 발명의 제1 실시예에 관한 회전형 정전 인코더(40)의 출력 신호를 얻는 기본 원리를 설명하는 도이다. 정전 인코더(40)는, 고정자(41)와 회전자(42) 위에 형성된 전극면을 대향하여 배치되며, 회전자(42)는 중심축(43)에 회전 가능하게 결합된다. 고정자(41)는, 검출 전극(44a~44d), 및, 송신 전극(45a~45d)을 중심축(46)으로부터 방사 형상으로 배치한다. 검출 전극(44a~44d)과 송신 전극(45a~45d)은, 고정자(41)의 원주 방향에서 교대로 또한 등간격으로 배치된다. 회전자(42)는, 중계 전극(47a~47e)을 중심축(43)으로부터 방사 형상으로, 또한 등간격으로 배치된다. 고정자(41) 및 회전자(42)는, 예를 들면 직경 40mm, 두께 2mm의 유리 에폭시 기재의 프린트 기판으로 작성되며, 그 위에 동박(銅箔)의 전극 패턴이 에칭에 의해 형성되지만, 다른 재료 혹은 다른 방법으로 형성될 수 있다(이하 기술한 다른 실시예도 마찬가지이다). 고정자(41) 및 회전자(42)는, 전극면이 약 0.1

mm의 간격으로 대향하도록 배치된다. 이상과 같이, 도 4에 도시한 정전 인코더(40)는, 4극의 검출 전극 및 4극의 송신 전극을 배치하는 고정자(41), 및, 5극의 중계 전극을 배치하는 회전자(42)로 이루어진 실시예이다.

[0011] 고주파 신호($Asin\omega t$)(48a)는, 송신 전극(45a, 45c)에, 또한 고주파 신호(48a)의 위상을 반전시킨 고주파 신호($-Asin\omega t$)(48b)는, 송신 전극(45b, 45d)에 전달된다. 여기서, A는 전압, ω 은 각속도, t는 시간을 각각 나타낸다. 검출 전극(44a, 44c)은, 차동연산 증폭회로(49a)의 비반전 입력 및 반전 입력에 각각 결합되며, 또한 검출 전극(44b, 44d)은, 차동연산 증폭회로(49b)의 비반전 입력 및 반전 입력에 각각 결합된다.

[0012] 상술한 바와 같이 배치된 정전 인코더(40)의 회전자(42)가 중심축(43)을 중심으로 회전하면, 연산증폭회로(49a)는, 검출 전극(44a)에서 검출된 A상의 검출 신호와 검출 전극(44c)에서 검출된 /A상의 검출 신호의 차분을 취하고, 진폭 변조된 출력 신호(V_a)를 출력한다. 또한, 연산증폭회로(49b)는, 검출 전극(44b)에서 검출된 B상의 검출 신호와 검출 전극(44d)에서 검출된 /B상의 검출 신호의 차분을 취하고, 진폭 변조된 출력 신호(V_b)를 출력한다. 이러한 출력 신호(V_a, V_b)는, 고주파 신호(48a, 48b)가 고정자(41) 위의 전극과 회전자(42) 위의 전극 사이에 형성된 정전 용량을 통해 전달된 신호로부터 얻은 신호이며, 회전자(42)의 회전에 의해 생기는 정전 용량의 변화에 따라 진폭 변조된다. 고주파 신호(48a, 48b)가 그 정전 용량을 경유하여 연산증폭회로(49a)에 전달하는 경로를 도 5에 모식적으로 도시한다.

[0013] 도 5는, 회전자(42)의 기준점(도 4)이 고정자(41)의 기준 위치(0°)로부터 회전각 θ 1만큼 회전할 때, 검출 전극(44a, 44c)이 중계 전극(47a~47e)을 통해 송신 전극(45a~45d)과 형성하는 정전 용량을 설명하기 위한 도이다. 고정자(41) 및 회전자(42) 위의 전극은 원주 형상으로 배치되어 있지만, 도 5는, 전극간에 형성된 정전 용량을 설명하기 위해, 송신 전극, 검출 전극, 및, 중계 전극을 편의적으로 직선 모양으로 그린다.

[0014] 도 5에 도시한 전극의 위치 관계에서는, 송신 전극(45d)은, 중계 전극(47e)과 대향하고, 그들 사이에 정전 용량(C1)을 형성한다. 또한, 송신 전극(45a)은, 중계 전극(47a)과 대향하고, 그들 사이에 정전 용량(C4)을 형성한다. 또한, 검출 전극(44a)은, 중계 전극(47e) 및 중계 전극(47a) 사이에 각각 정전 용량(C2, C3)을 형성한다. 송신 전극(45b, 45c)은, 중계 전극(47c)과 각각 정전 용량(C5, C7)을 형성한다. 또한, 검출 전극(44c)은, 중계 전극(47c)과 정전 용량(C6)을 형성한다.

[0015] 도 5에 도시한 정전 용량의 분포 상태에 있어서, A상에 관한 검출 신호에 관하여, 송신 전극(45a)에 인가된 고주파 신호($Asin\omega t$)(48a)는, 정전 용량(C4)을 통해 중계 전극(47a)에 고주파 신호를 유도하고, 그 유도된 고주파 신호는, 다시 정전 용량(C3)을 경유하여 검출 전극(44a)에 전달된다. 또한, 송신 전극(45d)에 인가된 반전 고주파 신호($-Asin\omega t$)(48b)는, 정전 용량(C1)을 통해 중계 전극(47e)에 고주파 신호를 유도하고, 그 유도된 고주파 신호는, 다시 정전 용량(C2)을 경유하여 검출 전극(44a)에 전달된다. /A상에 관한 검출 신호에 관하여, 송신 전극(45b)에 인가된 반전 고주파 신호(48b)는, 정전 용량(C5)을 통해 중계 전극(47c)에 고주파 신호를 유도하고, 그 유도된 고주파 신호는, 다시 정전 용량(C6)을 경유하여 검출 전극(44c)에 전달된다. 또한, 송신 전극(45c)에 인가된 고주파 신호(48a)는, 정전 용량(C7)을 통해 중계 전극(47c)에 고주파 신호를 유도하고, 그 유도된 고주파 신호는, 다시 정전 용량(C6)을 경유하여 검출 전극(44c)에 전달된다. 또한, B상 및 /B상에 관한 검출 신호(도 4)에 관해서도, 상술한 바와 같이, 전극간에 분포하는 정전 용량을 경유하여 고주파 신호가 검출 전극에 전달된다.

[0016] 상술한 전극간의 정전 용량을 경유하여, 검출 전극(44a) 및 검출 전극(44c)에 전달되는 고주파 신호는, 연산증폭회로(49a)의 비반전 입력 및 반전 입력에 인가되고, 그들 입력 신호에 대한 차동 증폭 연산을 실행함으로써, 출력 신호(V_a)를 얻을 수 있다. 도 5는, A계통(A상, /A상의 검출 신호를 유도하는 계통)의 정전 용량의 분포를 도시하지만, B계통(B상, /B상의 검출 신호를 유도하는 계통)의 정전 용량의 분포는 도시하지 않았다. 그렇지만, A계통과 같은 회로에 의해 B계통으로부터의 출력 신호(V_b)를 얻을 수 있다. 출력 신호(V_a, V_b)를 복조함으로써, 출력 신호(V_a, V_b)의 진폭 변조 성분인 변조 신호(V_1, V_2)를 얻을 수 있다. 변조 신호(V_2)는, 변조 신호(V_1)에 대해서 90° 의 위상차를 갖기 때문에, 변조 신호(V_1) 및 변조 신호(V_2)에 대해서 주지의 리졸버 디지털(RD : resolver digital) 변환 처리를 적용하여, 회전자(42)의 회전각을 구할 수 있다.

[0017] 도 4에 도시한 고정자(41) 및 회전자(42)에 배치된 검출 전극(44a~44d)으로부터 90° 의 위상차를 갖는 검출 신호가 출력되는 원리에 대해 설명한다. 도 6(1)은, 중계 전극, 검출 전극, 및, 송신 전극을 같은 전극 주기(같은 전극 수)로 배치하는 구성을 도시한다. 도 6(1)에 도시한 배치에서는, 송신 전극(+송신(a1), -송신(b1), ...)에 고주파 신호($Vsin\omega t$) 및 반전 고주파 신호($-Vsin\omega t$)가 교대로 전달된다. 그 결과, 검출 전극(a1, b1, ...)은, 고주파 신호($Vsin\omega t$)(A상)와, 반전 고주파 신호($-Vsin\omega t$)(/A상)를 교대로 출력한다. 이에 대해, 도 6(2)에 도시한 배치는, 중계 전극을 배치하는 전극 주기를 검출 전극 및 송신 전극을 배치하는 전극 주

기와 다르게 하므로, 인접하는 검출 전극간에 검출되는 검출 신호에 위상차가 생긴다. 인접 검출 신호간에 90°의 위상차가 생기도록, 중계 전극의 전극 주기에 대한 검출 전극 및 송신 전극의 전극 주기를 조정한다. 그 결과, 검출 전극(a2, b2, . . .)은, A상(Vsinωt), B상(Acosωt), /A상(-Vsinωt), /B상(-Acosωt)의 순서로 검출 신호를 출력한다.

[0018] 상술한 바와 같이, 송신 전극에 인가된 고주파 신호는, 중계 전극을 경유하여 검출 전극에 전달되며, 그 검출 전극에서 검출된 검출 신호로부터 출력 신호가 구해진다. 고정자 및 회전자에 형성된 전극간의 정전 용량은, 회전자의 회전에 따라 변화하고, 그 변화에 의해 출력 신호의 진폭이 변화한다. 고정자 및 회전자는 밀접하기 때문에, 전극간의 정전 용량은, 중계 전극의 표면으로부터 직각 방향의 송신 전극 및 검출 전극의 표면의 면적(대향 면적)에 거의 대응한다고 생각된다. 즉, 출력 신호의 진폭의 변화는, 회전자의 회전에 의한 대향 면적의 변화에 대응한다. 따라서, 회전자의 회전에 의한 대향 면적의 변화는, 출력 신호의 파형을 도출하기 때문에 중요하다.

[0019] 도 7은, 본 발명의 제2 실시예에 관한 회전형 정전 인코더(70)의 결선도를 도시한다. 도 7에 도시한 정전 인코더(70)는, 고정자(71)가 8극의 검출 전극 및 8극의 송신 전극을, 또한 회전자(72)가 10극의 중계 전극을 갖는 실시예를 도시한다. 정전 인코더(70)는, 고정자(71)와 회전자(72) 위에 형성된 전극면이 대향하여 배치되며, 회전자(72)는 중심축(73)에 회전 가능하게 결합된다. 고정자(71)는, 검출 전극(74a~74h), 및, 송신 전극(75a~75h)을 고정자(71)의 중심축(76)으로부터 방사 형상으로 배치한다. 검출 전극(74a~74h)과 송신 전극(75a~75h)은, 고정자(71)의 원주 방향에서 교대로 등간격으로 배치된다. 회전자(72)는, 중계 전극(77a~77j)을 회전자(72)의 중심축(73)으로부터 방사 형상으로 또한 등간격으로 배치된다. 고주파 신호(Vsinωt)(78a)는, 송신 전극(75a, 75c, 75e, 75g)에 접속된다(배선은 도시하지 않음). 또한, 고주파 신호(78a)의 위상을 반전시킨 고주파 신호(-Vsinωt)(78b)는, 송신 전극(75b, 75d, 75f, 75h)에 접속된다. 여기서, V는 전압, ω는 각속도, t는 시간을 각각 나타낸다. 검출 전극(74a, 74e)(A상)은, 연산증폭회로(79a)의 비반전 입력에, 검출 전극(74c, 74g)(/A상)은, 연산증폭회로(79a)의 반전 입력에 각각 결합된다. 또한, 검출 전극(74b, 74f)(B상)은, 연산증폭회로(79b)의 비반전 입력에, 검출 전극(74d, 74h)(/B상)은, 연산증폭회로(79b)의 반전 입력에 각각 결합된다.

[0020] 상술한 바와 같이 배치된 정전 인코더(70)의 회전자(72)가 중심축(73)을 중심으로 회전하면, 연산증폭회로(79a, 79b)는, 진폭 변조된 출력 신호(Va, Vb)를 출력한다. 이들 출력 신호(Va, Vb)는, 고주파 신호(78a) 및 반전 고주파 신호(78b)가 고정자(71) 위의 전극과 회전자(72) 위의 전극 사이에 형성된 정전 용량을 통해 전달된 신호로부터 얻은 신호이다. 거기서, 송신 전극과 중계 전극 사이의 대향 면적, 및, 중계 전극과 검출 전극 사이의 대향 면적이 회전자의 회전에 의해 어떻게 변화할지를, 이하 검토한다.

