



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0024445
(43) 공개일자 2012년03월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02P 6/08 (2006.01) H02P 6/18 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0083554
(22) 출원일자 2011년08월22일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
JP-P-2010-187602 2010년08월24일 일본(JP)
JP-P-2011-159290 2011년07월20일 일본(JP)

(71) 출원인
아스모 가부시키키가이샤
일본 시즈오카켄 431-0493 코사이시 우메다 390
(72) 발명자
스즈키, 히데토시
일본 431-0493 시즈오카켄 코사이시 우메다 390
아스모 가부시키키가이샤 내
모리사키, 마코토
일본 431-0493 시즈오카켄 코사이시 우메다 390
아스모 가부시키키가이샤 내
(74) 대리인
박영우

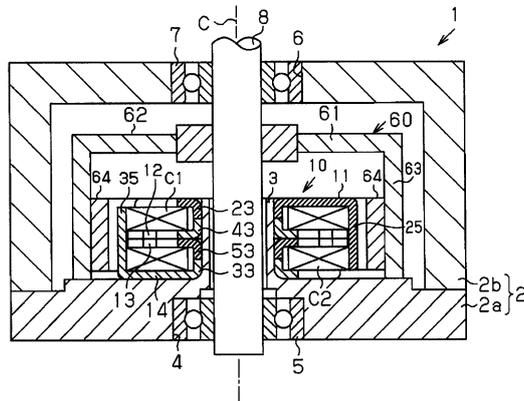
전체 청구항 수 : 총 28 항

(54) 발명의 명칭 **브러시리스 모터의 구동 방법 및 구동 회로, 그리고, 브러시리스 모터의 회전 위치의 검출 방법 및 검출 회로**

(57) 요약

3상의 권선 중에서 1상의 권선을 생략한 2상의 제1 권선과 제2 권선을 포함하는 브러시리스 모터의 구동 방법이 개시된다. 제1 권선과 제2 권선을 3상 인버터 회로에 접속시킨다. 제1 권선과 제2 권선에 대하여 전기각으로 60°의 위상차를 갖는 전류를 각각 흐르게 함으로써 원형의 회전 자계를 발생시킨다.

대표도 - 도1a



특허청구의 범위

청구항 1

3 상의 권선 중에서 1 상의 권선을 생략한 2 상의 제1 권선과 제2 권선을 포함하는 브러시리스 모터의 구동 방법에 있어서,

상기 제1 권선과 상기 제2 권선에 3 상 인버터 회로를 접속하는 단계; 및

상기 제1 권선과 상기 제2 권선에 대하여 전기각으로 60°의 위상차를 갖는 전류를 각각 흐르게 함으로써, 원형의 회전 자계를 발생시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 브러시리스 모터의 구동 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 브러시리스 모터는 클로폴형 3 상 브러시리스 모터인 것을 특징으로 하는 브러시리스 모터의 구동 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 제1 권선 및 상기 제2 권선은 Δ 결선된 3 상의 권선 중에서 1 상의 권선을 생략함으로써 구성되는 것을 특징으로 하는 브러시리스 모터의 구동 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 제1 권선의 일단과 상기 제2 권선의 일단의 접속부인 공통 단자, 상기 제1 권선의 타단인 제1 단자 및 상기 제2 권선의 타단인 제2 단자에 180° 단형과 전압을 각각 120°의 위상차로 인가함으로써, 상기 제1 권선과 상기 제2 권선에 전기각으로 60°의 위상차를 갖는 전류를 흐르게 하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 브러시리스 모터의 구동 방법.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 제1 권선의 일단과 상기 제2 권선의 일단의 접속부인 공통 단자, 상기 제1 권선의 타단인 제1 단자 및 상기 제2 권선의 타단인 제2 단자에 정현파 전압을 각각 120°의 위상차로 인가함으로써, 상기 제1 권선과 상기 제2 권선에 전기각으로 60°의 위상차를 갖는 전류를 흐르게 하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 브러시리스 모터의 구동 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 제1 단자 및 상기 제2 단자에 인가하는 정현파 전압의 최대값의 2분의 1의 크기를 갖는 정현파 전압을 상기 공통 단자에 항상 인가하는 단계; 및

상기 제1 단자 및 상기 제2 단자에 전기각으로 60°의 위상차를 갖는 정현파 전압을 각각 인가함으로써, 상기 제1 권선과 상기 제2 권선에 전기각으로 60°의 위상차를 갖는 2 상의 전류를 흐르게 하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 브러시리스 모터의 구동 방법.

청구항 7

제 3 항에 있어서,

1 상의 권선을 생략한 브러시리스 모터를 1 상의 권선을 생략하지 않은 상태의 3 상 브러시리스 모터로 등가 변환한 경우의 가상의 3 단자에 각각 흐르는 3 상 교류 전류를 산출하는 단계;

상기 3 상 교류 전류에 기초하여, 상기 제1 권선 및 상기 제2 권선에 인가되는 각 단자 전압의 주파수와 동기하

여 회전하는 2축의 회전 좌표계에서의 d 축 실제 전류값과 q 축 실제 전류값을 구하는 단계;

상기 d 축 실제 전류값과 d 축 전류 지령값의 편차 및 상기 q 축 실제 전류값과 q 축 전류 지령값의 편차를 각각 구하는 단계;

상기 편차들에 기초하여, 상기 d 축 전류 지령값 및 상기 q 축 전류 지령값대로 전류가 흐르도록 d 축 전압 지령값 및 q 축 전압 지령값을 산출하는 단계; 및

상기 d 축 전압 지령값 및 상기 q 축 전압 지령값에 기초하여 공통 단자, 제1 단자 및 제2 단자에 전압을 인가함으로써, 전기각으로 60° 의 위상차를 갖는 2상의 전류를 상기 제1 권선과 상기 제2 권선에 흐르게 하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 브러시리스 모터의 구동 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제1 권선의 일단인 상기 제1 단자에 흐르는 제1 상전류, 상기 제2 권선의 일단인 상기 제2 단자에 흐르는 제2 상전류 및 상기 제1 권선의 타단과 상기 제2 권선의 타단의 접속부인 상기 공통 단자에 흐르는 제3 상전류를 각각 검출하는 단계; 및

상기 가상의 3 단자에 각각 흐르는 상기 3상 교류 전류를 상기 제1 상전류, 상기 제2 상전류 및 상기 제3 상전류에 근거하여 산출하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 브러시리스 모터의 구동 방법.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 제1 권선의 일단과 상기 제2 권선의 일단의 접속부를 상기 공통 단자로 한 경우에, 상기 제1 권선의 타단인 상기 제1 단자에 흐르는 제1 상전류 및 상기 제2 권선의 타단인 상기 제2 단자에 흐르는 제2 상전류를 검출하는 단계; 및

상기 가상의 3 단자의 각각에 흐르는 상기 3상 교류 전류를 상기 제1 상전류 및 상기 제2 상전류에 근거하여 산출하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 브러시리스 모터의 구동 방법.

청구항 10

3상 인버터 회로에 접속되어 3상 평형 전류가 공급되는 3상의 권선 중에서 어느 1상의 권선이 단선된 브러시리스 모터의 구동 방법에 있어서,

나머지 2상의 권선에 상기 3상 인버터 회로를 매개하여 전기각으로 60° 의 위상차를 갖는 2상의 전류를 흐르게 함으로써, 원형의 회전 자계를 발생시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 브러시리스 모터의 구동 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서, 상기 브러시리스 모터는 상기 3상의 권선이 Δ 결선 또는 Y결선된 3상 브러시리스 모터인 것을 특징으로 하는 브러시리스 모터의 구동 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 Δ 결선된 3상의 권선 중에서 1상의 권선이 단선된 때, 상기 3상의 권선의 3개의 단자에 180° 단형과 전압을 각각 120° 의 위상차로 인가함으로써, 단선되지 않은 상기 나머지 2상의 권선에 전기각으로 60° 의 위상차를 갖는 전류를 각각 흐르게 하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 브러시리스 모터의 구동 방법.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 Δ 결선된 3상의 권선 중에서 1상의 권선이 단선된 때, 단선되지 않은 상기 나머지 2상의 권선이 서로

접속된 공통 단자, 상기 1상의 권선과 상기 나머지 2상의 권선 중에서 일방이 접속된 단자 및 상기 1상의 권선과 상기 나머지 2상의 권선 중에서 타방이 접속된 단자에 각각 120° 의 위상차로 정현파 전압을 인가함으로써, 상기 나머지 2상의 권선에 전기각으로 60° 의 위상차를 갖는 전류를 흐르게 하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 브러시리스 모터의 구동 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 Δ 결선된 3상의 권선 중에서 1상의 권선이 단선된 때, 상기 공통 단자에 남은 두개의 단자에 인가하는 정현파 전압의 최대값의 2분의 1의 크기를 갖는 정현파 전압을 항상 인가하는 단계; 및

상기 남은 두개의 단자에 전기각으로 60° 의 위상차를 갖는 정현파 전압을 각각 인가함으로써, 상기 나머지 2상의 권선에 전기각으로 60° 의 위상차를 갖는 전류를 흐르게 하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 브러시리스 모터의 구동 방법.

청구항 15

제 11 항에 있어서,

상기 브러시리스 모터는 3상의 권선이 Δ 결선된 3상 브러시리스 모터에 상응하고,

상기 Δ 결선된 3상의 권선 중에서 1상의 권선이 단선된 때, 상기 3상의 권선의 3개의 단자에 각각 흐르는 3상 교류 전류를 산출하는 단계;

상기 3상 교류 전류에 기초하여, 단선되지 않은 제1 권선 및 제2 권선에 인가되는 각 단자 전압의 주파수와 동기하여 회전하는 2축의 회전좌표계에서의 d축 실제 전류값과 q축 실제 전류값을 구하는 단계;

상기 d축 실제 전류값과 d축 전류 지령값의 편차 및 상기 q축 실제 전류값과 q축 전류 지령값의 편차를 각각 구하는 단계;

상기 편차들에 기초하여, 상기 d축 전류 지령값 및 상기 q축 전류 지령값 대로 전류가 흐르도록 d축 전압 지령값 및 q축 전압 지령값을 산출하는 단계; 및

상기 d축 전압 지령값 및 상기 q축 전압 지령값에 근거하여 상기 제1 권선 및 상기 제2 권선에 전압을 인가함으로써, 전기각으로 60° 의 위상차를 갖는 2상의 전류를 흐르게 하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 브러시리스 모터의 구동 방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 제1 권선의 일단인 제1 단자에 흐르는 제1 상전류, 상기 제2 권선의 일단인 제2 단자에 흐르는 제2 상전류 및 상기 제1 권선의 타단과 상기 제2 권선의 타단의 접속부인 공통 단자에 흐르는 제3 상전류를 각각 검출하는 단계; 및

상기 3상의 권선의 3개의 단자에 각각 흐르는 상기 3상 교류 전류를 상기 제1 상전류, 상기 제2 상전류 및 상기 제3 상전류에 근거하여 산출하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 브러시리스 모터의 구동 방법.

청구항 17

제 15 항에 있어서,

상기 제1 권선의 일단과 상기 제2 권선의 일단의 접속부를 공통 단자로 한 경우에, 상기 제1 권선의 타단인 제1 단자에 흐르는 제1 상전류 및 상기 제2 권선의 타단인 제2 단자에 흐르는 제2 상전류를 검출하는 단계; 및

1상의 권선이 단선된 브러시리스 모터를 1상의 권선이 단선되지 않은 상태의 3상 브러시리스 모터로 등가 변환한 경우의 가상의 3단자의 각각에 흐르는 상기 3상 교류 전류를 상기 제1 상전류 및 상기 제2 상전류에 근거하여 산출하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 브러시리스 모터의 구동 방법.

청구항 18

제 11 항에 있어서,

상기 Y결선된 3상의 권선 중에서 1상의 권선이 단선된 때, 중성점 단자 및 단선되지 않은 2상의 권선의 단자에 180° 단형과 전압을 120° 의 위상차로 각각 인가함으로써, 상기 2상의 권선에 전기각으로 60° 의 위상차를 갖는 전류를 흐르게 하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 브러시리스 모터의 구동 방법.

청구항 19

제 11 항에 있어서,

상기 Y결선된 3상의 권선 중에서 1상의 권선이 단선된 때, 중성점 단자 및 단선되지 않은 2상의 권선의 단자에 정현파 전압을 120° 의 위상차로 각각 인가함으로써, 상기 2상의 권선에 전기각으로 60° 의 위상차를 갖는 2상의 전류를 흐르게 하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 브러시리스 모터의 구동 방법.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 2상의 권선의 단자에 인가하는 정현파 전압의 최대값의 2분의 1의 크기를 갖는 정현파 전압을 상기 중성점 단자에 항상 인가하는 단계; 및

상기 2상의 권선의 단자에 전기각으로 60° 의 위상차를 갖는 정현파 전압을 각각 인가함으로써, 상기 2상의 권선에 전기각으로 60° 의 위상차를 갖는 전류를 흐르게 하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 브러시리스 모터의 구동 방법.

청구항 21

제 11 항에 있어서,

상기 브러시리스 모터는 3상의 권선이 Y결선된 3상 브러시리스 모터에 상응하고,

상기 Y결선된 3상의 권선 중에서 1상의 권선이 단선된 때, 중성점 단자 및 단선되지 않은 2상의 권선의 단자에 각각 흐르는 3상 교류 전류를 산출하는 단계;

상기 3상 교류 전류에 기초하여, 상기 2상의 권선의 단자에 인가되는 각 단자 전압의 주파수와 동기하여 회전하는 2축의 회전 좌표계에서의 d축 실제 전류값과 q축 실제 전류값을 구하는 단계;

상기 d축 실제 전류값과 d축 전류 지령값의 편차 및 상기 q축 실제 전류값과 q축 전류 지령값의 편차를 각각 구하는 단계;

상기 편차들에 기초하여, 상기 d축 전류 지령값 및 상기 q축 전류 지령값대로 전류가 흐르도록, d축 전압 지령값 및 q축 전압 지령값을 산출하는 단계; 및

상기 d축 전압 지령값 및 상기 q축 전압 지령값에 근거하여 상기 2상의 권선의 단자에 전압을 인가함으로써, 전기각으로 60° 의 위상차를 갖는 2상의 전류를 상기 2상의 권선에 흐르게 하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 브러시리스 모터의 구동 방법.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 중성점 단자 및 상기 2상의 권선의 단자에 각각 흐르는 제1 내지 제3 상전류를 각각 검출하는 단계; 및

상기 각 단자에 각각 흐르는 상기 3상 교류 전류를 상기 제1 상전류, 상기 제2 상전류 및 상기 제3 상전류에 근거하여 산출하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 브러시리스 모터의 구동 방법.

청구항 23

제 21 항에 있어서,

상기 2상의 권선 중에서 일단에 흐르는 제1 상전류 및 상기 2상의 권선 중에서 타단에 흐르는 제2 상전류를 검출하는 단계;

1 상의 권선이 단선된 브러시리스 모터를 단선되지 않은 상태의 3상 브러시리스 모터로 등가 변환한 경우의 3상의 3단자에 각각 흐르는 상기 3상 교류 전류를 상기 제1 상전류 및 상기 제2 상전류에 근거하여 산출하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 브러시리스 모터의 구동 방법.

청구항 24

3 상의 권선 중에서 1 상의 권선을 생략한 2 상의 제1 권선과 제2 권선을 포함하는 브러시리스 모터의 구동 회로에 있어서,

상기 제1 권선의 일단과 상기 제2 권선의 일단의 접속부인 공통 단자, 상기 제1 권선의 타단인 제1 단자 및 상기 제2 권선의 타단인 제2 단자에 접속되고, 상기 공통 단자, 상기 제1 단자 및 상기 제2 단자를 각각 120° 의 위상차로 전압을 인가하며, 180° 구간은 직류 전원의 플러스 단자에 접속함과 동시에 나머지 180° 구간은 마이너스 단자에 연속적 또는 단속적으로 접속함으로써, 상기 제1 권선과 상기 제2 권선을 통전시켜 상기 제1 권선과 상기 제2 권선에 전기각으로 60° 의 위상차를 갖는 전류를 공급하는 3상 인버터회로; 및

상기 3상 인버터 회로를 제어하기 위한 제어 신호를 생성하여 상기 3상 인버터 회로에 출력하는 제어회로를 포함하는 것을 특징으로 하는 브러시리스 모터의 구동 회로.

청구항 25

3 상의 권선 중에서 1 상의 권선을 생략한 2 상의 제1 권선과 제2 권선을 포함하는 브러시리스 모터의 회전 위치의 검출 방법에 있어서,

상기 제1 권선의 일단과 상기 제2 권선의 일단의 접속부인 공통 단자, 상기 제1 권선의 타단인 제1 단자 및 상기 제2 권선의 타단인 제2 단자에 대하여 3상 인버터 회로를 접속하는 단계;

상기 공통 단자, 상기 제1 단자 및 상기 제2 단자를 각각 120° 의 위상차로 전압을 인가하고, 180° 구간은 직류 전원의 플러스 단자에 접속함과 동시에 나머지 180° 구간은 상기 직류 전원의 마이너스 단자에 연속적 또는 단속적으로 접속함으로써, 상기 공통 단자, 상기 제1 단자 및 상기 제2 단자를 통전 상태로 하여 상기 제1 권선과 상기 제2 권선에 전기각으로 60° 의 위상차를 갖는 전류를 흐르게 하는 단계;

상기 제1 단자 및 상기 제2 단자 중에서 일방의 전위가 상기 공통 단자의 전위와 같게 되는 통전 구간에서, 상기 제1 단자와 상기 제2 단자 중에서 상기 공통 단자와 같은 전위로 되는 단자를 개방하는 단계; 및

개방된 상기 단자의 전위의 변화에 기초하여 전기각을 추정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 브러시리스 모터의 회전 위치의 검출 방법.

청구항 26

제 25 항에 있어서,

상기 제1 단자 및 상기 제2 단자의 전위가 각각 상기 공통 단자의 전위와 상이한 통전 구간에서는, 다른 통전 구간에서 추정된 통전 타이밍에 근거하여 전기각을 추정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 브러시리스 모터의 회전 위치의 검출 방법.

청구항 27

3 상의 권선 중에서 1 상의 권선을 생략한 2 상의 제1 권선과 제2 권선을 구비하는 브러시리스 모터의 회전 위치의 검출 회로에 있어서,

상기 브러시리스 모터는 상기 제1 권선의 일단과 상기 제2 권선의 일단의 접속부인 공통 단자, 상기 제1 권선의 타단인 제1 단자 및 상기 제2 권선의 타단인 제2 단자에 접속되는 3상 인버터 회로를 포함하고,

상기 3상 인버터 회로는 상기 공통 단자, 상기 제1 단자 및 상기 제2 단자에 각각 120° 의 위상차로 전압을 인가하고, 180° 구간은 직류 전원의 플러스 단자에 접속함과 동시에 나머지 180° 구간은 상기 직류 전원의 마이너스 단자에 연속적 또는 단속적으로 접속함으로써, 상기 공통 단자, 상기 제1 단자 및 상기 제2 단자를 통전 상태로 하여, 상기 제1 권선과 상기 제2 권선에 전기각으로 60° 의 위상차를 갖는 전류를 공급하고,

상기 제1 단자 및 상기 제2 단자의 중에서 하나의 전위가 상기 공통 단자의 전위와 같게 되는 통전 구간에서, 상기 제1 단자 및 상기 제2 단자 중에서 상기 공통 단자와 같은 전위로 되는 단자를 개방 상태로 하는 제어 신

호를 상기 3상 인버터 회로에 출력하는 제어회로;

상기 제1 단자 또는 상기 제2 단자가 개방된 때, 상기 제1 단자와 상기 공통 단자의 전위차 또는, 상기 제2 단자와 상기 공통 단자의 전위차를 검출하는 전위차 검출 회로; 및

상기 전위차 검출 회로가 검출하는 전위차가 미리 정한 전위차에 도달한 때에 로터의 전기각을 추정하는 추정 회로를 포함하는 것을 특징으로 하는 브러시리스 모터의 회전 위치의 검출 회로.

