

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl. ⁶ H02P 6/02		(45) 공고일자 1996년03월28일	
		(11) 공고번호 특1996-0004262	
		(24) 등록일자 1996년03월28일	
(21) 출원번호	특1993-0006003	(65) 공개번호	특1993-0022700
(22) 출원일자	1993년04월10일	(43) 공개일자	1993년11월24일
(30) 우선권주장	92-90549 1992년04월10일 일본(JP) 92-271342 1992년10월09일 일본(JP)		
(71) 출원인	마쯔시다덴기산교 가부시끼가이샤 모리시타 요이찌 일본국 오오사까후 가도마시 오오아자가도마 1006반지		
(72) 발명자	이나지 토시오 일본국 오오사까후 미노오시 니이나 5-1-7 우에다 에이지 일본국 오오사까후 카타노시 아마노가하타쵸 4-28-106		
(74) 대리인	신중훈		

심사관 : 정지원 (책자공보 제4396호)

(54) 무정류자직류모터

요약

내용 없음.

대표도

도1

명세서

[발명의 명칭]

무정류자직류모터

[도면의 간단한 설명]

- 제 1 도는 본 발명의 일실시예에 의한 무정류자직류모터의 블록도,
제 2 도는 제 1 도에 도시한 방향검출회로의 일례를 도시한 회로도,
제 3 도는 제 2 도에 도시한 방향검출회로의 각 부의 신호파형도,
제 4 도는 제 1 도에 도시한 위상검출회로의 일례를 도시한 회로도,
제 5 도는 제 4 도에 도시한 위상검출회로의 각 부의 신호파형도,
제 6 도는 본 발명의 무정류자직류모터의 정상회전시의 제 1 도에 도시한 회로의 각 부의 신호파형도,
제 7 도는 제 1 도에 도시한 무정류자직류모터의 정상회전시의 영구자석회전자의 자극벡터(\mathcal{F})와 고정자 권선에 의해 발생하는 기자력벡터(I)와, 고정자 권선에 유도되는 유도전압(E)의 관계를 도시한 벡터도,
제 8 도는 제 1 도에 도시한 무정류자직류모터를 구성하는 위상조정회로, 파형발생회로, 초기위치검출회로 및 선택회로의 구성을 도시한 블록도,
제 9 도는 제 1 도에 도시한 무정류자직류모터의 통상모드의 처리를 설명하기 위한 순서도,
제 10 도는 제 1 도에 도시한 무정류자직류모터의 위상일치조작시에 있어서의 영구자석회전자의 자극벡터(\mathcal{F})와 고정자 권선에 의해 발생하는 기자력벡터(I)와의 관계를 도시한 벡터도,
제 11 도는 제 1 도에 도시한 무정류자직류모터의 위상일치조작을 설명하기 위한 순서도,
제 12 도는 제 4 도에 도시한 위상검출회로를 이용하고, 각 고정자 권선에 유도되는 유도전압의 위상이 대응하는 고정자 권선에 통전되는 구동전류의 위상으로부터 어긋난 경우에 제 1 도에 도시한 무정류자직류모터의 각 부의 신호파형도,
제 13 도는 제 1 도에 도시한 무정류자직류모터의 위상보정조작을 설명하기 위한 순서도,
제 14 도는 제 4 도에 도시한 것과는 다른 위상검출회로의 일례를 도시한 회로도,

제 15 도는 제 14 도에 도시한 위상검출회로의 각 부의 신호파형도,

제 16 도는 제 14 도에 도시한 위상검출회로를 이용하고, 각 고정자권선에 유도되는 유도전압의 위상이 대응하는 고정자권선에 통전되는 구동전류의 위상으로부터 어긋난 경우의 제 1 도에 도시한 무정류자직류 모터의 각 부의 신호파형도,

제 17 도는 제 4 도에 도시한 것과는 다른 위상검출회로의 일례를 도시한 회로도,

제 18 도는 제 17 도에 도시한 회로의 각 부의 신호파형도,

제 19 도는 제 1 도에 도시한 전력공급회로의 다른 예를 도시한 회로도,

제 20 도는 제 19 도에 도시한 전력공급회로의 각 부의 신호파형도,

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

1 : 주파수발생기	2 : 파형정형회로
3 : 방향검출회로	4 : 계수회로
5 : 위상조정회로	6 : 파형발생회로
7 : 전력공급회로	8 : 초기위치검출회로
9 : 선택회로	10 : 위상검출회로
11~13 : 3상의 고정자권선	20 : 영구자석회전자
31,42,100 : 비교기	41 : 저항
61 : 연산회로	62 : 메모리

63~65 : 디지털/아날로그변환기

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 영구자석회전자의 회전위치를 검출하기 위한 위치센서를 필요로 하지 않는 무정류자 (brushless) 직류모터에 관한 것이다.

무정류자직류모터는, 브러시, 즉 정류자가 부착된 종래의 직류모터에 비해서 기계적 접점을 지니지 않기 때문에 수명이 길어짐과 동시에 잡음발생도 저감되므로, 최근, 고신뢰성이 요구되는 산업용 기기나 영상·음향기기에 널리 응용되고 있다.

종래의 무정류자직류모터의 대부분은, 모터의 고정자권선의 통전상을 절환하기 위하여 브러시 대신에 회전자 위치센서(예를 들면, 홀(Hall)소자)를 사용하고 있다. 그러나 회전자 위치센서 자체는 저렴하지도 않고, 또 센서의 장착위치 조정의 번잡 및 배선수의 증가에 의해, 무정류자직류모터는 정류자가 부착된 직류모터에 비해서 코스트가 대폭 상승하는 결점이 있다. 또, 모터내부에 회전자 위치센서를 부착해야만하기 때문에, 모터의 구조상 종종 제약이 있다. 근래, 산업용기기 또는 영상·음향기기의 소형화 추세에 따라 사용되는 모터도 소형 및 박형화되어, 홀소자 등의 위치센서를 부착하기 위한 장소적인 여유가 극히 적게 된다. 따라서, 예를 들면 홀소자 등의 위치센서가 없는 몇몇 유형의 무정류자직류모터가 이미 제안되어 있다. 이와 같이 위치센서가 없는 무정류자직류모터로서는, 예를 들면, 모터에 부착된 주파수발생기의 출력펄스를 이용하는 것이 공지되어 있다. 모터는, 회전자의 회전에 따른 펄스를 발생하는 주파수발생기의 출력펄스를 계수회로에 의해 계수하고, 그 계수치에 따라 이미 설정된 전류패턴을 지닌 구동전류를 회전자의 3상의 고정자권선에 순차 통전시켜, 영구자석회전자를 회전시키는 것이다(예를 들면, 일본국 특개소 63-262088 호 공보).

그러나, 이러한 구성에서는, 기동시에는 회전자의 초기위치를 알 수 없기 때문에, 상기 종래기술에 나타낸 바와같은 무정류자직류모터에 특별히 리세트신호발생회로를 설치하고, 기동시 이 리세트신호를 이용해서 상기 계수회로를 리세트하는 동시에 회전자의 고정자권선에 소정의 리세트신호를 공급하여, 미리 회전자와 고정자권선을 소정의 위치관계가 되도록 설정하고 있다.

그러나, 초기위치를 결정하기 위하여 고정자권선에 소정의 리세트전류를 공급하면, 회전자는 회전을 개시하여, 소정위치를 중심으로 회전자의 위치가 진동하므로, 소정위치에서 단시간에 안정화될 수 없다. 그 결과, 기동시에 있어서의 고정자권선에 소정의 리세트전류를 공급해서 회전자를 소정 위치에 안정시키는 리세트모드로부터, 회전자의 회전에 따라 주파수발생기의 출력펄스를 계수하는 정류의 위치검출모드는 단시간에 이행될 수 없으므로 기동시간이 길어진다고 하는 문제점이 있었다.

따라서, 이러한 종래의 무정류자직류모터는, 회전 및 정지를 빈번하게 반복하여 단시간에 기동할 필요가 있는 용도로는 사용될 수 없다.

또한, 상기 종래기술에 있어서의 무정류자직류모터에서는, 기동시에 있어서 회전자의 초기위치를 검출하므로, 고정자권선에 리세트전류를 공급해서 회전자와 고정자권선을 서로 소정의 위치관계가 되도록 구성한 경우에도, 회전자가 부하를 받고 있으면, 회전자와 고정자권선의 위치관계는 부하의 크기에 따라 크게 변화된다. 따라서, 리세트모드에 있어서 회전자를 소정 위치에 고정할 수 없다.

따라서, 상기 종래 기술의 무정류자직류모터에 있어서는, 리세트모드로부터 회전자의 회전에 따라 주파수발생기의 출력펄스를 계수하는 정류의 위치검출모드로 이행하면, 고정자권선에 공급된 전류의 위상이 정류의 위상으로부터 크게 벗어나기 때문에, 효율 높은 구동을 실현할 수 없다.

따라서, 종래의 무정류자직류모터는, 기동시에 있어서 모터자체가 무부하상태인 용도에만 적용할 수 있다고 하는 문제점이 있었다.

또, 전술한 종래기술에 나타난 바와 같은, 회전자의 회전에 따른 펄스를 발생하는 주파수발생기의 출력펄스를 계수회로로 계수하고, 그 계수치에 대응해서 구동전류를 3상의 고정자권선에 순차 통전시켜서 영구자석회전자를 회전시키는 무정류자직류모터에서는, 연속구동중에 여하한 원인에 의해 주파수발생기의 출력에 노이즈가 중첩한 경우 계수회로에 의해 얻어진 계수치에 오차가 발생하여, 이러한 계수오차에 의해 모터의 효율은 저하되고, 토크리플도 증가한다. 또한, 이러한 계수오차가 누적되면, 최악의 경우 모터가 정지할 수도 있어, 전술한 종래의 무정류자직류모터는 신뢰성이 결여된다고 하는 문제점이 있었다.

본 발명의 목적은, 모터의 기동시에 있어서의 회전자와 고정자권선의 위치관계를 단시간에 검출하는 것이 가능하고, 또, 기동시에 있어서의 위상일치모드로부터 회전자의 회전속도에 따라서 출력펄스를 계수해서 행하는 정규의 위치검출모드로 모드를 신속하게 전환하는 것이 가능한 무정류자직류모터를 제공하는 데 있다.

본 발명의 다른 목적은, 기동시에 있어서 모터가 이미 부하를 받고 있는 상태인 경우에도 부하의 크기와는 무관하게 회전자의 위치를 극히 정밀도 높게 검출하는 것이 가능한 무정류자직류모터를 제공하는 데 있다.

본 발명의 또 다른 목적은, 모터가 통상 회전하고 있을 때에 각 고정자권선에 유도되는 각 전압의 위상과 각 고정자권선에 통전되는 대응하는 구동전류의 위상이 일치되도록 위상보정처리를 해서 항상 효율높게 구동될 수 있는 무정류자직류모터를 제공하는 데 있다.

이상의 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 무정류자직류모터는, 영구자석회전자의 회전속도에 비례하는 주파수를 각각 지닌 복수상의 주파수신호를 발생하는 주파수발생기와, 상기 복수상의 주파수신호로부터 영구자석회전자의 회전방향을 검출해서 방향신호를 출력하는 방향검출회로와, 상기 방향신호에 응해서 상기 복수상의 주파수신호중 적어도 1 개의 주파수신호의 펄스를 업카운트(up-counting) 또는 다운카운트(down-counting)하는 계수회로와, 상기 계수회로의 계수치에 응해서 복수상의 파형신호를 발생하는 파형발생회로와, 상기 복수상의 파형신호에 응 산 전력을 각 고정자권선에 공급하는 전력공급회로를 구비하고 있다. 또, 초기위치검출회로는 회전자계를 시계방향 또는 반시계방향으로 회전시킴으로써 영구자석회전자의 자극의 초기위치를 검출하며, 위상검출회로는 복수상의 고정자권선에 통전되는 각 구동전류의 위상이나 고정자권선에 유도되는 각 유도전압의 위상을 검출하고, 위상조정수단은, 회전방향지령에 응해서 회전자계의 위상을 그의 초기위치로부터 시계방향 또는 반시계방향으로 소정의 값만큼 시프크시켜, 위상검출회로의 출력에 응해서 고정자권선에 통전되는 각 구동전류의 위상과 고정자권선에 유도되는 각 유도전압의 위상을 보정하기 위하여 설치되어 있다. 따라서, 모터의 기동시에는, 고정자권선에 발생되는 회전자계를 시계방향 또는 반시계방향으로 회전시켜서 영구자석회전자의 초기위상을 일치시키고, 회전자의 통상 회전시에는, 고정자권선에 통전되는 각 구동전류의 위상과 고정자권선에 유도되는 각 유도전압의 위상이 항상 서로 일치되도록 보정하고 있다.

본 발명의 부정류자직류모터는, 상기와 같은 구성에 의해서, 주파수발생기로부터 출력된 출력펄스를 계수회로에 의해서 계수한다. 이 계수치에 의거해서 위치신호를 형성하고 있으므로, 종래의 무정류자직류모터에서 필요로 하던 위치센서가 불필요하다. 따라서, 센서의 장착위치조정의 번잡성이 없어지고 또 배선수가 삭감되어, 코스트를 대폭 저감할 수 있다. 또한, 모터내부에 회전자위치센서를 부착할 필요가 없으므로, 모터는 구조상의 제약을 받지 않으므로, 소형화 및 박형화가 가능해진다.

또, 고정자권선에 각각 통전되는 구동전류와 고정자권선에 각각 유도되는 유도전압을 항상 서로 위상이 일치되도록 보정하고 있으므로, 모터는 높은 효율로 구동될 수 있다.