[0021] 도 8은, 회전자(72)가 회전할 때의 중계 전극(77a~77j)과 검출 전극(74a~74h) 및 송신 전극(75a~75h)의 대향 관계를 도시한 도이다. 검출 전극, 송신 전극, 및, 중계 전극은, 고정자 및 회전자 위에 원주 형상으로 배치되지만, 도 8은, 대향 관계를 명확하게 하기 위해 직선 상에 그린다. 회전자(72)의 기준점(도 7)이 고정자의 기준 위치(0°)로부터 회전한다고 상정하고, 회전자(72)가 9°, 18°, 27°, 36°, . . . , 351°, 360° 회전할 때의 중계 전극(77a~77j)의 각각의 위치를 도시한다.

[0022] 도 9는, 회전자(72)가 회전할 때의 대향 면적의 변화를 도시한 파형도이다. 도 8을 참조하여, 송신 전극과 중계 전극 사이의 대향 면적의 변화를 설명한다. 우선, 도 9(1)는, 송신 전극(75a)와 중계 전극 사이의 대향 면적의 변화를 도시한다. 회전자(72)의 기준점이 고정자(71)의 0°의 위치에 있는 경우(회전각θ=0°), 도 7을 참조하면, 송신 전극(75a)은 중계 전극(77a)과 부분적으로(송신 전극(75a)의 반과) 대향한다. 회전자(72)의 회전이 진행하면, 중계 전극(77a)은, 송신 전극(75a)에 대한 대향 면적을 증가시키고, 회전각이 0°과 9°의 중간(회전각θ=4.5°)에서, 송신 전극(75a)의 전면이 중계 전극(77a)과 대향한다. 이 시점에서 대향 면적은 최대가 되고, 회전자(72)가 18°와 27°의 중간인 회전각(회전각θ=22.5°)이 될 때까지, 최대 대향 면적이 유지된다. 회전자(72)가 회전각 22.5°를 넘으면, 중계 전극(77a)과의 대향 면적은 감소로 변하고, 회전자(72)의 회전각이 27°와 36°의 중간(회전각θ=31.5°)에서, 송신 전극(75a)과 중계 전극(77a) 사이의 대향 관계는 없어지고, 대향 면적은 제로가 된다. 회전자(72)의 회전각이 31.5°를 넘으면, 중계 전극(77j)이 송신 전극(75a)과 대향 관계를 개시한다. 회전자(72)의 회전각이 36°에 이르면, 송신 전극(75a)과 중계 전극(77j) 사이의 대향 관계는, 회전각이 0°에 있어서의 송신 전극(75a)과 중계 전극(77a) 사이의 대향 관계와 같은 관계가 된다. 그 후, 도 9(1)에 도시한 바와 같이, 송신 전극(75a)과 중계 전극(77j, 77i, . . .) 사이의 대향 면적은, 같은 파형이 반복된다. 또한, 도 8에 도시한 바와 같이, 송신 전극(75e)의 중계 전극(77f)에 대한 대향 관계는, 송신 전극(75a)의 중계 전극(77a)에 대한 대향 관계와 같은 관계이므로, 송신 전극(75e)과 중계 전극 사이의 대향 면적의 변화는,

도 9(1)에 도시한 파형과 같은 파형이다.

[0023] 상술한 바와 같은 순서에 따라, 다른 송신 전극과 중계 전극 사이의 대향 면적의 변화를 얻는다. 도 9(2)는, 송신 전극(75c)(75 g)과 중계 전극 사이의 대향 면적의 변화를 도시한다. 또한, 도 9(3)는, 송신 전극(75b)(75f)과 중계 전극 사이의 대향 면적의 변화를 도시한다. 또한, 도 9(4)는, 송신 전극(75d)(75h)과 중계 전극 사이의 대향 면적의 변화를 도시한다. 이상에 의해, 도 9(1)~(4)의 파형이 도시한 바와 같이, 회전자가 회전할 때의 송신 전극에서 본 중계 전극에 대한 대향 면적의 변화가 나타났다. 이어서, 검출 전극에서 본 중계 전극에 대한 대향 면적의 변화에 대해 검토한다.

[0024] 우선, 검출 전극(74a)과, 고주파 신호($V\sin\omega t$)가 전달되는 송신 전극(75a)에 대향하는 중계 전극 사이의 대향 면적의 변화를 구한다. 도 8에 도시한 바와 같이, 회전자(72)의 회전각이 0° 일 때, 송신 전극(75a)에 대향하는 중계 전극은, 중계 전극(77a)이다. 따라서, 중계 전극(77a)과 검출 전극(74a) 사이의 대향 면적의 변화를 구한다. 도 8에 도시한 바와 같이, 회전자(72)의 회전각이 0° 일 때, 검출 전극(74a)의 전면이 중계 전극(77a)과 대향 관계에 있다. 따라서, 도 9(5)에 도시한 바와 같이, 대향 면적은 회전각 0° 에서 최대를 나타낸다. 회전자(72)의 회전이 진행하면, 중계 전극(77a)은 도 8에서 오른쪽으로 이동하기 때문에, 중계 전극(77a)과 검출 전극(74a) 사이의 대향 면적은 감소된다. 회전자(72)의 회전각이 9° 에 이르면, 중계 전극(77a)과 검출 전극(74a) 사이의 대향 관계는 없어지고, 대향 면적은 제로가 된다. 그 후, 송신 전극(75a)에 대향하는 중계 전극이 검출 전극(74a)에 대향하는 상태는 아니고, 대향 면적은 제로를 유지한다. 회전자(72)가 27° 와 36° 의 중간인 회전각(회전각 $\theta=31.5^\circ$)에 이르면, 중계 전극(77j)이 송신 전극(75a)과 대향 관계를 개시한다. 그 결과, 중계 전극(77j)은 회전각 31.5° 로 검출 전극(74a)의 전면과 대향하므로, 중계 전극(77j)과 검출 전극(74a) 사이의 대향 면적은 단번에 최대치를 나타내게 된다. 그리고, 회전자(72)가 회전각 36° 에 이를 때까지, 최대 대향 면적이 유지된다. 그 후, 도 9(5)에 도시한 바와 같이, 검출 전극(74a)은, 후속하는 중계 전극(77i, 77h, \dots) 사이에 대향 관계를 가지며, 그들 사이의 대향 면적은, 중계 전극(77a)과 검출 전극(74a) 사이의 대향 면적의 변화와 같은 변화를 반복한다. 또한, 도 7에 도시한 바와 같이, 검출 전극(74e)의 중계 전극(77f)에 대한 대향 관계는, 검출 전극(74a)의 중계 전극(77a)에 대한 대향 관계와 같은 관계이므로, 검출 전극(74e)과 중계 전극(77f, 77e, \dots) 사이의 대향 면적의 변화는, 도 9(5)에 도시한 파형과 같은 파형이다.

[0025] 이어서, 검출 전극(74a)과, 반전 고주파 신호($-V\sin\omega t$)가 전달되는 송신 전극(75h)에 대향하는 중계 전극 사이의 대향 면적의 변화를 구한다. 도 8에 도시한 바와 같이, 회전자(72)의 회전각이 0° 일 때, 반전 고주파 신호를 공급하는 송신 전극(75h)에 대향하는 중계 전극은, 중계 전극(77j)이다. 따라서, 중계 전극(77j)과 검출 전극(74a) 사이의 대향 면적의 변화를 구한다. 회전자(72)의 회전각이 0° 일 때, 검출 전극(74a)은 중계 전극(77j)과 대향하고 있지 않기 때문에, 도 9(6)에 도시한 바와 같이, 회전각 0° 일 때, 중계 전극(77j)에 대한 대향 면적은 0을 나타내며, 회전각이 9° 에 이를 때까지, 그 대향 면적은 제로를 유지한다. 회전각이 9° 를 넘으면, 중계 전극(77j)과 검출 전극(74a) 사이의 대향 면적은 증가를 개시하며, 회전각 18° 에서 검출 전극(74a)의 전면이 중계 전극(77j)과 대향하고, 대향 면적은 최대가 된다. 그 후, 회전자(72)가 18° 와 27° 의 중간인 회전각(회전각 $\theta=22.5^\circ$)에 이를 때까지, 최대 대향 면적이 유지된다. 회전각이 22.5° 를 넘으면, 송신 전극(75h)과 중계 전극(77j) 사이의 대향 관계가 없어지므로, 검출 전극(74a)과 중계 전극(77j) 사이의 대향 면적은 단번에 제로로 취급된다. 그리고, 회전자(72)가 회전각 36° 가 될 때까지, 제로의 대향 면적이 유지된다. 그 후, 도 9(6)에 도시한 바와 같이, 검출 전극(74a)은, 후속하는 중계 전극(77i, 77h, \dots) 사이에 대향 관계를 가지며, 그들 사이의 대향 면적은, 중계 전극(77j)과 검출 전극(74a) 사이의 대향 면적의 변화와 같은 변화를 반복한다. 또한, 도 8에 도시한 바와 같이, 검출 전극(74a)의 중계 전극(77j)에 대한 대향 관계는, 검출 전극(74e)의 중계 전극(77e)에 대한 대향 관계와 같은 관계이므로, 검출 전극(74e)과 중계 전극 사이의 대향 면적의 변화는, 도 9(6)에 도시한 파형과 같은 파형이다.

[0026] 상술한 바와 같이, 도 9(5)에 검출 전극(74a)과, 고주파 신호가 전달되는 송신 전극(75a)에 대향하는 중계 전극 사이의 대향 면적의 변화가, 또한 도 9(6)에 검출 전극(74a)과, 반전 고주파 신호가 전달되는 송신 전극(75h)에 대향하는 중계 전극 사이의 대향 면적의 변화가 각각 나타났다. 같은 수법에 의해, 검출 전극(74b)과, 고주파 신호가 전달되는 송신 전극(75a)에 대향하는 중계 전극 사이의 대향 면적의 변화가 도 9(7)에, 검출 전극(74b)과, 반전 고주파 신호가 전달되는 송신 전극(75b)에 대향하는 중계 전극 사이의 대향 면적의 변화가 도 9(8)에, 또한 검출 전극(74c)과, 고주파 신호가 전달되는 송신 전극(75c)에 대향하는 중계 전극 사이의 대향 면적의 변화가 도 9(9)에, 검출 전극(74c)과, 반전 고주파 신호가 전달되는 송신 전극(75b)에 대향하는 중계 전극 사이의 대향 면적의 변화가 도 9(10)에, 또한 검출 전극(74d)과, 고주파 신호가 전달되는 송신 전극(75c)에 대향하는 중계 전극 사이의 대향 면적의 변화가 도 9(11)에, 검출 전극(74d)과, 반전 고주파 신호가 전달되는 송신 전극

(75d)에 대항하는 중계 전극 사이의 대항 면적의 변화가 도 9(12)에, 각각 도시된다. 또한, 검출 전극(74f, 74g, 74h)과 중계 전극 사이의 대항 면적의 변화는, 도 9(7)~도 9(12)에 도시한 파형과 같다.

[0027] 이상에 의해, 송신 전극과 중계 전극 사이의 대항 면적의 변화, 및, 중계 전극과 검출 전극 사이의 대항 면적의 변화가 각각 나타났다. 이들 대항 면적의 변화로부터, 회전자회전에 의한 송신 전극과 검출 전극 사이의 대항 면적의 변화를 구하고, 송신 전극에 공급된 고주파 신호(반전 고주파 신호)가 회전자회전에 의해 검출 전극에 어떻게 나타나는지를 검토한다. 검출 전극에 나타난 검출 신호의 전위는, 송신 전극에 인가되는 전위를 V 로 하면, 송신 전극과 중계 전극 사이의 정전 용량($C1$), 및, 중계 전극과 검출 전극 사이의 정전 용량($C2$)의 합성 용량으로부터, $V \cdot C1 \cdot C2 / (C1+C2)$ 로 구할 수 있다. 그렇지만, ($C1+C2$)항은 일정한 것에 가까운 신호 파형을 나타내므로, 검출 신호의 전위는, 합성 용량으로서 $C1 \cdot C2$ 의 값을 이용해도, $C1 \cdot C2 / (C1+C2)$ 의 값을 이용해도 거의 같은 형상의 신호 파형을 나타내므로, 이하 송신 전극과 검출 전극 사이의 대항 면적은, 계산의 간략함으로부터, 송신 전극과 중계 전극 사이의 대항 면적에 중계 전극과 검출 전극 사이의 대항 면적을 곱해서 구할 수 있다.