청구항 28

제 27 항에 있어서,

상기 제1 단자 또는 상기 제2 단자가 개방된 때, 상기 전위차 검출 회로가 미리 정한 전위차를 검출한 때까지의 시간을 표시하는 표시 회로를 더 포함하고,

상기 추정 회로는 상기 제1 단자 및 상기 제2 단자의 전위가 각각 상기 공통 단자의 전위와 상이한 통전 구간에서, 상기 표시 회로에서 표시한 시간에 근거하여 로터의 전기각을 추정하는 것을 특징으로 하는 브러시리스 모터의 회전 위치의 검출 회로.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은, 브러시리스 모터의 구동 방법 및 구동 회로, 그리고, 브러시리스 모터의 회전 위치의 검출 방법 및 검출 회로에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 근래, 브러시리스 모터는, 구조가 간단하고 고효율인 모터로서 주목되고 있다. 예를 들면, 클로폴(claw pole)형 브러시리스 모터는, 적층된 U상, V상, W상의 환상의 스테이터의 부재와, 이들 스테이터 부재간에 권취된 U상 권선, V상 권선, W상 권선을 갖는다. 이들 권선을 Δ 결선 또는 Y결선함으로써, 3상 클로폴형 브러시리스 모터가 형성된다.

[0003] U상, V상, W상의 스테이터 부재 각각은, 로터와 서로 대향하는 복수의 클로폴을 갖고, 각 상의 복수의 클로폴이 주변 방향에 있어서 소정의 순서로 나란히 되도록 배치되어 있다. 그리고, 3상 인버터 회로에 의해, 3상의 권선에 통전되는 3상 평형 전류를 제어함으로써, 각 상의 클로폴에는, 회전 자계가 발생하고, 이 회전 자계에 의해, 로터가 회전 구동된다.

[0004] 또, 근년, 브러시리스 모터에 있어서는, 보다 구조를 간소화하고, 소형화, 저비용을 목적으로 한 브러시리스 모터가 제안되어 있다(예를 들면, 일본국 특허 공개 2007-215305호 공보). 이 브러시리스 모터는, U상 권선, V상 권선, W상 권선 중의 어느 하나 상의 권선을 생략한 2상의 권선을 갖는다. 1상의 권선을 생략한 만큼, 구조가 간소화하고, 생산성을 개선하고, 소형화, 저비용화를 실현할 수 있다.

[0005] 또, 1상의 권선을 생략한 2상의 권선을 갖는 브러시리스 모터에 있어서, 4개의 전력 소자와 2개의 직류 전원을 사용하여, 2상의 권선에 통전되는 전류를 제어하여 로터를 회전 구동하는 것이 제안되어 있다(예를 들면, 국제 공개 제2007/010934호 공보).

[0006] 그런데, 일본국 특허 공개 제2007-21(53)05호 공보의 브러시리스 모터에 있어서, 3상 인버터 회로에서 2상의 권선의 단자에 3상 평형 전류가 공급되는 경우, 각 상의 클로폴에는, 원형의 회전 자계가 아니고, 전기 각에 대응하여 자계의 크기가 다른 타원의 회전 자계가 발생한다.

[0007] 그 결과, 1상의 권선을 생략한 2상의 권선을 포함하는 브러시리스 모터에서는, 원형의 회전 자계를 만들지 않기 때문에, 전기 각에 따른 2차 토크 리플(torque ripple)의 발생 및, 2차 토크 리플의 발생에 따른 음향?진동을 억제할 수 없었다.

[0008] 게다가, 국제 공개 제2007/010934호 공보에서는, 1상의 권선을 생략한 2상의 권선을 갖는 브러시리스 모터를 실현하기 위해서, 두 가지의 직류 전원이 필요하기 때문에, 회로가 복잡하게 되어 실용적으로 곤란하였다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명의 목적은, 1상의 권선이 생략된 2상의 권선을 포함하는 브러시리스 모터이어도, 3상 인버터 회로로써 원형의 회전 자계를 발생시킬 수 있는 브러시리스 모터의 구동 방법 및 구동 회로, 그리고, 브러시리스 모터의 회전 위치의 검출 방법 및 검출 회로를 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 제1 양태에서는, 3상의 권선중의 1상의 권선을 생략한 2상의 제1 권선과 제2 권선을 포함하는 브러시리스 모터의 구동 방법이 제공된다. 상기 제1 권선과 상기 제2 권선에 3상 인버터 회로를 접속한다. 상기 제1 권선과 상기 제2 권선에 대하여 전기각에서 60° 의 위상차를 갖는 전류를 각각 흐르게 하는 것으로, 그것에 의해 원형의 회전 자계를 발생시킨다.

[0011] 상기 구성에 의하면, 3상의 권선 중 1상의 권선을 생략한 2상의 제1 권선과 제2 권선을 갖는 스테이터에 원형의 회전 자계를 생성할 수 있다. 그 결과, 2상의 권선을 갖는 브러시리스 모터에 있어서, 각각의 전기각에 따른 토크리플을 없게하여, 토크리플의 발생에 따른 모터의 음향·진동의 발생을 방지할 수 있다.

[0012] 바람직하게는, 상기 브러시리스 모터는, 클로폴형 3상 브러시리스 모터이다.

[0013] 상기 구성에 의하면, 3상의 권선 중의 1상의 권선을 생략한 2상의 제1 권선과 제2 권선을 갖는 스테이터에 원형의 회전 자계를 생성할 수 있다.

[0014] 바람직하게는, 상기 제1 권선 및 상기 제2 권선은 Δ 결선된 3상의 권선중의 1상의 권선을 생략함으로써 구성된다.

[0015] 상기 구성에 의하면, Δ 결선된 권선중의 1상의 권선이 생략된 2상의 제1 권선과 제2 권선을 갖는 스테이터에 원형의 회전 자계를 생성할 수 있다.

[0016] 바람직하게는, 상기 제1 권선의 일단과 상기 제2 권선의 일단과의 접속부인 공통 단자, 상기 제1 권선의 타단인 제1 단자, 및 상기 제2 권선의 타단인 제2 단자에, 180° 단형과 전압을 각각 120° 의 위상차로 인가한다. 그것에 의해 상기 제1 권선과 상기 제2 권선에 전기각으로 60° 의 위상차를 갖는 전류를 흐르게 한다.

[0017] 상기 구성에 의하면, 제1 권선 및 제2 권선의 세 단자에, 180° 단형과 전압을 각각 120° 의 위상차로 인가한다. 이것에 의해, 제1 권선과 제2 권선에 전기각으로 60° 의 위상차를 갖는 전류를 흐르게 할 수 있고, 스테이터에 원형의 회전 자계를 생성할 수 있다.

[0018] 바람직하게는, 상기 제1 권선의 일단과 상기 제2 권선의 일단의 접속부인 공통 단자, 상기 제1 권선의 타단인 제1 단자, 및 상기 제2 권선의 타단인 제2 단자에, 정현파 전압을 각각 120° 의 위상차로 인가한다. 그것에 의해 상기 제1 권선과 상기 제2 권선에 전기각으로 60° 의 위상차를 갖는 전류를 흐르게 한다.

[0019] 상기 구성에 의하면, 2상의 제1 권선 및 제2 권선의 3개의 단자에, 정현파 전압을 120° 의 위상차로 인가하여, 제1 권선 및 제2 권선에 전기각으로 60° 의 위상차를 갖는 2상의 전류를 흐르게 할 수 있다. 그 결과, 스테이터에 원형의 회전 자계를 생성할 수 있다.

[0020] 바람직하게는, 상기 공통 단자에, 상기 제1 단자 및 제2 단자에 인가하는 정현파 전압의 최대값의 2분의 1의 크기를 갖는 정현파 전압을 항상 인가한다. 상기 제1 단자 및 제2 단자에 전기각으로 60° 의 위상차를 갖는 정현파 전압을 각각 인가한다. 그것에 의해 상기 제1 권선과 상기 제2 권선에 전기각으로 60° 의 위상차를 갖는 2상의 전류를 흐르게 한다.

[0021] 상기 구성에 의하면, 3개의 단자에 정현파 전압을 120° 의 위상차로 인가하여, 제1 권선 및 제2 권선에 전기각으로 60° 의 위상차를 갖는 2상의 전류를 흐르게 할 수 있다. 그 결과, 스테이터에 원형의 회전 자계를 생성할 수 있다.

[0022] 바람직하게는, 1상의 권선을 생략한 브러시리스 모터를 1상의 권선을 생략하지 않은 상태의 3상 브러시리스 모터에 등가 변환한 경우의 가상의 3 단자에 각각 흐르게 되는 3상 교류 전류를 산출한다. 그렇게 구한 3상 교류 전류에서, 상기 제1 권선 및 상기 제2 권선에 인가되는 각 단자 전압의 주파수와 같은 주기로 하여 회전하

는 2축의 회전 좌표계에서의 d축 실제 전류값과 q축 실제 전류값을 구한다. 상기 d축 실제 전류값과 d축 전류 지령값과의 편차, 및 상기 q축 실제 전류값과 q축 전류 지령값과의 편차를 각각 구한다. 이들 양 편차에서, 상기 d축 전류 지령값 및 상기 q축 전류 지령값 대로 전류가 흐르게 하도록, d축 전압 지령값 및 q축 전압 지령값을 산출한다. 이들 d축 전압 지령값 및 q축 전압 지령값에 근거하여, 전압을 상기 공통 단자, 제1 단자 및 제2 단자에 인가한다. 그것에 의해 전기각으로 60°의 위상차를 갖는 2상의 전류를 상기 제1 권선과 상기 제2 권선에 흐르게 한다.

- [0023] 상기 구성에 의하면, 제1 권선 및 제2 권선의 3개의 단자에 흐르는 전류를 검출한다. 이것에 의해, 3개의 단자에 정현파 전압을 120°의 위상차로 인가하여, 전기각으로 60°의 위상차로 흐르는 2상의 전류를 벡터 제어할 수 있고, 스테이터에 원형의 회전 자계를 생성할 수 있다.
- [0024] 바람직하게는, 상기 제1 권선의 일단인 제1 단자에 흐르는 제1 상전류, 제2 권선의 일단인 제2 단자에 흐르는 제2 상전류, 및 상기 제1 권선의 타단과 상기 제2 권선의 타단의 접속부인 공통 단자에 흐르는 제3 상전류를 각각 검출한다. 상기 가상의 3단자에 각각 흐르는 3상 교류 전류를, 상기 제1 상전류, 제2 상전류 및 제3 상전류에 근거하여 산출한다.
- [0025] 상기 구성에 의하면, 2상의 제1 권선 및 제2 권선에 설정되는 3개의 단자에 흐르는 전류를 검출하는 것으로, 3개의 단자에 정현파 전압을 120°의 위상차로 인가하여, 전기각으로 60°의 위상차를 갖고 흐르는 2상의 전류를 벡터 제어할 수 있고 스테이터에 원형의 회전 자계를 생성할 수 있다.
- [0026] 바람직하게는, 상기 제1 권선의 일단과 상기 제2 권선의 일단과의 접속부를 공통 단자로 한 경우, 상기 제1 권선의 타단인 제1 단자에 흐르는 제1 상전류, 및 상기 제2 권선의 타단인 제2 단자에 흐르는 제2 상전류를 검출한다. 상기 가상의 3단자의 각각에 흐르는 3상 교류 전류를, 상기 제1 상전류 및 상기 제2 상전류에 근거하여 산출한다.
- [0027] 상기 구성에 의하면, 제1 상전류와 제2 상전류를 검출하는 것으로, 가상의 3단자에 각각 흐르는 3상 교류 전류를 산출할 수 있다.
- [0028] 본 발명의 제2 양태에서는, 3상 인버터회로에 접속되어, 3상 평형 전류가 공급되는 3상의 권선 중의 어느 1상의 권선이 단선되어 있는 브러시리스 모터의 구동 방법이 제공된다. 나머지 상의 권선에 상기 3상 인버터 회로를 매개하여, 전기각으로 60°의 위상차를 갖는 2상의 전류를 흐르게 한다. 그것에 의해 원형의 회전 자계를 발생시킨다.
- [0029] 상기 구성에 의하면, 3상의 권선 중의 어느 1상의 권선이 단선되어도, 스테이터에 원형의 회전 자계를 생성할 수 있고, 토크리플을 없게 하고, 그에 따른 음향·진동을 억제하여 회전 구동시킬 수 있다.
- [0030] 바람직하게는, 상기 브러시리스 모터는, 상기 3상의 권선이 Δ결선 또는 Y결선된 3상 브러시리스 모터이다.
- [0031] 상기 구성에 의하면, 3상 브러시리스 모터에 있어서, 3상의 권선 중의 어느 1상의 권선이 단선되어도, 스테이터에 원형의 회전 자계를 생성할 수 있다.
- [0032] 바람직하게는, 상기 Δ결선된 3상의 권선 중의 1상의 권선이 단선된 때, 상기 3상의 권선의 3개의 단자에, 180° 단형파 전압을 각각 120°의 위상차로 인가한다. 그것에 의해 상기 남은 2상의 권선에 전기각으로 60°의 위상차를 갖는 전류를 각각 흐르게 한다.
- [0033] 상기 구성에 의하면, Δ결선된 3상의 권선 중의 1상의 권선이 단선되어도, 스테이터에 원형의 회전 자계를 생성할 수 있다.
- [0034] 바람직하게는, 상기 Δ결선된 3상의 권선 중의 1상의 권선이 단선된 때, 단선되어 있지 않은 2상의 권선 서로가 접속된 공통 단자, 단선된 권선과 단선되어 있지 않은 2상의 권선 중의 한 쪽이 접속된 단자, 및 단선된 권선과 단선되어 있지 않은 2상의 권선 중의 타방이 접속된 단자에, 각각 120°의 위상차로 정현파 전압을 인가한다. 그것에 의해 상기 단선되어 있지 않은 2상의 권선에 전기각으로 60°의 위상차를 갖는 전류를 흐르게 한다.
- [0035] 상기 구성에 의하면, Δ결선된 3상의 권선 중의 1상의 권선이 단선되어도, 스테이터에 원형의 회전 자계를 생성할 수 있다.
- [0036] 바람직하게는, 상기 Δ결선된 3상의 권선 중의 1상의 권선이 단선한 때, 상기 공통 단자에, 남은 두 단자에 인가하는 정현파 전압의 최대값의 2분의 1의 크기를 갖는 정현파 전압을 항상 인가한다. 상기 남은 두 단자에

서로 전기각으로 60° 의 위상차를 갖는 정현파 전압을 각각 인가한다. 그것에 의해 상기 단선되어 있지 않은 권선에 전기각으로 60° 의 위상차를 갖는 전류를 흐르게 한다.

- [0037] 상기 구성에 의하면, Δ 결선된 3상의 권선 중의 1상의 권선이 단선되어도, 스테이터에 원형의 회전 자계를 생성할 수 있다.
- [0038] 바람직하게는, 상기 브러시리스 모터는, 3상의 권선이 Δ 결선된 3상 브러시리스 모터이다. 상기 Δ 결선된 3상의 권선 중 1상의 권선이 단선된 때, 상기 3상의 권선의 3개의 단자에 각각 흐르는 3상 교류 전류를 산출한다. 그렇게 구한 3상 교류 전류에서, 상기 단선되어 있지 않은 제1 권선 및 제2 권선에 인가된 각 단자 전압의 주파수와 동기하여 회전하는 2축의 회전좌표계에서의 d축 실제 전류값과 q축 실제 전류값을 구한다. 상기 d축 실제 전류값과 d축 전류 지령값과의 편차, 및 상기 q축 실제 전류값과 q축 전류 지령값과의 편차를 각각 구한다. 이들 양 편차에서, 상기 d축 전류 지령값 및 상기 q축 전류 지령값대로 전류가 흐르도록, d축 전압 지령값 및 q축 전압 지령값을 산출한다. 이들 d축 전압 지령값 및 q축 전압 지령값에 근거하여, 전압을 상기 3상의 권선의 3개의 단자에 인가하는 것이어서, 그것에 의해 전기각으로 60° 의 위상차를 갖는 2상의 전류를 상기 제1 및 제2 권선에 흐르게 한다.
- [0039] 상기 구성에 의하면, 단선되어 있지 않은 2상의 제1 권선과 제2 권선에 설정되는 3개의 단자에 흐르는 전류를 검출하는 것으로서, 3개의 단자에 정현파 전압을 120° 의 위상차로 인가하여, 전기각으로 60° 의 위상차를 갖고 흐르는 2상의 전류를 벡터 제어할 수 있고 스테이터에 원형의 회전 자계를 생성할 수 있다.
- [0040] 바람직하게는, 상기 제1 권선의 일단인 제1 단자에 흐르는 제1 상전류, 상기 제2 권선의 일단인 제2 단자에 흐르는 제2 상전류, 및 상기 제1 권선의 타단과 상기 제2 권선의 타단과의 접속부인 공통 단자에 흐르는 제3 상전류를 각각 검출한다. 상기 3상의 권선의 3개의 단자에 각각 흐르는 3상 교류 전류를, 상기 제1 상전류, 제2 상전류 및 제3 상전류에 근거하여 산출한다.
- [0041] 상기 구성에 의하면, 단선되어 있지 않은 2상의 제1 권선과 제2 권선에 설정된 3개의 단자에 흐르는 전류를 검출한다. 이것에 의해, 3개의 단자에 정현파 전압을 120° 의 위상차로 인가하여 전기각으로 60° 의 위상차를 갖고 흐르는 2상의 전류를 벡터 제어할 수 있고, 스테이터에 원형의 회전 자계를 생성할 수 있다.
- [0042] 바람직하게는, 상기 제1 권선의 일단과 상기 제2 권선의 일단과의 접속부를 공통 단자로 한 경우, 상기 제1 권선의 타단인 제1 단자에 흐르는 제1 상전류, 및 상기 제2 권선의 타단인 제2 단자에 흐르는 제2 상전류를 검출한다. 1상의 권선이 단선된 브러시리스 모터를 1상의 권선이 단선되지 않은 상태의 3상 브러시리스 모터에 등가 변환한 경우의 가상의 3단자의 각각에 흐르는 3상 교류 전류를, 상기 제1 상전류 및 상기 제2 상전류에 근거하여 산출한다.
- [0043] 상기 구성에 의하면, 제1 상전류 및 제2 상전류를 검출하는 것으로서, 가상의 3단자의 각각에 흐르는 3상 교류 전류를 산출할 수 있다.
- [0044] 바람직하게는, Y결선된 3상의 권선 중 1상의 권선이 단선된 때, 중성점 단자, 및 단선되어 있지 않은 2상의 권선의 단자에, 180° 단형파 전압을 120° 의 위상차로 각각 인가한다. 그것에 의해 상기 단선되어 있지 않은 권선에 전기각으로 60° 의 위상차를 갖는 전류를 흐르게 한다.
- [0045] 상기 구성에 의하면, 2상의 권선에 설정되는 3개의 단자에, 180° 단형파 전압을 120° 의 위상차로 각각 인가하여, 전기각으로 60° 의 위상차를 갖는 2상의 전류를 흐르게 할 수 있다. 그 결과, Y결선된 3상의 권선 중 1상의 권선이 단선되어도, 스테이터에 원형의 회전 자계를 생성할 수 있다.
- [0046] 바람직하게는, 상기 Y결선된 3상의 권선 중 1상의 권선이 단선된 때, 중성점 단자 및 단선되어 있지 않은 2상의 권선의 단자에, 정현파 전압을 120° 의 위상차로 각각 인가한다. 그것에 의해 상기 단선되어 있지 않은 권선에 전기각으로 60° 의 위상차를 갖는 2상의 전류를 흐르게 한다.
- [0047] 상기 구성에 의하면, Y결선된 3상의 권선 중 1상의 권선이 단선되어도, 스테이터에 원형의 회전 자계를 생성할 수 있다.
- [0048] 바람직하게는, 상기 Y결선된 3상의 권선 중 1상의 권선이 단선된 때, 상기 중성점 단자에, 단선되어 있지 않은 2상의 권선의 단자에 인가하는 정현파 전압의 최대값의 2분의 1의 크기를 갖는 정현파 전압을 항상 인가한다. 상기 단선되어 있지 않은 2상의 권선의 단자에 전기각으로 60° 의 위상차를 갖는 정현파 전압을 각각 인가한다. 그것에 의해 상기 단선되어 있지 않은 권선에 전기각으로 60° 의 위상차를 갖는 전류를 흐르게 한다.