이하, 본 발명의 바람직한 실시예에 대해서 첨부도면을 참조하면서 상세히 설명한다.

먼저, 제 1 도는 본 발명의 실시예에 의한 무정류자직류모터의 블록도이다. 제 1 도에 있어서, (20)은 영구자석회전자, (11), (12), (13)은 3상의 고정자권선, (1)은 주파수발생기이며, 영구자석회전자(20)의 회전에 비례해서 서로 위상이 다른 2상의 주파수신호(m1), (m2)를 발생한다. 이 2상의 주파수신호(m1), (m2)는, 파형정형회로(2)에 입력되어서 각각 직사각형파 신호(s1), (s2)로 변환된 후, 방향검출회로(3)로 입력된다. 방향검출회로(3)는 영구자석회전자(20)의 정역의 회전방향에 따른 방향신호(d)를 출력한다. 또, (4)는 계수회로이며, 파형정형회로(2)로 출력된 직사각형파신호(s1)와 방향검출회로(3)로부터 출력된 방향신호(d)를 수신하여, 영항에 따라서 업카운트 또는 다운카운트를 행한다. (8)은 초기위치검출회로이며, 계수회로(4)의 계수치(c)를 수신하여, 위상이 서로 일치할 때에는 고정자가 발생하는 회전자계를 정역방향으로 회전시켜서 영구자석회전자의 초기위치를 구하고 그 초기치(q)를 계수회로(4)로 출력한다. 또, 초기위치검출회로(8)는 위상이 서로 일치할 때에는 어드레스지령신호(b)를 선택회로(9)에 동시에 출력한다. 위상검출회로(10)는 고정자권선(11), (12), (13)에 각각 인가되는 3상의 전압의 크기를 비교해서 위상신호(g)를 출력한다. 또, (5)는 위상조정회로이며, 입력단자(14)에 입력된 방향지령(r)에 응해서 계수회로(4)의 계수치(c)에 소정치를 가산 또는 감산하고, 위상검출회로(10)로부터 출력된 위상신호(g)에 위한 위상보정을 행하여 어드레스신호(a)를 선택회로(9)에 출력한다. 선택회로(9)는 단자(15)에 입력되는 위상일치지령(t)에 응해서 어드레스신호(a) 또는 어드레스지령(b)을 선택하여 어드레스신호(f)를 파형발생회로(6)로 출력한다. 파형발생회로(6)는 상기 선택회로(9)로부터 출력된 어드레스신호(f)를 파형발생회로(6)로 출력한다. 파형발생회로(6)는 상기 선택회로(9)로부터 출력된 어드레스신호(f)에 응해서 3상의 위치신호(p1), (p2), (p3)를 전력공급회로(7)로 출력한다. 전력공급회로(7)는 이와 같이 입력된 3상의 위치신호(p1), (p2), (p3)를 증폭하여, 이 위치신호(p1), (p2), (p3)의 크기에 비례하는 전류(i1), (i2), (i3)를 각각 고정자권선(11), (12), (13)에 공급한다.

이상과 같이 구성된 무정류자직류모터의 동작에 대해 이하 상세히 설명한다.

우선, 영구자석회전자(20)가 통상 회전상태로 회전하고 있는 경우에 대해서 설명한다.

제 2 도는 제 1 도에 도시한 방향검출회로(3)의 일례의 회고구성도이고, 제 3 도는 제 2 도에 도시한 회로의 각부의 신호파형도이다.

제 2 도는 있어서, (21)은 파형정형회로(2)로부터 출력된 2상의 직사각형파신호(s1), (s2)가 입력되는 D

형 플립플롭회로(21)의 데이터입력단자(D)에는 직사각형파신호(s1)가 입력되고 클럭입력단자(CK)에는 직사각형파신호(s2)가 입력된다.

제 3 도 (a)는 영구자석회전자(20)가 정방향으로 회전하고 있을 때의 직사각형파신호(s1), (s2)의 파형을 제 3 도 (b)는 영구자석회전자(20)가 역방향으로 회전하고 있을 때의 직사각형파신호(s1), (s2)의 파형을 도시한 것이다. D형 플립플롭회로(21)는, 클럭입력단자(CK)에 입력된 신호의 각 상승에지에서 데이터입력단자(D)의 상태를 유지하고, 그 상태를 출력단자(Q)로 출력하므로, 제 3 도 (a)에 도시한 바와 같이, 영구자석회전자(20)가 정방향으로 회전하고 있을 때에는, D형 플립플롭회로(21)의 출력신호(d)는 항상 고전위상태(이하 "H"상태라 칭함)로 된다. 한편, 영구자석회전자(20)가 역방향으로 회전하고 있을 때에는, 제 3 도 (b)에 도시한 바와 같이 직사각형파신호(s1)가 직사각형파신호(s2)로부터 위상의 90° 만큼 지연되기 때문에 플립플롭회로(21)의 출력신호(d)는 항상 저전위상태(이하 "L" 상태라고 칭함)로 된다. 이상의 설명으로부터 명백한 바와 같이, 제 2 도에 도시한 방향검출회로(3)에 의해 영구자석회전자(20)의 회전방향을 검출하는 것이 가능하다. 즉, 방향검출회로(3)로부터 출력되는 방향신호(d)는 영구자석회전자(20)가 정방향으로 회전하고 있을 때는 "H"상태로 되고, 역방향으로 회전하고 있을 때는 "L"상태로 된다. 계수회로(4)에는 파형정형회로(2)로부터 출력된 직사각형파신호(s1)와 방향검출회로(3)로부터 출력된 방향신호(d)가 입력되며, 이 계수회로(4)는 방향신호(d)에 응해서 직사각형파신호(s1)의 펄스수를 그의 회전방향에 응해서 업카운트 또는 다운카운트하므로, 계수회로(4)의 계수치로부터 영구자석회전자(20)의 회전이동량을 얻을 수 있다. 그러나, 이 경우, 계수회로(4)는 모터의 기동시의 초기상태에서는 불안정하므로, 초기치를 부여하는 방법에 대해서는, 제 10 도 및 제 11 도를 참조하면서 행하는 이하의 위상일치조작에 대한 설명부분에서 상세히 설명한다.

제 4 도는 제 1 도에 도시한 위상검출회로(10)의 일례를 도시한 회로구성도이고, 제 5 도는 그의 각 부의 신호 파형도이다.

제 4 도에 있어서, 비교기(31)는 고정자권선(11)의 각 단부에 접속된 2 개의 입력단자를 지니고 있으며, 보다 구체적으로는, 고정자권선(11)의 단자전압(v1)에 접속된 비반전입력(+)과 접속되고, 고정자권선(11), (12), (13)의 중성점(0)은 비교기(31)의 반전입력(-)에 접속되어 있으므로, 비교기(31)는 고정자권선(11)의 위상전압에 응해서 위상신호(g)를 위상조정회로(5)로 출력한다.

제 5 도에 있어서, (a)는 영구자석회전자(20)가 회전하고 있을 때의 3상의 단자전압(v1), (v2), (v3)의 각 전압파형을 도시한 것이며, 단자전압(v1)은 비교기(31)의 비반전입력(+)에 접속되고, 고정자권선(11), (12), (13)의 중성점(0)은 비교기(31)의 반전입력(-)에 접속되어 있으므로, 비교기(31)는 고정자권선(11)에 발생하는 위상전압의 부호를 검출할 수 있다. 제 5 도(b)로부터 명백한 바와 같이, 위상신호(g)의 상승에지는 단자전압(v1)의 중성점전압(0)에 대한 영(제로)교차점과 일치한다. 즉, 위상검출회로(10)로부터 출력된 위상신호(g)는 3상의 고정자권선(11), (12), (13)중 1상의 위상전압의 영교차점의 타이밍신호를 출력하는 것으로 되어, 위상검출회로(10)에 의해 고정자권선(11)의 위상전압의 위상을 검출하는 것이 가능하다. 또, 위상신호(g)를 이용해서 행하는 조작에 대해서는, 제 12 도 및 제 13 도를 참조하여 행하는 이하의 위상보정동작에 대한 설명부분에서 상세히 설명한다.

우선, 본 실시예의 무정류자직류모터가 정상상태에서 회전하고 있을 때의 동작에 대해서 설명한다.

제 6 도는 제 1 도에 도시한 무정류자직류모터가 정상회전하고 있을 때의 각 부의 신호파형도이다. 제 6 도(a)는, 고정자권선(11), (12), (13)에 각각 유도되는 유도전압(e1), (e2), (e3)의 각 파형도이고, 제 6 도(b)는 파형발생회로(6)에서 발생하는 3상의 위치신호(p1), (p2), (p3)이며, 영구자석회전자(20)의 회전위치에 따라서 발생되어 유도전압(e1), (e2), (e3)과 각각 위상이 일치한다. 제 6 도(c)는 고정자권선(11), (12), (13)의 각 상에 공급되는 3상의 구동전류(i1), (i2), (i3)를 도시한 것으로서, 사이파형사의 위치신호(p1), (p2), (p3)를 전력공급회로(7)에 의해 증폭함으로써 발생된다. 또 제 6 도(d)는 고정자권선(11), (12), (13)의 각 상의 단자전압(v1), (v2), (v3)을 도시한 것으로서, 고정자권선(11), (12), (13)의 각 상에 유도되는 유도전압(e1), (e2), (e3)과 고정자권선(11), (12), (13)의 각 상에 구동전류(i1), (i2), (i3)가 흐름으로써 발생한 권선저항에 의한 전압강하성분(여기에서는 전압(v1)의 경우만 사선으로 도시되어 있음)을 합성하는 것에 의해 얻어진다. 제 6 도로부터 명백한 바와 같이, 유도전압(e1), (e2), (e3), 위치신호(p1), (p2), (p3), 구동전류(i1), (i2), (i3) 및 단자전압(v1), (v2), (v3)은 각각 서로 위상이 일치하며, 유도전압(e1), (e2), (e3)과 구동전류(i1), (i2), (i3)가 각각 서로 위상이 일치할 때 모터는 최대 효율로 구동된다.

3상 구동전류(i1), (i2), (i3)에 의해 고정자권선(11), (12), (13)에는 회전자계가 발생하고, 영구자석회전자(20)의 자극과 고정자권선(11), (12), (13)에 의해 발생된 회전자계와의 상호작용에 의해, 영구자석회전자(20)는 회전력을 받아 회전을 개시한다.

제 7 도는 영구자석회전자(20)의 자극과 고정자권선(11), (12), (13)에 의해 발생된 회전자계의 위상관계를 도시한 벡터도이다. 제 7 도에 있어서, (f)는 영구자석회전자(20)의 자극을 나타내는 자극벡터이고, (1)는 고정자권선(11), (12), (13)에 의해 발생하는 회전자계를 나타내는 자극벡터이고 (E)는 고정자권선(11), (12), (13)에 유도되는 유도전압을 나타내는 유도전압벡터이다.

제 7 도(a)는 모터가 정방향(시계방향)으로 회전하고 있는 경우의 벡터의 태양을 제 7 도(b)는 역방향(반시계방향)으로 회전하고 있는 경우의 벡터의 태양을 표현한 것으로서, 기자력벡터(1)와 자극벡터(f)는 각각 화살표로 표시한 방향으로 회전한다. 제 7 도로부터 명백한 바와 같이, 영구자석회전자(20)를 연속해서 회전 시키기 위해서는, 고정자권선(11), (12), (13)에 의해 발생하는 기자력벡터(1)의 위상을, 영구자석회전자(20)의 자극벡터(f)의 위상으로부터 항상 90° 회전방향으로 진행시키면 된다. 즉, 모터를 정방향으로 회전시키기 위해서는, 기자력벡터(1)를 시계방향으로 90° 진행시키고, 역방향으로 회전시키기 위해서는 기자력벡터(1)를 반시계방향으로 90° 진행시키면 된다.

또, 제 7 도로부터 명백한 바와 같이, 모터의 회전방향과는 무관하게 기자력벡터(1)와 유도전압벡터(E)는 위상이 일치하고 있다. 이 상태하에서, 모터는 최대효율로 구동된다.

이와 같은 신호처리를 행하는 본 발명의 무정류자직류모터의 각 부의 동작에 대해서, 보다 상세히 설명한

다.

제초기위치검출회로(8) 또는 제 1 도에 도시한 위상조정회로(5), 파형발생회로(6), 초기위치검출회로(8) 및 선택회로(9)의 구성의 일례를 표시한 회로도이다.

본 실시예에서는, 위상조정회로(5), 파형발생회로(6), 초기위치검출회로(8) 및 선택회로(9)는, 연산회로(61), 메모리(62) 및 디지털/애널로그(D/A) 변환기(63), (64), (65)로 구성되어 있다. 연산회로(61)는 메모리(62)의 판독전용메모리(ROM)영역에 격납되어 있는 후술하는 소정의 내장프로그램에 따라서 동작하고, 단자(14)에 입력되는 방향지령(r), 단자(15)에 입력되는 위상일치지령(t), 위상검출회로(10)로부터 출력되는 위상신호(g) 및 계수회로(4)의 계수치(c)를 메모리(62)의 랜덤액세스메모리(RAM)영역에 집어 넣고, 소정의 연산처리를 행하여 어드레스(f)를 구한다. 다음에, 연산회로(61)는 이와 같이 구한 어드레스(f)에 응해서, 메모리(62)의 ROM 영역에 미리 격납되어 있는 1주기분의 사인파함수데이터를 참조함으로써 어드레스(f)에 응한 3상의 디지털위치신호(dp1), (dp2), (dp3)를 구하여, 각각 디지털/애널로그변환기(63), (64), (65)는, 3상의 디지털위치신호(dp1), (dp2), (dp3)를 각각 애널로그값으로 변환하여 3상의 위치신호(p1), (p2), (p3)를 출력한다.