[0028] 검출 전극(74a)은, 송신 전극(75a)에 공급되며, 중계 전극을 경유하여 전달되는 고주파 신호를 수신함과 동시에, 송신 전극(75h)에 공급되며, 중계 전극을 경유하여 전달되는 반전 고주파 신호를 수신한다. 즉, 검출 전극(74a)에서 본 송신 전극(75a) 및 송신 전극(75h)에 대한 대항 면적의 변화는, 검출 전극(74a)에서 검출되는 검출 신호(A상)의 변화에 대응한다. 검출 전극(74a)에서 본 송신 전극(75a)에 대한 대항 면적은, 송신 전극(75a)과 송신 전극(75a)에 대항하는 중계 전극(77a, 77j, ...) 사이의 대항 면적(도 9(1))에, 송신 전극(75a)에 대항하는 중계 전극(77a, 77j, ...)과 검출 전극(74a) 사이의 대항 면적(도 9(5))을 곱한 값(제1 값)에 대응한다. 또한, 검출 전극(74a)에서 본 송신 전극(75h)에 대한 대항 면적은, 송신 전극(75h)과 송신 전극(75h)에 대항하는 중계 전극(77j, 77i, ...) 사이의 대항 면적(도 9(4))에, 송신 전극(75h)에 대항하는 중계 전극(77j, 77i, ...)과 검출 전극(74a) 사이의 대항 면적(도 9(6))을 곱한 값(제2 값)에 대응한다. 따라서, 검출 전극(74a)에서 본 송신 전극(75a) 및 송신 전극(75h)에 대한 대항 면적은, 송신 전극(75h)에 반전 고주파 신호가 공급되는 것을 고려하면, 제1 값에서 제2 값을 뺀 값이 되고, 그 변화는 회전자회전에 따라 도 9(13)에 그려지는 파형을 나타낸다.

[0029] 이어서, 상술한 바와 같이, 검출 전극(74b)은, 송신 전극(75a)에 공급되며, 중계 전극을 경유하여 전달되는 고주파 신호를 수신함과 동시에, 송신 전극(75b)에 공급되며, 중계 전극을 경유하여 전달되는 반전 고주파 신호를 수신한다. 즉, 검출 전극(74b)에서 본 송신 전극(75a) 및 송신 전극(75b)에 대한 대항 면적의 변화는, 검출 전극(74b)에서 검출되는 검출 신호(B상)의 변화에 대응한다. 검출 전극(74b)에서 본 송신 전극(75a)에 대한 대항 면적은, 송신 전극(75a)과 송신 전극(75a)에 대항하는 중계 전극(77a, 77j, ...) 사이의 대항 면적(도 9(1))에, 송신 전극(75a)에 대항하는 중계 전극(77a, 77j, ...)과 검출 전극(74b) 사이의 대항 면적(도 9(7))을 곱한 값(제3 값)에 대응한다. 또한, 검출 전극(74b)에서 본 송신 전극(75b)에 대한 대항 면적은, 송신 전극(75b)과 송신 전극(75b)에 대항하는 중계 전극(77c, 77b, ...) 사이의 대항 면적(도 9(3))에, 송신 전극(75b)에 대항하는 중계 전극(77c, 77b, ...)과 검출 전극(74b) 사이의 대항 면적(도 9(8))을 곱한 값(제4 값)에 대응한다. 따라서, 검출 전극(74b)에서 본 송신 전극(75a) 및 송신 전극(75b)에 대한 대항 면적은, 송신 전극(75b)에 반전 고주파 신호가 공급되는 것을 고려하면, 제3 값에서 제4 값을 뺀 값이 되고, 그 변화는 회전자회전에 따라 도 9(14)에 그려지는 파형을 나타낸다.

[0030] 또한, 검출 전극(74c)에서 본 송신 전극(75b) 및 송신 전극(75c)에 대한 대항 면적의 변화는, 검출 전극(74c)에서 검출되는 검출 신호(/A상)의 변화에 대응한다. 검출 전극(74c)에서 본 송신 전극(75c)에 대한 대항 면적은, 송신 전극(75c)과 송신 전극(75c)에 대항하는 중계 전극(77d, 77c, ...) 사이의 대항 면적(도 9(2))에, 송신 전극(75c)에 대항하는 중계 전극(77d, 77c, ...)과 검출 전극(74c) 사이의 대항 면적(도 9(9))을 곱한 값(제5 값)에 대응한다. 또한, 검출 전극(74c)에서 본 송신 전극(75b)에 대한 대항 면적은, 송신 전극(75b)과 송신 전극(75b)에 대항하는 중계 전극(77c, 77b, ...) 사이의 대항 면적(도 9(3))에, 송신 전극(75b)에 대항하는 중계 전극(77c, 77b, ...)과 검출 전극(74c) 사이의 대항 면적(도 9(10))을 곱한 값(제6 값)에 대응한다. 따라서, 검출 전극(74c)에서 본 송신 전극(75b) 및 송신 전극(75c)에 대한 대항 면적은, 송신 전극(75b)에 반전 고주파 신호가 공급되는 것을 고려하면, 제5의 값에서 제6의 값을 뺀 값이 되고, 그 변화는 회전자회전에 따라 도 9(15)에 그려지는 파형을 나타낸다.

[0031] 또한, 검출 전극(74d)에서 본 송신 전극(75c) 및 송신 전극(75d)에 대한 대항 면적의 변화는, 검출 전극(74d)에서 검출되는 검출 신호(/B상)의 변화에 대응한다. 검출 전극(74d)에서 본 송신 전극(75c)에 대한 대항 면적은, 송신 전극(75c)과 송신 전극(75c)에 대항하는 중계 전극(77d, 77c, ...) 사이의 대항 면적(도 9(2))에, 송신

전극(75c)에 대항하는 중계 전극(77d, 77c, . . .)과 검출 전극(74d) 사이의 대항 면적(도 9(11))을 곱한 값(제7 값)에 대응한다. 또한, 검출 전극(74d)에서 본 송신 전극(75d)에 대한 대항 면적은, 송신 전극(75d)과 송신 전극(75d)에 대항하는 중계 전극(77e, 77d, . . .) 사이의 대항 면적(도 9(4))에, 송신 전극(75d)에 대항하는 중계 전극(77e, 77d, . . .)과 검출 전극(74d) 사이의 대항 면적(도 9(12))을 곱한 값(제8 값)에 대응한다. 따라서, 검출 전극(74d)에서 본 송신 전극(75c) 및 송신 전극(75d)에 대한 대항 면적은, 송신 전극(75d)에 반전 고주파 신호가 공급되는 것을 고려하면, 제7 값에서 제8 값을 뺀 값이 되고, 그 변화는 회전자의 회전에 따라 도 9(16)에 그려지는 파형을 나타낸다.

[0032] 이상과 같이, 도 9(13)~(16)는, 검출 전극(74a, 74b, 74c, 74d)에서 본 고주파 신호를 송신하는 송신 전극 및 반전 고주파 신호를 송신하는 송신 전극에 대한, 회전자의 회전에 의한 대항 면적의 변화를 각각 도시한다. 그 결과, 검출 전극(74a, 74b, 74c, 74d)에서 검출되는 검출 신호의 파형은, 이들 대항 면적의 변화의 파형에 대응한다. 또한, 검출 전극(74e, 74f, 74g, 74h)의 송신 전극(75e, 75f, 75g, 75h)에 대한 위치 관계는, 검출 전극(74a, 74b, 74c, 74d)과 같은 위치 관계이므로, 검출 전극(74e, 74f, 74g, 74h)에서 본 고주파 신호를 송신하는 송신 전극 및 반전 고주파 신호를 송신하는 송신 전극에 대한, 회전자의 회전에 의한 대항 면적의 변화는, 검출 전극(74a, 74b, 74c, 74d)과 같은 변화이다. 따라서, 검출 전극(74e, 74f, 74g, 74h)은, 검출 전극(74a, 74b, 74c, 74d)에 각각 결합되어 연산 증폭기(79a, 79b)의 입력에 결합된다.

[0033] 도 9(13)에 도시한 A상의 파형과 도 9(15)에 도시한 /A상의 파형의 차분을 취하면, 도 9(17)에 도시한 삼각파의 차동출력이 된다. A상의 파형과 /A상의 파형은, 위상이 180° 반전되므로, 이들 두 파형의 차분을 취함으로써, 진폭이 보다 큰 정현파 형상의 파형을 얻을 수 있다(B상 파형, /B상 파형에 대해서도 마찬가지). 또한, 도 9(14)에 도시한 B상의 파형과 도 9(16)에 도시한 /B상의 파형의 차분을 취하면, 도 9(18)에 도시한 삼각파의 차동출력이 된다. 도 9(17)에 도시한 삼각파는, 도 9(18)에 도시한 삼각파에 대해 90°의 위상차를 가진다. 따라서, 고정자(71)의 송신 전극에 인가된 고주파 신호 및 반전 고주파 신호는, 회전자(72)의 회전에 의해, 도 9(17), (18)에 도시한 차동출력의 진폭 변조를 받는다. 그렇지만, 실제로는, 연산 증폭기(79a, 79b)에서 출력되는 출력 신호(Va, Vb)는, 도 9(17), (18)에 도시한 삼각파의 진폭 변조를 받은 신호가 아니고, 도 10에 도시한 정현파의 진폭 변조를 받은 신호(V1, V2)를 나타낸다. 전극간의 정전 용량은, 실제로는 전극이 정면으로 마주(직각 방향으로 대항)하는 면적만으로 형성되는 것이 아니라, 경사 방향에도, 전극간의 거리에 따라 형성되기 때문에, 좁은 전극간의 간격을 갖는 회전자가 이동할 때, 전극간의 실제의 정전 용량의 변화는, 삼각파가 아니고, 정현파에 가깝게 된다. 따라서, 연산 증폭기(79a, 79b)에서 출력되는 출력 신호(Va, Vb)의 전압도 정현파의 진폭 변조를 받은 신호 파형을 나타낸다.

[0034] 연산 증폭기(79a, 79b)에서 출력되는 출력 신호(Va, Vb)는, 도시하지 않은 복조기에 의해 복조되며, 그 복조기는, 도 10에 도시한 변조 신호(V1, V2)를 출력한다. 변조 신호(V1, V2)는, 상대적으로 90°의 위상차를 갖기 때문에, 변조 신호(V1) 및 변조 신호(V2)에 대해서 주지의 리졸버 디지털(RD) 변환 처리를 적용하고, 회전자(72)의 회전각을 구할 수 있다. 회전자(72)가 10극의 중계 전극(77a-77j)을 배치하기 때문에, 회전자(72)가 1회전(360°)하면, 도 9(17), (18)에 도시한 바와 같이, 정전 인코더(71)는, 10 주기의 정현파를 출력한다. 이와 같이, 본 발명에 관한 정전 인코더는, 도 7에 도시한 바와 같이, 송신 전극과 검출 전극을 회전 방향에서 교대로 배치하는 고정자, 및, 그 고정자에 근접해서 배치된 회전자로 이루어지며, 그 회전자의 회전각은, 그 회전자의 회전에 의해 출력되는 90°의 위상차를 갖는 정현파의 변조 신호로부터 구할 수 있다.

[0035] 여기서, 회전자에 X개의 중계 전극을 배치하고, 고정자에 각각 4n개의 송신 전극과 검출 전극을 교대로 배치하는 경우, 검출 전극으로부터 전기각에서 90°의 위상차를 나타내는 검출 신호를 검출하기 위한 전극 배치의 조건을 고찰한다. 인접하는 검출 전극의 피치(기계각)가 중계 전극의 0.25피치(전기각으로 90°의 전기각 위상차에 상당) 어긋나기 위해서는, 차식(1)을 만족하는 0이 아닌 자연수 n이 존재할 수 있다.

[0036]
$$X/4 \ n=1 \pm 0.25 \quad (1)$$

[0037] 즉, 식(1)을 만족하는 n이 존재하면, 인접하는 검출 전극간에 90°의 전기각 위상차를 갖는 검출 신호가 검출된다. 식(1)을 더욱 일반화하고, 고정자에 배치되는 검출 전극을 회전 방향으로 4n개의 그룹으로 나누고, 1그룹의 검출 전극 수를 m개로 하는 경우(전 검출 전극 수는 4nm), 인접하는 그룹의 m개 떨어진 검출 전극간에 중계 전극의 0.25피치(전기각으로 90°의 위상차에 상당) 어긋나기 위해서는, 차식(2)을 만족하는 0이 아닌 자연수 n, m이 존재할 수 있다.