다.

- [0049] 상기 구성에 의하면, Y결선된 3상의 권선 중 1상의 권선이 단선되어도, 스테이터에 원형의 회전 자계를 생성할 수 있다.
- [0050] 바람직하게는, 상기 브러시리스 모터는, 3상의 권선이 Y결선된 3상 브러시리스 모터이다. 상기 Y결선된 3상의 권선 중 1상의 권선이 단선된 때, 중성점 단자 및 단선되어 있지 않은 2상의 권선의 단자에 각각 흐르는 3상 교류 전류를 산출한다. 그렇게 구한 3상 교류 전류에서, 상기 단선되어 있지 않은 2상의 권선의 단자에 인가되는 각 단자 전압의 주파수와 동기하여 회전하는 2축의 회전 좌표계에서의 d축 실제 전류값과 q축 실제 전류값을 구한다. 상기 d축 실제 전류값과 d축 전류 지령값과의 편차, 및 상기 q축 실제 전류값과 q축 전류 지령값과의 편차를 각각 구한다. 이들 양 편차에서, 상기 d축 전류 지령값 및 상기 q축 전류 지령값 대로 전류가 흐르도록, d축 전압 지령값 및 q축 전압 지령값을 산출한다. 이들 d축 전압 지령값 및 q축 전압 지령값에 근거하여, 전압을 단선되어 있지 않은 2상의 권선의 단자에 인가한다. 그것에 의해 전기각으로 60°의 위상차를 갖는 2상의 전류를 단선되어 있지 않은 2상의 권선의 단자에 흐르게 한다.
- [0051] 상기 구성에 의하면, 중성점 단자, 단선되어 있지 않은 2상의 권선의 단자의 각각에 흐르는 전류를 검출하는 것으로써, 3개의 단자에 정현파 전압을 120°의 위상차로 인가하여, 전기각으로 60°의 위상차를 갖고 흐르는 2상의 전류를 벡터 제어할 수 있고 스테이터에 원형의 회전 자계를 생성할 수 있다.
- [0052] 바람직하게는, 중성점 단자 및 단선되어 있지 않은 2상의 권선의 단자에 각각 흐르는 제1 내지 제3 상전류를 각각 검출한다. 상기 각 단자에 각각 흐르는 3상 교류 전류를, 상기 제1 상전류, 제2 상전류 및 제3 상전류에 근거하여 산출한다.
- [0053] 상기 구성에 의하면, 단선되어 있지 않은 2상의 권선에 설정되는 2개의 단자와 중성점에 설정된 중성점 단자에 흐르는 전류를 검출하는 것으로써, 3개의 단자에 정현파 전압을 120°의 위상차로 인가하여, 전기각으로 60°의 위상차를 갖고 흐르는 2상의 전류를 벡터 제어할 수 있고 스테이터에 원형의 회전 자계를 생성할 수 있다.
- [0054] 바람직하게는, 상기 단선되어 있지 않은 2상의 권선 중의 한 쪽의 단자에 흐르는 제1 상전류, 및 단선되어 있지 않은 2상의 권선 중의 다른 한 쪽의 단자에 흐르는 제2 상전류를 검출한다. 1상의 권선이 단선된 브러시리스 모터를 단선되지 않은 상태의 3상 브러시리스 모터로 등가 변환한 경우의 가상의 3단자에 각각 흐르는 3상 교류 전류를, 상기 제1 상전류 및 상기 제2 상전류에 근거하여 산출한다.
- [0055] 상기 구성에 의하면, 단선되어 있지 않은 2상의 권선에 설정되는 2개의 단자에 흐르는 전류를 검출하는 것으로써, 가상의 3단자의 각각에 흐르는 3상 교류 전류를 산출할 수 있다.
- [0056] 본 발명의 제3 양태에서는, 3상의 권선 중 1상의 권선을 생략한 2상의 제1 권선과 제2 권선을 포함하는 브러시리스 모터의 구동 회로가 제공된다. 구동 회로는, 3상 인버터 회로와 제어 회로를 포함한다. 상기 3상 인버터 회로는, 상기 제1 권선의 일단과 상기 제2 권선의 일단의 접속부인 공통 단자, 상기 제1 권선의 타단인 제1 단자, 및 상기 제2 권선의 타단인 제2 단자에 접속된다. 상기 3상 인버터 회로는 상기 공통 단자, 상기 제1 단자 및 상기 제2 단자를 각각 120°의 위상차로, 180° 구간은 직류 전원의 플러스 단자에 접속함과 동시에, 나머지 180° 구간은 마이너스 단자에 연속적으로 접속하던가 마이너스 단자에 단속적으로 접속한다. 그것에 의해 상기 제1 권선과 상기 제2 권선을 통전하고, 상기 제1 권선과 상기 제2 권선에 전기각으로 60°의 위상차를 갖는 전류를 공급한다. 상기 제어 회로는, 상기 3상 인버터 회로를 제어하기 위한 제어 신호를 생성하여 상기 3상 인버터 회로로 출력한다.
- [0057] 상기 구성에 의하면, 3상의 권선 중 1상의 권선을 생략한 2상의 제1 권선과 제2 권선을 갖는 스테이터에 원형의 회전 자계를 생성할 수 있다. 그 결과, 각각의 전기각에 따른 토크리플을 없게 하고, 그것에 따른 모터(1)의 음향·진동의 발생을 방지할 수 있다.
- [0058] 본 발명의 제4 양태에서는, 3상의 권선 중 1상의 권선을 생략한 2상의 제1 권선과 제2 권선을 포함하는 브러시리스 모터의 회전 위치의 검출 방법이 제공된다. 상기 제1 권선의 일단과 상기 제2 권선의 일단과의 공통 단자, 상기 공통 단자의 타단인 제1 단자, 및 상기 제2 권선의 타단인 제2 단자에 대하여, 3상 인버터 회로를 접속한다. 상기 공통 단자, 상기 제1 단자 및 상기 제2 단자를 각각 120°의 위상차로, 180° 구간은 직류 전원의 플러스 단자에 접속함과 동시에, 나머지 180° 구간은 상기 직류 전원의 마이너스 단자에 연속적 또는 단속적으로 접속하여 상기 공통 단자, 상기 제1 단자 및 상기 제2 단자를 통전 상태로 한다. 그것에 의해 상기 제1 권선과 상기 제2 권선에 전기각으로 60°의 위상차를 갖는 전류를 흐르게 한다. 상기 제1 단자 및 상

기 제2 단자 중의 한 쪽의 전위가 상기 공통 단자의 전위와가 같게 되는 통전의 구간에 있어서, 상기 제1 단자 및 상기 제2 단자 중 상기 공통 단자와 동일한 전위로 되는 단자를 개방한다. 그 개방된 단자의 전위의 변화에서 전기각을 추정한다.

[0059] 상기 구성에 의하면, 3상의 권선 중 1상의 권선을 생략한 2상의 제1 권선과 제2 권선을 갖는 브러시리스 모터에 있어서, 공통 단자와 상기 제1 단자 및 상기 제2 단자의 한 쪽과의 전위차로써 모터의 회전 위치를 검출할 수 있다.

[0060] 바람직하게는, 상기 제1 단자 및 상기 제2 단자의 전위가 각각 상기 공통 단자의 전위와 다른 통전의 구간에서는, 다른 통전의 구간에서 추정된 통전 타이밍에 근거하여 전기각을 추정한다.

[0061] 상기 구성에 의하면, 상기 제1 단자 및 상기 제2 단자의 한 쪽의 전위가 상기 공통 단자의 전위와 다른 통전의 구간에 있어서도, 공통 단자와 상기 제1 단자 및 상기 제2 단자의 한 쪽과의 전위차를 이용하는 것 없이 모터의 회전 위치를 검출할 수 있다.

[0062] 본 발명의 제5 양태에서는, 3상의 권선 중 1상의 권선을 생략한 2상의 제1 권선과 제2 권선을 포함하는 브러시리스 모터의 회전 위치의 검출 회로가 제공된다. 상기 브러시리스 모터는, 상기 제1 권선의 일단과 상기 제2 권선의 일단과의 공통 단자, 상기 제1 권선의 타단인 제1 단자, 및 상기 제2 권선의 타단인 제2 단자와, 상기 공통 단자, 상기 제1 단자 및 상기 제2 단자에 접속되는 3상 인버터 회로를 포함한다. 상기 3상 인버터 회로는, 상기 공통 단자, 상기 제1 단자 및 상기 제2 단자를 각각 120°의 위상차로, 180° 구간은 직류 전원의 플러스 단자에 접속함과 동시에, 나머지 180° 구간은 상기 직류 전원의 마이너스 단자에 연속적 또는 단속적으로 접속하여 상기 공통 단자, 상기 제1 단자 및 상기 제2 단자를 통전 상태로 한다. 그것에 의해 상기 제1 권선과 상기 제2 권선에 전기각으로 60°의 위상차를 갖는 전류가 공급된다. 브러시리스 모터의 회전 위치의 검출 회로는, 제어 회로와, 전위차 검출 회로와, 추정회로를 포함한다. 상기 제어 회로는, 상기 제1 단자 및 상기 제2 단자 중의 한 쪽의 전위가 상기 공통 단자의 전위와 같게 되는 통전의 구간에 있어서, 상기 제1 단자 및 상기 제2 단자 중 상기 공통 단자와 같은 전위로 되는 단자를 개방 상태로 하는 제어 신호를 상기 3상 인버터 회로에 출력한다. 상기 전위차 검출 회로는, 상기 제1 단자 또는 제2 단자가 개방된 때, 상기 제1 단자와 상기 공통 단자와의 전위차, 또는 상기 제2 단자와 상기 공통 단자와의 전위차를 검출한다. 상기 추정 회로는, 상기 전위차 검출 회로가 검출하는 전위차가 미리 정해진 전위차에 도달한 때, 모터의 전기각을 추정한다.

[0063] 상기 구성에 의하면, 3상의 권선 중 1상의 권선을 생략한 2상의 제1 권선과 제2 권선을 갖는 브러시리스 모터에 있어서, 공통 단자와 상기 제1 단자 및 상기 제2 단자의 한 쪽과의 전위차로써 모터의 회전 위치를 검출할 수 있다.

[0064] 바람직하게는, 상기 제1 단자 또는 상기 제2 단자가 개방된 때에서, 상기 전위차 검출 회로가 미리 정해진 전위차를 검출한 때까지의 시간을 계시하는 계시 회로를 더 포함한다. 상기 추정 회로는, 상기 제1 단자 및 상기 제2 단자의 전위가 각각 상기 공통 단자의 전위와 다른 통전의 구간에서는, 상기 계시 회로에서 계시한 시간에 근거하여 모터의 전기각을 추정한다.

[0065] 상기 구성에 의하면, 상기 제1 단자 및 상기 제2 단자의 한 쪽의 전위가 상기 공통 단자의 전위와 다른 통전의 구간에 있어서도, 공통 단자와 상기 제1 단자 및 상기 제2 단자의 한 쪽과의 전위차를 이용하는 것 없이 모터의 회전 위치를 검출할 수 있다.

발명의 효과

[0066] 본 발명의 브러시리스 모터의 구동 방법 및 구동 회로, 그리고, 브러시리스 모터의 회전 위치의 검출 방법 및 검출 회로는, 1상의 권선이 생략된 2상의 권선을 포함하는 브러시리스 모터이더라도, 3상 인버터 회로로써 원형의 회전 자계를 발생시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0067] 본 발명의 신규하다고 생각되는 특징은, 특히, 첨부한 특허청구의 범위에 있어서 명확하게 된다. 목적 및 이익에 따른 본 발명은, 이하에 나타내는 현시점에 있어서 바람직한 실시 형태의 설명을 첨부한 도면과 함께 참조하는 것에 의해서 이해될 것이다.

도 1a 및 1b는 본 발명의 제1 실시 형태에 관한 클로폴형 3상 브러시리스 모터의 단면도이다.

- 도 2는 도 1a의 모터의 요부 분해 사시도이다.
- 도 3은 도 2의 스테이터의 분해 사시도이다.
- 도 4는 도 1a의 모터 및 3상 인버터 회로를 나타내는 전기 회로도이다.
- 도 5는 도 4의 3상 인버터 회로에 출력되는 각 게이트 신호의 파형도이다.
- 도 6은 도 1a의 모터에 있어서 회전 자계를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 7은 제1 실시 형태의 다른 예에 있어서 모터에 인가되는 정현파 전압의 파형도이다.
- 도 8은 제1 실시 형태의 더욱 더 다른 예에 있어서 모터에 인가되는 정현파 전압의 파형도이다.
- 도 9는 도 8의 다른 예에 있어서 모터에 흐르는 정현파 전류의 파형도이다.
- 도 10은 본 발명의 제2 실시 형태에 관한 모터의 전기 회로도이다.
- 도 11은 도 10의 3상 인버터 회로로 출력되는 각종 제어 신호의 파형도이다.
- 도 12는 본 발명의 제3 실시 형태에 관한 모터의 전기 회로도이다.
- 도 13은 도 12의 제어 회로의 전기적 구성을 나타내는 전기 블록 회로도이다.
- 도 14는 본 발명의 제4 실시 형태의 전기적 구성을 나타내는 전기 블록 회로도이다.
- 도 15는 본 발명의 제5 실시 형태의 전기적 구성을 나타내는 전기 블록 회로도이다.
- 도 16은 도 15의 3상 인버터 회로로 출력되는 각 게이트 신호의 파형도이다.
- 도 17은 도 15의 모터에 있어서 회전 자계를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 18은 제5 실시 형태의 다른 예에 있어서 모터에 인가되는 정현파 전압의 파형도이다.
- 도 19는 제5 실시 형태의 더욱 더 다른 예에 있어서 모터에 인가되는 정현파 전압의 파형도이다.
- 도 20은 도 19의 다른 예에 있어서 모터에 흐르는 정현파 전류의 파형도이다.
- 도 21은 본 발명의 제6 실시 형태에 관한 모터의 전기 회로도이다.
- 도 22는 도 21의 모터에 있어서 회전 위치의 검출을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0068] (제1 실시 형태)
- [0069] 아래에서, 본 발명을 클로폴형 3상 브리시리스 모터에 구체화한 제1 실시 형태를 도면을 참조하여 설명한다.
- [0070] 도 1a 및 1b는 제1 실시 형태의 모터(1)의 개략 구성을 나타내는 단면도이다.
- [0071] 모터(1)는, 원반 형상의 베이스 하우징(2 a)과, 그 베이스 하우징(2 a)의 한 측을 덮는 덮개 있는 원통상의 커버 하우징(2 b)을 포함하는 모터하우징(2)을 구비하고 있다. 베이스 하우징(2 a)의 내측 중심 위치에는 원주상의 보스부(3)가 형성되어 있다. 베이스 하우징(2 a)의 보스부(3)를 포함하는 중심 위치에는, 관통 구멍(4)이 관통 형성되어, 그 관통 구멍(4)에는 베어링(5)이 고정 설치되어 있다. 또, 커버 하우징(2 b)의 덮개 부 중심 위치에는, 관통 구멍(6)이 형성되고, 그 관통 구멍(6)에는 베어링(7)이 고정 설치되어 있다. 그리고, 베어링(5, 7)은, 모터 하우징(2)을 관통하는 회전축(8)을 회전 가능하게 지지하고 있다.
- [0072] 보스부(3)의 외주면에는, 도 2에 나타내는 스테이터(10)가 고정 설치되어 있다. 스테이터(10)는, 도 3에 나타낸 바와 같이, U상 코어(11), 제1 V상 코어(12), 제2 V상 코어(13) 및 W상 코어(14)를 갖고, 보스부(3)에 대하여 W상 코어(14), 제2 V상 코어(13), 제1 V상 코어(12), U상 코어(11)의 순서로 관통 삽입된다. 또, 스테이터(10)는, 제1 권선(C1) 및 제2 권선(C2)을 갖고 있다. 그리고, 제1 권선(C1)은, 제1 V상 코어(12)와 U상 코어(11)의 사이에 배치되어 있다. 또, 제2 권선(C2)은, 제2 V상 코어(13)와 W상 코어(14)의 사이에 배치되어 있다.
- [0073] U상 코어(11)는, 도 3에 나타낸 바와 같이, 원판상의 기관(21)을 갖고, 그 기관(21)의 중심 위치에 보스부(3)를 관통 삽입하는 관통 구멍(22)이 형성되어 있다. 그리고, 그 관통 구멍(22)의 개구단에는, 베

스 하우징(2 a)에 대하여 근접하는 방향으로 연장하는 원통상의 플랜지부(2 3)가 형성되어 있다. 한편, 기관(2 1)의 외주면에는, 60°의 같은 간격 위치에서 지름 방향 바깥으로 연장하는 복수(본 실시에서는 6개)의 티쓰(teeth)(2 4)가 형성되어 있다. 그리고, 각 티쓰(2 4)는, 그 선단에 회전축(8)의 중심축 선 C와 평행하고 베이스 하우징(2 a)에 대하여 근접하는 방향으로 연장하도록 L자상으로 굴절된 폴(2 5)을 구비하고 있다.

[0074] W상 코어(1 4)는, 원판상의 기관(3 1)을 갖고, 그 기관(3 1)의 중심 위치에 보스부(3)를 관통 삽입하는 삽입 구멍(3 2)이 형성되어 있다. 그리고, 그 삽입 구멍(3 2)의 개구단에는, 베이스 하우징(2 a)에 대하여 멀어지는 방향으로 연장하는 원통상의 플랜지부(3 3)가 형성되어 있다. 한편, 기관(3 1)의 외주면에는, 60°의 같은 간격 위치에서 지름 방향 바깥 방향으로 연장하는 복수(본 실시에서는 6개)의 티이쓰(3 4)가 형성되어 있다. 그리고, 각 티이쓰(3 4)는, 그 선단에 회전축(8)의 중심축 선 C와 평행이고 베이스 하우징(2 a)에 대하여 멀어지는 방향으로 연장하도록 L자상으로 굴절된 폴(3 5)을 구비하고 있다.

[0075] 즉, W상 코어(1 4)와 U상 코어(1 1)는, 동일 형상의 코어 부재이고, 보스부(3)에 대하여 그 설치 고정하는 방향이 다르다. 따라서, W상 코어(1 4)는, U상 코어(1 1)로 사용할 수 있다.

[0076] 제1 V상 코어(1 2)는, 원판상의 기관(4 1)을 갖고, 그 기관(4 1)의 중심 위치에 보스부(3)를 관통 삽입하는 삽입 구멍(4 2)이 형성되어 있다. 그리고, 그 삽입 구멍(4 2)의 개구단에는, 베이스 하우징(2 a)에 대하여 멀어지는 방향으로 연장하는 원통상의 플랜지부(4 3)가 형성되어 있다. 한편, 기관(4 1)의 외주면에는, 60°의 같은 간격 위치에서 지름 방향 바깥 방향으로 연장하는 복수(본 실시에서는 6개)의 티이쓰(4 4)가 형성되어 있다. 그리고, 각 티이쓰(4 4)는, 그 선단에 회전축(8)의 중심축 선 C와 평행이고 베이스 하우징(2 a)에 대하여 멀어지는 방향으로 연장하도록 L자상으로 굴절된 폴(4 5)을 구비하고 있다. 굴절된 각 폴(4 5)의 중심축 선 C 방향의 길이는, U상 코어(1 1)(W상 코어(1 4))에 형성한 폴(4 5)의 길이의 2분의 1로 되어 있다.