다음에, 메모리(62)의 ROM 영역에 격납되어 있는 내장프로그램에 대해서 설명한다.

우선, 정상회전시에 처리를 행하는 통상모드에 대해서, 제 9 도에 도시한 기본순서도를 참조하면서 설명한다.

제 9 도에 있어서, 처리 71 에서는, 계수회로(4)의 계수치(c)가 변화하였는지의 여부에 대해 판정하고, 계수치가 변화한 경우에는 처리 72로 이행한다.

처리 72에서는, 계수회로(4)의 계수치(c)와 단자(14)에 입력되는 방향지령신호(r)를 취하여 메모리(62)의 RAM영역에 격납한다.

처리 73에서는, 방향지령신호(r)가 시계방향인지 반시계방향인지의 여부를 판정한다. 만약 시계방향으로 판정되면, 처리 74로 이행해서 계수회로(4)의 계수치(c)에 소정의 값(위상으로 환산해서 90°에 상당)을 가산하여 어드레스(f)를 얻는다. 만약 반시계방향으로 판정되면, 처리 75로 이행해서 계수회로(4)의 계수치(c)로부터 소정의 값(위상으로 환산해서 90°에 상당)을 감산하여 어드레스(f)를 얻는다. 처리 71, 72, 73, 74, 75는 위상조정회로(5)가 행하는 연산처리이다.

처리 76에서는, 처리 74 또는 처리 75에서 얻어진 어드레스(f)에 따라서 다음처리 76에서 필요한 3상의 어드레스(f1), (f2), (f3)를 구한다.

즉, 위치신호(p1), (p2), (p3)의 위상은 서로 120°씩 어긋나 있으므로(제6도 참조), 3상의 어드레스(f1), (f2), (f3)는 다음과 같이 계산된다. 즉,

$$f1 = f \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot [1]$$

$$f2 = f + (120) \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot [2]$$

$$f3 = f - (120) \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot [3]$$

여기서 (120)은 위상으로 환산한 120° 어드레스계수치이다.

처리 77 에서는, 처리 76에서 얻어진 3상의 어드레스(f1), (f2), (f3)에 의거해서 메모리(62)의 ROM 영역에 격납되어 있는 사이파함수데이터를 참조하여 3상의 방향신호(dp1), (dp2), (dp3)를 구한다.

처리 78 에서는, 처리 77에서 얻어진 3상의 디지털위치신호(dp1), (dp2), (dp3)를 디지털/애널로그변환기(63), (64), (65)로 각각 출력한다. 디지털/애널로그변환기(63), (64), (65)는 디지털위치신호(dp1), (dp2), (dp3)를 각각 애널로그값으로 변환하여, 제 6 도에 도시한 바와 같이 위치신호(p1), (p2), (p3)를 출력한다. 처리 76, 77, 78은 파형발생회로(6)가 행하는 연산처리이다. 처리 78을 수행한 후에는 처리 71로 귀환하여 상기 처리를 반복한다.

위상조정회로(5) 및 파형발생회로(6)에 의해 이상의 처리를 수행함으로써, 영구자석회전자(20)의 회전에 응해서 위치신호(p1), (p2), (p3)를 전력공급회로(7)로 공급한다. 전력공급회로(7)는 고정자권선(11), (12), (13)에 각각 사인파형사의 구동전류(i1), (i2), (i3)를 공급한다. 즉, 영구자석회전자(20)의 회전량을 검출해서, 그 회전량만큼 고정자권선(11), (12), (13)에 의해 발생된 자계를 회전시킨다. 그 결과, 고정자권선은 회전자계를 발생하고, 그 회전자계의 기자력벡터(I)는 제 7 도에 도시한 바와 같이 영구자석회전자(20)의 자극벡터(\mathcal{F})로부터 항상 90° 위상이 다르도록 형성된다. 그래서, 자극벡터(\mathcal{F})와 기자력벡터(I)와의 상호작용에 의해, 영구자석회전자(20)는 회전력을 받아서 회전을 지속한다.

그러나, 전원투입 등과 같은 초기상태하에서는, 계수회로(4)의 계수치는 불안정하므로, 계수치의 초기치(cs)를 부여할 필요가 있다.

다음에, 본 실시예의 무정류자직류모터에 있어서 계수회로(4)에 초기치를 부여하는 위상일치동작에 대해서 상세히 설명한다.

기동시에는, 제 1 도에 도시한 선택회로(9)의 단자(15)에 위상일치지령(t)가 입력되고, 초기위치검출회로(8)의 출력신호(b)가 선택회로(9)에 의해 선택되어 어드레스(f)로서 파형발생회로(6)로 출력된다. 초기위치검출회로(8)는 고정자권선(11), (12), (13)에 의해 발생된 회전자계를 강제적으로 시계방향 또는 반시계방향으로 회전시켜, 영구자석회전자(20)의 자극과 고정자권선(11), (12), (13)에 의해 발생된 회전자계와의 위상관계를 검출한다.

제 10 도는 본 실시예의 위상일치동작을 설명하기 위하여 영구자석회전자(20)에 의해 발생된 자극벡터(\mathcal{F})와 고정자권선(11), (12), (13)에 의해 발생된 기자력벡터(I)와의 관계를 도시한 벡터도이다.

위상이 서로 일치할 때에는, 선택회로(9)는 초기위치검출회로(8)의 어드레스지령(b)을 파형발생회로(6)로 출력하고, 파형발생회로(6)로 입력된 어드레스(f)는 영구자석회전자(20)의 회전과는 무관하게 강제로 변경되어, 이와 같이 변경된 어드레스(f)에 응해서 고정자권선의 기자력벡터(I)의 방향이 변화된다. 그 결과, 자극벡터(f)와 기자력벡터(I)와의 상호작용에 의해, 영구자석회전자(20)는 회전력을 받아 회전을 개시한다. 모터가 무부하상태인 것으로 가정하면, 기자력벡터(I)와 자극벡터(f)는 서로 완전히 일치한다(이 경우 모터가 발생하는 토크는 0이다). 이 상태를 제 10 도(a)에 도시한다. 그러나, 모터가 부하상태인 것으로 가정하면, 기자력벡터(I)와 자극벡터(f)는 서로 일치하지 않아, 부하의 크기에 따라서 소정의 위상과 ~를 이룬다. 또, 그 위상어긋남방향은, 모터를 시계방향으로 회전시킨 때는, 제 10 도(b)에 도시한 바와 같이 자극벡터(f)가 기자력벡터(I)로부터 반시계방향으로 각도 θ 만큼 어긋나게 되고, 모터를 반시계방향으로 회전시킨 때는 제 10 도(c)에 도시한 바와 같이 자극벡터(f)가 기자력벡터(I)로부터 시계방향으로 각도 ~에 만큼 어긋나는 것으로 된다. 그러나, 이 경우, 계수회로(4)는 방향신호(d)에 응해서 직사각형파신호(s1)를 업카운트 또는 다운카운트하고 있으므로, 영구자석회전자(20)는 항상 초기치로부터 그의 회전량을 검출하는 것으로 된다. 여기서, 계수회로(4)의 초기치를(cs)로 하고, 고정자권선의 기자력벡터(I)를 시계방향으로 (Δf)만큼 회전시킨 것으로 하면, 계수회로(4)의 계수치(c1)는 다음과 같이 얻을 수 있다. 즉,

$$c1 = cs + \Delta f \cdot h \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot [4]$$

여기서, h는 위상으로 환산해서 제 10 도에 도시한 위상각 θ 에 상당하는 계수치이다.

또, 고정자권선의 기자력벡터(I)를 반시계방향으로 (Δf)만큼 회전시킨 것으로 하면, 계수회로(4)의 계수치(c2)는 다음과 같이 얻을 수 있다. 즉,

$$c2 = cs - \Delta f \cdot h \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot [5]$$

그러므로, 계수회로(4)의 초기치(cs)는 다음과 같이 계산할 수 있다. 즉,

$$cs = (c1+c2)/2 \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot [6]$$

본 실시예의 위상일치처리를 수행하는 동작에 대해서, 위상을 서로 일치시키는 위상일치모드를 설명하기 위한 순서도인 제 11 도를 참조하면서 더욱 상세히 설명한다.

제 11 도에 있어서, 처리 91에서는 어드레스(f)를 1 만큼 증분하고, 처리 92 로 이행한다. 이 경우, 위상일치시의 어드레스(f)의 초기치는 0으로 된다.

처리 92 에서는, 어드레스(f)가 소정치(Δf)를 초과했는지의 여부를 판정한다. 어드레스(f)가 (Δf)이내 인 때는, 다시 처리 91로 이행해서 어드레스(f)를 1 만큼 증가시킨다. 그래서, 어드레스(f)가 (Δf)를 초과한 때에는 처리 93으로 이행한다.

처리 93 에서는, 계수회로(4)의 계수치(c)를 폐치하여 메모리(62)의 RAM 영역에 제 1 계수치(c1)로서 격납한 후, 처리 94로 이행한다.

처리 94 에서는, 파형발생회로(6)에 입력되는 어드레스(f)를 이번에는 1 만큼 감소시키고, 처리 95로 이행한다.

처리 95 에서는, 어드레스(f)가 소정치($-\Delta f$)를 초과했는지의 여부를 판정한다. 어드레스(f)가 ($-\Delta f$)이내 인 때는 다시 처리 94로 귀환하여 어드레스(f)를 1 만큼 감소시킨다. 그래서 어드레스(f)가 ($-\Delta f$)를 초과한 때에는 처리 96으로 이행한다.

처리 96 에서는, 계수회로(4)의 계수치(c)를 폐치하여 메모리(62)의 RAM 영역에 제 2 계수치(c2)로서 격납한 후, 처리 97로 이행한다.

처리 97 에서는, 처리 93 및 처리 96 에서 각각 얻어진 제 1 및 제 2 계수치(c1), (c2)에 관하여 식 [6]을 이용해서 연산을 행하여, 계수회로(4)의 초기치(cs)를 구한다. 처리 97의 연산처리를 종료한 후, 처리 선택회로 98로 이행한다.

처리 98에서는 처리 97에서 얻어진 값(cs)를 초기치로서 계수회로(4)로 전송한다.

이상의 처리 91에서 98까지는, 모터의 가동시 등의 초기상태에서의 위상일치모드이 동작이므로, 영구자석회전자(20)의 자극벡터(f)와 고정자권선(11), (12), (13)에 의해 발생하는 기자력벡터(I)와의 위상일치동작이 완료된다(제 10 도(a) 참조).

위상일치처리의 완료후, 제 9도에 도시한 통상모드로 이행하여 영구자석회전자(20)를 회전시킨다.

다음에, 본 실시예의 무정류자직류모터가 통상 상태에서 회전할 때 수행되는 위상보정동작에 대해서 상세히 설명한다.

제 12 도는 고정자권선(11), (12), (13)에 각각 유도되는 유도전압(e1), (e2), (e3)의 파형, 고정자권선(11), (12), (13)의 각 상에 통전되는 구동전류(i1), (i2), (i3)의 위상이 어긋난 경우의 각 부의 전압 및 전류의 파형 및 위상검출회로(10)로부터 출력된 위상신호(g)의 파형을 도시한 도면이다.

제 12 도(a)는 고정자권선(11), (12), (13)에 각각 유도되는 유도전압(e1), (e2), (e3)의 파형, 제 12 도(b)는 파형발생회로(6)로부터 출력된 사인파형상의 위치신호(p1), (p2), (p3), 제 12 도(c)는 고정자권선(11), (12), (13)에 각각 통전되는 구동전류(i1), (i2), (i3)의 파형도이다. 위치신호(p1), (p2), (p3)는 각각 사인파형상의 신호이며 각각 전력공급회로(7)로 전송되고 증폭되어 사인파형상의 3상의 구동전류(i1), (i2), (i3)로 변환된 후 고정자권선(11), (12), (13)의 각 상에 공급되므로 위치신호(p1), (p2), (p3)와 구동전류(i1), (i2), (i3)는 서로 위상이 일치하게 된다.

제 12 도(d)는 고정자권선(11), (12), (13)의 각 상의 단자전압(v1), (v2), (v3)이며, 고정자권선(11), (12), (13)의 각 상에 유도되는 유도전압(e1), (e2), (e3)과 고정자권선(11), (12), (13)의 각 상에 구동

전류(i_1), (i_2), (i_3)가 흐름으로써 발생하는 권선저항에 의한 전압강하성분(도면에서는 단자전압(v_1)만 사선으로 표시하였음)을 합성한 파형이다. 제 12 도로부터 명백한 바와 같이, 이 경우에는 유도전압(e_1), (e_2), (e_3), 구동전류(i_1), (i_2), (i_3)의 위상이 어긋나 있으므로, 모터는 최대효율로 구동되지 않는다. 제 12 도(e)는 제 4 도에 도시한 위상검출회로(10)로부터 출력된 위상신호(g)를 도시한 것으로서, 제 5 도에 도시한 경우와 마찬가지로, 위상신호(g)의 상승에지는 단자전압(v_1)이 하부쪽에서 상부쪽을 향해서 중성점전압(0)과 교차하는 영교차점과 일치하고, 위상신호(g)의 하강에지는 단자전압(v_1)이 상부쪽으로부터 하부쪽을 향해서 중성점전압(0)과 교차하는 영교차점과 일치한다. 또, 위상신호(g)의 상승에지는 위치신호(p_1) (또는 구동신호(i_1))의 영교차점으로부터 (Δg)만큼 위상이 어긋나 있다.