[0038]
$$X/4 \ n=m \pm 0.25 \quad (2)$$

- [0039] 즉, 식(2)를 만족하는 n, m 이 존재하면, m 개 떨어진 검출 전극간에 90° 의 전기각 위상차를 갖는 검출 신호가 검출된다.
- [0040] 도 11은, 식(2)을 만족하는, 중계 전극의 전극 수 X 가 2에서 50인 경우의 송신 전극, 검출 전극, 중계 전극의 조합을 도시한 표이다. 예를 들면, 중계 전극의 전극 수 X 가 5인 경우, $n=1, m=1$ 으로 식(2)을 만족하고, 도 4에 도시한 4극의 송신 전극, 4극의 검출 전극, 및, 5극의 중계 전극으로 이루어진 정전 인코더를 실현할 수 있다. 또한 중계 전극의 전극 수 X 가 10인 경우, $n=2, m=1$ 으로 식(2)을 만족하고, 도 7에 도시한 8극의 송신 전극, 8극의 검출 전극, 및, 10극의 중계 전극으로 이루어진 정전 인코더를 실현할 수 있다.
- [0041] 상술한 정전 인코더는, 고정자 및 회전자의 원주 방향으로 1층의 전극을 배치하지만, 이들 전극을 중심으로부터 외주를 향해 2층에 배치하는 고정자 및 회전자여도 괜찮다. 도 12는, 제3 실시예에 관한 정전 인코더(120)를 도시한다. 정전 인코더(120)는, 고정자 및 회전자의 원주 방향의 외층 및 내층의 2층에 전극을 배치된다. 즉, 고정자(121)는, 4극의 송신 전극 및 4극의 검출 전극을 띠 형상의 외층 및 내층면의 각각에 등간격으로 배치된다. 또한, 회전자(122)는, 4극의 중계 전극을 띠 형상의 외층 및 내층면의 각각에 등간격으로 배치된다.
- [0042] 도 12에 도시한 정전 인코더(120)는, 외층에 검출 전극(124a~124d) 및 송신 전극(125a~125d)을 교대로 배치하고, 또한 내층에 검출 전극(124e~124h) 및 송신 전극(125e~125h)을 교대로 배치하는 고정자(121), 및, 외층 및 내층에 각각 4극의 중계 전극(127a~127h)을 배치하는 회전자(122)를 구비한다. 고정자(121)의 외층에 배치되는 검출 전극(124a~124d) 및 송신 전극(125a~125d)과 내층에 배치되는 검출 전극(124e~124h) 및 송신 전극(125e~125h)은, 서로 회전각에서 22.5° 어긋나 있다. 그 결과, 도 6(1)의 검출 원리에서 설명된 바와 같이, 외층이 A상 및 /A상의 검출 신호를 유도하는 계통(A상 계통)을 형성함과 동시에, 내층이 B상 및 /B상의 검출 신호를 유도하는 계통(B상 계통)을 형성한다. A상 및 /A상의 검출 신호 및 B상 및 /B상의 검출 신호는, 차동연산 증폭기(129a, 129b)에 각각 입력되며, 연산 증폭기(129a, 129b)는, 회전자(122)의 회전에 따라 진폭 변조되는 출력 신호(V_a, V_b)를 출력한다. 출력 신호(V_a, V_b)는 복조되며, 변조 신호(V_1, V_2)를 출력하고, 그들은 서로 90° 의 위상차를 가진다. 이들 변조 신호(V_1, V_2)로부터, 회전자(122)의 회전각을 구할 수 있다.
- [0043] 이어서, 도 12에 도시한 정전 인코더(120)가 서로 90° 의 위상차를 갖는 변조 신호(V_1, V_2)를 출력하는 것을 이하 검토한다. 도 13(a)은, 고정자(121)의 외층에 배치된 검출 전극(124a~124d) 및 송신 전극(125a~125d)과 회전자(122)의 외층에 배치된 중계 전극(127a~127d) 사이의, 회전자(122)의 회전에 의한 상대적인 위치 관계를 도시한다. 도 13(b)은, 회전자(122)의 회전에 의한 전극간의 대향 면적의 변화, 및, 그 대향 면적의 변화에 따른 차동출력(A상 계통)의 변화를 나타내는 파형도를 도시한다. 고정자 위의 송신 전극 및 검출 전극, 및, 회전자 위의 중계 전극은, 회전자 및 고정자 위에 원주 형상으로 배치되지만, 도 13(a)은, 대향 관계를 명확하게 하기 위해서 직선 상에 그린다.
- [0044] 우선, 고정자(120)의 외층에 배치된 검출 전극(124a~124d) 및 송신 전극(125a~125d)과 회전자(122)의 외층에 배치된 중계 전극(127a~127d) 사이의 대향 면적의 변화에 대해 검토한다. 도 13(a) 및 도 13(b)(1)를 참조하고, 예를 들면, 회전자(122)가 회전각 0° 일 때, 송신 전극(125a)은, 중계 전극(127a)과 완전히 대향하고(최대 대향 면적), 그 상태를 회전각 45° 까지 계속한다. 그 후, 중계 전극(127a)에 대한 대향 면적은 감소하고, 회전각 67.5° 에서 제로에 이른다. 회전각 67.5° 와 중계 전극(127a)에 대한 대향 면적이 제로에 이르면 동시에, 중계 전극(127d)은, 송신 전극(125a)과 대향 관계를 개시하고, 송신 전극(125a)에 대한 대향 면적은 회전각 90° 에서 완전히 대향한다. 그 후, 도 13(b)(1)에 도시한 바와 같이, 송신 전극(125a)과 중계 전극 사이의 대향 면적은, 같은 파형이 반복된다. 또한, 도 13(a)에 도시한 바와 같이, 송신 전극(125b, 125c, 125d)의 중계 전극(127b, 127c, 127d)에 대한 대향 관계는, 송신 전극(125a)의 중계 전극(127a)에 대한 대향 관계와 각각 같은 관계이므로, 송신 전극(125b, 125c, 125d)과 중계 전극 사이의 대향 면적의 변화는, 도 13(b)(1), (2)에 도시한 파형과 같은 파형이 된다.
- [0045] 이어서, 송신 전극에 대향하는 중계 전극과 검출 전극 사이의 대향 면적의 변화를 검토한다. 도 13(a)에 도시한 바와 같이, 회전자(122)의 회전각이 0° 일 때, 송신 전극(125a)에 대향하는 중계 전극은, 중계 전극(127a)이다. 따라서, 검출 전극(124a)은 중계 전극(127a)을 통해 송신 전극(125a)으로부터의 고주파 신호를 수신하므로, 중계 전극(127a)과 검출 전극(124a) 사이의 대향 면적의 변화를 구한다. 도 13(a)에 도시한 바와 같이, 회전자(122)의 회전각이 0° 일 때, 검출 전극(124a)의 전면이 중계 전극(127a)과 대향 관계에 있다. 따라서, 도 13(b)(3)에 도시한 바와 같이, 대향 면적은 회전각 0° 으로 최대를 나타낸다. 회전자(122)의 회전이 진행하면, 중계 전극(127a)은 도 13(a)에 대해 오른쪽으로 이동하기 때문에, 중계 전극(127a)과 검출 전극(124a) 사이의 대향 면적은 감소로 변한다. 회전자(122)의 회전각이 22.5° 에 이르면, 중계 전극(127a)과 검출 전극(124a) 사

이의 대향 관계는 없어지고, 대향 면적은 제로가 된다. 그 후, 송신 전극(125a)에 대향하는 중계 전극이 검출 전극(124a)에 대향하는 상태는 없고, 대향 면적은 제로를 유지한다. 회전자(122)가 회전각 67.5° 에 이르면, 중계 전극(127d)이 송신 전극(125a)과 대향 관계를 개시한다. 회전각 67.5° 와 중계 전극(127d)은 검출 전극(124a)의 전면과 대향하므로, 중계 전극(127d)과 검출 전극(124a) 사이의 대향 면적은 단번에 최대치를 나타내게 된다. 그리고, 회전자(122)가 회전각 90° 가 될 때까지, 최대 대향 면적이 유지된다. 그 후, 도 13(b)(3)에 도시한 바와 같이, 검출 전극(124a)은, 후속하는 중계 전극(127c, 127b, . . .) 사이에 대향 관계를 가지며, 그들 사이의 대향 면적은, 중계 전극(127a)과 검출 전극(124a) 사이의 대향 면적의 변화와 같은 변화를 반복한다. 또한, 도 13(a)에 도시한 바와 같이, 검출 전극(124c)의 중계 전극(127c)에 대한 대향 관계는, 검출 전극(124a)의 중계 전극(127a)에 대한 대향 관계와 같은 관계이므로, 검출 전극(124c)과 중계 전극(127 c, 127 b, . . .) 사이의 대향 면적의 변화는, 도 13(b)(3)에 도시한 파형과 같은 파형이다.

[0046] 상술한 바와 같은 순서에 따라 다른 전극간의 대향 면적의 변화를 검토하면, 도 13(b)(4)에, 송신 전극(125b)에 대향하는 중계 전극과 검출 전극(124c) 사이의 대향 면적의 변화, 및, 송신 전극(125d)에 대향하는 중계 전극과 검출 전극(124a) 사이의 대향 면적의 변화가 도시된다. 또한, 도 13(b)(5)에, 송신 전극(125a)에 대향하는 중계 전극과 검출 전극(124b) 사이의 대향 면적의 변화, 및, 송신 전극(125c)에 대향하는 중계 전극과 검출 전극(124d) 사이의 대향 면적의 변화가 도시된다. 또한, 도 13(b)(6)에, 송신 전극(125b)에 대향하는 중계 전극과 검출 전극(124b) 사이의 대향 면적의 변화, 및, 송신 전극(125d)에 대향하는 중계 전극과 검출 전극(124d) 사이의 대향 면적의 변화가 나타난다.

[0047] 이상에 의해, 송신 전극과 중계 전극 사이의 대향 면적의 변화, 및, 중계 전극과 검출 전극 사이의 대향 면적의 변화가 각각 나타났다. 이들 대향 면적의 변화로부터, 외층에 배치된 검출 전극에서 본, 회전자의 회전에 의한 송신 전극에 대한 대향 면적의 변화를 검토한다.

[0048] 우선, 검출 전극(124a)은, 송신 전극(125a)으로부터 중계 전극을 경유하여 전송되는 고주파 신호($Asin\omega t$), 및, 송신 전극(125d)으로부터 중계 전극을 경유하여 전송되는 반전 고주파 신호($-Asin\omega t$)를 수신한다. 검출 전극(124a)에서 수신하는 고주파 신호는, 송신 전극(125a)과 그 송신 전극(125a)에 대향하는 중계 전극 사이의 정전 용량 및 그 중계 전극과 검출 전극(124a) 사이의 정전 용량에 따라, 진폭 변조를 받는다. 또한, 검출 전극(124a)에서 수신하는 반전 고주파 신호는, 송신 전극(125d)과 그 송신 전극(125d)에 대향하는 중계 전극 사이의 정전 용량 및 그 중계 전극과 검출 전극(124a) 사이의 정전 용량에 따라, 진폭 변조를 받는다. 따라서, 이 정전 용량은 대향 면적에 대응한다고 생각되므로, 검출 전극(124a)에서 수신하는 검출 신호는, 검출 전극(124a)이 고주파 신호를 수신하는 기간, 송신 전극(125a)과 중계 전극 사이의 대향 면적(도 13(b)(1))에, 송신 전극(125a)에 대향하는 중계 전극과 검출 전극(124a) 사이의 대향 면적(도 13(b)(3))을 곱한 값으로 진폭 변조되며, 또한, 검출 전극(124a)이 반전 고주파 신호를 수신하는 기간, 송신 전극(125d)과 중계 전극 사이의 대향 면적(도 13(b)(2))에, 송신 전극(125d)에 대향하는 중계 전극과 검출 전극(124a) 사이의 대향 면적(도 13(b)(4))을 곱한 값으로 진폭 변조된다. 즉, 검출 전극(124a)에서 검출되는 검출 신호는, 도 13(b)(7)에서 도시한 삼각파의 진폭 변조를 받는다. 또한, 검출 전극(124c)은, 검출 전극(124a)과 같은 신호를 생성하므로, 검출 전극(124a)과 검출 전극(124c)은 결합되고, A상의 검출 신호로서 차동연산 증폭기(129a)에 입력된다.

[0049] 상술한 바와 같이, 검출 전극(124b)에서 검출되는 /A상의 검출 신호는, 도 13(b)(8)에서 도시한 삼각파의 진폭 변조를 받는다. 도 13(b)(8)에서 도시한 삼각파는, 도 13(b)(7)에 도시한 삼각파를 반전한 삼각파와 다름없기 때문에, /A상의 검출 신호는, 보다 큰 출력 신호(V_a)를 얻기 위해, 차동연산 증폭기(129a)로 A상의 검출 신호와 차동 증폭된다.

[0050] 이어서, 고정자(120) 내층에 배치된 검출 전극(124e~124h) 및 송신 전극(125e~125h)과 회전자(122) 내층에 배치된 중계 전극(127e~127h) 사이의 대향 면적의 변화는, 외층에 배치된 전극간의 대향 면적의 변화와 같은 수법에 의해 구할 수 있다. 도 14(a)는, 내층에 배치된 전극간의, 회전자의 회전에 의한 상대적인 위치 관계를, 도 14(b)는, 회전자의 회전에 의한 내층에 배치된 전극간의 대향 면적의 변화, 및, 그 대향 면적의 변화에 따른 차동출력(B상 계통)의 변화를 나타낸 파형도를 도시한다. 도 14(b)(1)는, 송신 전극(125e)(송신 전극(125g))과 중계 전극 사이의 대향 면적의 변화를, 도 14(b)(2)는, 송신 전극(125f)(송신 전극(125h))과 중계 전극 사이의 대향 면적의 변화를 도시한다. 또한, 도 14(b)(3)~(6)는, 송신 전극과 그 송신 전극과 대향하는 중계 전극 사이의 대향 면적의 변화를 도시한다.