[0077] 제2 V상 코어(1 3)는, 원판상의 기관(5 1)을 갖고, 그 기관(5 1)의 중심 위치에 보스부(3)를 관통 삽입하는 삽입 구멍(5 2)이 형성되어 있다. 그리고, 그 삽입 구멍(5 2)의 개구단에는, 베이스 하우징(2 a)에 대하여 근접하는 방향으로 연장하는 원통상의 플랜지부(5 3)가 형성되어 있다. 한편, 기관(5 1)의 외주면에는, 60°의 같은 간격 위치에서 지름 방향 바깥 방향으로 연장하는 복수(본 실시에서는 6개)의 티이쓰(5 4)가 형성되어 있다. 그리고, 각 티이쓰(5 4)는, 그 선단에 회전축(8)의 중심축 선 C와 평행하고 베이스 하우징(2 a)에 대하여 근접하는 방향으로 연장하도록 L자상으로 굴절된 폴((5 5))을 구비하고 있다. 굴절된 각 폴(5 5)의 중심축 선 C방향의 길이는, W상 코어(1 4)(U상 코어(1 1))에 형성한 폴(5 5)의 길이의 2분의 1로 되어 있다.

[0078] 즉, 제2 V상 코어(1 3)와 상기 제1 V상 코어(1 2)는, 동일 형상의 코어 부재이고, 보스부(3)에 대하여 그 설치 고정하는 방향이 다르다. 따라서, 제2 V상 코어(1 3)는, 제1 V상 코어(1 2)로서 사용할 수 있다. 제1 실시 형태에서는, 제1 V상 코어(1 2)와 제2 V상 코어(1 3)를 중첩시켜서 하나의 V상 코어(1 5)를 형성하고 있다.

[0079] 그리고, U상 코어(1 1)와 W상 코어(1 4)의 사이에 V상 코어(1 5)를, 제1 V상 코어(1 2)가 U상 코어(1 1)에, 제2 V상 코어(1 3)가 W상 코어(1 4)에 각각 향하도록 배치한다. 이것에 의해, U상 코어(1 1)의 플랜지부(2 3)와 V상 코어(1 5)(제1 V상 코어(1 2))의 플랜지부(4 3)가 바로 접함과 동시에, V상 코어(1 5)(제2 V상 코어(1 3))의 플랜지부(5 3)와 W상 코어(1 4)의 플랜지부(3 3)가 바로 접한다.

[0080] 또, U상 코어(1 1)의 폴(2 5), W상 코어(1 4)의 폴(3 5), V상 코어(1 5)(제1 V상 코어(1 2) 및 제2 V상 코어(1 3))의 폴(4 5)(5 5)은 중심축 선 C을 중심으로 한 원의 외주 상부에 교호로 배치된다. 따라서, 각 폴(2 5, 3 5, 4 5, 5 5)은 주변 방향으로 20°의 간격으로 배치된다.

[0081] U상 코어(1 1)와 V상 코어(1 5)(제1 V상 코어(1 2))로 형성되는 공간에는, 서로 바로 접한 플랜지부(2 3)와 플랜지부(4 3)를 권회하도록 제1 권선(C 1)이 배치된다. 또, V상 코어(1 5)(제2 V상 코어(1 3))와 W상 코어(1 4)로 형성되는 공간에는, 서로 바로 접한 플랜지부(5 3)와 플랜지부(3 3)를 권회하도록 제2 권선(C 2)이 배치된다.

[0082] 또, 제1 권선(C 1)과 제2 권선(C 2)은, 그 권회 방향은 동일하다. 제1 실시 형태에서는, 도 4에 나타낸 바와 같이, 제1 권선(C 1)과 제2 권선(C 2)이 직렬로 접속하고 있다. 또, 제1 권선(C 1)과 제2 권선(C 2)에 있어서 권취 회수 및 권선 저항은 동일하게 설정되어 있다. 여기에서, 제1 권선(C 1)과 제2 권선(C 2)과의 접속부인 공통 단자를 V단자(TV)라고 하고, 또, 제1 권선(C 1)에 있어서 V단자(TV)와 반대측의 단자를 U단자

(TU)라고 하며, 나아가, 제2 권선(C 2)에 있어서 V단자(TV)와 반대측의 단자를 W단자(TW)라고 한다.

- [0083] 스테이터(10)는, 제1 권선(C 1), 제2 권선(C 2), U상 코어(11), V상 코어(15) 및 W상 코어(14)를 포함하고, 베이스 하우징(2a)에 형성한 보스부(3)에 고정된다. 따라서, 제1 실시 형태의 스테이터(10)는, Δ 결선한 3상의 권선 중, 1상의 권선을 생략한 2상의 권선(제1 권선(C 1) 및 제2 권선(C 2))을 포함한다. 그리고, U단자(TU), V단자(TV), W단자(TW)에 공급되는 전류를 제어하는 것이고, 스테이터(10)의 각 폴(25, 35, 45, 55)에 회전 자계를 발생시킨다.
- [0084] 도 1a 및 1b에 나타낸 바와 같이, 모터 하우징(2)내에 있어서, 스테이터(10)의 지름 방향 외측에는, 로터(60)가 회전 가능하게 배치되어 있다. 로터(60)는 원형의 덮개부(62)와 원통벽(63)을 갖는 요오크(61)를 갖는다. 덮개부(62)의 중심 위치에는 회전축(8)이 관통하여 고착되어 있다. 원통벽(63)은, 스테이터(10)를 내포하는 크기를 갖는다. 원통벽(63)의 내측면에는, 복수(제1 실시 형태에서는 16개)의 마그네트(64)가 주변 방향으로 고착되어 있다. 16개의 마그네트(64)는, 자극(N극과 S극)이 주변 방향으로 교호로 다르게 되도록 배치되어 있다.
- [0085] 그리고, 로터(60)는, 스테이터(10)의 각 폴(25, 35, 45, 55)에 회전 자계가 발생하는 것에 의해 회전축(8)을 회전 중심으로 회전축(8)과 일체로 회전한다. 즉, 제1 실시 형태의 모터(1)는, 아우터 로터형이다.
- [0086] 아래에서, 각 폴(25, 35, 45, 55)에 회전 자계를 발생하는 전기적 구성을 도 4를 참조하여 설명한다.
- [0087] 도 4에 있어서, 제1 권선(C 1) 및 제2 권선(C 2)은, 3상 브리지회로를 포함하는 3상 인버터 회로(70)에 접속되어 있다.
- [0088] 회로(70)는, 제1 상부 암 트랜지스터(Q 11)와 제1 하부 암 트랜지스터(Q 12)를 직렬로 접속한 직렬 회로를 갖고 있다. 또, 3상 인버터 회로(70)는, 제2 상부 암 트랜지스터(Q 21)와 제2 하부 암 트랜지스터(Q 22)를 직렬로 접속한 직렬 회로를 갖고 있다. 또한, 3상 인버터 회로(70)는, 제3 상부 암 트랜지스터(Q 31)와 제3 하부 암 트랜지스터(Q 32)를 직렬로 접속한 직렬 회로를 갖고 있다. 그리고, 직렬 회로끼리는, 서로 병렬로 접속되고, 그 병렬 회로가 직류 전원의 플러스 단자와 마이너스 단자와의 사이에 접속되어 있다.
- [0089] 제1 상부 암 트랜지스터(Q 11) 및 제1 하부 암 트랜지스터(Q 12)는, N채널 파워 MOS트랜지스터이다. 제1 상부 암 트랜지스터(Q 11)의 소스와 제1 하부 암 트랜지스터(Q 12)의 드레인의 접속점(노드 N1)이, U단자(TU)에 접속되어 있다.
- [0090] 제1 상부 암 트랜지스터(Q 11)의 게이트 단자에는 제1 상부 게이트 신호(US 1)가 입력되고, 제1 하부 암 트랜지스터(Q 12)의 게이트 단자에는 제1 하부 게이트 신호(US 2)가 입력된다. 제1 상부 게이트 신호(US 1)와 제1 하부 게이트 신호(US 2)는, 도 5에 나타낸 바와 같이 상보 신호이고, 제1 상부 게이트 신호(US 1)가 H(high)레벨인 때, 제1 하부 게이트 신호(US 2)는 L(low)레벨로 되고, 반대로, 제1 상부 게이트 신호(US 1)가 L레벨인 때, 제1 하부 게이트 신호(US 2)는 H레벨로 된다.
- [0091] 따라서, 제1 상부 암 트랜지스터(Q 11)가 온(on)인 때, 제1 하부 암 트랜지스터(Q 12)는 오프(off)되고, 반대로, 제1 상부 암 트랜지스터(Q 11)가 오프인 때, 제1 하부 암 트랜지스터(Q 12)는 온된다. 그 결과, 제1 상부 암 트랜지스터(Q 11)가 온이고, 제1 하부 암 트랜지스터(Q 12)가 오프인 때, 제1 권선(C 1)의 U단자(TU)에 전류가 공급되고, 반대로, 제1 상부 암 트랜지스터(Q 11)가 오프이고, 제1 하부 암 트랜지스터(Q 12)가 온인 때, U단자(TU)에 전류가 공급되지 않는다.
- [0092] 제2 상부 암 트랜지스터(Q 21) 및 제2 하부 암 트랜지스터(Q 22)는, N채널 파워 MOS 트랜지스터이다. 제2 상부 암 트랜지스터(Q 21)의 소스와 제2 하부 암 트랜지스터(Q 22)의 드레인과의 접속점(노드 N2)이, V단자(TV)에 접속되어 있다.
- [0093] 제2 상부 암 트랜지스터(Q 21)의 게이트단자에는 제2 상부 게이트 신호(VS 1)가 입력되고, 제2 하부 암 트랜지스터(Q 22)의 게이트단자에는 제2 하부 게이트 신호(VS 2)가 입력된다. 제2 상부 게이트 신호(VS 1)와 제2 하부 게이트 신호(VS 2)는, 도 5에 나타낸 바와 같이 상보 신호이고, 제2 상부 게이트 신호(VS 1)가 H레벨인 때, 제2 하부 게이트 신호(VS 2)는 L레벨로 되고, 반대로, 제2 상부 게이트 신호(VS 1)가 L레벨인 때, 제2 하부 게이트 신호(VS 2)는 H레벨로 된다.
- [0094] 따라서, 제2 상부 암 트랜지스터(Q 21)가 온인 때, 제2 하부 암 트랜지스터(Q 22)는 오프이고, 반대로, 제2

상부 암 트랜지스터(Q 2 1)가 오프인 때, 제2 하부 암 트랜지스터(Q 2 2)는 온이다. 그 결과, 제2 상부 암 트랜지스터(Q 2 1)가 온이고, 제2 하부 암 트랜지스터(Q 2 2)가 오프인 때, V단자(TV)에 전류가 공급되고, 반대로, 제2 상부 암 트랜지스터(Q 2 1)가 오프이고, 제2 하부 암 트랜지스터(Q 2 2)가 온인 때, V단자(TV)에 전류가 공급되지 않는다.

- [0095] 제3 상부 암 트랜지스터(Q 3 1) 및 제3 하부 암 트랜지스터(Q 3 2)는, N채널 파워 MOS트랜지스터이다. 제3 상부 암 트랜지스터(Q 3 1)의 소스와 제3 하부 암 트랜지스터(Q 3 2)의 드레인과의 접속점(노드(N 3))가, W단자(TW)에 접속되어 있다.
- [0096] 제3 상부 암 트랜지스터(Q 3 1)의 게이트단자에는 제3 상부 게이트 신호(WS 1)가 입력되고, 제3 하부 암 트랜지스터(Q 3 2)의 게이트단자에는 제3 하부 게이트 신호(WS 2)가 입력된다. 제3 상부 게이트 신호(WS 1)와 제3 하부 게이트 신호(WS 2)는, 도 5에 나타낸 바와 같이 상보 신호이고, 제3 상부 게이트 신호(WS 1)가 H레벨인 때, 제3 하부 게이트 신호(WS 2)는 L레벨로 되고, 반대로, 제3 상부 게이트 신호(WS 1)가 L레벨인 때, 제3 하부 게이트 신호(WS 2)는 H레벨로 된다.
- [0097] 따라서, 제3 상부 암 트랜지스터(Q 3 1)가 온인 때, 제3 하부 암 트랜지스터(Q 3 2)는 오프이고, 반대로, 제3 상부 암 트랜지스터(Q 3 1)가 오프인 때, 제3 하부 암 트랜지스터(Q 3 2)는 온이다. 그 결과, 제3 상부 암 트랜지스터(Q 3 1)가 온이고, 제3 하부 암 트랜지스터(Q 3 2)가 오프인 때, W단자(TW)에 전류가 공급되고, 반대로, 제3 상부 암 트랜지스터(Q 3 1)가 오프이고, 제3 하부 암 트랜지스터(Q 3 2)가 온인 때, W단자(TW)에 전류가 공급되지 않는다.
- [0098] 각 암 트랜지스터(Q 1 1, Q 2 1, Q 3 1, Q 1 2, Q 2 2, Q 3 2)의 게이트단자는, 마이콤(MC)에 접속되어 있다. 마이콤(MC)은, 각 트랜지스터(Q 1 1, Q 2 1, Q 3 1, Q 1 2, Q 2 2, Q 3 2)의 게이트단자에 게이트 신호(US 1, VS 1, WS 1, US 2, VS 2, WS 2)를 출력함으로써 3상 인버터 회로(70)를 매개로 하여 모터(1)를 회전 제어한다.
- [0099] 또, 마이콤(MC)은, 로터(60)(회전축(8))의 회전 위치를 검출하는 홀 IC로 이루어지는 3개의 포지션 센서(P 1, P 2, P 3)와 접속되어 있다. 3개의 제1 내지 제3 포지션 센서(P 1, P 2, P 3)는, 120°의 간격으로 모터(1)에 배치되고, 마이콤(MC)은, 제1 내지 제3 포지션 센서(P 1, P 2, P 3)에서 각각 제1 내지 제3 위치 신호(S 1, S 2, S 3)를 입력받는다. 그리고, 마이콤(MC)은, 제1 내지 제3 위치 신호(S 1, S 2, S 3)에 근거하여, 로터(60)의 회전 위치, 회전수, 회전 방향 등을 연산하여 얻는다.
- [0100] 마이콤(MC)은, 제1 내지 제3 위치 신호(S 1, S 2, S 3)에 근거하여 연산한 로터(60)의 회전 위치에 근거하여, 도 5에 나타내는 타이밍에서 180° 단형파 신호인 제1 내지 제3 상부 게이트 신호(US 1, VS 1, WS 1) 및 제1 내지 제3 하부 게이트 신호(US 2, VS 2, WS 2)를 생성한다.
- [0101] 상술하면, 제1 상부 게이트 신호(US 1)가 전기각 0°에서 L(low)레벨에서 H(high)레벨로 상승하면, 제2 상부 게이트 신호(VS 1)는 전기각 60°에서 H레벨에서 L레벨로 하강하고, 제3 상부 게이트 신호(WS 1)는 전기각 120°에서 L레벨에서 H레벨로 상승한다.
- [0102] 그리고, 제1 상부 게이트 신호(US 1)가 전기각 180°에서 H레벨에서 L레벨로 하강하면, 제2 상부 게이트 신호(VS 1)는 전기각 240°에서 L레벨에서 H레벨로 상승하고, 제3 상부 게이트 신호(WS 1)는 전기각 300°에서 H레벨에서 L레벨로 하강한다.
- [0103] 이것에 의해, U단자(TU), V단자(TV) 및 W단자(TW)에는, 각 상부 게이트 신호(US 1, VS 1, WS 1)의 H레벨의 타이밍에서 직류 전원에서의 전압+V가 각각 U단자 전압(V 1), V단자 전압(V 2), W단자 전압(V 3)으로서 인가된다.
- [0104] 그리고, 마이콤(MC)이, 도 5에 나타내는 타이밍에서 이들 상부 게이트 신호(US 1, VS 1, WS 1) 및 하부 게이트 신호(US 2, VS 2, WS 2)를 3상 인버터 회로(70)에 출력하는 것으로써 회전 자계가 발생하고, 모터(1)를 회전시킬 수 있다.
- [0105] 이하, 도 6을 참조하여 회전 자계의 발생을 설명한다.
- [0106] (전기각이 0°~60°)
- [0107] 이 기간에서는, U단자(TU) 및 V단자(TV)에는 직류 전원에서의 전압 +V가 각각 U단자 전압(V 1) 및 V단자 전압(V 2)으로서 인가되고, W단자(TW)가 접지되어 있는 상태이다. 따라서, 제1 권선(C 1)에는 권선

전류(I 1)는 흐르지 않는다. 한편, 제2 권선(C 2)에는 V단자(TV)에서 W단자(TW)로 향하여 제2 권선 전류(I 2)가 흐른다.

[0108] 이 때, U단자(TU)→제1권선(C 1)→V단자(TV)→제2권선(C 2)→W단자(TW)를 경유하는 전류는 흐르지 않는다. 결국, 제2 권선(C 2)에 흐르는 제2 권선 전류(I 2)에 의한 자계에 의해, 그 때의 자계의 크기와 자계의 회전각이 결정된다. 그 결과, 회전 자계의 회전각은 30°로 된다. (바 W상)

[0109] (전기각이 60°~120°)

[0110] 이 기간에서는, U단자(TU)에 직류 전원에서의 전압 +V가 U단자 전압(V 1)으로서 인가되고, V단자(TV) 및 W단자(TW)가 접지되어 있는 상태이다. 따라서, 제1 권선(C 1)에는 U단자(TU)에서 V단자(TV)로 향하여 제1 권선 전류(I 1)가 흐른다. 한편, 제2 권선(C 2)에는 제2 권선 전류(I 2)는 흐르지 않는다.

[0111] 이 때, U단자(TU)→제1권선(C 1)→V단자(TV)→제2권선(C 2)→W단자(TW)를 경유하는 전류는 흐르지 않는다. 결국, 제1 권선(C 1)에 흐르는 제1 권선 전류(I 1)에 의한 자계에 의해, 그 때의 자계의 크기와 자계의 회전각이 정해진다. 그 결과, 회전 자계의 크기는 전기각이 0°~60°의 때와 동일하게 됨과 동시에, 회전 자계의 회전각은 90°로 된다. (U상)

[0112] (전기각이 120°~180°)

[0113] 이 기간에서는, U단자(TU) 및 W단자(TW)에 직류 전원에서의 전압 +V가 각각 U단자 전압(V 1) 및 W단자 전압(V 3)으로서 인가되고, V단자(TV)가 접지되어 있는 상태이다. 따라서, 제1 권선(C 1)에는 U단자(TU)에서 V단자(TV)로 향하여 제1 권선 전류(I 1)가 흐른다. 한편, 제2 권선(C 2)에는 W단자(TW)에서 V단자(TV)로 향하여 제2 권선 전류(I 2)가 흐른다.

[0114] 결국, 제1 권선(C 1)에 흐르는 제1 권선 전류(I 1)에 의한 자계와 제2 권선(C 2)에 흐르는 제2 권선 전류(I 2)에 의한 자계의 합성 자계에 의해, 그 때의 자계의 크기와 그 회전각이 정해진다. 그 결과, 회전 자계의 크기는 전기각이 0°~60°인 때와 같게 됨과 동시에, 회전 자계의 회전각은 150°로 된다. (바 V상)

[0115] (전기각이 180°~240°)

[0116] 이 기간에서는, W단자(TW)에 직류 전원에서의 전압 +V가 W단자 전압(V 3)으로서 인가되고, U단자(TU) 및 V단자(TV)가 접지되어 있는 상태이다. 따라서, 제1 권선(C 1)에는 제1 권선 전류(I 1)가 흐르지 않는다. 한편, 제2 권선(C 2)에는 W단자(TW)에서 V단자(TV)로 향하여 제2 권선 전류(I 2)가 흐른다.

[0117] 이 때, W단자(TW)→제2 권선(C 2)→V단자(TV)→제1 권선(C 1)→U단자(TU)를 경유하는 전류는 흐르지 않는다. 결국, 제2 권선(C 2)에 흐르는 제2 권선 전류(I 2)에 의한 자계에 의해, 그 때의 자계의 크기 및 자계의 회전각이 정해진다. 그 결과, 회전 자계의 크기는 전기각이 0°~60°인 때와 동일하게 됨과 동시에, 회전 자계의 회전각은 210°로 된다. (바 W상)

[0118] (전기각이 240°~300°)

[0119] 이 기간에서는, V단자(TV) 및 W단자(TW)에 직류 전원에서의 전압 +V가 각각 V단자 전압(V 2) 및 W단자 전압(V 3)으로서 인가되고, U단자(TU)가 접지되어 있는 상태이다. 따라서, 제1 권선(C 1)에는 V단자(TV)에서 U단자(TU)로 향하여 제1 권선 전류(I 1)가 흐른다. 한편, 제2 권선(C 2)에는 제2 권선 전류(I 2)가 흐르지 않는다.