다음에, 이미 제 6 도에서 설명한 바와 같이 위상검출회로(10)로부터 출력된 위상신호(g)에 응해서 유도전압(e_1), (e_2), (e_3)과 구동전류(i_1), (i_2), (i_3)의 위상을 서로 일치시키는 본 실시예에서 수행되는 위상보정처리에 대해서 상세히 설명한다.

제 13 도는 위상보정처리를 행하는 위상보정모드를 설명하기 위한 순서도이며, 이하, 이 제 13 도를 참조하면서 설명한다.

제 13 도에 있어서, 처리 131 에서는, 위상검출회로(10)로부터 출력된 위상신호(g)의 상승에지의 발생여부에 대해 판정한다. 위상신호(g)의 상승에지가 발생하지 않은 경우에는, 처리는 통상모드로 이행하고, 위상신호(g)의 상승에지가 발생하는 경우에는, 처리 132로 이행한다. 처리 132에서는, 위상신호(g)의 상승에지가 발생한 시점에 있어서의 파형발생회로(6)로 입력되는 어드레스(f)와 파형발생회로(6)로부터 위치신호(p_1)의 영교차점에 상당하는 어드레스치(f_p)와의 차($\Delta g=f-f_p$)를 연산해서 그것을 위상차(Δg)로서 메모리(62)의 방향 RAM 영역에 격납한 후 처리 133으로 이행한다. 처리 133에서는, 처리 132에서 얻어진 위상차(Δg)의 크기가 소정치(G)의 범위내에 있는지의 여부를 판정한다. 위상차(Δg)의 크기가 소정치(G)보다 작을 때는, 처리는 통상모드로 이행하고, 위상차(Δg)의 크기가 소정치(G)보다 클 때는 처리 134로 이행한다. 처리 134에서는, 이와 같이 해서 얻은 위상차(Δg)의 부호를 판정한다. 위상차(Δg)의 부호가 양이면 처리 135로 이행한다. 처리 135에서는, 어드레스(f)를 1만큼 증분시킨 후, 통상모드로 이행한다. 위상차(Δg)의 부호가 양이 아니면 처리 136으로 이행하여, 어드레스(f)를 1만큼 감소시킨 후, 통상모드로 이행한다.

이상의 처리 131에서 처리 136이 본 실시예의 위상보정모드의 동작이다.

제 13 도의 순서도에 표시한 처리를 수행함으로써, 각 단자전압(v_1), (v_2), (v_3)의 중성점전압(0)에 대한 영교차점이 파형발생회로(6)로부터 출력된 위치신호(p_1), (p_2), (p_3)의 대응하는 영교차점과 일치하도록 처리한다. 즉, 제 12 도(e)에 도시한 바와 같이 단자전압(v_1)의 영교차점이 위치신호(p_1)의 영교차점에 대응하는 어드레스치(f_p)로부터 전진된 경우에는, 파형발생회로(6)에 입력된 위치신호의 어드레스(f)를 감소시킴으로써 위치신호(p_1), (p_2), (p_3)의 위상을 전진시킨다. 한편, 단자전압(v_1)의 영교차점이 위치신호(p_1)의 영교차점에 상당하는 어드레스치(f_p)로부터 지연된 경우에는, 파형발생회로(6)로 입력된 위치신호의 어드레스(f)를 증가시킴으로써 위치신호(p_1), (p_2), (p_3)의 위상을 지연시킨다. 한편, 단자전압(v_1)의 영교차점이 위치신호(p_1)의 영교차점에 상당하는 어드레스치(f_p)로부터 지연된 경우에는, 파형발생회로(6)로 입력된 위치신호의 어드레스(f)를 증가시킴으로써 위치신호(p_1), (p_2), (p_3)의 위상을 지연시킨다. 그 결과, 파형발생회로(6)로부터 출력된 위치신호(p_1), (p_2), (p_3)의 위상(구동전류(i_1), (i_2), (i_3))의 위상과 동등)과 단자전압(v_1), (v_2), (v_3)의 위상이 각각 일치되고, 유도전압(e_1), (e_2), (e_3)의 위상과 구동전류(i_1), (i_2), (i_3)의 위상이 각각 제파형발생회로(6)도에 도시한 바와 같이 일치되어, 모터는 최대효율로 구동된다.

따라서, 만약 제고정자권선(11)도에 도시한 위상일치모드에서 초기위치를 정확하게 검출할 수 없더라도 제 13 도의 위상보정모드를 통해 통상회전시에 유도전압(e_1), (e_2), (e_3)과 구동전류(i_1), (i_2), (i_3)의 위상을 각각 일치시킬 수 있다. 또, 모터의 구동중에 여하한 원인에 의해 주파수발생기(1)에 노이즈가 부가적으로 중첩되어 계수회로의 계수치에 오차가 발생하더라도, 제 13 도에 도시한 위상보정모드에 의해 모터의 통상회전시에 자동적으로 유도전압(e_1), (e_2), (e_3)과 구동전류(i_1), (i_2), (i_3)의 위상을 서로 일치시킬 수 있다. 그 결과, 주파수발생기(1)에 중첩된 노이즈에 의해 계수회로(4)의 계수치의 오차가 누적되어 모터가 정지한다고 하는 최악의 상태를 미연에 방지할 수 있다.

제 14 도는 제 4 도에 도시한 위상검출회로(10)의 또 다른 예를 도시한 회로도이며, 제 15 도는 제 14 도에 도시한 위상검출회로의 각 부의 신호파형도이다.

제 14 도에 있어서, 비교기(100)에는 고정자권선(11), (12), (13)의 3상의 단자전압중 2 개의 단자전압(이 경우에는 (v_2)와 (v_3))이 입력된다. 비교기(100)는, 이들 2개의 단자전압(v_2), (v_3)의 크기를 비교하고, 그 비교결과에 의해 위상신호(g)를 위상조정회로(5)로 출력한다.

제 15 도(a)는 영구자석회전자(20)가 회전하고 있을 때의 3상의 단자전압(v_1), (v_2), (v_3)의 각 파형도이다. 단자전압(v_2)은 비교기(100)의 비반전입력(+)에 접속되고, 단자전압(v_3)은 비교기의 반전입력(-)에 접속되어 있으므로, $v_2 > v_3$ 인 때는, 비교기(100)로부터 출력된 위상신호(g)는 "H"상태로 되고 $v_2 < v_3$ 인 때는 비교기(100)로부터 출력된 위상신호(g)는 "L"상태로 된다. 이 때의 태양을 제 15 도(b)에 도시한다. 제 15 도(b)로부터 명백한 바와 같이, 단자전압(v_1), (v_2), (v_3)은 3상 대칭신호이므로, 위상신호(g)의 상승에지는 단자전압(v_1)의 최대피크점과 일치하고, 위상신호(g)의 하강에지는 단자전압(v_1)의 최소피크점과 일치한다. 즉, 위상검출회로(10)로부터 출력된 위상신호(g)는, 고정자권선(11), (12), (13)의 3상의 단자전압(v_1), (v_2), (v_3)중 단자전압(v_1)의 피크점의 타이밍을 출력하는 것으로 되어, 위상검출회로(10)에 의해 단자전압(v_1)의 위상을 검출하는 것이 가능하다.

다음에, 본 실시예의 제 14 도에 도시한 위상검출회로를 이용할 경우 통상회전시에 수행되는 위상 보정동작에 대해서 상세히 설명한다.

제 16 도는 고정자권선(11), (12), (13)에 각각 유도되는 유도전압(e_1), (e_2), (e_3)의 파형, 고정자권선(11), (12), (13)의 각 상에 통전되는 구동전류(i_1), (i_2), (i_3)의 위상이 서로 어긋나 있을 때의 각 회로로부터 출력된 전압 및 전류의 파형, 그리고 위상검출회로(10)로부터 출력된 위상신호(g)의 파형을 도

시한다.

제 16 도(a)는 고정자권선(11), (12), (13)에 각각 유도되는 유도전압(e1), (e2), (e3), 제 16 도(b)는 파형발생회로(6)로부터 출력된 사인파형상의 위치신호(p1), (p2), (p3), 제 16 도(c)는 고정자권선(11), (12), (13)에 각각 통전되는 구동전류(i1), (i2), (i3)를 각각 도시한 것이다. 상기 위치신호(p1), (p2), (p3)는 사인파형상의 신호이다. 전력 공급회로(7)는 이들 위치신호(p1), (p2), (p3)를 증폭하여 사인파형상의 3상의 구동전류(i1), (i2), (i3)로 변환해서 고정자권선(11), (12), (13)의 상으로 각각 공급하고 있으므로, 위치신호(p1), (p2), (p3)와 구동전류(i1), (i2), (i3)의 위상은 각각 동일하다. 제 16 도(b)는 고정자권선(11), (12), (13)의 각 상의 단자전압(v1), (v2), (v3)을 도시한 것으로, 고정자권선(11), (12), (13)의 각 상에 유도되는 유도전압(e1), (e2), (e3)과 고정자권선(11), (12), (13)의 각 상에 구동전류(i1), (i2), (i3)가 흐름으로써 발생하는 권선저항에 의한 전압강하성분(여기서는 단자전압(v1)만 사선으로 표시되어 있음)을 합성해서 얻은 파형이다.

제 16 도로부터 명백한 바와 같이, 유도전압(e1), (e2), (e3), 구동전류(i1), (i2), (i3) 및 단자전압(v1), (v2), (v3)은 모두 위상이 상이하다. 특히, 유도전압(e1), (e2), (e3)과 구동전류(i1), (i2), (i3)의 위상이 서로 어긋나 있으므로, 모터는 최대효율로 구동될 수 없다. 제 16 도(e)는 제 14 도에 도시한 위상검출회로(10)로부터 출력된 위상신호(g)를 도시한 것으로서, 제 15 도에 도시한 경우와 마찬가지로, 위상신호(g)의 상승에지는 단자전압(v1)의 최대피크점과 일치하고, 위상신호(g)의 하강에지는 단자전압(v1)의 최소 피크점과 일치한다. 또, 위상신호(위상신호(g)의 상승에지는 위치신호(p1)(또는 구동전류(i1)의 최대 피크점으로부터 (Δ)만큼 위상이 어긋나 있다.

여기에서는, 본 실시예의 위상검출회로(10)로부터 출력된 위상신호(g)에 응해서 유도전압(e1), (e2), (e3)과 123의 위상을 서로 일치시키는 위상보정 동작에 대한 설명은, 제 13 도에서 설명한 것과 동일하므로 중복을 피하기 위해 생략한다. 또, 제 4 도에 도시한 바와 같은 위상검출회로(10)를 이용할 경우에 있어서는, 고정자권선(11)의 단자전압(v1)의 영교차점과 위치신호(p1)(또는 구동전류(i1)의 영교차점을 일치시켰으나, 제 14 도에 도시한 바와 같은 위상검출회로(10)를 이용할 경우에는, 고정자권선(11)의 단자전압(v1)의 최대 피크점과 위치신호(p1)(또는 구동전류(i1)의 최대 피크점을 일치시키는 동작을 수행한다. 그러나, 이들 두 경우는, 파형발생회로(6)로부터 출력된 위치신호(p1), (p2), (p3)의 위상(구동전류(i1), (i2), (i3)의 위상과 동등한 것) 및 단자전압(v1), (v2), (v3)의 위상을 서로 일치시키고, 유도전압(e1), (e2), (e3)의 위상과 구동전류(i1), (i2), (i3)의 위상을 서로 일치시킨다는 점에서 다르지 않다.

이상의 설명에 있어서, 전력공급회로(7)는 파형발생회로(6)로부터 출력된 위치신호(p1), (p2), (p3)에 각각 비례하는 3상의 구동전류를 발생하는 소위 전류제어형 전력공급회로이다. 그러나, 입력되는 위치신호(p1), (p2), (p3)에 각각 비례하는 전류를 발생하는 전류증폭기는, 일반적으로 위상간 편차를 발생하기 쉬우므로, 간단한 전압증폭기에 비해서 회로구성이 복잡하게 된다고 하는 결점이 있다. 입력된 위치신호(p1), (p2), (p3)에 각각 비례하는 3상의 구동전압을 발생하는 소위 전압제어형 전력공급회로를 이용할 경우, 제 17 도에 도시한 바와 같은 위상검출회로를 제 14 도에 도시한 위상검출회로(10)대신에 사용해 된다.

제 17 도는 제 1 도에 도시한 위상검출회로(10)의 또 다른 예이며, 제 18 도는 제 17 도에 도시한 회로의 각 부의 신호파형도이다.

제 17 도에 있어서, (41)은 1상의 고정자권선(11)에 직렬로 접속된 전류검출용 저항으로서, 고정자권선(11)에 통전되는 구동전류(i1)를 전압으로 변환하며, (42)는 2개의 입력단자를 지닌 비교기로서, 각 입력단자는 저항(41)의 각 단부에 접속되어 있다. 비교기 42는 저항(41)에 흐르는 전류의 방향에 응해서 위상조정회로(5)로 위상신호(g)를 출력한다.