[0051] 또한, 검출 전극(a)이 검출하는 검출 신호와 마찬가지로, 검출 전극(124e)에서 검출하는 검출 신호는, 송신 전극(125e)으로부터의 고주파 신호와 송신 전극(125h)으로부터의 반전 고주파 신호가 겹친 신호이다. 그 고주파

신호는, 송신 전극(125e)과 송신 전극(125e)에 대항하는 중계 전극 사이의 정전 용량에 의해 진폭 변조되며, 이어서 그 중계 전극과 검출 전극(124e) 사이의 정전 용량에 의해 진폭 변조된다. 따라서, 검출 전극(124e)에서 검출하는 검출 신호는, 송신 전극(125e)과 중계 전극 사이의 대항 면적(도 14(b)(1))에, 송신 전극(125e)에 대항하는 중계 전극과 검출 전극(124e) 사이의 대항 면적(도 14(b)(3))을 곱한 값으로 진폭 변조되며, 또한, 반전 고주파 신호는, 송신 전극(125h)과 송신 전극(125h)에 대항하는 중계 전극 사이의 대항 면적(도 14(b)(2))에, 그 중계 전극과 검출 전극(124e) 사이의 대항 면적(도 14(b)(4))을 곱한 값으로 진폭 변조된다. 즉, 검출 전극(124e)에서 본 송신 전극(125e, 125h)에 대한 대항 면적의 변화는, 도 14(b)(7)에서 도시한 삼각파가 되며, 그 결과 검출 전극(124e)에서 검출되는 검출 신호는, 도 14(b)(7)에서 도시한 삼각파의 진폭 변조를 받는다. 또한, 검출 전극(124g)은, 검출 전극(124a)과 같은 신호를 생성하므로, 검출 전극(124a)과 검출 전극(124g)은 결합되며, B상의 검출 신호로서 차동연산 증폭기(129b)에 입력된다. 검출 전극(124f)에서 본 송신 전극(125e, 125f)에 대한 대항 면적의 변화도 마찬가지로, 도 14(b)(8)에서 도시한 삼각파가 되며, 그 결과 검출 전극(124f)에서 검출되는 검출 신호는, 도 14(b)(8)에서 도시한 삼각파의 진폭 변조를 받는다. 또한, 검출 전극(124h)은, 검출 전극(124f)과 같은 신호를 생성하므로, 검출 전극(124e)과 검출 전극(124h)은 결합되며, /B상의 검출 신호로서 차동연산 증폭기(129b)에 입력된다.

[0052] 또한, 전극간의 정전 용량은, 실제로는 전극이 정면으로 마주하는(직각 방향으로 대항) 면적만으로 형성되는 것이 아니라, 경사 방향에도, 전극간의 거리에 따라 형성되기 때문에, 좁은 전극간의 간격을 갖는 회전자(122)가 이동할 때, 전극간의 실제 정전 용량의 변화는, 삼각파가 아니고, 정현파에 가깝게 된다. 따라서, 연산 증폭기(129a, 129b)에서 출력되는 출력 신호(Va, Vb)의 전압도 정현파의 진폭 변조를 받은 신호 파형을 나타낸다.

[0053] 연산 증폭기(129a, 129b)에서 출력되는 출력 신호(Va, Vb)는, 도시하지 않은 복조기에 의해 복조되며, 그 복조기는, 도 15에 도시한 변조 신호(V1, V2)를 출력한다. 변조 신호(V1, V2)는, 상대적으로 90°의 위상차를 갖기 때문에, 변조 신호(V1, V2)에 대해서 주지의 리졸버 디지털(RD) 변환 처리를 적용하고, 회전자(122)의 회전각을 구할 수 있다. 회전자(122)가 외층 및 내층에 4극의 중계 전극(127a~127d, 127e~127h)을 배치하기 때문에, 회전자(122)가 1회전(360°)하면, 도 13, 14에 도시한 바와 같이, 정전 인코더(121)는, 4주기의 정현파를 출력한다. 이와 같이, 본 발명에 관한 정전 인코더는, 도 12에 도시한 바와 같이, 송신 전극과 검출 전극을 회전 방향에서 교대로 배치하는 고정자, 및, 그 고정자에 근접하여 배치되는 회전자로 이루어지며, 그 회전자(122)의 회전각은, 그 회전자(122)의 회전에 의해 출력되는 90°의 위상차를 갖는 정현파의 변조 신호로부터 구할 수 있다.

[0054] 이상의 설명에 따라, 본 발명에 해당하는 정전 인코더의 고정자는, 송신 전극과 검출 전극을 회전 방향에서 교대로 배치되기 때문에, 중계 전극을 배치하는 회전자(122)의 회전에 의해, 검출 전극에서 검출되는 검출 신호로부터 위상차를 갖는 정현파의 변조 신호를 얻을 수 있다. 위상차를 갖는 정현파의 변조 신호로부터 회전자(122)의 회전각을 구할 수 있다. 또한, 상술하는 실시예의 정전 인코더는, 고정자 및 회전자로 이루어져 있지만, 굳이 고정자 및 회전자를 준비하지 않아도, 2개의 요소가 있으면, 그 한쪽의 요소 위의 회전 방향에서 교대로 송신 전극과 검출 전극을 배치하고, 다른 쪽의 요소 위에 중계 전극을 배치하는 구조를 형성하고, 그 2개의 요소의 상대적인 회전각을 요구하도록 할 수 있다. 또한, 송신 전극, 검출 전극, 및 중계 전극을 직선 위에 배치하고, 직선 방향의 이동량을 구할 수도 있다.

부호의 설명

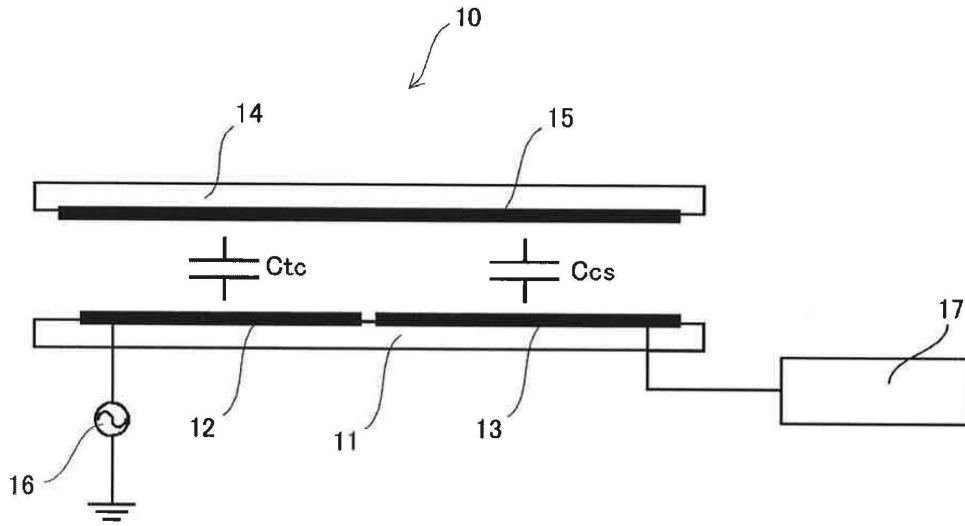
- [0055] 40, 70, 120 정전 인코더
- 41, 71, 121 고정자
- 42, 72, 122 회전자
- 44a~44d, 74a~74h, 124a~124h 검출 전극
- 45a~45d, 75a~75h, 125a~125h 송신 전극
- 47a~47e, 77a~77j, 127a~127h 중계 전극
- 48a, 78a, 128a 고주파 신호
- 48b, 78b, 128b 반전 고주파 신호
- 49, 79a~79b, 129a~129b 차동연산 증폭기