[0120] 이 때, W단자(TW)→제2 권선(C 2)→V단자(TV)→제1 권선(C 1)→U단자(TU)를 경유하는 전류는 흐르지 않는다. 결국, 제1 권선(C 1)에 흐르는 제1 권선 전류(I 1)에 의한 자계에 의해, 그 때의 자계의 크기 및 자계의 회전각이 정해진다. 그 결과, 회전 자계의 크기는 전기각이 0°~60°인 때와 동일하게 됨과 동시에, 회전 자계의 회전각은 270°로 된다. (바 U상)

[0121] (전기각이 300°~360°)

[0122] 이 기간에서는, V단자(TV)에 직류 전원에서의 전압 +V가 V단자 전압(V 2)으로서 인가되고, U단자(TU) 및 W단자(TW)가 접지되어 있는 상태이다. 따라서, 제1 권선(C 1)에는 V단자(TV)에서 U단자(TU)로 향하여 흐르는 제1 권선 전류(I 1)가 흐른다. 한편, 제2 권선(C 2)에는 V단자(TV)에서 W단자(TW)로 향하여 제2 권선 전류(I 2)가 흐른다.

[0123] 결국, 제1 권선(C 1)에 흐르는 제1 권선 전류(I 1)에 의한 자계와 제2 권선(C 2)에 흐르는 제2 권선 전류(I

2)에 의한 자계의 합성 자계에 의해, 그 때의 자계의 크기 및 자계의 회전각이 정해진다. 그 결과, 회전 자계의 크기는 전기각이 $0^\circ \sim 60^\circ$ 인 때와 동일하게 되며 동시에, 회전 자계의 회전각은 330° 로 된다. (V상)

- [0124] 이와 같이, 도 6에 나타난 바와 같이, 권선(C1), (C2)의 각 단자(TU, TV, TW)에 각각 소정의 타이밍에서 U단자 전압(V1), V단자 전압(V2), W단자 전압(V3)을 인가하여, 권선(C1, C2)에 60° 의 위상차가 있는 제1 권선 전류(I1)와 제2 권선 전류(I2)를 각각 흐르게 하는 것에 의해, 회전 자계를 원형으로 할 수 있다. 결국, 권선(C1), (C2)의 자계를 60° 의 간격을 갖고 주변 방향 일방에 따른 방향으로 순차 발생시킬 수 있는 한편, 어떤 전기각의 위치에서도 동일한 크기의 자계를 발생시킬 수 있다.
- [0125] 그 결과, 전기각에 따른 토크리플의 발생, 및 토크리플의 발생에 따른 음향·진동의 발생을 방지할 수 있다.
- [0126] 상기와 같이 구성된 모터(1)의 이점을 이하에 기재한다.
- [0127] (1) 제1 실시 형태에 의하면, U상 코어(11), V상 코어(15), W상 코어(14)를 배치하고, 이들 코어 사이에 각각 권회방향은 같게 제1 권선(C1) 및 제2 권선(C2)을 배치함과 동시에, 제1 권선(C1)과 제2 권선(C2)을 직렬로 접속하여 스테이터(10)를 형성하였다.
- [0128] 그리고, V단자(TV), U단자(TU) 및 W단자(TW)를 매개하여, 제1 권선(C1) 및 제2 권선(C2)에 대하여 60° 의 위상차의 제1 권선 전류(I1)와 제2 권선 전류(I2)를 각각 흐르게 한다.
- [0129] 이것에 의해, 스테이터(10)에 원형의 회전 자계를 생성할 수 있고, 모터(1)의 전기각에 따른 토크리플을 없게 하고, 토크리플에 따른 모터(1)의 음향·진동의 발생을 방지할 수 있다.
- [0130] 결국, 1상의 권선을 생략한 2상의 권선(제1 권선(C1) 및 제2 권선(C2))의 모터(1)이면서, 3상 인버터 회로(70)를 매개하여, 2상의 권선에 대하여 서로 60° 의 위상차를 갖는 제1 권선 전류(I1)와 제2 권선 전류(I2)를 흐르게 하는 것에 의하여 원형의 회전 자계를 만들 수 있다. 그 결과, 1상의 권선을 생략한 2상의 권선의 모터(1)이면서, 전기각에 따른 토크리플을 없게 하고, 그것에 따른 모터(1)의 음향·진동의 발생을 방지할 수 있다.
- [0131] (2) 제1 실시 형태에 관한 모터(1)는, 1상의 권선을 생략한 2상의 권선의 클로폴형 3상 브러시리스 모터이기 때문에, 모터(1)의 부품 수의 절감을 도모할 수 있음과 동시에, 모터(1)의 소형화를 꾀할 수 있다.
- [0132] 또, 제1 실시 형태에서는, 각 단자(TU, TV, TW)에 단형과 전압을 인가하였지만, 도 7에 나타난 바와 같이, U단자(TU), V단자(TV), 및 W단자(TW)에 대하여 120° 의 위상차로 정현과 전압(V1, V2, V3)을 인가하여, 상기 도 7에 나타난 바와 같이, U단자(TU) 및 W단자(TW)에 서로 60° 의 위상차를 갖는 정현과 전류(제1 권선 전류(I1), 제2 권선 전류(I2))를 흐르게 하여도 된다. 이 경우, 전압 이용률은 낮게 되는 것으로서, 원형의 회전 자계가 발생하고, 안정한 토크를 얻을 수 있다.
- [0133] 또, I3은 V단자(TV)와 노드(N2)의 사이에 흐르는 전류이다.
- [0134] 또한, 도 8에 나타난 바와 같이, V단자(TV)에, 직류 전원에서의 전압 +V의 2분의 1의 V단자 전압(V2)을 인가하고, U단자(TU) 및 W단자(TW)에 대하여 60° 의 위상차를 갖는 정현과 전압을 인가하여, 도 9에 나타난 바와 같이, U단자(TU) 및 W단자(TW)에 60° 의 위상차를 갖는 정현과 전류(제1 권선 전류(I1), 제2 권선 전류(I2))를 흐르게 하여도 된다. 이 경우, 전압 이용률은 보다 낮게 되는 것이고, 원형의 회전 자계가 발생하고, 안정한 토크를 얻을 수 있다.
- [0135] (제2 실시 형태)
- [0136] 아래에서, 본 발명의 제2 실시 형태에 대하여 도 10을 참조하여 설명한다.
- [0137] 제1 실시 형태에서는, 3상 인버터 회로(70)의 제1 내지 제3 상부 암 트랜지스터(Q11, Q21, Q31)가 오프인 때, 대응하는 제1 내지 제3 하부 암 트랜지스터(Q12, Q22, Q32)를 각각 온하였다.
- [0138] 이것에 대하여, 제2 실시 형태에서는, 3상 인버터 회로(70)의 제1 내지 제3 상부 암 트랜지스터(Q11, Q21, Q31)가 오프인 때, 대응하는 제1 내지 제3 하부 암 트랜지스터(Q12, Q22, Q32)를 단속적으로 온오프시킨다.
- [0139] 그 때문에, 제2 실시 형태에서는, 설명의 편의상, 제1 실시 형태와 공통된 부분에 대하여는, 같은 부호를 붙여

고 상세한 설명을 생략한다.

- [0140] 도 10에 있어서, 제1 내지 제3 상부 암 트랜지스터(Q 1 1, Q 2 1, Q 3 1)의 각 게이트 단자는, 각각 제1 내지 제3 버퍼 회로(7 1 a, 7 1 b, 7 1 c)를 매개하여 각각 제1 내지 제3 포지션 센서(P 1, P 2, P 3)에 접속되어 있다.
- [0141] 제1 내지 제3 포지션 센서(P 1, P 2, P 3)는 모터(1) 내에 1 2 0°의 간격으로 배치되고, 로터(6 0)의 회전 위치를 검지한다. 제1 내지 제3 포지션 센서(P 1, P 2, P 3)의 제1 내지 제3 위치 신호(S 1, S 2, S 3)는, 도 1 1에 나타난 바와 같이, 1 8 0°의 단형파 신호이고, 제1 내지 제3 포지션 센서(P 1, P 2, P 3)가 1 2 0°의 간격으로 배치되어 있기 때문에, 1 2 0°의 위상차를 갖고 출력된다.
- [0142] 제1 버퍼 회로(7 1 a)는, 제1 포지션 센서(P 1)의 제1 위치 신호(S 1)를 입력받고, 제1 위치 신호(S 1)를 제1 상부 암 트랜지스터(Q 1 1)의 게이트 단자에 제1 상부 게이트 신호(U S 1)로서 출력한다. 제2 버퍼 회로(7 1 b)는, 제2 포지션 센서(P 2)의 제2 위치 신호(S 2)를 입력받고, 제2 위치 신호(S 2)를 제2 상부 암 트랜지스터(Q 2 1)의 게이트 단자에 제2 상부 게이트 신호(V S 1)로서 출력한다. 제3 버퍼 회로(7 1 c)는, 제3 포지션 센서(P 3)의 제3 위치 신호(S 3)를 입력받고, 제3 위치 신호(S 3)를 제3 상부 암 트랜지스터(Q 3 1)의 게이트 단자에 제3 상부 게이트 신호(W S 1)로서 출력한다.
- [0143] 제1 내지 제3 하부 암 트랜지스터(Q 1 2, Q 2 2, Q 3 2)의 각 게이트 단자는, 각각 제1 내지 제3 앤드 회로(7 2 a, 7 2 b, 7 2 c)의 출력 단자에 접속되어 있다. 제1 내지 제3 앤드 회로(7 2 a, 7 2 b, 7 2 c) 각각은, 제1 및 제2 입력 단자를 갖는 앤드 회로이고, 제1 입력 단자는 각각 제1 내지 제3 인버터 회로(7 3 a, 7 3 b, 7 3 c)의 출력 단자와 접속되고, 제2 입력 단자에는 마이콤(MC)에서 PWM 신호(S X)(펄스 폭 변조 신호)가 입력된다.
- [0144] 상술하면, 제1 인버터 회로(7 3 a)는, 제1 위치 신호(S 1)를 입력받고, 그 제1 위치 신호(S 1)를 반전시켜 제1 앤드 회로(7 2 a)로 출력한다. 제2 인버터 회로(7 3 b)는, 제2 위치 신호(S 2)를 입력받고, 그 제2 위치 신호(S 2)를 반전시켜서 제2 앤드 회로(7 2 b)로 출력한다. 제3 인버터 회로(7 3 c)는, 제3 위치 신호(S 3)를 입력받고, 그 제3 위치 신호(S 3)를 반전시켜서 제3 앤드 회로(7 2 c)로 출력한다.
- [0145] 따라서, 도 1 1에 나타난 바와 같이, 제1 앤드 회로(7 2 a)는, 제1 위치 신호(S 1)가 L레벨인 때, 마이콤(MC)에서의 PWM 신호(S X)를 제1 하부 게이트 신호(U S 2)로서 제1 하부 암 트랜지스터(Q 1 2)의 게이트 단자에 출력한다.
- [0146] 또, 제2 앤드 회로(7 2 b)는, 제2 위치 신호(S 2)가 L레벨인 때, 마이콤(MC)에서의 PWM 신호(S X)를 제2 하부 게이트 신호(V S 2)로서 제2 하부 암 트랜지스터(Q 2 2)의 게이트 단자에 출력한다.
- [0147] 또, 제3 앤드 회로(7 2 c)는, 제3 위치 신호(S 3)가 L레벨인 때, 마이콤(MC)에서의 PWM 신호(S X)를 제3 하부 게이트 신호(W S 2)로서 제3 하부 암 트랜지스터(Q 3 2)의 게이트 단자에 출력한다.
- [0148] 상기와 같이 구성한 모터(1)의 이점을 이하에 기재한다.
- [0149] (3) 제2 실시 형태에 의하면, 3상 인버터 회로(7 0)의 제1 내지 제3 상부 암 트랜지스터(Q 1 1, Q 2 1, Q 3 1)가 오픈인 때, 마이콤(MC)에서의 PWM 신호(S X)에 의해, 대응하는 제1 내지 제3 하부 암 트랜지스터(Q 1 2, Q 2 2, Q 3 2)를 단속적으로 온오프시킨다.
- [0150] 따라서, 제1 실시 형태의 이점에 더하여, 보다 높은 정도로 토크 제어가 수행된다.
- [0151] (제3 실시 형태)
- [0152] 아래에서, 본 발명의 제3 실시 형태에 대하여 도 1 2를 참조하여 설명한다.
- [0153] 제3 실시 형태는, 제1 실시 형태에서 구성한 1상의 권선을 생략한 클로폴형 3상 브러시리스 모터(1)를 전류 벡터 제어하기 위한 제어 회로에 대하여 설명한다. 상세하게는, 3상 인버터 회로(7 0)의 각 트랜지스터(Q 1 1, Q 1 2, Q 2 1, Q 2 2, Q 3 1, Q 3 2)로 출력하는 각 게이트 신호(U S 1, U S 2, V S 1, V S 2, W S 1, W S 2)를 생성하는 제어 회로에 대하여 설명한다.
- [0154] 설명의 편의상, 제1 실시 형태와 공통의 부분에 대하여는 같은 부호를 붙이고 상세한 설명을 생략한다.
- [0155] 도 1 2에 있어서, 제1 내지 제3 상부 암 트랜지스터(Q 1 1, Q 2 1, Q 3 1)의 각 게이트 단자는, 제어 회로

(80)에 각각 접속되어 있다. 또, 제1 내지 제3 하부 암 트랜지스터(Q12, Q22, Q32)의 각 게이트단자는, 제어 회로(80)에 각각 접속되어 있다.

- [0156] 상술하면, 제어회로(80)는, 제1 내지 제3 상부 암 트랜지스터(Q11, Q21, Q31)의 각 게이트 단자에, 각각 제1 내지 제3 상부 게이트 신호(US1, VS1, WS1)를 출력한다. 또, 제어 회로(80)는, 제1 내지 제3 하부 암 트랜지스터(Q12, Q22, Q32)의 각 게이트 단자에, 각각 제1 내지 제3 하부 게이트 신호(US2, VS2, WS2)를 출력한다.
- [0157] 또, 제어 회로(80)는, 클로폴형 3상 브러시리스 모터(1)에 설정된 제1 내지 제3 전류 검출기(76a, 76b, 76c)와 접속되어 있다. 제1 전류 검출기(76a)는, U단자(TU)와 노드(N1)의 사이를 흐르는 U상 전류(IU) (= I1)를 검출하여, 그 검출 신호를 제어 회로(80)에 출력한다. 제2 전류 검출기(76b)는, V단자(TV)와 노드(N2)의 사이를 흐르는 V상 전류(IV) (= I3)를 검출하여, 그 검출 신호를 제어회로(80)에 출력한다. 제3 전류 검출기(76c)는, W단자(TW)와 노드(N3)의 사이를 흐르는 W상 전류(IW) (= I2)를 검출하여, 그 검출 신호를 제어 회로(80)에 출력한다.
- [0158] 따라서, 제어 회로(80)는, 제1 내지 제3 전류 검출기(76a, 76b, 76c)에서 그 때마다의 U상 전류(IU), V상 전류(IV) 및 W상 전류(IW)의 검출값을 입력한다.
- [0159] 나아가, 제어 회로(80)는, 모터(1)에 설정된 로터(60)(회전축(8))의 회전 위치를 검출하는 제1 내지 제3 포지션 센서(P1, P2, P3)에서의 제1 내지 제3 위치 신호(S1, S2, S3)를 입력한다.
- [0160] 제어회로(80)는, 전류 벡터 제어를 수행하기 위하여, 도 13에 나타난 바와 같이, 위치 연산기(81), 2상-3상 전류 변환기(82), 3상-2상 전류 변환기(83), d축 감산기(84), q축 감산기(85), 전류 제어기(86), 및 2상-3상 전압 변환기(87)를 구비하고 있다.
- [0161] 위치 연산기(81)는, 제1 내지 제3 포지션 센서(P1, P2, P3)에서의 제1 내지 제3 위치 신호(S1, S2, S3)를 입력하여, 그 때마다의 로터(60)(회전축(8))의 전기각 및 전기각 속도를 연산한다. 이의 전기각은 3상의 U상축에 α 상축을 일치시킨 $\alpha-\beta$ 축 좌표계에서 본 d-q축 좌표계의 회전각도를 나타내고 있다. 또, 위치 연산기(81)는, 도시하지 않은 외부 장치에서 전기각 지령값 ϕ 을 입력한다.
- [0162] 2상-3상 전류 변환기(82)는, 제1 내지 제3 전류 검출기(76a, 76b, 76c)와 접속되어 있다. 2상-3상 전류 변환기(82)는 그 때 마다의 U상 전류(IU), V상 전류(IV) 및 W상 전류(IW)의 검출 신호를 입력한다.
- [0163] 2상-3상 전류 변환기(82)는, U상 전류(IU), V상 전류(IV), W상 전류(IW)의 검출값을 3상 모터에 있어서 3상 전류로 변환한다.
- [0164] 결국, 제3 실시 형태의 모터(1)는, 1상의 권선을 생략한 모터이고, 2상 모터에 상응한다. 그 때문에, 2상-3상 전류 변환기(82)는, 2상 모터를 3상 모터로 등가 변환한 경우의 가상의 3단자를 상정하여, 그 각각의 단자에 흐르는 3상 교류 전류(IX, IY, IZ)를 우선 산출하여 출력한다.
- [0165] 2상-3상 전류 변환기(82)는, 이하의 식 1 내지 식 3에 의해 3상 교류 전류(IX, IY, IZ)를 산출한다.
- [0166] [수식 1]
- [0167]
$$I_X = I_U + I_V / 3$$
- [0168] [수식 2]
- [0169]
$$I_Y = I_V / 3$$
- [0170] [수식 3]
- [0171]
$$I_Z = I_W + I_V / 3$$
- [0172] 2상-3상 전류 변환기(82)가 산출한 3상 교류 전류(IX, IY, IZ)는, 3상-2상 전류 변환기(83)로 출력된다.
- [0173] 3상-2상전류 변환기(83)는, 3상 교류 전류(IX, IY, IZ)를, 제1 권선(C1) 및 제2 권선(C2)에 인가하는 각 단자 전압(V1~V3)의 주파수에 동기하여 회전하는 2축의 회전 좌표계(d-q축 좌표계)에서의 d축

실제 전류값(I_d)과 q 축 실제 전류값(I_q)으로 변환한다.

[0174] 변환식은 아래의 [수식 4] 및 [수식 5]이다.

[0175] [수식 4]

$$I_d = \sqrt{\frac{2}{3}} \left\{ I_X \times \cos(\theta + \phi) + I_Y \times \cos\left(\theta + \phi - \frac{2}{3}\pi\right) + I_Z \times \cos\left(\theta + \phi + \frac{2}{3}\pi\right) \right\}$$

[0176]

[0177] [수식 5]

$$I_q = -\sqrt{\frac{2}{3}} \left\{ I_X \times \sin(\theta + \phi) + I_Y \times \sin\left(\theta + \phi - \frac{2}{3}\pi\right) + I_Z \times \sin\left(\theta + \phi + \frac{2}{3}\pi\right) \right\}$$

[0178]

[0179] 여기에서, (θ + φ)는 위치 연산기(81)가 산출한 그 때의 전기각 θ와 도시하지 않은 외부 장치에서의 전기각 지령값 φ를 가산한 값이고, 위치 연산기(81)에서 입력된다.

[0180] 3상-2상 전류 변환기(83)는, 변환한 d축 실제 전류값(I_d)을 d축 감산기(84)에, q축 실제 전류값(I_q)을 q축 감산기(85)에 각각 출력한다.

[0181] d축 감산기(84)는, 도시하지 않은 외부 장치에서 출력되는 d축 전류 지령값(I_{dc})에서 d축 실제 전류값(I_d)을 감산하여 그 차이만큼의 값을 전류 제어기(86)에 출력한다.