제 18 도에 있어서, (a)는 영구자석회전자(20)가 회전하고 있을 때 3상의 고정자권선(11), (12), (13)에 각각 흐르는 전류(i1), (i2), (i3)의 파형도이다. 고정자권선(11)에 흐르게 될 전류(i1)는 그 전류자체에 따라 저항(41)을 통해서 전압으로 변환되고, 저항(41)의 양단부에서의 전압은, 비교기 42의 비반전입력(+)과 반전입력(-)에 각각 접속되므로, 비교기 42에 의해 고정자권선(11)에 통전되는 위상전류의 부호를 검출하는 것이 가능하다. 제 18 도(b)의 파형으로부터 명백한 바와 같이, 위상신호(g)의 상승에지는 전류(i1)의 영교차점과 일치된다. 즉, 위상검출회로(10)로부터 출력되는 위상신호(g)는 고정자권선(11), (12), (13)의 1상 전류의 영교차점의 타이밍을 출력하기 위한 것이므로, 위상검출회로(10)에 의해 고정자권선(11)의 전류상을 검출하는 것이 가능하다.

여기에서는, 본 실시예의 위상검출회로(10)로부터 출력되는 위상신호(g)에 응해서 유도전압(e1), (e2), (e3)의 위상과 구동전류(i1), (i2), (i3)의 위상을 각각 일치시키기 위한 위상보정 동작에 대한 설명은, 제 12 도에 표시한 소위 전류제어형회로의 동작과 거의 동일하므로 중복을 피하기 위해서 생략한다.

제 19 도는 제 1 도에 도시한 전력공급회로(7)의 다른 예로서 전압증폭형 전력공급회로를 사용한 예를 도시한 것이다.

제 19 도에 있어서, (141a), (141b), (141c)는 증폭기이며, 그들의 반전입력(-)단자에는 파형발생회로(6)로부터 출력된 위치신호(p1), (p2), (p3)가 저항(142a), (142b), (142c)을 통해서 입력되고 비반전입력(+)단자에는 기준전압(144)이 각각 입력되고 있다. 증폭(141a), (141b), (141c)의 출력에는 각각 이미터끼리 공통 접속된 NPN형 트랜지스터(145a), (145b), (145c)와 PNP형 트랜지스터(146a), (146b), (146c)의 베이스가 접속되어 있다. NPN형 트랜지스터(145a), (145b), (145c)의 콜렉터는 각각 플러스전원에 접속되고, PNP형 트랜지스터(146a), (146b), (146c)는 전류검출저항(146)을 통해 그라운드(Gnd)에 접속되고 PNP형 트랜지스터(146b)는 전류검출저항(147)을 통해서(Gnd)에 접속되어 있다. 단자(149) 및 단자(150)로부터는 전류를 전압으로 변환해서 얻은 신호(ps 2), (ps3)가 출력된다. 그러나, 이 경우, 전류검출저항(147), (148)의 저항치가 서로 동일하게 된다. 또, (143a), (143b), (143c)는 귀환저항이며, NPN형 트랜지스터와 PNP형 트랜지스터의 이미터의 공통접속점뿐만 아니라 증폭기(141a), (141b), (141c)의 반전입력(반전입력(-)단자)에 각각 접속되어 있다. 단자(149)와 (150)로부터의 출력(ps2)은 단자전압(v2)대신에 입

력되고, 출력(ps3)은 단자전압(v3)대신에 입력된다.

제 19 도는 전압증폭형 전력공급회로이므로, 파형발생회로(6)로부터 출력된 위치신호(p1), (p2), (p3)는 저항(142)과 저항(143)의 저항치의 비에 의해 결정되는 증폭률로 증폭되고, 이와 같이 증폭된 사인파형상의 전압은 고정자권선(11), (12), (13)에 각각 인가된다. 그 결과, 각 고정자권선(11), (12), (13)에는 각각 사인파형상의 구동전류(i1), (i2), (i3)가 인가된다.

제 20 도는 제 1 도에 도시한 무정류자직류모터의 정상회전시의 각 부의 신호파형도이다.

동도에 있어서, 제 20 도(a)는 고정자권선(11), (12), (13)에 각각 유도되는 유도전압(e1), (e2), (e3), 제 20 도는 파형발생회로(6)로부터 출력된 사인파형상의 위치신호(p1), (p2), (p3)는 사인파형상의 신호이며, 제 19 도에 도시한 전력공급회로(7)는 이들 신호의 전압을 각각 증폭해서 사인파형상의 3상의 구동전압(v1), (v2), (v3)은 각각 위상이 일치된다. 제 20 도(d)는 고정자권선(11), (12), (13)의 각 상에 통전되는 전류(i1), (i2), (i3)를 도시한 것으로서 인가되는 구동전압(v1), (v2), (v3)과 고정자권선(11), (12), (13)의 각각 유도되는 유도전압(e1), (e2), (e3)간의 차에 각각 비례하는 전류 즉 $i=(v-e)/R$ (R=권선저항)이 흐른다. 즉, 고정자권선(11), (12), (13)의 각 상에 통전되는 구동전압(v1), (v2), (v3)에 비해 발생하는 권선저항에 의한 전압강하성분과 고정자권선(11), (12), (13)에 각각 유도되는 유도전압(e1), (e2), (e3)을 합성해서 얻은 신호는 제 20 도(c)에 도시한 구동전압(v1), (v2), (v3)과 위상이 일치하게 된다.

제 20 도(e)는 제 19 도에 도시한 신호(ps2), (ps3)의 파형도이며, 신호(ps2)는 전류(i2)의 마이너스쪽의 전류(흡수전류)를 전압으로 변환해서 얻은 신호이고, 신호(ps3)는 전류(i3)와 (i1)의 각 마이너스쪽의 전류(흡수전류)의 합성전류를 전압으로 변환해서 얻은 신호이다.

또, 신호(ps3)가 전류(i3)와 (i1)의 각 마이너스쪽의 합성전류를 사용하는 구성으로 한 것은, 제 14 도에 도시한 위상검출회로(10)의 비교기(100)에 비교용으로 입력되는 2개의 신호(ps2), (ps3)가 동시에 영으로 되지 않도록 하기 위한 것이므로, 비교기(100)의 동작을 안정화할 수 있다고 하는 효과가 있다.

제 20 도(f)는 제 14 도에 도시한 위상검출회로(10)로부터 출력된 위상신호(g)를 도시한 것이며, 위상신호(g)를 도시한 것이며, 위상신호(g)의 상승에지가 전류(i1)의 최대 피크점과 일치한다. 제 20 도로부터 명백한 바와같이, 위상신호(g)의 상승에지는 위치신호(p1)(또는 구동전류(v1)의 최대 피크점으로부터 Δg)만큼 위상이 어긋나 있다.

제 20 도에 도시한 본 실시예의 무정류자직류모터의 회로의 각 신호파형은, 전력공급회로(7)로서 위치신호에 각각 비례하는 사인파형상의 전압을 고정자권선에 인가하는 전압제어형을 이용한 경우이나, 위상검출회로(10)로부터 출력된 위상신호(g)에 응해서 유도전압(e1), (e2), (e3)의 위상과 구동전류(i1), (i2), (i3)의 위상을 일치시키는 위상보정처리는 제 16 도에 도시한 전류제어형의 회로를 상용한 경우와 거의 동일하므로, 여기서는 중복을 피하기 위해서 그에 대한 설명은 생략한다.

이상 설명한 바와 같이, 본 발명의 무정류자직류모터는 주파수발생기로부터 출력된 위상이 서로 다른 2상의 주파수신호를 이용하는 3상의 위치신호를 발생하는 것으로, 홀센서 등의 위치센서를 설치할 필요가 없다.

또, 제 1 도에 도시한 파형발생회로(6)에서는, 1주기만의 사인파함수의 디지털데이터이들을 메모리에 기억시켜 놓고, 위상의 차이만큼 어드레스치를 변경해서 함수데이터를 참조함으로써, 3상의 디지털위치신호를 3개의 디지털/애널로그변환기(63), (64), (65)로 각각 출력하고 있으나, 이것으로 한정되지 않고, 1개의 디지털/애널로그변환기를 사용해서 순차 디지털치를 애널로그치로 변환한 후, 얻어진 애널로그치를 3개의 샘플홀드회로(도시생략)에 각각 유지해서 3상의 위치신호로서 출력하는 것도 가능함은 물론이다. 또 사인파 함수는 대칭주기함수이므로, 1주기분 전부를 함수데이터에 기억시켜둘 필요는 없고, 1/2 주기분 또는 1/4 주기분만을 함수데이터에 기억시켜 놓고 그 나머지부분은 어드레스치에 따라 적당하게 처리해서 3상의 위치신호에 상당하는 디지털치를 구하도록 구성해도 된다. 이 경우에는, 함수데이터용으로 필요한 메모리를 저은 개수로 구성할 수 있다고 하는 이점이 있다. 또, 1주기만의 함수데이터만을 메모리에 기억시켜 놓지 않고, 3상분의 사인파함수를 각각의 함수데이터에 기억시켜서 직접 3상의 위치신호에 상당하는 디지털치를 3개의 디지털/애널로그변환기(63), (64), (65)에 출력해도 되는 것은 물론이다.

또한, 본 발명의 실시예에서는 모터로서 3상의 모터를 사용하였으나, 이것으로 한정되지 않고, 본 목적을 위해서는 어떠한 개수의 상을 지니는 모터라도 사용가능하다. 또, 본 발명의 주목적을 변경함이 없이 각종 변형이 가능함은 물론이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

복수개의 자극을 지닌 회전자와 상기 회전자에 소정의 공극을 지니고 배치된 복수상의 고정자권선과, 상기 회전자의 회전속도에 비례하는 주파수를 각각 복수상의 주파수신호를 발생하는 주파수발생기와, 상기 복수상의 주파수신호로부터 상기 회전자의 회전방향을 검출해서 방향신호를 출력하는 방향검출수단과, 상기 방향신호에 응해서 상기 복수상의 주파수의 주파수신호중 적어도 1개의 주파수신호의 펄스를 업카운트 또는 다운카운트하는 계수수단과, 상기 복수상의 고정자권선중 적어도 1상의 전압 또는 전류의 위상에 응한 위상신호를 출력하는 위상검출수단과, 회전방향지령에 응해서 상기 계수수단의 계수치에 소정치를 가감산하고, 상기 위상신호에 응해서 위상조정해서 얻어진 지령치를 출력하는 위상조정수단과, 상기 지령치에 응한 복수상의 파형신호를 발생하는 파형발생수단과, 상기 복수상의 파형신호에 응한 구동전류 또는 구동전압을 복수상의 고정자권선에 공급하는 전력공급수단을 구비한 것을 특징으로 하는 무정류자직류모.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 위상검출수단은 복수상의 고정자권선에 공급되는 적어도 2 이상의 전압 또는 2상

의 전류를 비교하여 상기 위상신호를 출력하는 것을 특징으로 하는 무정류자직류모터.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 위상검출수단은 고정자권선중 1상에 통전되는 전류와 고정자권선의 나머지 다른 상에 통전되는 전류의 합과를 비교하여 상기 위상신호를 출력하는 것을 특징으로 하는 무정류자직류모터.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 위상조정수단은, 상기 고정자권선의 전압과 전류간의 위상차가 소정치를 초과하지 않을 경우에는 위상신호에 응해서 상기 계수수단의 계수치를 조정하지 않는 것을 특징으로 하는 무정류자직류모터.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 위상조정수단은, 상기 회전방향지령에 응해서 상기 계수수단의 계수치에 소정치를 가산함으로써 상기 고정자권선에 의해 발생된 회전자계의 위상을 상기 회전자의 자극의 위상으로부터 전기각으로 선택회로 90° 회전시키는 것을 특징으로 하는 무정류자직류모터.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 파형발생수단은, 사인파형상의 신호를 나타내는 디지털데이터를 미리 내부에 기억하고 있는 메모리수단과, 상기 메모리수단으로부터 판독된 디지털데이터를 애널로그값으로 변환하는 디지털/애널로그 변환 수단으로 구성된 것을 특징으로 하는 무정류자직류모터.

청구항 7

제 6 항에 있어서, 상기 파형발생수단은 1 주기만의 사인파형상의 신호를 나타내는 디지털신호를 내부에 기억하고 있는 것을 특징으로하는 무정류자직류모터.

청구항 8

제 6 항에 있어서, 상기 파형발생수단은 1/2 주기 또는 1/4 주기만의 사인파형상의 신호를 나타내는 디지털신호를 내부에 기억하고 있는 것을 특징으로하는 무정류자직류모터.

청구항 9

제 1 항에 있어서, 상기 계수수단, 위상조정수단 및 파형발생수단은, 프로그램데이터를 기억하는 메모리수단과, 상기 프로그램 데이터에 따라서 처리를 실행하는 연산처리 유닛으로 구성된 것을 특징으로하는 무정류자직류모터.

청구항 10

복수개의 자극을 지닌 회전자와, 상기 회전자에 소정의 공극을 지니고 배치된 복수상의 고정자권선과, 상기 회전자의 회전속도에 비례하는 주파수를 각각 지닌 복수상의 주파수신호를 발생하는 주파수발생기와, 상기 복수상의 주파수신호로부터 상기 회전자의 회전방향을 검출해서 방향신호를 출력하는 방향검출수단과, 상기 방향신호에 응해서 상기 복수상의 주파수신호중 적어도 1개의 주파수신호의 펄스를 업카운트 또는 다운카운트하는 계수수단과, 상기 계수수단에 출력하는 초기위치검출수단과, 상기 복수상의 고정자권선중 적어도 1상의 전압 또는 전류의 위상에 응한 위치신호를 출력하는 위상검출수단과, 회전방향지령에 응해서 상기 계수수단의 계수치에 소정치를 가감산하고, 상기 위상신호에 응해서 위상조정해서 얻어진 지령치를 출력하는 위상조정수단과, 상기 복수상의 파형신호에 응한 구동전류 또는 구동전압을 복수상의 고정자권선에 공급하는 전력공급수단을 구비한 것을 특징으로 하는 무정류자직류모터.