Va, Vb 출력 신호

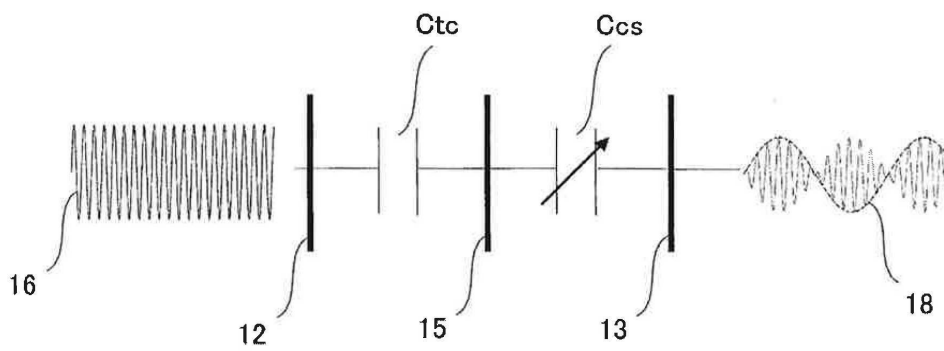
V1, V2 변조 신호

도면

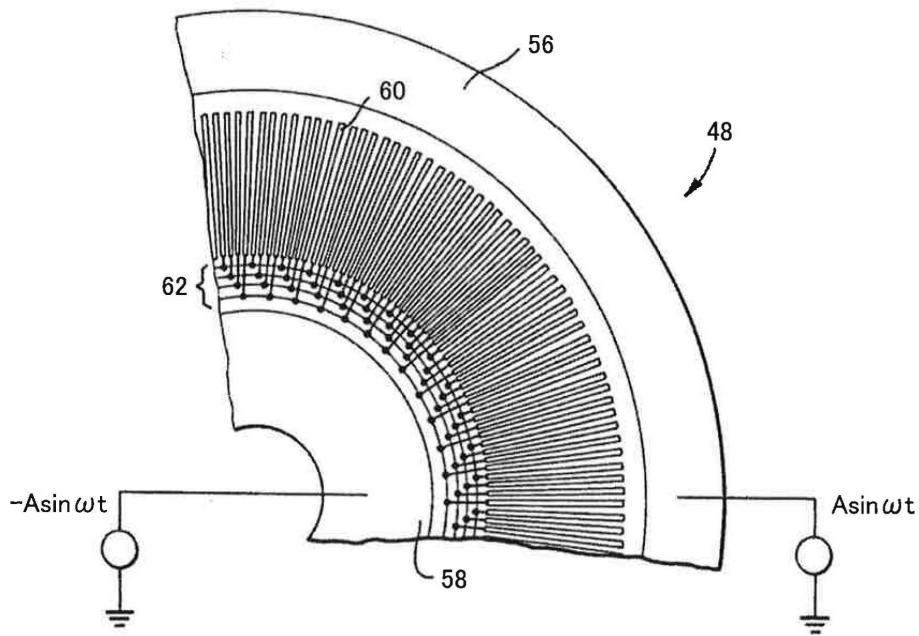
도면1



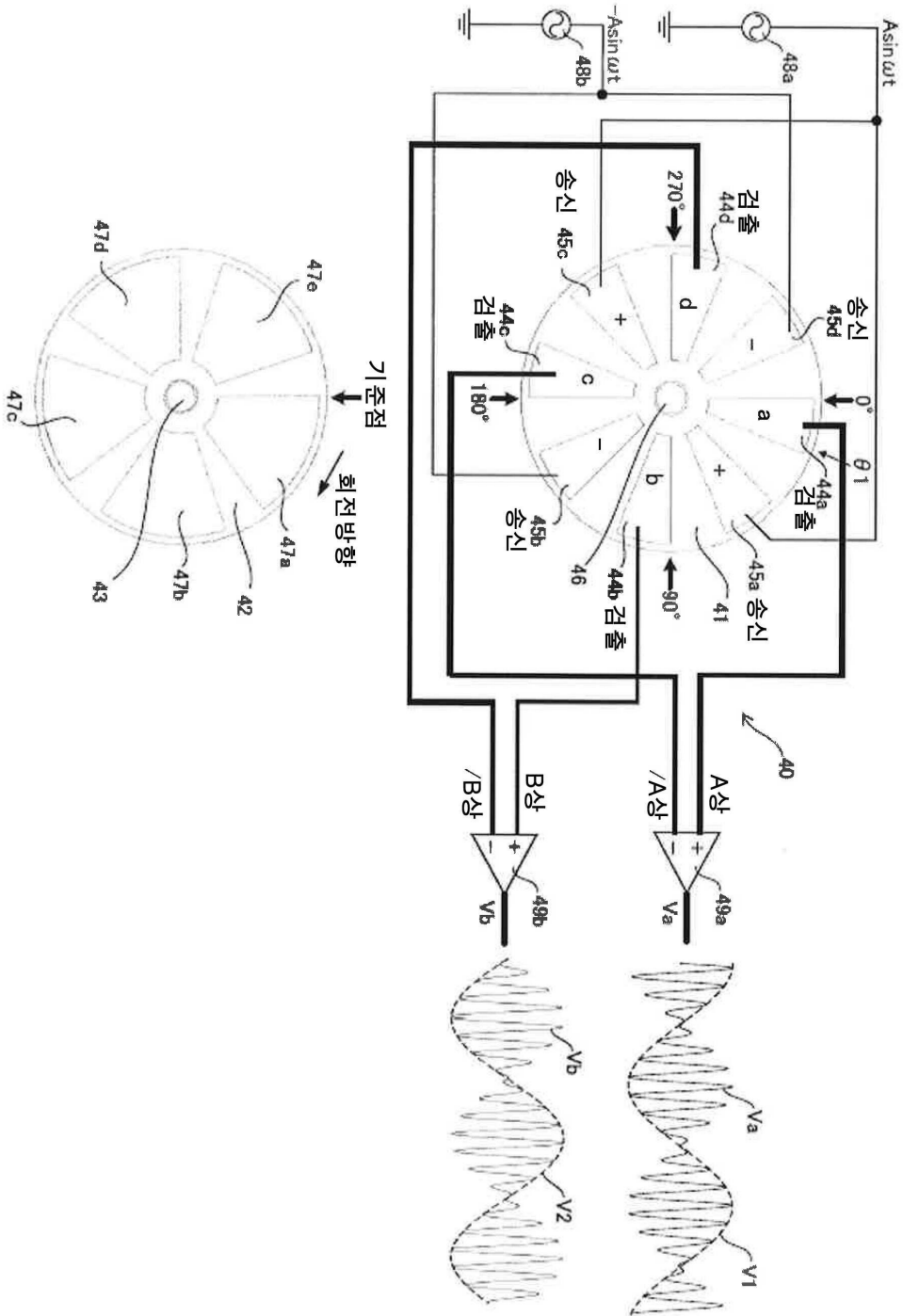
도면2

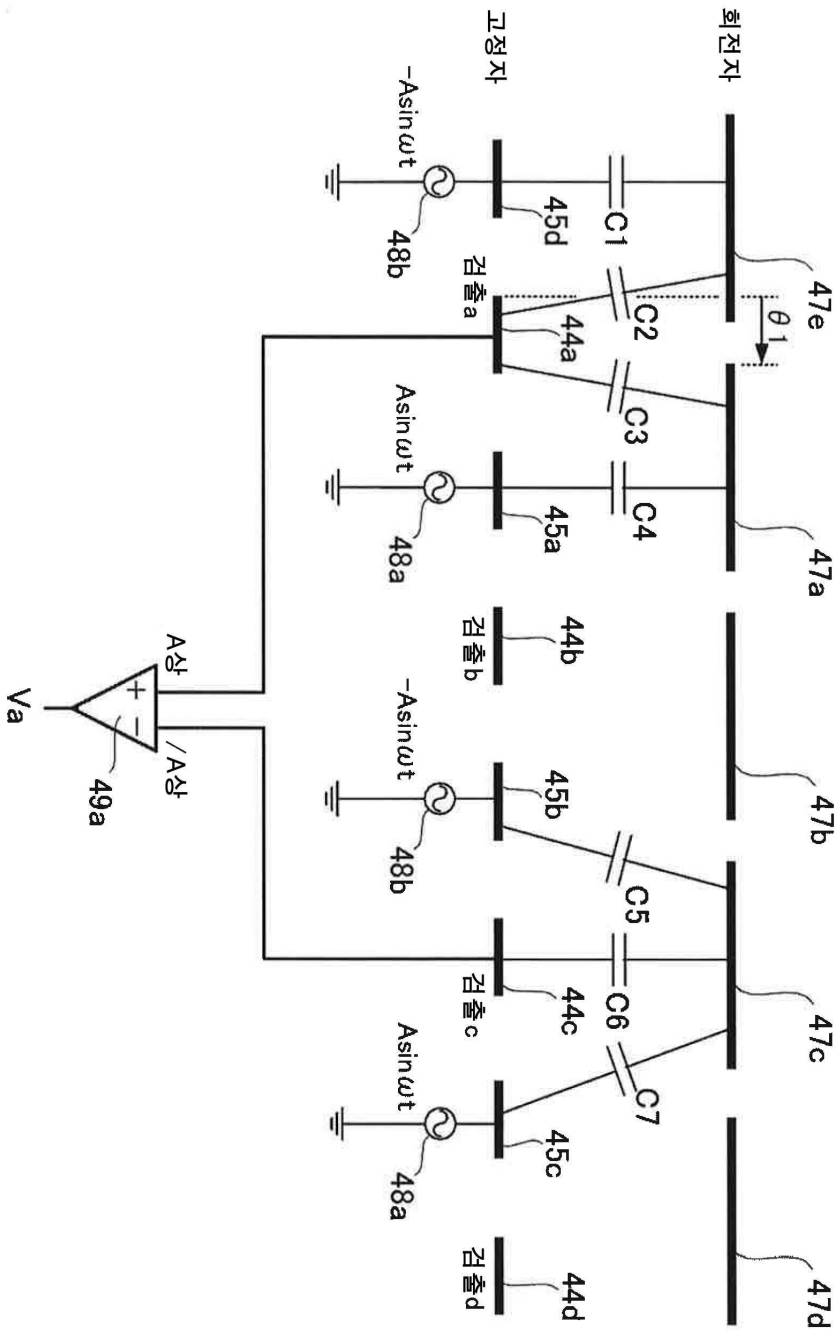


도면3

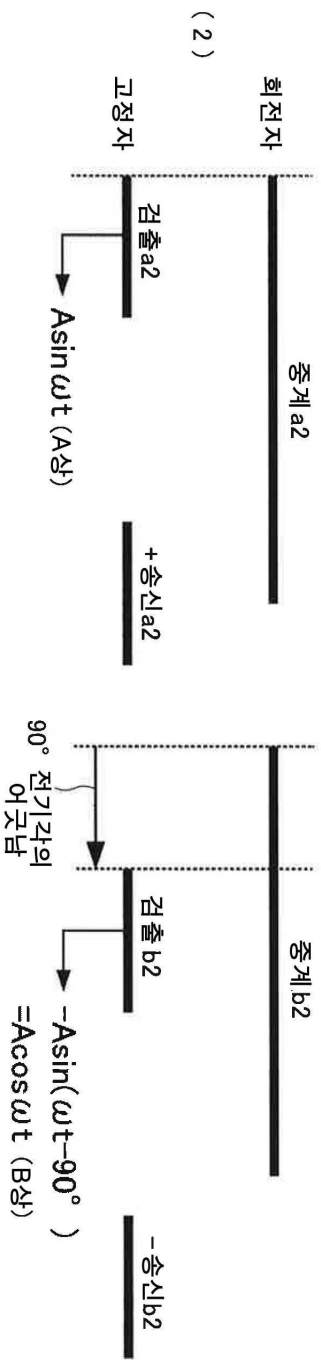
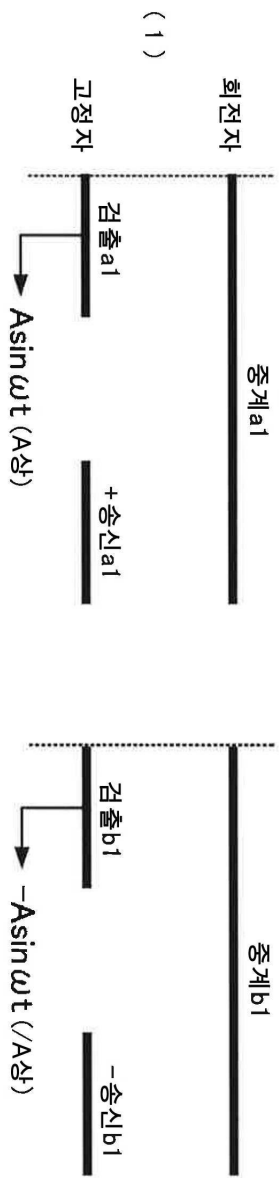