[0182] 한편, q축 감산기(85)는, 도시하지 않은 외부 장치에서 출력되는 q축 전류 지령값(I_{qc})에서 q축 실제 전류값(I_q)을 감산하여 그 차이만큼의 값을 전류 제어기(86)에 출력한다.

[0183] 전류 제어기(86)는, d축 감산기(84) 및 q축 감산기(85)에서의 차이만큼 값에서, d축 전류 지령값(I_{dc}) 및 q축 전류 지령값(I_{qc})에 따른 전류가 흐르도록, d축 전압 지령값(V_{dc}) 및 q축 전압 지령값(V_{qc})을 산출한다. 전류 제어기(86)는, 산출한 d축 전압 지령값(V_{dc}) 및 q축 전압 지령값(V_{qc})을 2상-3상 전압 변환기(87)에 출력한다.

[0184] 2상-3상전압 변환기(87)는, d·q 좌표계의 d축 전압 지령값(V_{dc}), q축 전압 지령값(V_{qc}), 및 위치 연산기(81)에서의 전기각 θ과 전기각 지령값 φ에 근거하여, 모터(1)를 위한 3상의 전압 지령값인 도 11에 나타내는 각 게이트 신호(US1, VS1, WS1, US2, VS2, WS2)를 생성한다.

[0185] 상술하면, 2상-3상전압 변환기(87)는, U단자(TU), V단자(TV), W단자(TW)에 U단자 전압(V1), V단자 전압(V2), W단자 전압(V3)이, 도 11에 나타낸 바와 같이 전기각으로 120°의 위상차로 인가되도록 각 게이트 신호(US1, VS1, WS1, US2, VS2, WS2)를 생성한다.

[0186] 이것에 의해, 3상 인버터 회로(70)에 접속한 제1 권선(C1) 및 제2 권선(C2)에, 전기각으로 60°의 위상을 갖는 U상 전류(IU)(제1 권선 전류(I1))와 W상 전류(IW)(제2 권선 전류(I2))를 흐르게 할 수 있다.

[0187] 그리고, 2상-3상 전압 변환기(87)에서 생성된 제1 내지 제3 상부 게이트 신호(US1, VS1, WS1)는, 각각 대응하는 제1 내지 제3 버퍼 회로(71a, 71b, 71c) 및 제1 내지 제3 인버터 회로(73a, 73b, 73c)에 출력된다.

[0188] 상기와 같이 구성된 1상의 권선을 생략한 클로폴형 3상 브러시리스 모터(1)의 이점을 이하에 기재한다.

[0189] (4) 제3 실시 형태에 의하면, 1상의 권선을 생략한 2상의 권선(제1 권선(C1) 및 제2 권선(C2))을 갖는 모터(1)에 있어서, 그 2상의 권선(제1 권선(C1) 및 제2 권선(C2))을 3상 인버터 회로(70)에 접속하여도, 회전 자계를 유지하면서, 전류 벡터 제어를 행할 수 있다.

[0190] (5) 또, 제3 실시 형태는, 3상의 권선을 갖는 공지의 클로폴형 3상 브러시리스 모터(1)에 응용할 수 있다.

[0191] 예를 들면, 도 1a 및 1b의 3상의 권선을 갖는 클로폴형 3상 브러시리스 모터(1)에 있어서, U상 코어(11)와 V상 코어(15)(제1 V상 코어(12))의 사이에, U상 코어(11)에 근접하여 U상 권선(제1 권선(C1)에 상응), 제1 V상 코어(12)에 근접하여 V상 권선을 배치함과 동시에, V상 코어(15)(제2 V상 코어(13))와 W상 코어(14)의 사이에, 제2 V상 코어(13)에 근접하여 V상 권선, W상 코어(14)에 근접

하여 W상 권선(제2 권선(C 2)에 상응)을 배치한다. 그래서, 이들 U상 권선, V상 권선, W상 권선을 Δ결선한 클로폴형 3상 브러시리스 모터를 고려할 수 있다.

[0192] 이와 같은, 3상의 권선을 갖는 모터에 있어서, 그 중 1상의 권선이 어떤 원인으로 단선된 때, 제어 회로(80)는 단선된 권선을 검지하여, 남은 2상의 권선에 대하여, 3상 인버터 회로(70)를 매개하여, 2상의 권선에 대하여 서로 60°의 위상차를 갖는 2상 전류를 흐르게 하는 것에 의해, 원형의 회전 자계를 만들 수 있다.

[0193] 그 결과, 1상의 권선이 어떤 원인에서 단선되어도, 1상의 권선을 생략한 모터와 같이, 전기각에 따른 토크리플도 없이, 그것에 따른 음향·진동도 없이 모터(1)를 구동시킬 수 있다.

[0194] 또, 권선의 단선의 검지는, 예를 들면, 각 상의 권선에 전류 검출기를 설치하고, 전류의 유무를 전류 검출기가 검출하여, 제어 회로(80)로 출력한다. 그리고, 제어회로(80)는, 어느 상의 권선이 단선했는가 판단하여, 단선되어 있지 않은 2상의 권선에 대하여, 60°의 위상차를 갖는 전류를 흐르게 하도록 제어한다.

[0195] (제4 실시 형태)

[0196] 아래에서, 본 발명의 제4 실시 형태에 대하여 도 14를 참조하여 설명한다.

[0197] 상기 제3 실시 형태는, 제1 내지 제3 전류 검출기(76a, 76b, 76c)를 사용하였다. 그리고, 제1 내지 제3 전류 검출기(76a, 76b, 76c)로 검출한 U상 전류(IU), V상 전류(IV) 및 W상 전류(IW)에 근거하여 가상의 3단자에 흐르는 3상 교류 전류(IX, IY, IZ)를 산출하였다.

[0198] 이것에 대하여, 제4 실시 형태에서는, V상 전류(IV)를 검출하는 제2 전류검출기(76b)를 생략하여, 제1 및 제3 전류 검출기(76a, 76c)를 사용한 점에 특징을 갖는다.

[0199] 그 때문에, 제4 실시 형태에서는, 설명의 편의상, 제3 실시 형태와 공통의 부분에 대하여는, 같은 부호를 붙이고 상세한 설명을 생략한다.

[0200] 도 14에 나타낸 바와 같이, 제4 실시 형태의 제어회로(80)에서는, 제3 실시 형태의 2상-3상 전류 변환기(82)와 3상-2상 전류 변환기(83)를 일체화한 2상-2상 전류 변환기(88)를 구비하고 있다. 2상-2상 전류 변환기(88)는, 제1 및 제3 전류 검출기(76a, 76c)와 접속되어 있다. 2상-2상 전류 변환기(88)는, 그 때마다의 U상 전류(IU) 및 W상 전류(IW)의 검출 신호를 입력받아, U상 전류(IU) 및 W상 전류(IW)의 값을 사용하여, 아래의 [수식 6]~[수식 8]에 근거하여 가상의 3단자에 흐르는 3상 교류 전류(IX, IY, IZ)를 산출한다.

[0201] [수식 6]

[0202]
$$I X = I U - (I U + I W) / 3$$

[0203] [수식 7]

[0204]
$$I Y = - (I U + I W) / 3$$

[0205] [수식 8]

[0206]
$$I Z = I W - (I U + I W) / 3$$

[0207] 2상-2상 전류 변환기(88)는, [수식 6] 내지 [수식 8]에서 구한 3상 교류 전류(IX, IY, IZ)를 상기 [수식 4] 및 [수식 5]에 대입하면, [수식 9] 및 [수식 10]에 나타낸 바와 같은, U상 전류(IU)와 W상 전류(IW)로 표시된 d축 실제 전류값(Id)과 q축 실제 전류값(Iq)을 구할 수 있다.

[0208] [수식 9]

[0209]
$$I d = \sqrt{\frac{2}{3}} \left\{ I U \times \cos (\theta + \phi) + I W \times \cos (\theta + \phi + \frac{2}{3} \pi) \right\}$$

[0210] [수식 10]

$$I_q = -\sqrt{\frac{2}{3}} \left\{ I_U \times \sin(\theta + \varnothing) + I_W \times \sin\left(\theta + \varnothing + \frac{2}{3}\pi\right) \right\}$$

[0211]

[0212] 이 결과는, 제3 실시 형태에 있어서, [수식 1] 내지 [수식 3]에서 구한 3상 교류 전류(I X, I Y, I Z)를 [수식 4] 및 [수식 5]에 대입하면, 같은 결과가 된다. 결국, V상 전류(I V)를 검출하지 않고서도 d축 실제 전류값(I d)과 q축 실제 전류값(I q)을 구할 수 있다.

[0213] 따라서, [수식 9] 및 [수식 10]으로부터 명백한 바와 같이, 제1 및 제3 전류 검출기(76 a, 76 c)에서 검출한 U상 전류(I U) 및 W상 전류(I W)의 값을, 일단, 가상의 3단자에 흐르는 3상 교류 전류(I X, I Y, I Z)로 변환하지 않고, [수식 9] 및 [수식 10]에 대입하면, d축 실제 전류값(I d) 및 q축 실제 전류값(I q)을 직접 구할 수 있다.

[0214] 2상-2상 전류 변환기(88)는, 변환한 d축 실제 전류값(I d)을 d축 감산기(84)에, q축 실제 전류값(I q)을 q축 감산기(85)에 각각 출력한다.

[0215] 이후, 상기 제3 실시 형태와 같이, d축 감산기(84), q축 감산기(85), 전류 제어기(86), 2상-3상 전압 변환기(87)를 매개하여, 게이트 신호(US1, VS1, WS1, US2, VS2, WS2)가 생성되어, 모터(1)에 대하여 전류 벡터 제어가 수행된다.

[0216] 다음에, 상기와 같이 구성된 모터(1)의 이점을 이하에 기재한다.

[0217] (6) 제4 실시 형태에 의하면, U상 전류(I U) 및 W상 전류(I W)의 2개의 값만으로써, d축 실제 전류값(I d) 및 q축 실제 전류값(I q)을 구할 수 있다.

[0218] 따라서, V상 전류(I V)를 검출하는 제2 전류 검출기(76 b)가 없어도, 회전 자계를 유지하면서 전류 벡터 제어를 행할 수 있다.

[0219] 게다가, 전류 검출기를 하나 생략한 만큼, 클로폴형 3상 브러시리스 모터(1)를 소형화할 수 있다.

[0220] (7) 또, 제4 실시 형태는, 제3 실시 형태와 마찬가지로 3상의 권선을 갖는 모터(1)에 응용할 수 있다.

[0221] 즉, 3상의 권선을 갖는 클로폴형 3상 브러시리스 모터(1)에 있어서, 그 중 1상의 권선이 어떠한 원인으로 단선되어도, 2상의 권선에 대하여 60°의 위상차의 2상 전류를 흐르게 하는 것에 의해, 원형의 회전 자계를 만들 수 있다. 이것에 의해, 전기각에 따른 토크리플을 없게 하여, 그것에 따른 모터(1)의 음향·진동의 발생을 방지할 수 있다.

[0222] (제5 실시 형태)

[0223] 아래에서, 본 발명의 제5 실시 형태에 대하여 도 15를 참조하여 설명한다.

[0224] 상기 제3 및 제4 실시 형태에서는, 3상의 권선이 Δ결선의 클로폴형 3상 브러시리스 모터에 있어서, 어느 1상의 권선이 단선된 경우의 응용 기술을 설명하였다.

[0225] 제5 실시 형태에서는, 3상의 권선이 Y결선의 클로폴형 3상 브러시리스 모터에 있어서, 어느 1상의 권선이 단선된 경우의 회전 자계를 생성하는 점에 특징을 갖는다.

[0226] 그 때문에, 제5 실시 형태에서는, 설명의 편의상, 제3 실시 형태와 공통의 부분에 대하여는, 같은 부호를 붙이고 상세한 설명을 생략한다.

[0227] 여기에서, 3상의 권선이 Y결선의 클로폴형 3상브러시리스 모터(91)로서, 예를 들면, 도 1a 및 1b의 모터(1)에 있어서, U상 코어(11)와 V상 코어(15)(제1 V상 코어(12))의 사이에, U상 코어(11)에 근접하여 U상 권선(제1 권선(C1)에 상응), 제1 V상 코어(12)에 근접하여 V상 권선을 배치함과 동시에, V상 코어(15)(제2 V상 코어(13))와 W상 코어(14)의 사이에, 제2 V상 코어(13)에 근접하여 V상 권선, W상 코어(14)에 근접하여 W상 권선(제2 권선(C2)에 상응)를 배치한다. 그래서, 이들 U상 권선, V상 권선, W상 권선을 Y결선한 클로폴형 3상브러시리스 모터를 고려할 수 있다.

[0228] 도 15는, 모터(91)의 구동 회로를 나타낸다. 도 15에 있어서, U상 권선(Cu), V상 권선(Cv) 및 W상

권선(C_w)이 Y결선으로 접속되어 있다. 그리고, U상 권선(C_u), V상 권선(C_v) 및 W상 권선(C_w)이 서로 접속된 중성점 단자의 N단자(TN), U상 권선(C_u)의 U단자(TU), V상 권선(C_v)의 V단자(TV), W상 권선(C_w)의 W단자(TW)는, 각각 3상 인버터 회로(92)에 접속되어 있다.

- [0229] 3상 인버터 회로(92)는, 제1 실시 형태에서 설명한 3상 인버터 회로(70)의 구성에 더하여, 서로 직렬로 접속된 제4 상부 암 트랜지스터(Q41) 및 제4 하부 암 트랜지스터(Q42)를 포함하는 직렬 회로를 구비한다. 이 직렬 회로는 다른 직렬 회로에 대하여 병렬로 접속되어 있다.
- [0230] 그리고, 제1 상부 암 트랜지스터(Q11)의 소스와 제1 하부 암 트랜지스터(Q12)의 드레인과의 접속점(노드(N1))이, U단자(TU)에 접속되어 있다. 또, 제2 상부 암 트랜지스터(Q21)의 소스와 제2 하부 암 트랜지스터(Q22)의 드레인과의 접속점(노드(N2))이, V단자(TV)에 접속되어 있다. 또한, 제3 상부 암 트랜지스터(Q31)의 소스와 제3 하부 암 트랜지스터(Q32)의 드레인과의 접속점(노드(N3))이, W단자(TW)에 접속되어 있다. 더 나아가, 제4 상부 암 트랜지스터(Q41)의 소스와 제4 하부 암 트랜지스터(Q42)의 드레인과의 접속점(노드(N4))이, N단자(TN)에 접속되어 있다.
- [0231] 그리고, 제4 상부 암 트랜지스터(Q41)의 게이트단자에는 제4 상부 게이트 신호(NS1)가, 제4 하부 암 트랜지스터(Q42)의 게이트단자에는 제4 하부 게이트 신호(NS2)가 입력된다.
- [0232] 각 트랜지스터(Q11~Q41, Q12~Q42)의 게이트단자는, 마이콤(MC)에 접속되어 있다. 마이콤(MC)은, 각 트랜지스터(Q11~Q41, Q12~Q42)의 게이트단자에 게이트 신호(US1~NS1, US2~NS2)를 출력함으로써 3상 인버터 회로(92)를 매개하여 모터(91)를 회전 제어한다.
- [0233] 그리고, 마이콤(MC)은, 정상시에 있어서, 제4 상부 암 트랜지스터(Q41)의 게이트 단자에 항상 L레벨의 제4 상부 게이트 신호(NS1)를, 제4 하부 암 트랜지스터(Q42)의 게이트 단자에 항상 H레벨의 제4 하부 게이트 신호(NS2)를 출력한다. 결국, 정상시에 있어서, 3상 인버터 회로(92)는, N단자(TN)를 접지 상태로 유지한다.
- [0234] 또, 각 트랜지스터(Q11, Q21, Q31, Q12, Q22, Q32)의 게이트단자에, 이들 암 트랜지스터(Q11, Q21, Q31, Q12, Q22, Q32)를 각각 온오프시키는 게이트 신호(US1, VS1, WS1, US2, VS2, WS2)가 마이콤(MC)에서 입력된다. 이것에 의해, U상 권선(C_u), V상 권선(C_v) 및 W상 권선(C_w)에, 공지의 전기각으로 서로 120°의 위상차로 전압이 인가된다.
- [0235] 이것에 의해, 스테이터에 원형의 회전 자계가 발생하여 모터(91)는 회전한다.
- [0236] 다음에, U상 권선(C_u), V상 권선(C_v) 및 W상 권선(C_w) 중에서 어느 하나, 예를 들면, 여기에서는 V상 권선(C_v)이 무언가의 원인으로 단선된 경우에, 마이콤(MC)은, 이하의 게이트 신호(US1, VS1, WS1, NS1, US2, VS2, WS2, NS2)를 출력한다.
- [0237] 마이콤(MC)은, V상 권선(C_v)이 단선된 것을 검출하면, 180° 단형파 신호인, 제1 상부 게이트 신호(US1), 제3 상부 게이트 신호(WS1), 제4 상부 게이트 신호(NS1), 제1 하부 게이트 신호(US2), 제3 하부 게이트 신호(WS2), 제4 하부 게이트 신호(NS2)를 생성하여, 도 16에 나타내는 타이밍으로 3상 인버터 회로(92)에 출력한다.
- [0238] 상술하면, 제1상부 게이트 신호(US1)가, 전기각 0°으로 L레벨에서 H레벨로 상승하면, 제4 상부 게이트 신호(NS1)는, 전기각 60°에서 H레벨에서 L레벨로 하강하고, 제3 상부 게이트 신호(WS1)는, 전기각 120°에서 L레벨에서 H레벨로 상승한다.
- [0239] 그리고, 제1 상부 게이트 신호(US1)가, 전기각 180°에서 H레벨에서 L레벨로 하강하면, 제4 상부 게이트 신호(NS1)는, 전기각 240°에서 L레벨에서 H레벨로 상승하고, 제3 상부 게이트 신호(WS1)는, 전기각 300°에서 H레벨에서 L레벨로 하강한다.
- [0240] 이것에 의해, U단자(TU), V단자(TV) 및 W단자(TW)를 매개하여, 각 상부 게이트 신호(US1, NS1, WS1)의 타이밍에서 직류 전원에서의 전압 +V가 각각 U상 권선(C_u), W상 권선(C_w)에 인가된다.
- [0241] 그리고, 마이콤(MC)이, 도 16에 나타내는 타이밍에서 이들 상부 게이트 신호(US1, WS1, NS1) 및 하부 게이트 신호(US2, WS2, NS2)를 3상 인버터 회로(92)에 출력함으로써 회전 자계가 발생하고, V상 권선(C_v)이 단선된 상태에서 모터(91)를 회전시킬 수 있다.
- [0242] 이하, 도 17을 참조하여 회전 자계의 발생을 설명한다.