청구항 11

제 10 항에 있어서, 상기 위상검출수단은 복수상의 고정자권선에 공급되는 적어도 2상의 전압 또는 2상의 전류를 비교하여 상기 위상신호를 출력하는 것을 특징으로 하는 무정류자직류모터.

청구항 12

제 10 항에 있어서, 상기 위상검출수단은 고정자권선중 1상에 통전되는 전류와 고정자권선의 나머지 다른 상에 통전되는 전류의 합과를 비교하여 상기 위상신호를 출력하는 것을 특징으로 하는 무정류자직류모터.

청구항 13

제 10 항에 있어서, 상기 초기위치검출수단은, 자계를 시계방향으로 회전시킴으로써 상기 계수수단의 제 1 계수치를, 자계를 반시계방향으로 회전시킴으로써 상기 계수수단의 제 2 계수치를 검출해서, 상기 제 1 계수치와 제 2 계수치의 평균치를 상기 계수수단의 초기치로서 산출하는 것을 특징으로 하는 무정류자직류모터.

청구항 14

제 10 항에 있어서, 상기 초기위치검출수단은 상기 모터의 기동시에만 동작하는 것을 특징으로 무정류자직류모터.

청구항 15

제 10 항에 있어서, 상기 위상조정수단은, 상기 고정자권선의 전압과 전류간의 위상차가 정치를 초과하지 않을 경우에는 위상신호에 응해서 상기 계수수단의 계수치를 조정하지 않는 것을 특징으로 무정류자직류

모터.

청구항 16

제 10 항에 있어서, 상기 위상조정수단은, 상기 회전방향지령에 응해서 상기 계수수단의 계수치에 소정치를 가감산함으로써 상기 고정권선에 의해 발생된 회전자계의 위상을 상기 회전자의 자극의 위상으로부터 전기각으로 선회회로 90° 회전시키는 것을 특징으로 하는 무정류자적류모터.

청구항 17

제 10 항에 있어서, 상기 파형발생수단은, 사인파형상의 신호를 나타내는 디지털데이터를 미리 내부에 기억하고 있는 메모리 수단과, 상기 메모리수단으로부터 판독된 디지털데이터를 아날로그값으로 변환하는 디지털/아날로그변환수단으로 구성된 것을 특징으로 하는 무정류자적류모터.

청구항 18

제 17 항에 있어서, 상기 파형발생수단은 1 주기만의 사인파형상의 신호를 나타내는 디지털신호를 내부에 기억하고 있는 것을 특징으로 하는 무정류자적류모터.

청구항 19

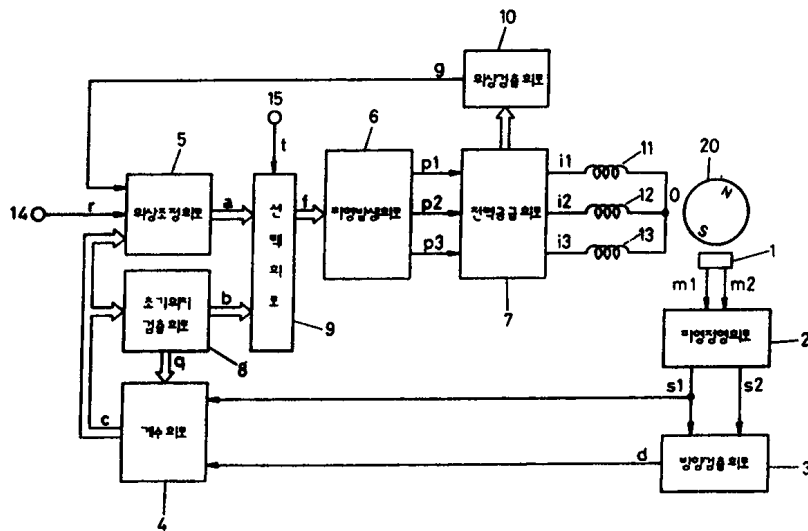
제 17 항에 있어서, 상기 파형발생수단은 1/2 주기 또는 1/4 주기만의 사인파형상의 신호를 나타내는 디지털신호를 내부에 기억하고 있는 것을 특징으로 하는 무정류자적류모터.

청구항 20

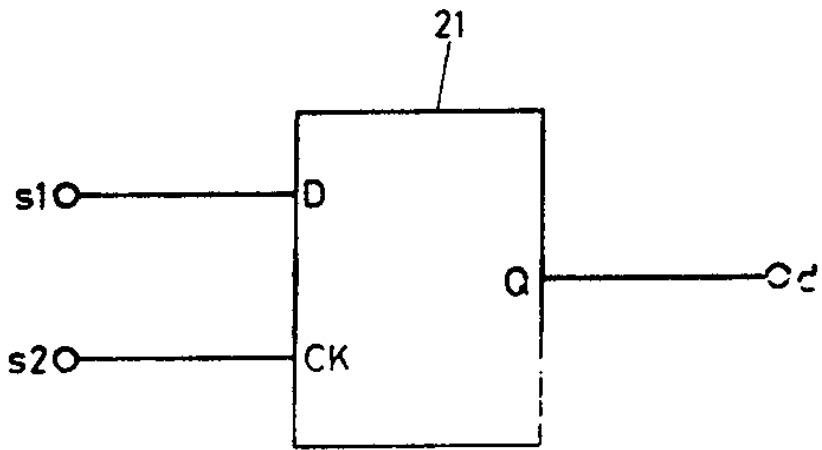
제 10 항에 있어서, 상기 초기위치검출수단, 계수수단, 위상조정수단 및 파형발생수단은, 프로그램데이터를 기억하는 메모리수단과, 상기 프로그램데이터에 따라서 처리를 실행하는 연산처리 유닛으로 구성된 것을 특징으로 하는 무정류자적류모터.