도면4



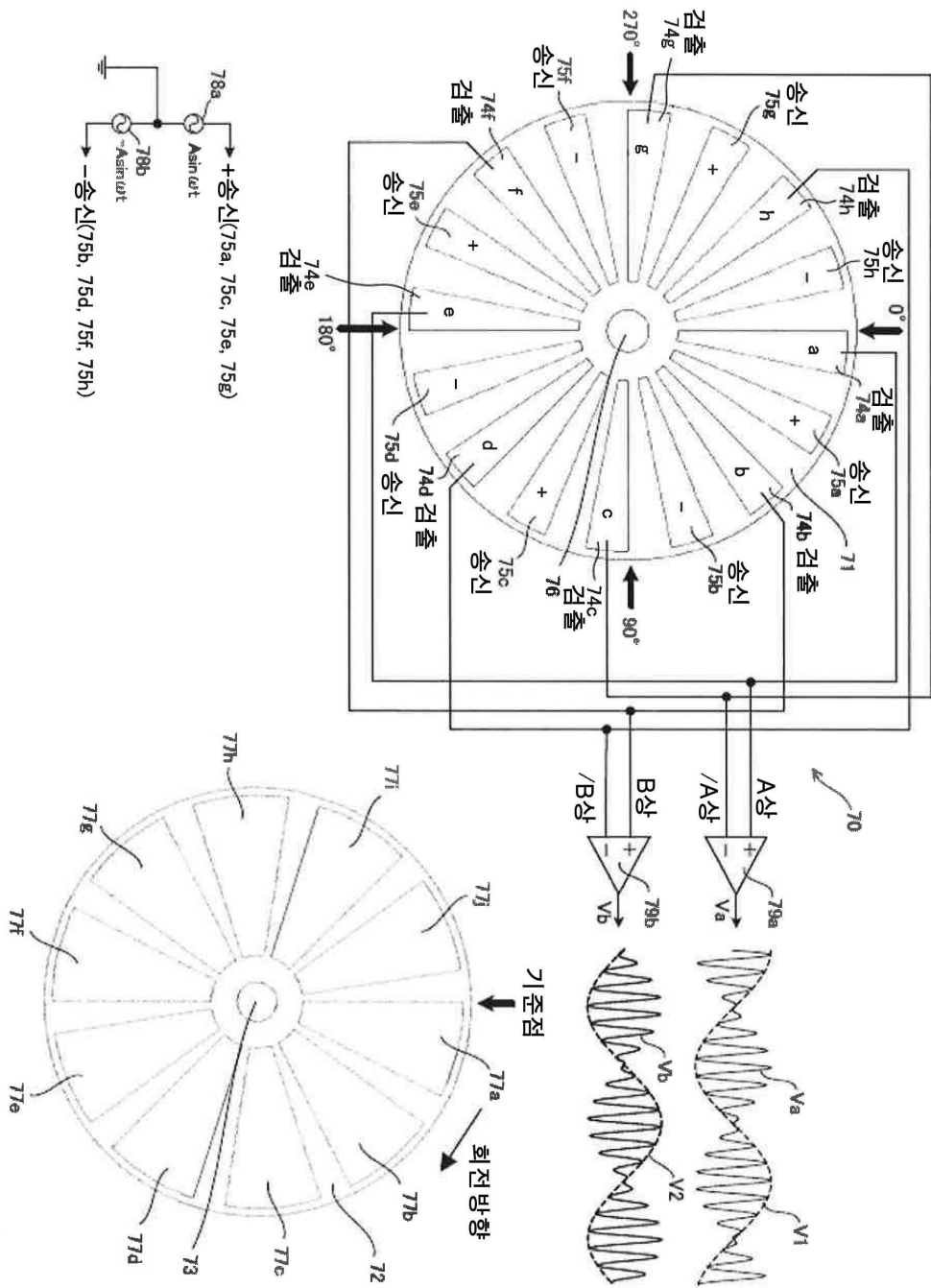


도면5

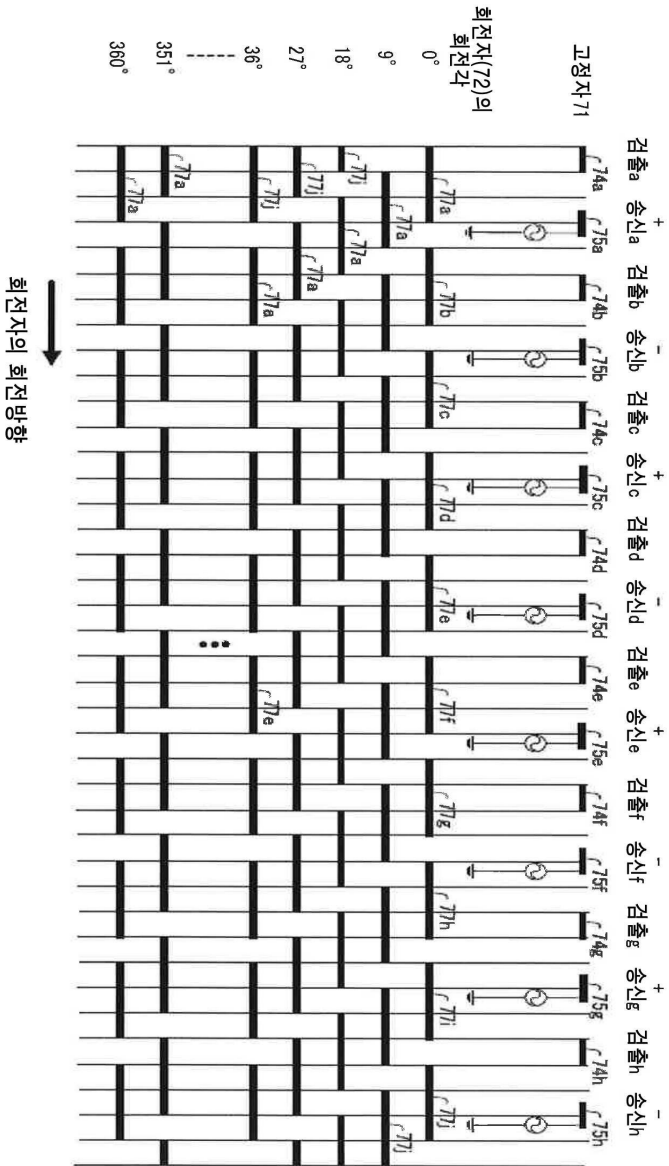


도면6

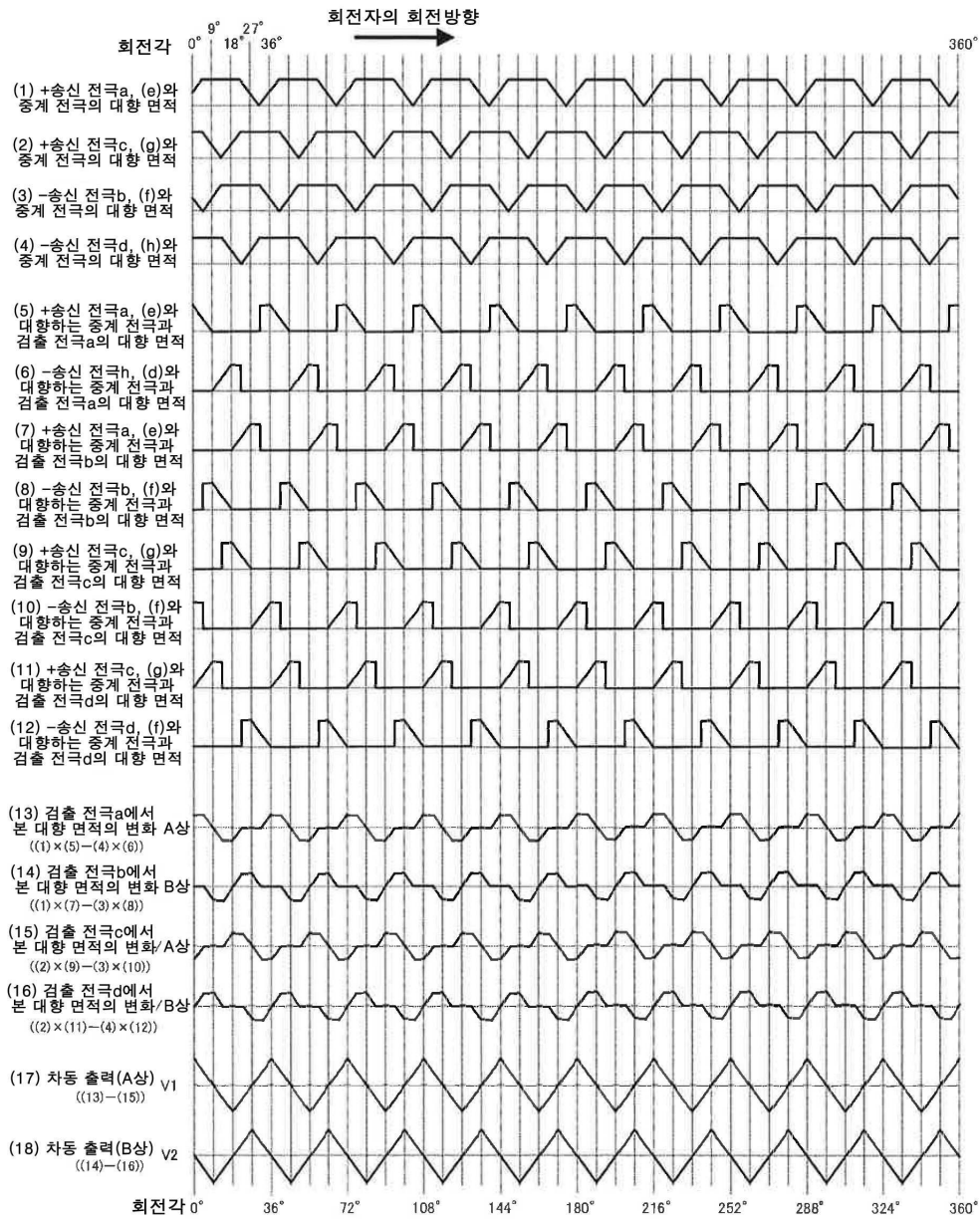
도면7



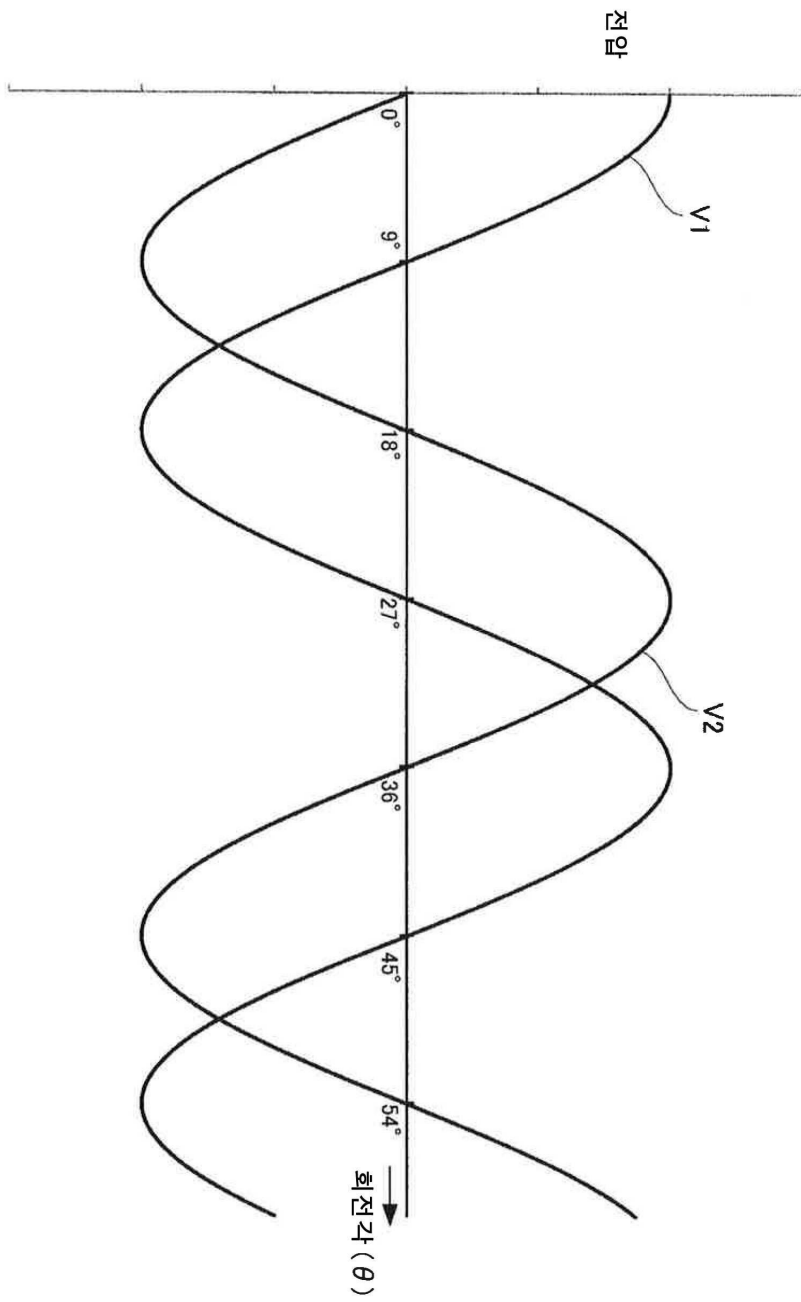
도면8



도면9



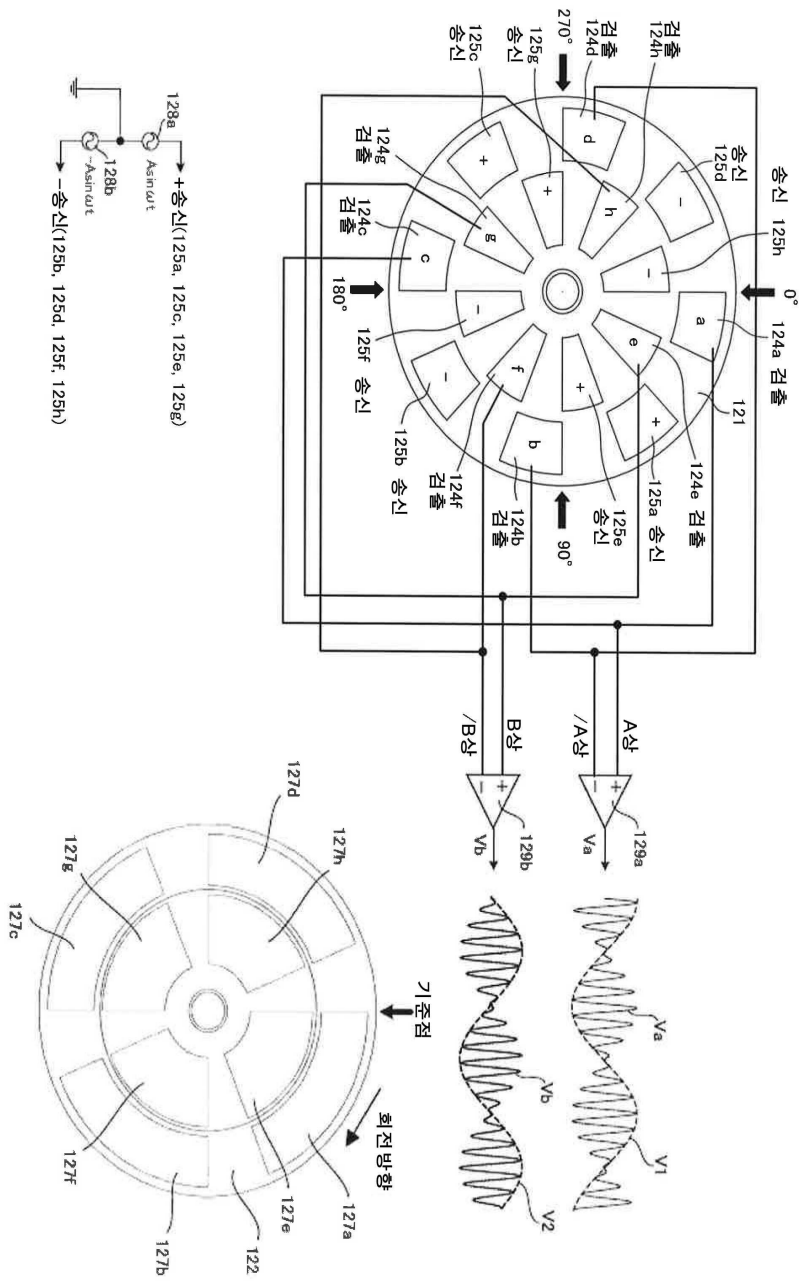
도면10



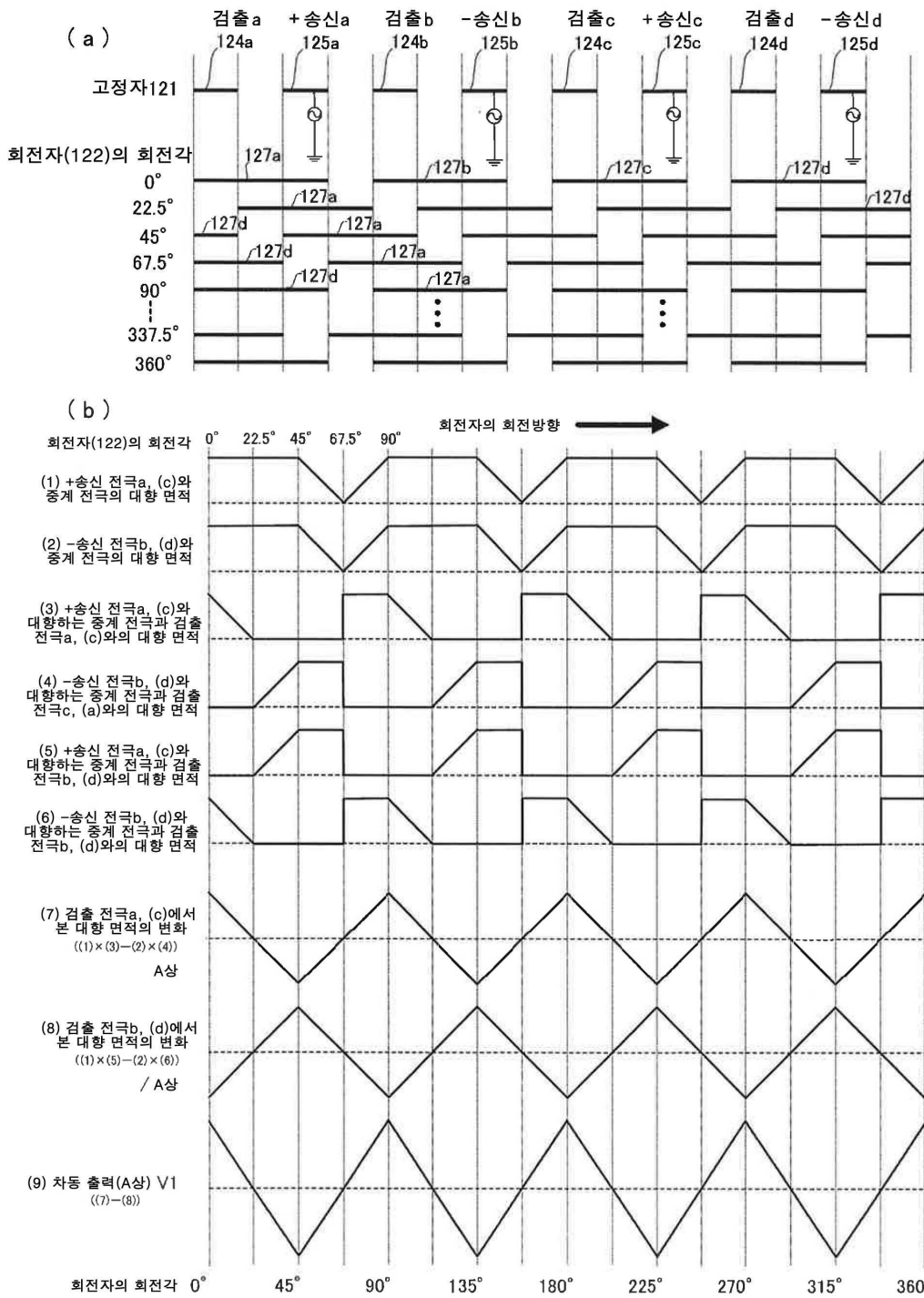
도면11

X (극수)	(n, m)				(송신 전극, 검출 전극, 중계 전극)					
2	없음				없음					
3	(1, 1)				(4, 4, 3)					
4	없음									
5	(1, 1)				(4, 4, 5)					
6	(2, 1)				(8, 8, 6)					
7	(1, 2)				(8, 8, 7)					
8	없음				없음					
9	(1, 2)	(1, 3)			(8, 8, 9)	(12, 12, 9)				
10	(2, 1)				(8, 8, 10)					
11	(1, 3)				(12, 12, 11)					
12	(4, 1)				(16, 16, 12)					
13	(1, 3)				(12, 12, 13)					
14	(2, 2)				(16, 16, 14)					
15	(1, 4)	(3, 1)	(5, 1)		(16, 16, 15)	(12, 12, 15)	(20, 20, 15)			
16	없음				없음					
17	(1, 4)				(16, 16, 17)					
18	(2, 2)	(6, 1)			(16, 16, 18)	(24, 24, 18)				
19	(1, 5)				(20, 20, 19)					
20	(4, 1)				(16, 16, 20)					
21	(1, 5)	(3, 2)	(7, 1)		(20, 20, 21)	(24, 24, 21)	(28, 28, 21)			
22	(2, 3)				(24, 24, 22)					
23	(1, 6)				(24, 24, 23)					
24	(8, 1)				(32, 32, 24)					
25	(1, 6)	(5, 1)			(24, 24, 25)	(20, 20, 25)				
26	(2, 3)				(24, 24, 26)					
27	(1, 7)	(3, 2)	(9, 1)		(28, 28, 27)	(24, 24, 27)	(36, 36, 27)			