- [0243] (전기각이 $0^\circ \sim 60^\circ$)
- [0244] 이 기간에서는, U단자(TU) 및 N단자(TN)에는 직류 전원에서의 전압 +V가 각각 U단자 전압(V1) 및 N단자 전압(V4)으로서 인가되고, W단자(TW)가 접지되어 있는 상태이다. 따라서, U상 권선(Cu)에는 코일 전류(U상 전류(IU))는 흐르지 않는다. 한편, W상 권선(Cw)에는 N단자(TN)에서 W단자(TW)로 향하여 코일 전류(W상 전류(IW))가 흐른다.
- [0245] 이 때, U단자(TU) → U상 권선(Cu) → N단자(TN) → W상 권선(Cw) → W단자(TW)를 경유하는 전류는 흐르지 않는다. 결국, W상 권선(Cw)에 흐르는 W상 전류(IW)에 의한 자계에 의해, 그 때의 자계의 크기와 그 회전각이 정해진다. 그 결과, 회전 자계의 회전각은 30° 로 된다. (바 W상)
- [0246] (전기각이 $60^\circ \sim 120^\circ$)
- [0247] 이 기간에서는, U단자(TU)에 직류 전원에서의 전압 +V가 U단자 전압(V1)으로서 인가되고, N단자(TN) 및 W단자(TW)가 접지되어 있는 상태이다. 따라서, U상 권선(Cu)에는 U단자(TU)에서 N단자(TN)로 향하여 코일전류(U상 전류(IU))가 흐른다. 한편, W상 권선(Cw)에는 코일전류(W상 전류(IW))는 흐르지 않는다.
- [0248] 이 때, U단자(TU) → U상 권선(Cu) → N단자(TN) → W상 권선(Cw) → W단자(TW)를 경유하는 전류는 흐르지 않는다. 결국, U상 권선(Cu)에 흐르는 U상 전류(IU)에 의한 자계에 의해, 그 때의 자계의 크기 및 자계의 회전각이 정해진다. 그 결과, 회전 자계의 크기는 전기각이 $0^\circ \sim 60^\circ$ 인 때와 동일하게 됨과 동시에, 회전 자계의 회전각은 90° 로 된다. (U상)
- [0249] (전기각이 $120^\circ \sim 180^\circ$)
- [0250] 이 기간에서는, U단자(TU) 및 W단자(TW)에 직류 전원에서의 전압 +V가 각각 U단자 전압(V1) 및 W단자 전압(V3)으로서 인가되고, N단자(TN)가 접지되어 있는 상태이다. 따라서, U상 권선(Cu)에는 U단자(TU)에서 N단자(TN)로 향하여 코일전류(U상 전류(IU))가 흐른다. 한편, W상 권선(Cw)에는 W단자(TW)에서 N단자(TN)로 향하여 코일전류(W상 전류(IW))가 흐른다.
- [0251] 결국, U상 권선(Cu)에 흐르는 U상 전류(IU)에 의한 자계와 W상 권선(Cw)에 흐르는 W상 전류(IW)에 의한 자계의 합성 자계에 의해, 그 때의 자계의 크기 및 자계의 회전각이 정해진다. 그 결과, 회전 자계의 크기는 전기각이 $0^\circ \sim 60^\circ$ 인 때와 같게 됨과 동시에, 회전 자계의 회전각은 150° 로 된다. (바 V상)
- [0252] (전기각이 $180^\circ \sim 240^\circ$)
- [0253] 이 기간에서는, W단자(TW)에 직류 전원에서의 전압 +V가 W단자 전압(V3)으로서 인가되고, U단자(TU) 및 N단자(TN)가 접지되어 있는 상태이다. 따라서, U상 권선(Cu)에는 코일전류(U상 전류(IU))가 흐르지 않는다. 한편, W상 권선(Cw)에는 W단자(TW)에서 N단자(TN)로 향하여 코일전류(W상 전류(IW))가 흐른다.
- [0254] 이 때, W단자(TW) → W상 권선(Cw) → N단자(TN) → U상 권선(Cu) → U단자(TU)를 경유하는 전류는 흐르지 않는다. 결국, W상 권선(Cw)에 흐르는 W상 전류(IW)에 의한 자계에 의해, 그 때의 자계의 크기 및 자계의 회전각이 정해진다. 그 결과, 회전 자계의 크기는 전기각이 $0^\circ \sim 60^\circ$ 인 때와 동일하게 됨과 동시에, 회전 자계의 회전각은 210° 로 된다. (바 W상)
- [0255] (전기각이 $240^\circ \sim 300^\circ$)
- [0256] 이 기간에서는, N단자(TN) 및 W단자(TW)에 직류 전원에서의 전압 +V가 각각 N단자 전압(V4) 및 W단자 전압(V3)으로서 인가되고, U단자(TU)가 접지되어 있는 상태이다. 따라서, U상 권선(Cu)에는 N단자(TN)에서 U단자(TU)로 향하여 흐르는 코일 전류(U상 전류(IU))가 흐른다. 한편, W상 권선(Cw)에는 코일전류(W상 전류(IW))가 흐르지 않는다.
- [0257] 이 때, W단자(TW) → W상 권선(Cw) → N단자(TN) → U상 권선(Cu) → U단자(TU)를 경유하는 전류는 흐르지 않는다. 결국, U상 권선(Cu)에 흐르는 U상 전류(IU)에 의한 자계에 의해, 그 때의 자계의 크기와 그 회전각이 정해진다. 그 결과, 회전 자계의 크기는 전기각이 $0^\circ \sim 60^\circ$ 인 때와 동일하게 됨과 동시에, 회전 자계의 회전각은 270° 로 된다. (바 U상)
- [0258] (전기각이 $300^\circ \sim 360^\circ$)

- [0259] 이 기간에서는, N단자(TN)에 직류 전원에서의 전압 +V가 N단자 전압 V4으로서 인가되고, U단자(TU) 및 W단자(TW)가 접지되어 있는 상태이다. 따라서, U상 권선(Cu)에는 N단자(TN)에서 U단자(TU)로 향하여 흐르는 코일전류(U상전류(IU))가 흐른다. 한편, W상 권선(Cw)에는 N단자(TN)에서 W단자(TW)로 향하여 코일전류(W상전류(IW))가 흐른다.
- [0260] 결국, U상 권선(Cu)에 흐르는 U상 전류(IU)에 의한 자계와 W상 권선(Cw)에 흐르는 W상 전류(IW)에 의한 자계의 합성 자계에 의해, 그 때의 자계의 크기 및 자계의 회전각이 정해진다. 그 결과, 회전 자계의 크기는 전기각이 0° ~ 60° 인 때와 동일하게 됨과 동시에, 회전 자계의 회전각은 330° 로 된다. (V상)
- [0261] 이와 같이, 도 17에 나타낸 바와 같은, 권선(Cu), Cw의 각 단자(TU, TN, TW)에 각각 소정의 타이밍에서 직류 전원에서의 전압 +V를 U단자 전압(V1), N단자 전압(V4), W단자 전압(V3)으로서 인가하여, 권선(Cu, Cw)에 60°의 위상차가 있는 U상 전류(IU)와 W상 전류(IW)를 각각 흐르게 하는 것에 의해, 회전 자계를 원형으로 할 수 있다. 결국, 권선(Cu, Cw)에 있어서 60°의 간격을 갖고 주위 방향 한편에 따른 자계를 순차 발생시킬 수 있는 한편, 어떤 전기각의 위치에서도 같은 크기의 자계를 발생시킬 수 있다.
- [0262] 그 결과, V상 권선(Cv)이 단선한 상태의 모터(91)에 대하여, 전기각에 따른 토크리플이 없이, 그것에 따른 음향·진동이 없는 회전을 실현할 수 있다.
- [0263] 또, 이 경우에는, V상 권선(Cv)이 단선된 경우를 상정하여 설명하였지만, U상 권선(Cu) 또는 W상 권선(Cw)이 단선되어도 동일한 제어로써, 토크리플이 없이, 그것에 따른 음향·진동이 없는 회전을 실현할 수 있다.
- [0264] 다음에, 상기와 같이 구성한 3상의 권선이 Y결선의 모터(91)의 이점을 이하에 기재한다.
- [0265] (8) 제5 실시 형태에 의하면, 3상의 권선이 Y결선의 모터(91)에 있어서, 어느 1상의 권선이 단선된 경우에서도 회전 자계를 생성할 수 있고, 전기각에 따른 토크리플이 없이, 그것에 따른 음향·진동이 없는 회전을 실현할 수 있다.
- [0266] 또, 제5 실시 형태는, 3상의 권선이 Y결선의 클로폴형 3상 브러시리스 모터(91)에 있어서, 어느 1상의 권선이 단선된 경우는 이하와 같이 실시하여도 좋다.
- [0267] 도 18에 나타낸 바와 같이, U단자(TU), W단자(TW) 및 N단자(TN)에 대하여 120°의 위상차로 정현파 전압(V1, V4, V2)을 인가하여, 도 18에 나타낸 바와 같이, U단자(TU) 및 W단자(TW)에 서로 60°의 위상차를 갖는 정현파 전류(U상전류(IU), W상전류(IW))를 흐르게 하여도 좋다. 이 경우, 전압 이용률은 낮게 되는 것으로서, 원형의 회전 자계가 발생하여, 안정한 토크를 얻을 수 있다.
- [0268] 도면에서, IN은 N단자(TN)와 노드(N4)사이에서 흐르는 전류이다.
- [0269] 또, 도 19에 나타낸 바와 같이, N단자(TN)에, 직류 전원에서의 전압 +V의 2분의 1의 N단자 전압(V4)을 인가하고, U단자(TU) 및 W단자(TW)에 대하여 60°의 위상차를 갖는 정현파 전압을 인가하여, 도 20에 나타낸 바와 같이, U단자(TU) 및 W단자(TW)에 60°의 위상차를 갖는 정현파 전류(U상 전류(IU), W상 전류(IW))를 흐르게 하여도 좋다. 이 경우, 전압 이용률은 보다 낮게 하는 것으로서, 원형의 회전 자계가 발생하여, 안정한 토크를 얻을 수 있다.
- [0270] (제6 실시 형태)
- [0271] 아래에서, 제6 실시 형태에 대하여 도 21을 참조하여 설명한다.
- [0272] 상기 제1 내지 제5 실시 형태에서는, 클로폴형 3상 브러시리스 모터에 설정된 제1 내지 제3 포지션 센서(P1, P2, P3)로써 로터(60)의 회전 위치를 검출하여, 그 검출한 회전 위치에 근거하여 U단자(TU), V단자(TV) 및 W단자(TW)에 인가하는 직류 전원의 전압 +V의 타이밍을 결정하여 왔다.
- [0273] 제6 실시 형태는, 센서리스의 브러시리스 모터를 사용한 점, 즉, 제1 내지 제3 포지션 센서(P1, P2, P3)를 사용하지 않고 로터(60)의 회전 위치를 검출하는 점에 특징을 갖는다.
- [0274] 그 때문에, 제6 실시 형태에서는, 설명의 편의상, 제1의 실시 형태와 공통의 부분에 대하여는, 같은 부호를 붙이고 상세한 설명을 생략한다.

- [0275] 도 21에 있어서, 모터(1)의 스테이터는, 제1 실시 형태와 마찬가지로, Δ 결선한 3상의 권선 중에서 1상의 권선을 생략한 2상의 권선(제1 권선(C1) 및 제2 권선(C2))을 갖고, 제1 권선(C1)과 제2 권선(C2)이 직렬로 접속되어 있다. 그리고, 제6 실시 형태의 모터(1)에는, 제1 내지 제3 포지션 센서(P1, P2, P3)가 설정되어 있지 않다.
- [0276] 제1 권선(C1) 및 제2 권선(C2)은, 3상 브리지회로를 갖는 3상 인버터 회로(70)에 접속되어 있다.
- [0277] 제1 권선(C1)의 U단자(TU)가, 제1 상부 암 트랜지스터(Q11)의 소스와 제1 하부 암 트랜지스터(Q12)의 드레인의 접속점(노드(N1))에 접속되어 있다.
- [0278] 제1 권선(C1)과 제2 권선(C2)을 접속하는 V단자(TV)가, 제2 상부 암 트랜지스터(Q21)의 소스와 제2 하부 암 트랜지스터(Q22)의 드레인의 접속점(노드(N2))에 접속되어 있다. 제2 권선(C2)의 W단자(TW)가, 제3 상부 암 트랜지스터(Q31)의 소스와 제3 하부 암 트랜지스터(Q32)의 드레인의 접속점(노드(N3))에 접속되어 있다.
- [0279] 각 암 트랜지스터(Q11, Q21, Q31, Q12, Q22, Q32)의 게이트 단자는, 전위차 검출 회로 및 추정 회로를 포함하는 마이콤(MC)에 접속되어 있다. 마이콤(MC)은, 각 트랜지스터(Q11, Q21, Q31, Q12, Q22, Q32)의 게이트 단자에 게이트 신호(US1, VS1, WS1, US2, VS2, WS2)를 출력하는 것으로써, 3상 인버터 회로(70)를 매개하여 모터(1)를 회전 제어한다.
- [0280] 결국, 마이콤(MC)은, 제1 실시 형태와 마찬가지로, 브러시리스 모터(1)의 U단자(TU), V단자(TV) 및 W단자(TW)에 대하여, 180° 단형과 전압을 120° 의 위상차로 인가한다. 그 결과, 제1 권선(C1) 및 제2 권선(C2)에 전기각으로 60° 의 위상차의 제1 권선 전류(I1), 제2 권선 전류(I2)가 각각 흐른다.
- [0281] 마이콤(MC)은, 3상 인버터 회로(70)의 노드(N1)에 접속되고, 제1 권선(C1)의 양단의 전위차(Vuv)를 검출한다. 또, 마이콤(MC)은, 노드(N3)에 접속되어, 제2 권선(C2)의 양단의 전위차(Vwv)를 검출한다. 그리고, 마이콤(MC)은, 검출한 전위차(Vuv 및 Vwv)에 근거하여, 로터(60)의 회전 위치를 연산 취득한다.
- [0282] 그 때문에, 마이콤(MC)은, 모터(1)를 회전 제어할 때에, U단자 전압(V1)이 V단자 전압(V2)과 같은 전위로 되는 기간 및 W단자 전압(V3)이 V단자 전압(V2)과 같은 전위로 되는 기간을 이용하여, 로터(60)의 회전 위치를 검출한다.
- [0283] 여기에서, U단자 전압(V1)이 V단자 전압(V2)과 같은 전위로 되는 기간은, 전기각이 $0^\circ \sim 60^\circ$ 의 기간 및 $180^\circ \sim 240^\circ$ 의 기간이다. 또, W단자 전압(V3)이 V단자 전압(V2)과 같은 전위로 되는 기간은, 전기각이 $60^\circ \sim 120^\circ$ 의 기간 및 $240^\circ \sim 300^\circ$ 의 기간이다.
- [0284] 그리고, 마이콤(MC)은, U단자 전압(V1)이 V단자 전압(V2)과 같은 전위로 되는 기간에, U단자(TU)를 개방시켜, 로터(60)의 회전 위치(전기각 60° , 240°)를 검출한다.
- [0285] 또, 마이콤(MC)은, W단자 전압(V3)이 V단자 전압(V2)과 같은 전위로 되는 기간에, W단자(TW)를 개방시켜, 로터(60)의 회전 위치(전기각 120° , 300°)를 검출한다.
- [0286] 이하, 도 22를 참조하여 회전 위치의 검출 방법에 대하여 설명한다.
- [0287] (전기각이 $0^\circ \sim 60^\circ$)
- [0288] 이 기간에 들어가면, U단자(TU)에 직류 전원에서의 전압 +V가 인가되고, U단자(TU) 및 V단자(TV)가 전압 +V와 같은 전위로 되고, W단자(TW)가 접지된 상태로 된다. 이 기간에서는, 마이콤(MC)은 U단자(TU)를 개방시킨다. 구체적으로는, 제1 상부 암 트랜지스터(Q11)를 오프시켜서 U단자(TU)를 개방시킨다.
- [0289] 이 U단자(TU)의 개방에 의해 유기전압이 생기고, U단자(TU)에 보이는 U단자 전압(V1)은 유기전압에 의해 서서히 전압 +V로 향하여 상승한다. 이 유기전압에 의해, U단자 전압(V1), 즉, 제1 권선(C1)의 양단의 전위차(Vuv)(= -V)가 노드(N1)를 매개하여 마이콤(MC)에 입력된다. 이 때, 제1 권선(C1)에는 제1 권선 전류(I1)는 흐르지 않는다.
- [0290] 그리고, 유기전압의 발생에 근거하는 전위차(Vuv)는, 로터(60)가 전기각 60° 까지 회전하면 0볼트로 수렴한다.
- [0291] 마이콤(MC)은, 전위차(Vuv)가 0볼트로 된 것을 검출하면, 로터(60)가 전기각 60° 의 회전 위치에 있다고 판단한다. 그리고, 마이콤(MC)은, 전기각이 $60^\circ \sim 120^\circ$ 인 경우의 제어를 위해서, U단자(TU)에 직

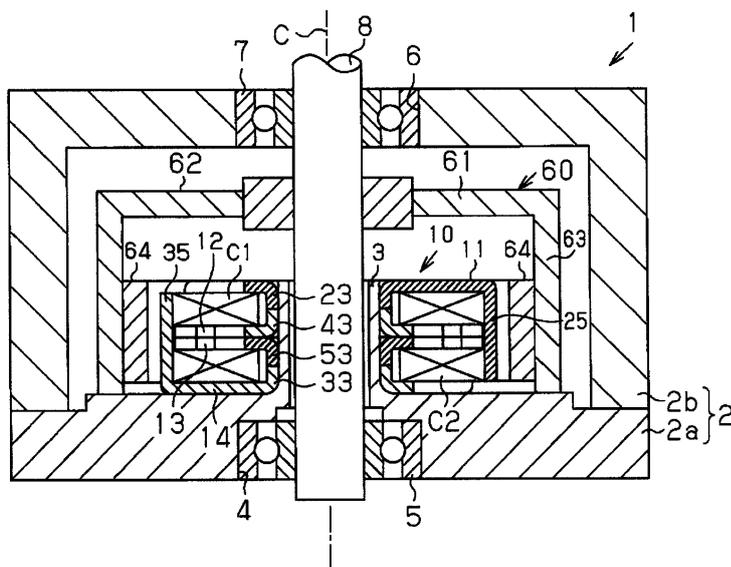
류 전원에서의 전압 +V를 U단자 전압(V1)으로서 인가하고, V단자(TV) 및 W단자(TW)를 접지한다.

- [0292] (전기각이 $60^\circ \sim 120^\circ$)
- [0293] 이 기간에 들어가면, V단자(TV)가 접지되고, V단자(TV)에 앞서 접지되어 있는 W단자(TW)와는 같은 전위로 되고, U단자 전압(V1)이 전압 +V로 된다. 이 기간에서는, 마이콤(MC)은 W단자(TW)를 개방시킨다. 구체적으로는, 제3 상부 암 트랜지스터(Q31)를 오프시켜서 W단자(TW)를 개방시킨다.
- [0294] 이 W단자(TW)의 개방에 의해 유기전압이 생기고, W단자(TW)에 나타나는 W단자 전압(V3)은 유기전압에 의해 서서히 전압 +V로 향하여 상승한다. 이 유기전압에 의해, W단자 전압(V3), 즉, 제2 권선(C2)의 양단의 전위차(V_{wv})(= -V)가 노드(N3)를 매개하여 마이콤(MC)에 입력된다. 이 때, 제2 권선(C2)에는 제2 권선 전류(I2)는 흐르지 않는다.
- [0295] 그리고, 유기전압의 발생에 근거하여 전위차(V_{wv})는, 로터(60)가 전기각 120° 까지 회전하면 0볼트로 수렴한다.
- [0296] 마이콤(MC)은, 전위차(V_{wv})가 0볼트로 된 것을 검출하면, 로터(60)가 전기각 120° 의 회전 위치에 있다고 판단한다. 그리고, 마이콤(MC)은, 전기각이 $120^\circ \sim 180^\circ$ 인 경우의 제어를 위해서, W단자(TW)에 직류 전원에서의 전압 +V를 W단자 전압(V3)으로서 인가한다.
- [0297] (전기각이 $180^\circ \sim 240^\circ$)
- [0298] 이 기간에 들어가면, U단자(TU)가 접지되고, 미리 접지되어 있는 V단자(TV)와 같은 전위 상태로 되고, W단자(TW)에 직류 전원에서의 전압 +V가 인가된 상태로 된다. 이 기간에서는, 마이콤(MC)은 U단자(TU)를 개방시킨다. 구체적으로는, 제1 상부 암 트랜지스터(Q11)를 오프시켜서 U단자(TU)를 개방시킨다.
- [0299] 이 U단자(TU)의 개방에 의해 유기전압이 생기고, U단자(TU)에 나타나는 U단자 전압(V1)은 유기전압에 의해 서서히 0볼트로 향하여 하강한다. 이 유기전압에 의해, U단자(TU)에 나타나는 단자 전압(V1), 즉, 제1 권선(C1)의 양단의 전위차(V_{uv})(= +V)가 노드(N1)를 매개하여 마이콤(MC)에 입력된다. 이 때, 제1 권선(C1)에는 제1 권선 전류(I1)는 흐르지 않는다.
- [0300] 그리고, 전위차(V_{uv})는, 로터(60)가 전기각 240° 까지 회전하면 0볼트로 수렴한다.
- [0301] 마이콤(MC)은, 전위차(V_{uv})가 0볼트로 된 것을 검출하면, 로터(60)가 전기각 240° 의 회전 위치에 있다고 판단한다. 그리고, 마이콤(MC)은, 전기각이 $240^\circ \sim 300^\circ$ 인 경우의 제어를 위해서, V단자(TV)에 직류 전원에서의 전압 +V를 V단자 전압(V2)으로서 인가한다.
- [0302] (전기각이 $240^\circ \sim 300^\circ$)
- [0303] 이 기간에 들어가면, V단자(TV)에 직류 전원에서의 전압 +V가 인가되고, W단자(TW) 및 V단자(TV)가 전압 +V와 같은 전위로 되고, U단자(TU)가 접지된 상태로 된다. 이 기간에서는, 마이콤(MC)은 W단자(TW)를 개방시킨다. 구체적으로는, 제3 상부 암 트랜지스터(Q31)를 오프시켜서 W단자(TW)를 개방시킨다.
- [0304] 이 W단자(TW)의 개방에 의해 유기전압이 생기고, W단자(TW)에 나타나는 W단자 전압(V3)은 유기전압에 의해 서서히 0볼트로 향하여 하강한다. 이 유기전압에 의해, W단자(TW)에 나타내는 W단자 전압(V3), 즉, 제2 권선(C2)의 양단의 전위차(V_{wv})(= +V)가 노드(N3)를 매개하여 마이콤(MC)에 입력된다. 이 때, 제2 권선(C2)에는 제2 권선 전류(I2)는 흐르지 않는다.
- [0305] 그리고, 전위차(V_{wv})는, 로터(60)가 전기각 300° 까지 회전하면 0볼트로 수렴한다.
- [0306] 마이콤(MC)은, 이 제2 권선(C2) 간의 전위차(V_{wv})가 0볼트로 된 것을 검출하면, 로터(60)가 전기각 300° 의 회전 위치에 있다고 판단한다. 그리고, 마이콤(MC)은, 전기각이 $300^\circ \sim 0^\circ$ 인 경우의 제어를 위해서, W단자(TW)를 접지한다.
- [0307] 여기에서, 로터(60)가 전기각 180° 및 360° (0°) 의 회전 위치에 있는 것은 상기 방법에서는 검출할 수 없다. 그래서, 마이콤(MC)은, 상기 마이콤(MC)에 내장한 계시 회로로서의 제1 타이머(TM1) 및 제2 타이머(TM2)를 사용해서, 로터(60)가 전기각 180° 및 360° 의 회전 위치에 있는 것을 추정하여 구하고 있다.
- [0308] (로터(60)가 전기각 180° 의 회전 위치에 있는 것의 검출)