도면

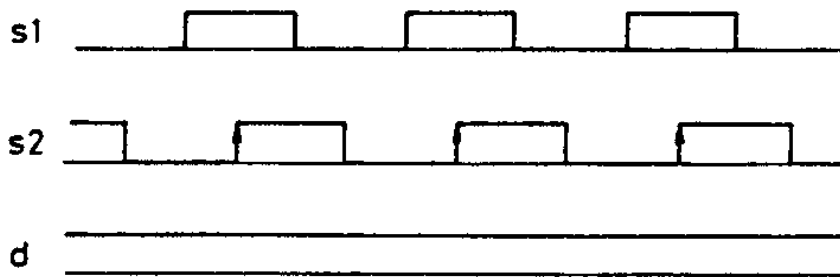
도면1



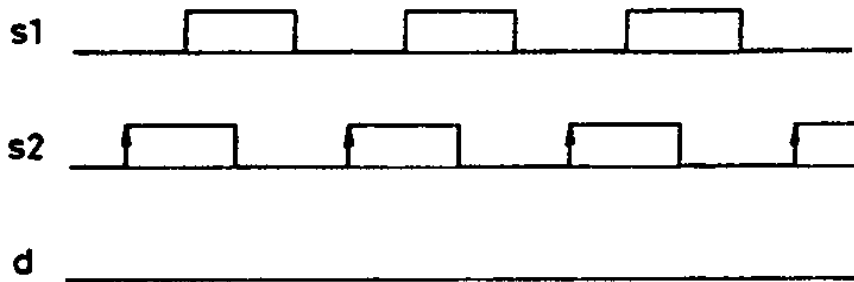
도면2



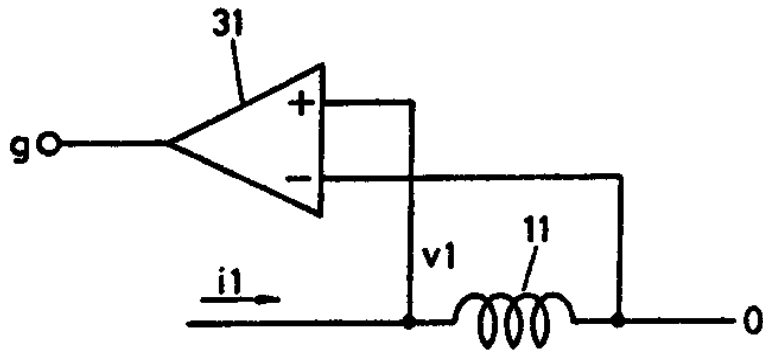
도면3a



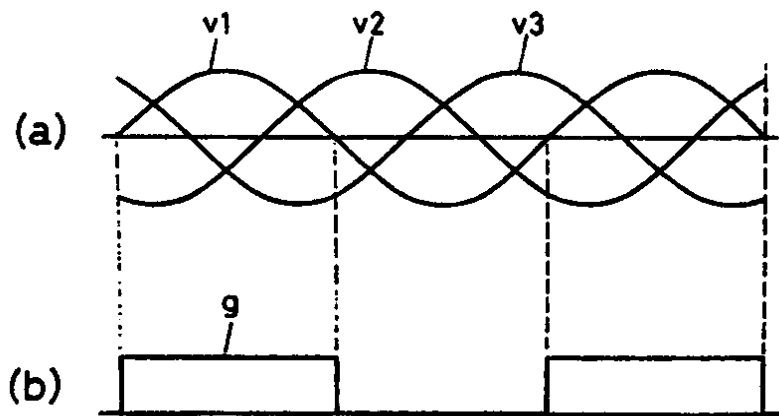
도면3b



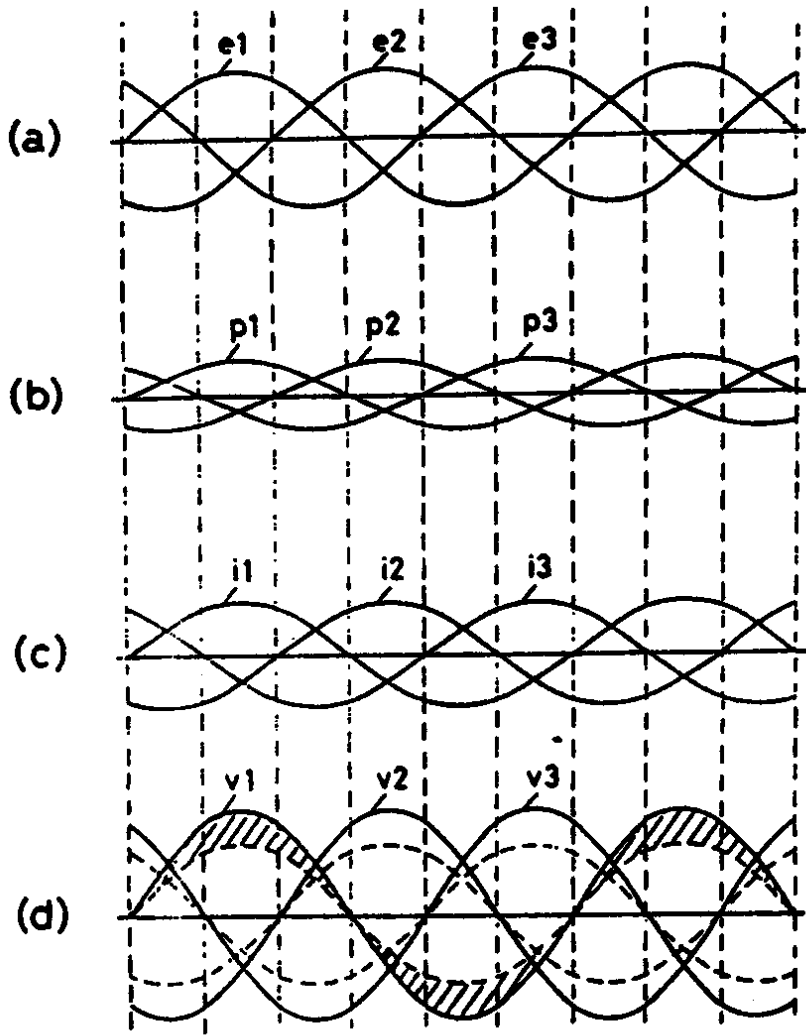
도면4



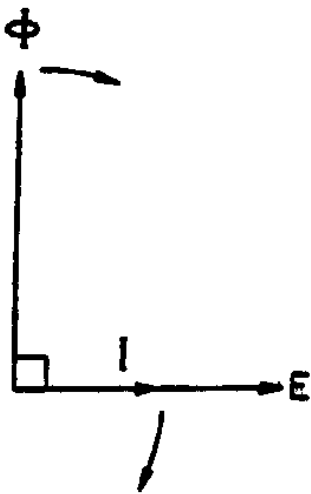
도면5



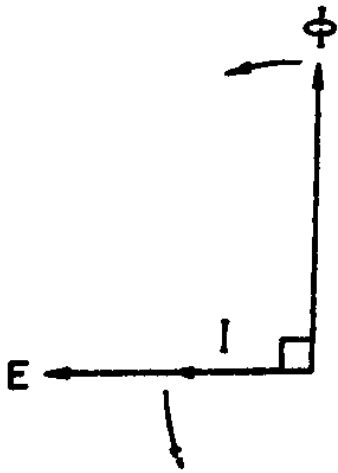
도면6



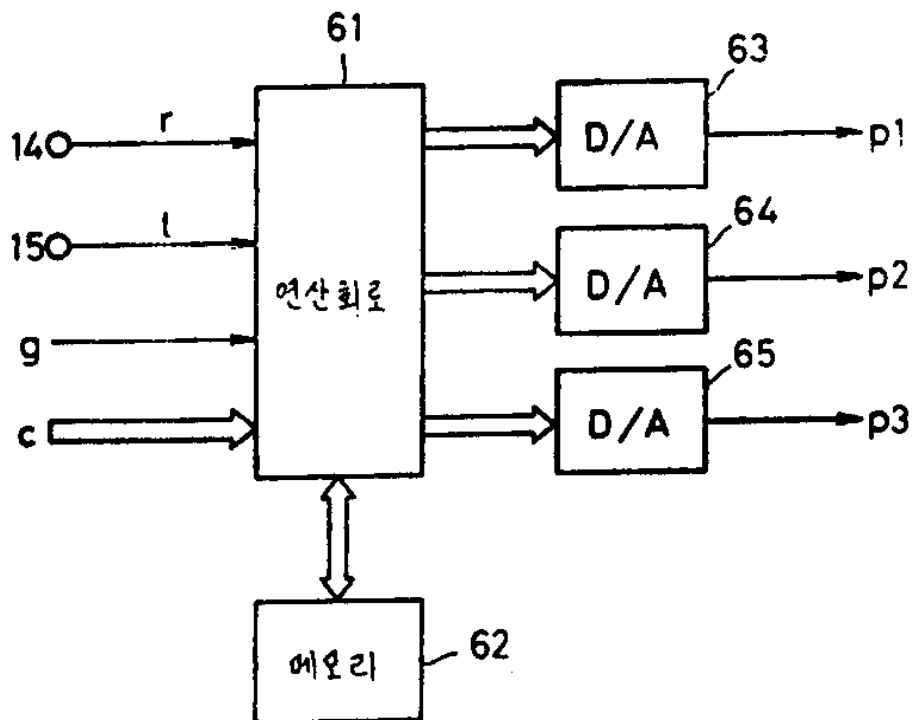
도면7a



도면7b

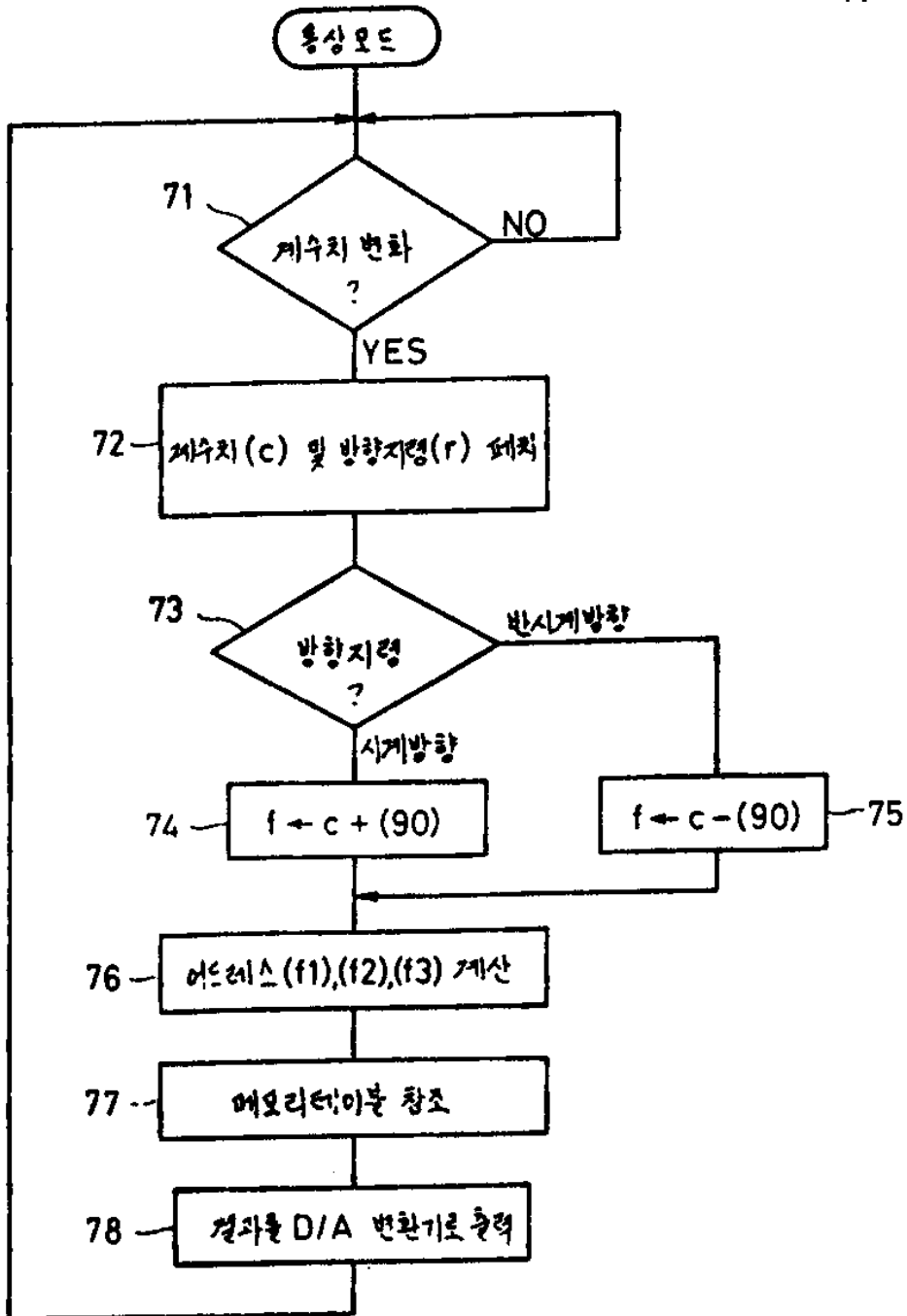


도면8

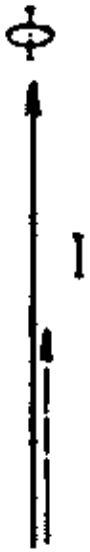


도면9