28	(4, 2)				(32, 32, 28)					
29	(1, 7)				(28, 28, 29)					
30	(2, 4)	(6, 1)	(10, 1)		(32, 32, 30)	(24, 24, 30)	(40, 40, 30)			
31	(1, 8)				(32, 32, 31)					
32	없음				없음					
33	(1, 8)	(3, 3)	(11, 1)		(32, 32, 33)	(36, 36, 33)	(44, 44, 33)			
34	(2, 4)				(32, 32, 34)					
35	(1, 9)	(5, 2)	(7, 1)		(36, 36, 35)	(40, 40, 35)	(28, 28, 35)			
36	(4, 2)	(12, 1)			(32, 32, 36)	(48, 48, 36)				
37	(1, 9)				(36, 36, 37)					
38	(2, 5)				(40, 40, 38)					
39	(1, 10)	(3, 3)	(13, 1)		(40, 40, 39)	(36, 36, 39)	(52, 52, 39)			
40	(8, 1)				(32, 32, 40)					
41	(1, 10)				(40, 40, 41)					
42	(2, 5)	(6, 2)	(14, 1)		(40, 40, 42)	(48, 48, 42)	(56, 56, 42)			
43	(1, 11)				(44, 44, 43)					
44	(4, 3)				(48, 48, 44)					
45	(1, 11)	(3, 4)	(5, 2)	(9, 1)	(15, 1)	(44, 44, 45)	(48, 48, 45)	(40, 40, 45)	(36, 36, 45)	(60, 60, 45)
46	(2, 6)				(48, 48, 46)					
47	(1, 12)				(48, 48, 47)					
48	(16, 1)				(64, 64, 48)					
49	(1, 12)	(7, 2)			(48, 48, 49)	(56, 56, 49)				
50	(2, 6)	(10, 1)			(48, 48, 50)	(40, 40, 50)				

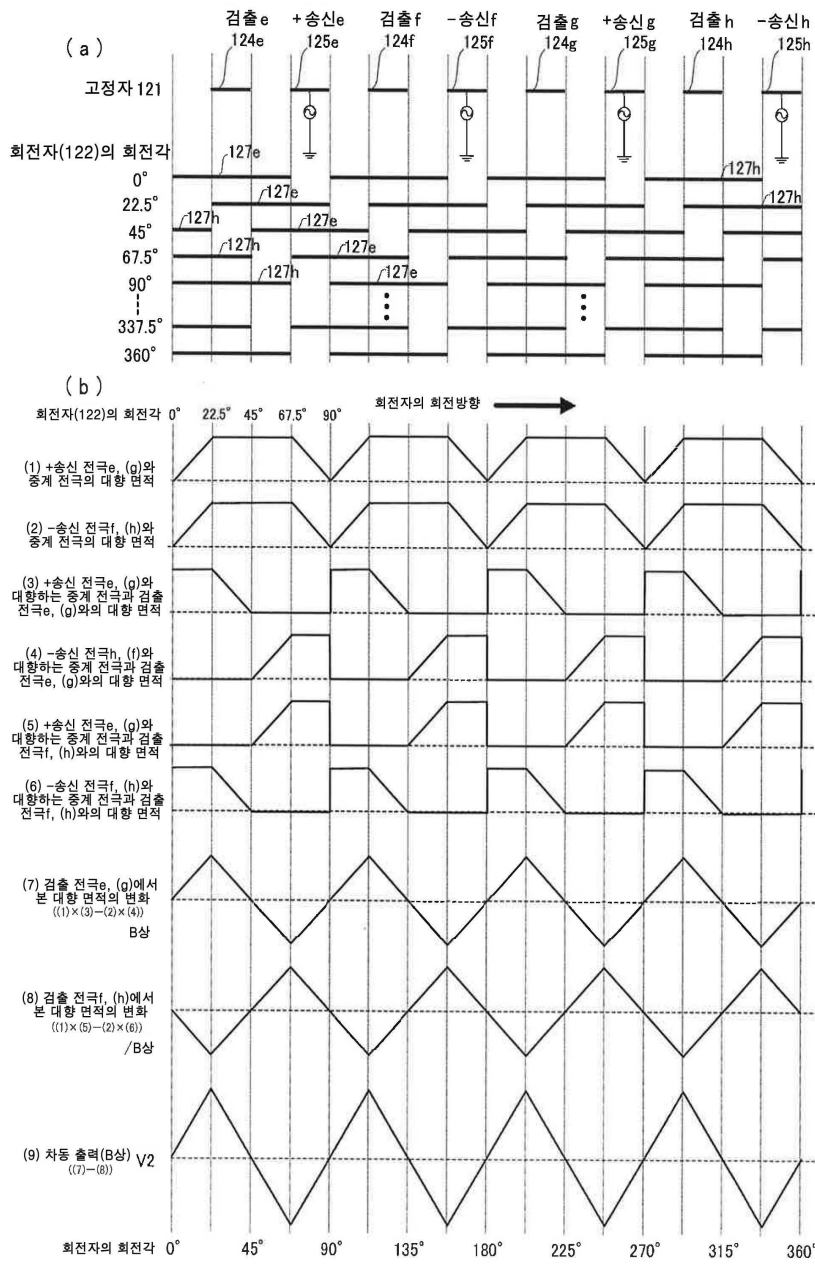
도면12



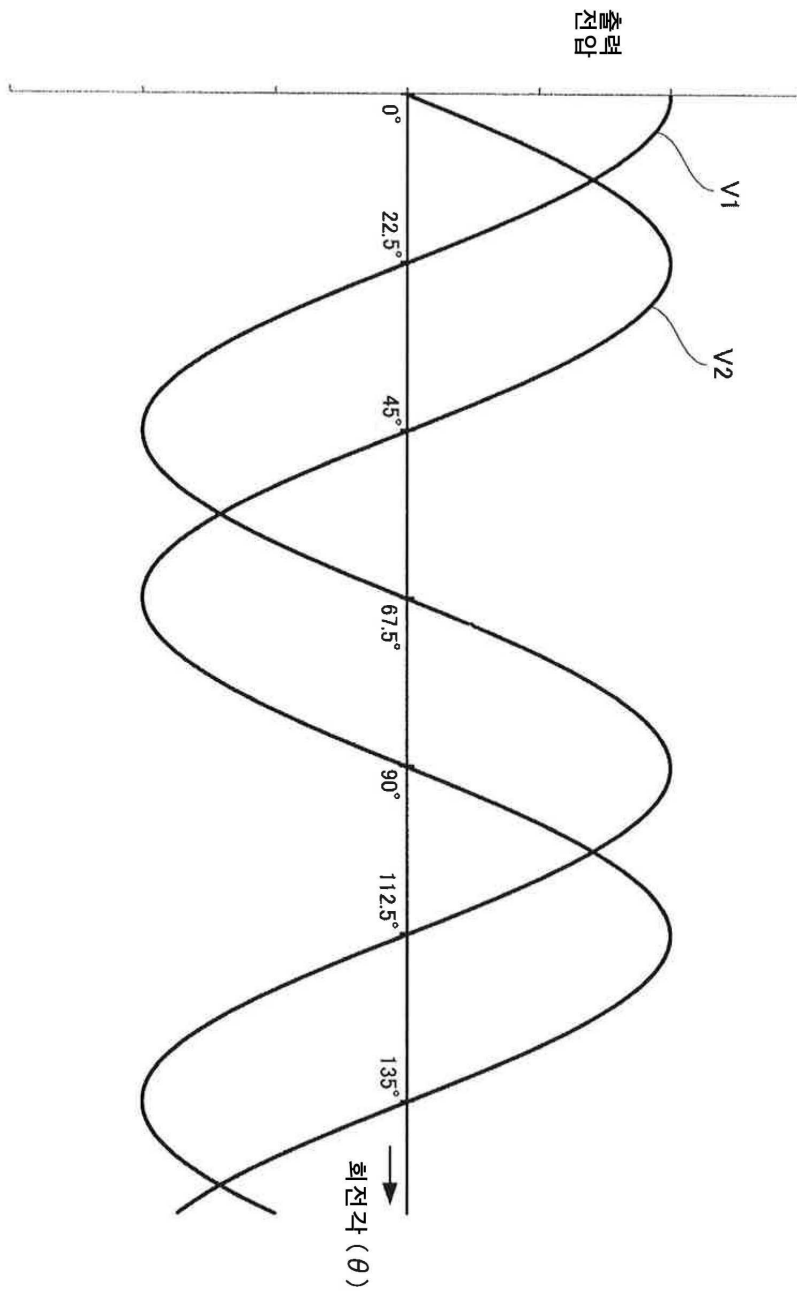
도면13



도면14



도면15



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 제5항

【변경전】

대략 사다리꼴

【변경후】

사다리꼴