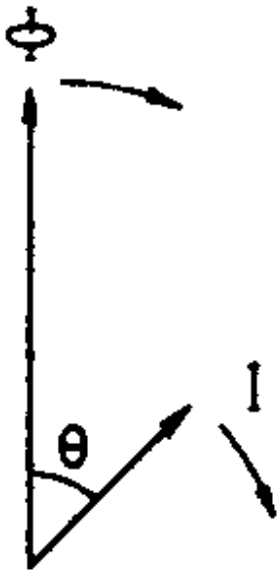
11



도면 10a



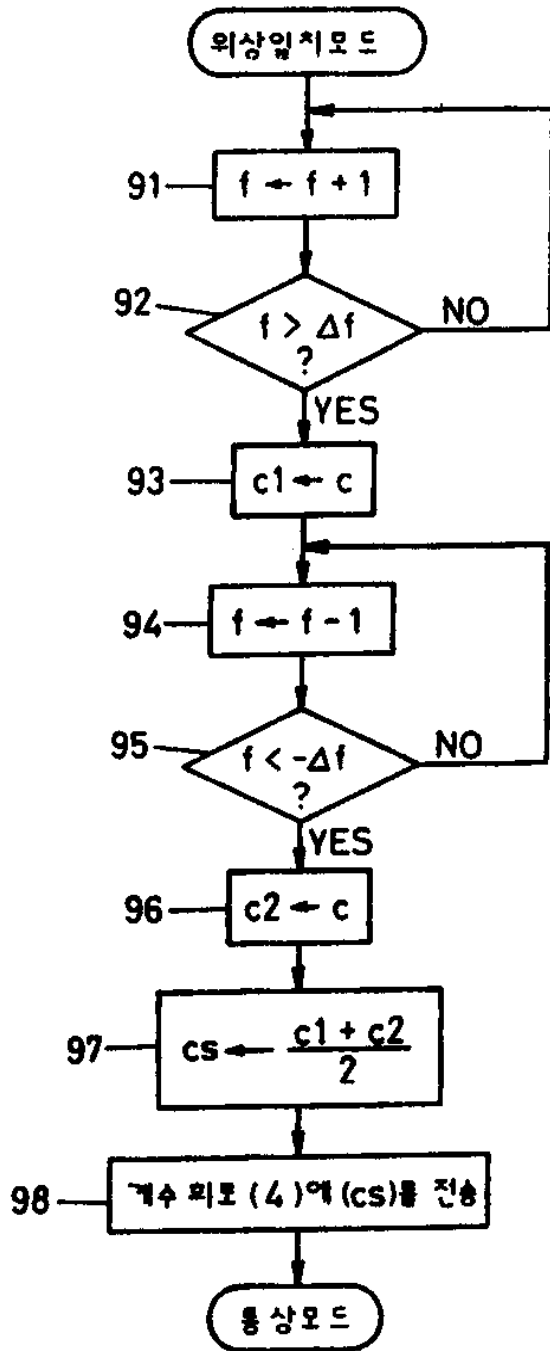
도면 10b



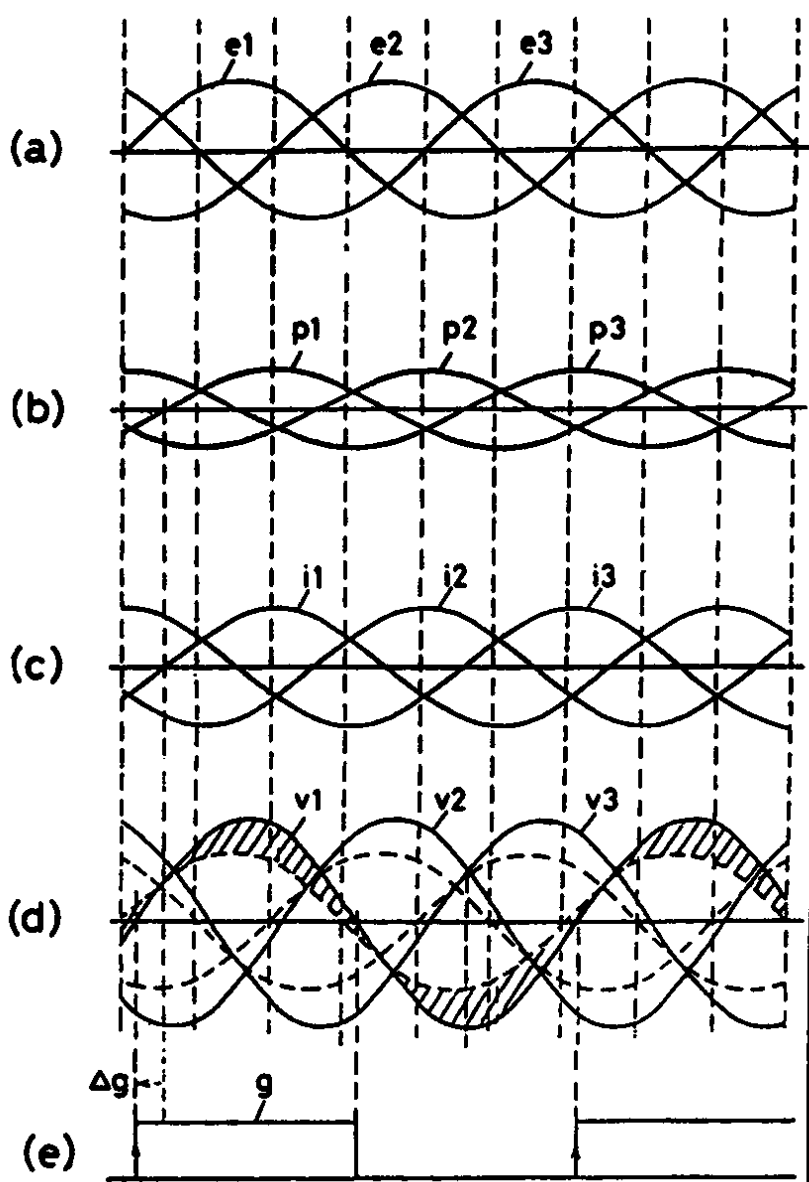
도면 10c



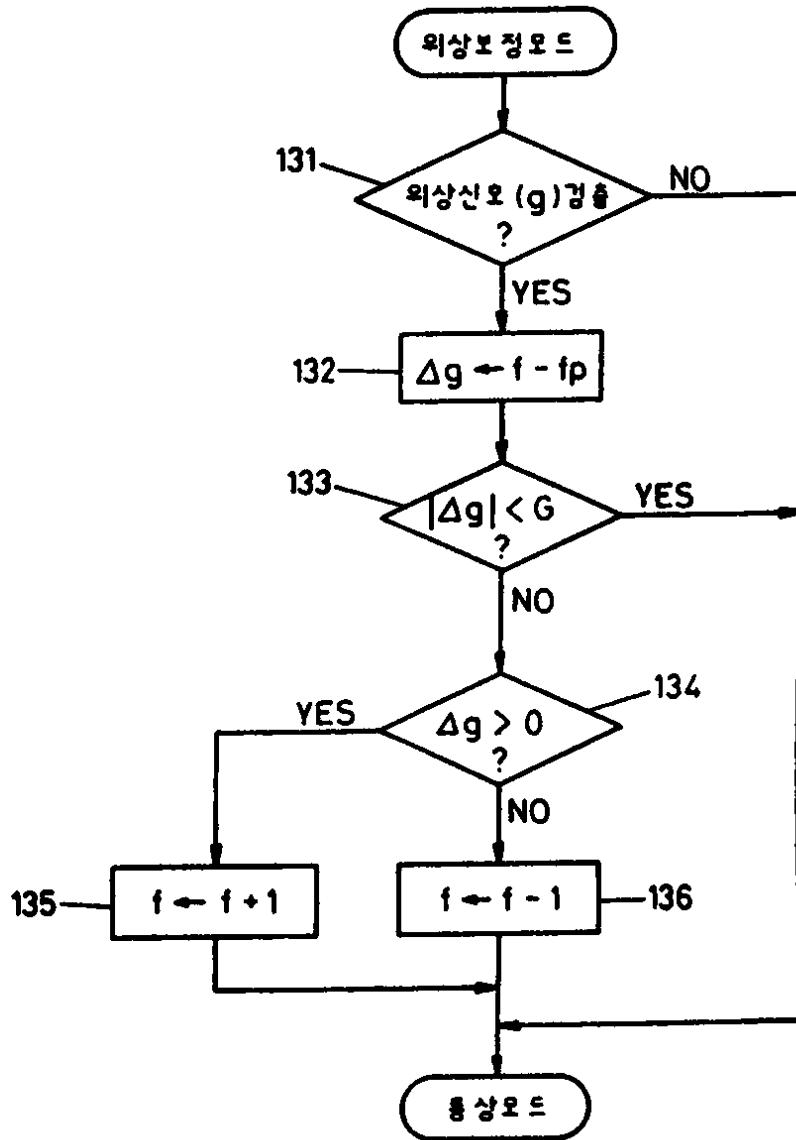
도면11



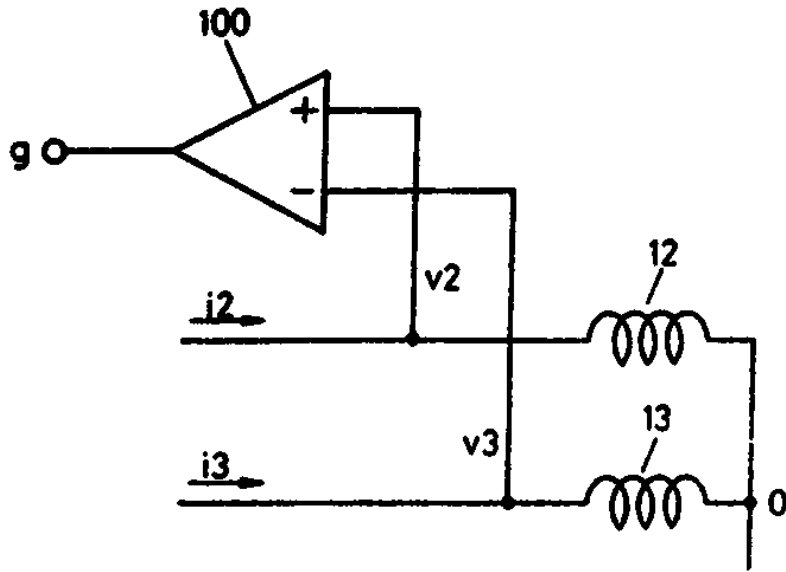
도면 12



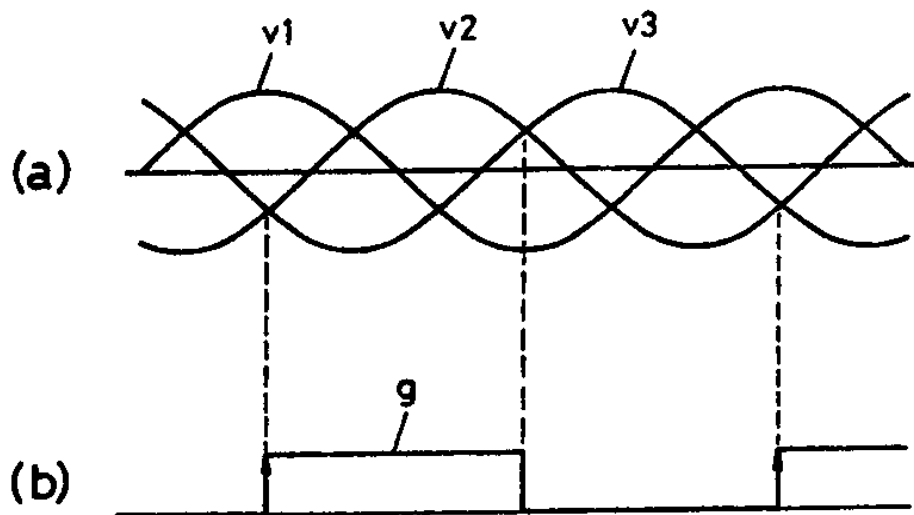
도면 13



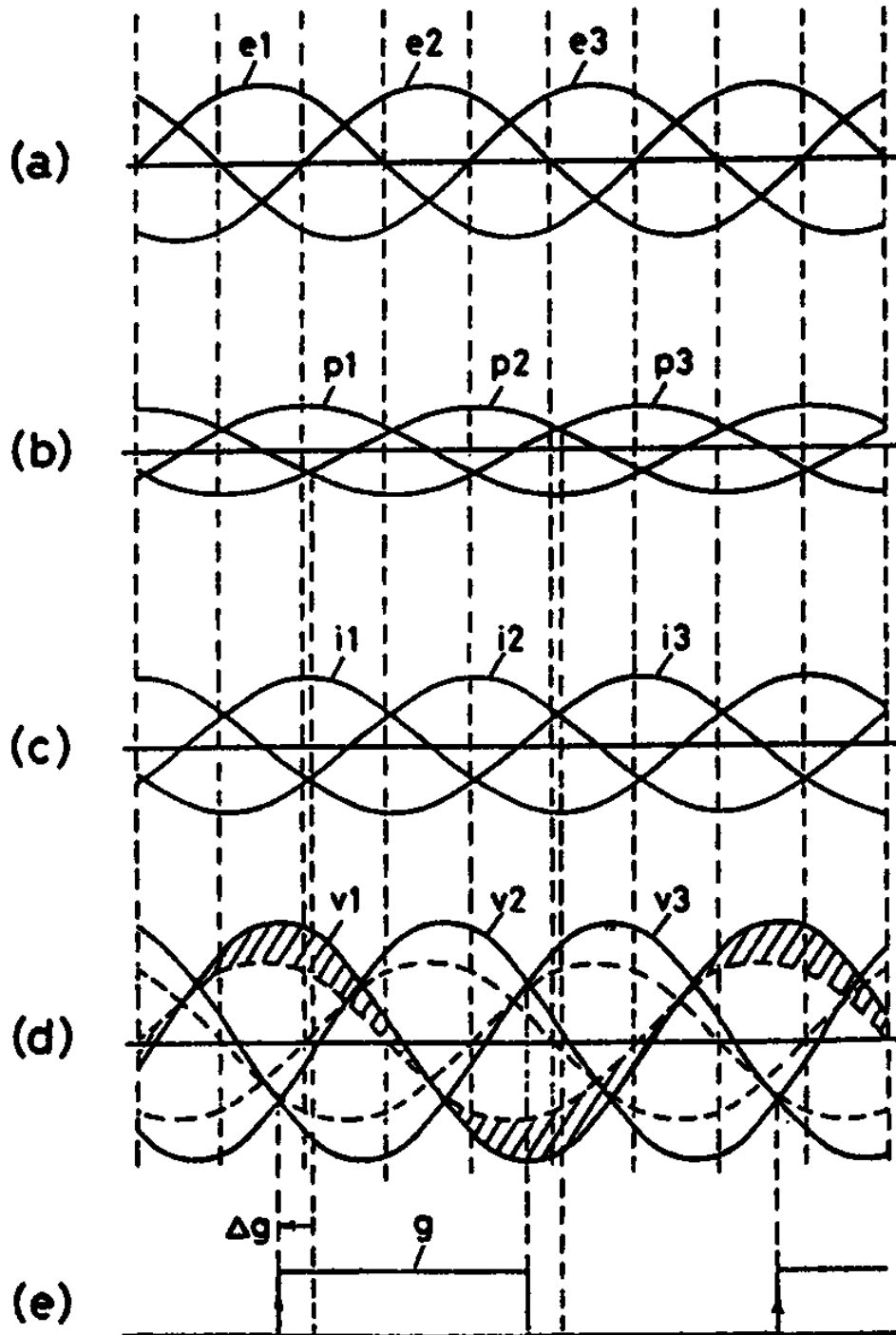
도면 14



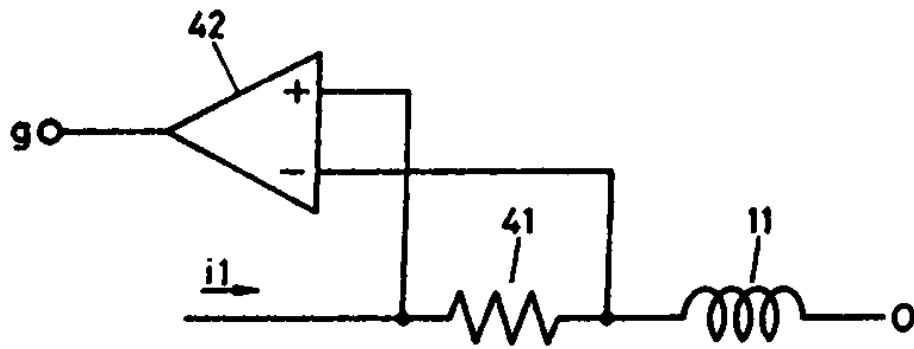
도면 15



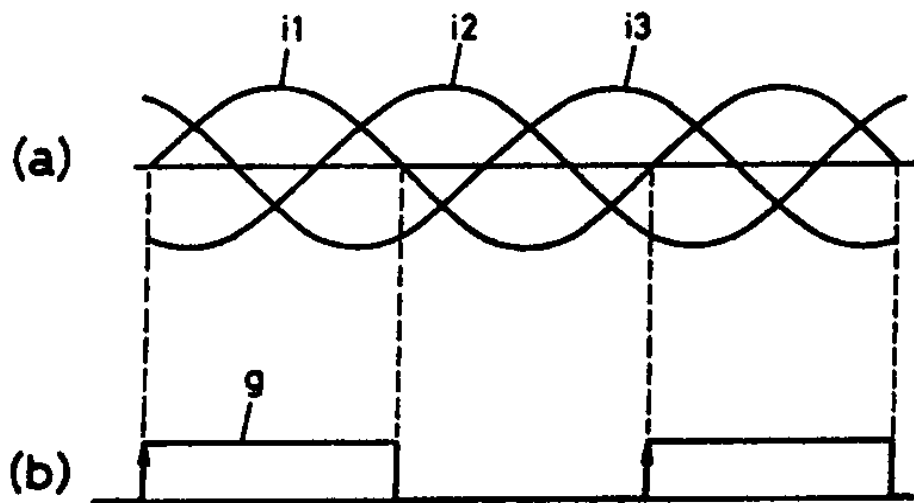
도면 16



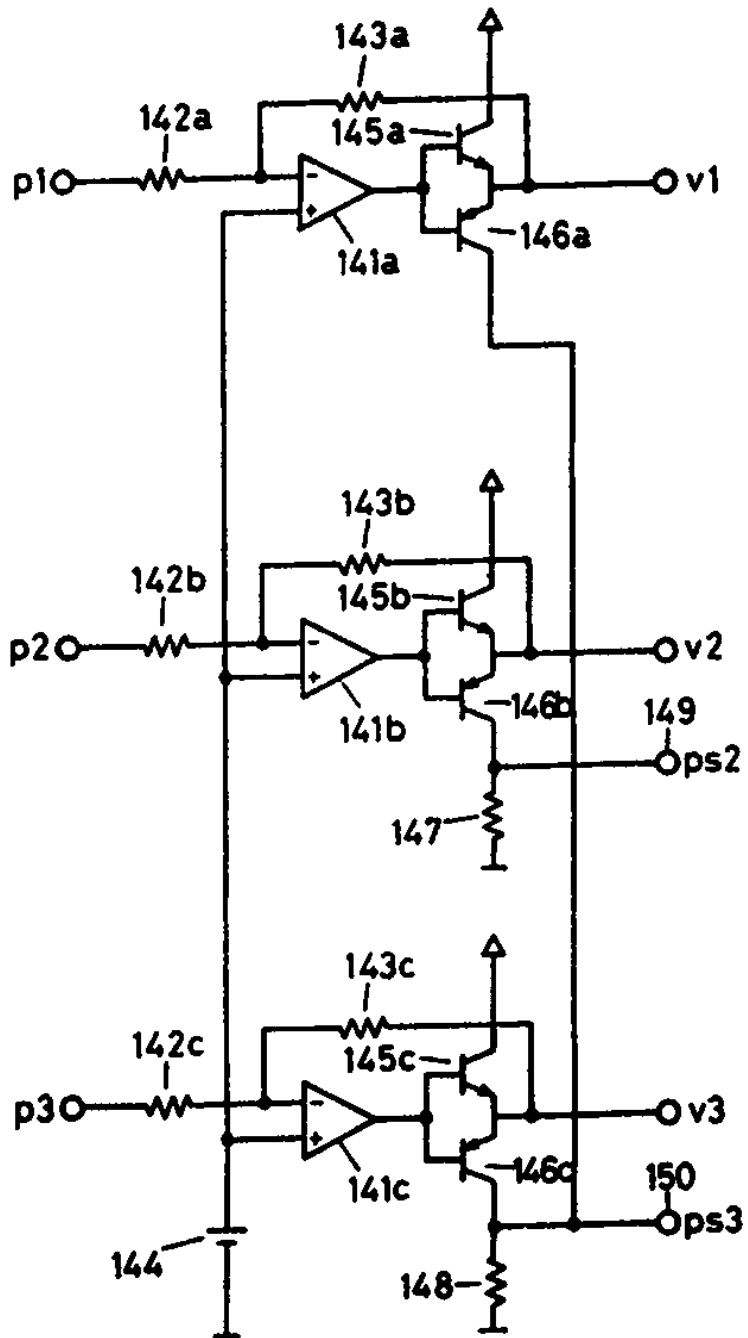
도면17



도면18



도면 19



도면20