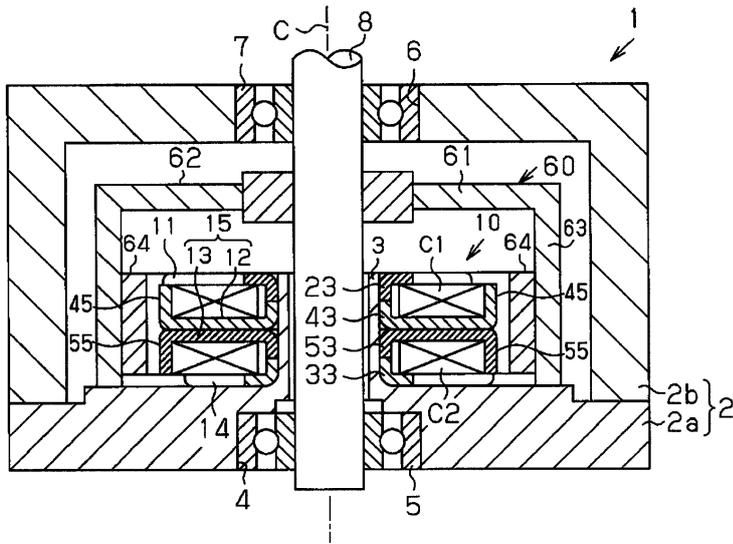
- [0309] 전기각이 $0^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 인 경우에 있어서, 마이콤(MC)은, 로터(60)의 회전 위치가 전기각 60° 에 있는 것을 검출하면, 내장한 제1 타이머(TM1)를 계시 동작시킨다.
- [0310] 전기각이 $60^{\circ} \sim 120^{\circ}$ 인 경우에 있어서, 마이콤(MC)은, 로터(60)의 회전 위치가 전기각 120° 의 회전 위치에 있는 것을 검지하면, 내장한 제2 타이머(TM2)의 계시 동작을 개시시킴과 동시에, 제1 타이머(TM1)의 계시 동작을 정지하고, 로터(60)가 전기각 60° 에서 전기각 120° 까지 회전에 필요한 타임업 시간을 계시한다.
- [0311] 그리고, 마이콤(MC)은, 계시 동작을 하고 있는 제2 타이머(TM2)의 시간이, 제1 타이머(TM1)가 미리 계시한 타임업 시간에 도달하면, 로터(60)에서 전기각이 180° 의 회전 위치에 있다고 추정한다.
- [0312] (로터(60)가 전기각 360° 의 회전 위치에 있는 것의 검출)
- [0313] 전기각이 $180^{\circ} \sim 240^{\circ}$ 인 경우에 있어서, 마이콤(MC)은, 로터(60)의 회전 위치가 전기각 240° 에 있는 것을 검출하면, 내장한 제1 타이머(TM1)를 계시 동작시킨다.
- [0314] 전기각이 $240^{\circ} \sim 300^{\circ}$ 인 경우에 있어서, 마이콤(MC)은, 로터(60)의 회전 위치가 전기각 300° 의 회전 위치에 있는 것을 검지하면, 내장한 제2 타이머(TM2)를 계시 동작시킴과 동시에, 제1 타이머(TM1)의 계시 동작을 정지하고, 로터(60)가 전기각 240° 에서 전기각 300° 까지 회전에 필요한 타임업 시간을 계시한다.
- [0315] 그리고, 마이콤(MC)은, 계시 동작을 하고 있는 제2 타이머(TM2)의 시간이, 제1 타이머(TM1)가 미리 계시한 타임업 시간에 도달하면, 로터(60)가 전기각으로 360° 의 회전 위치에 있다고 추정한다.
- [0316] 다음에, 상기와 같이 구성한 3상의 권선이 Y결선의 클로폴형 3상 브러시리스 모터(1)의 이점을 이하에 기재한다.
- [0317] (1) 제6 실시 형태에 의하면, 1상의 권선을 생략한 2상의 권선(제1 권선(C1) 및 제2 권선(C2))의 클로폴형 3상 브러시리스 모터(1)이면서, 제1 내지 제3 포지션 센서(P1, P2, P3)를 사용하지 않고, 로터(60)의 회전 위치를 검출할 수 있다.
- [0318] 그 결과, 모터가 다른 소형을 도모할 수 있음과 동시에, 고온 등의 사용 환경이 엄격한 장소에서의 사용을 가능하게 할 수 있다.

도면

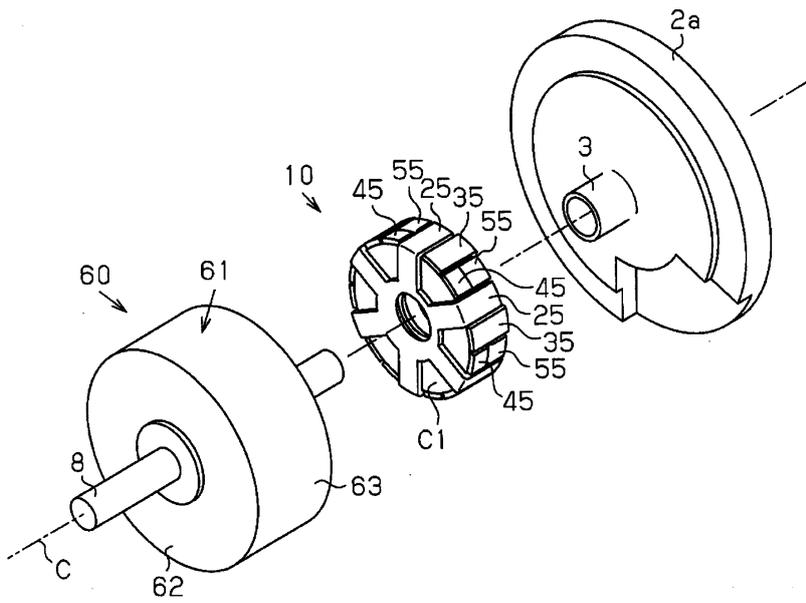
도면1a



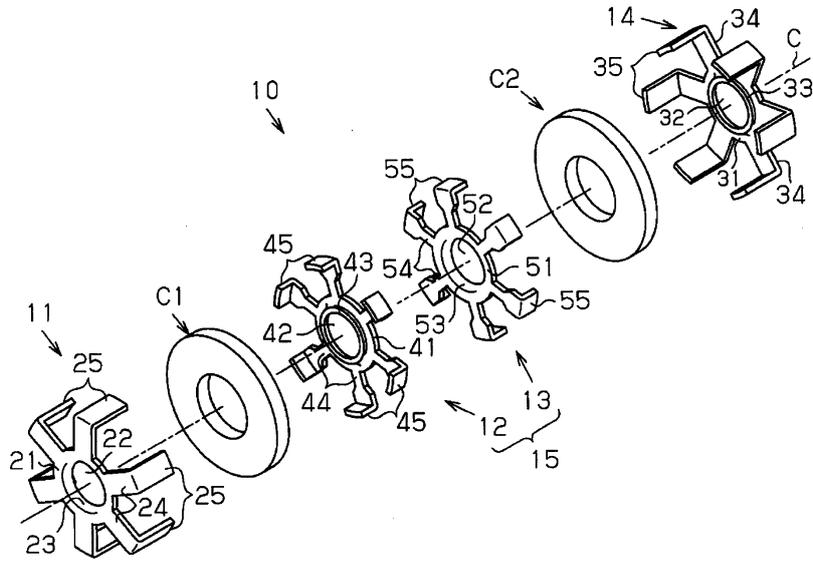
도면1b



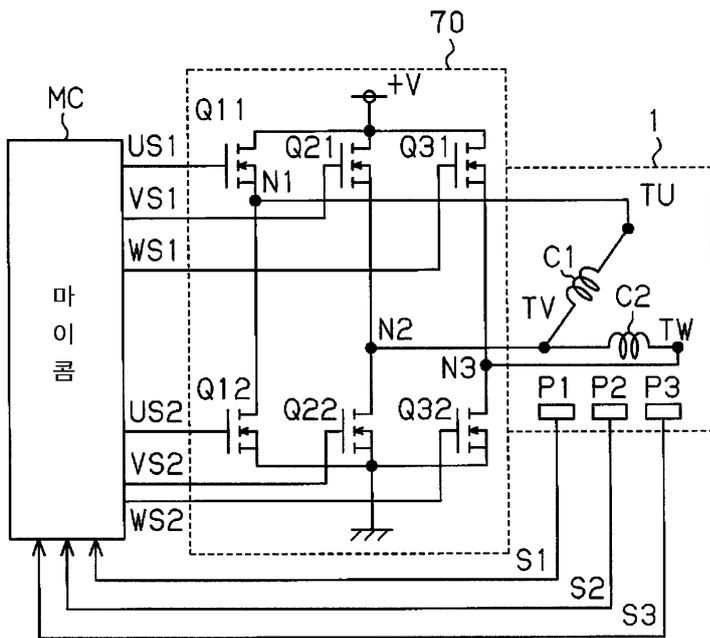
도면2



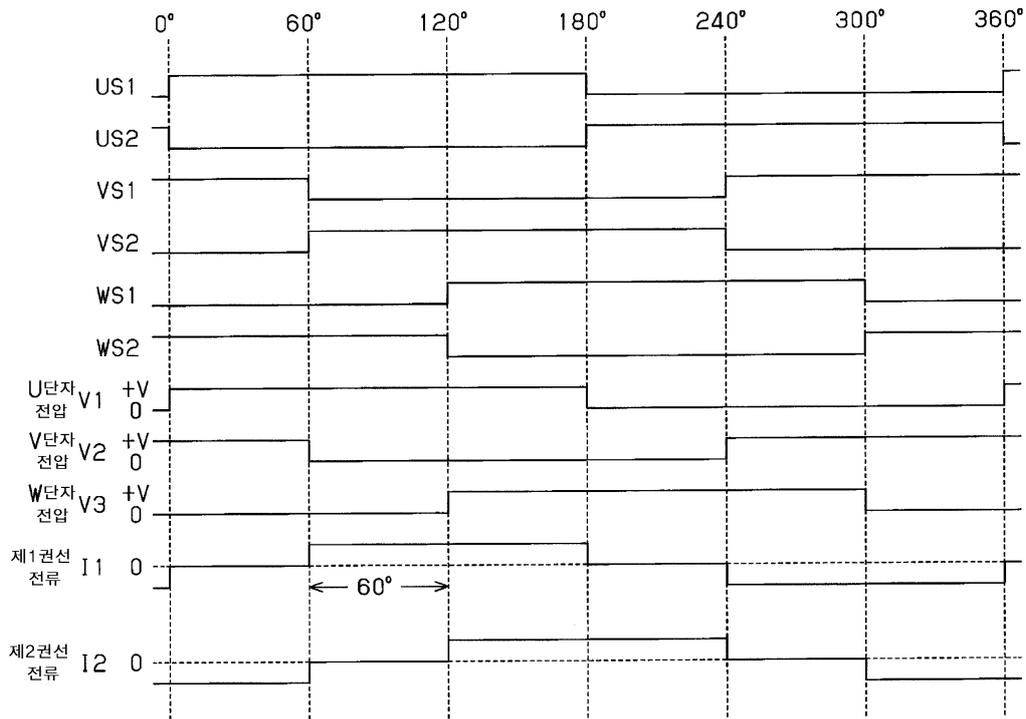
도면3



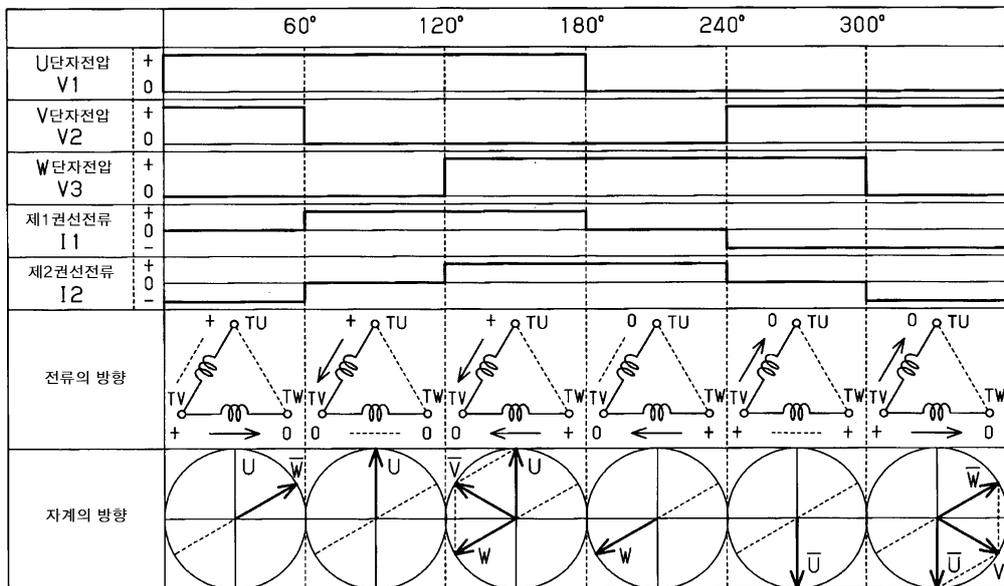
도면4



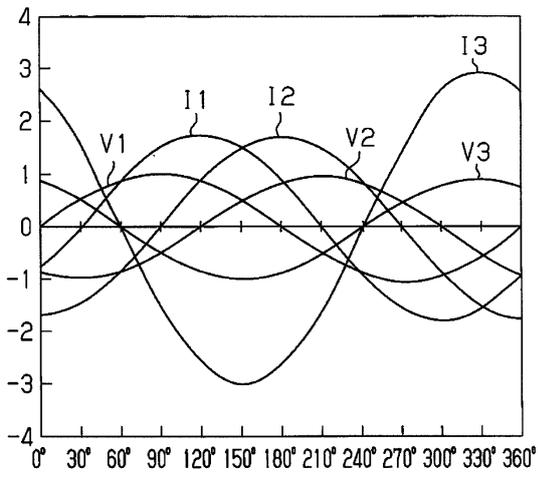
도면5



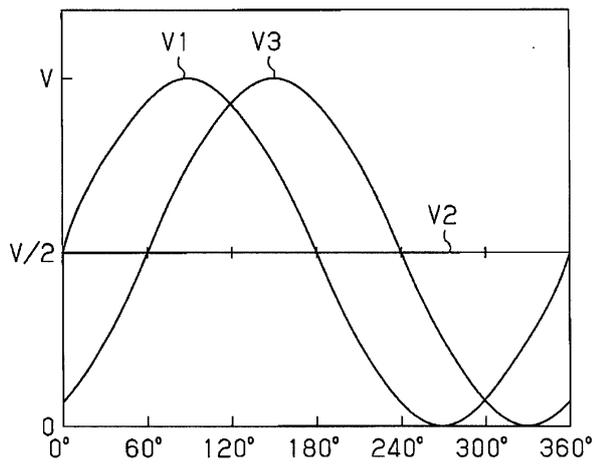
도면6



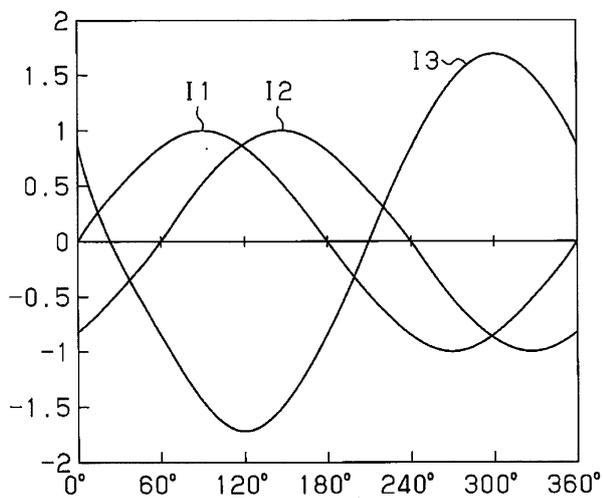
도면7



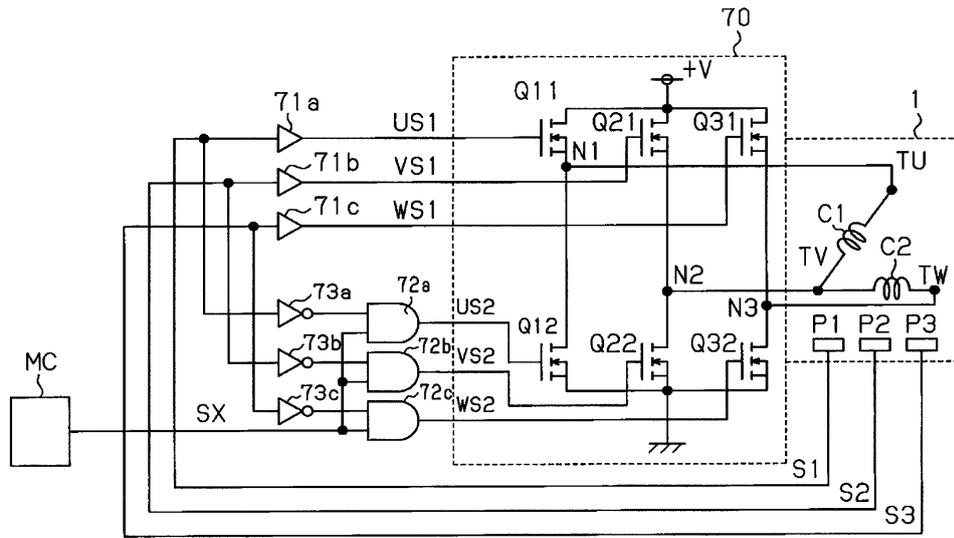
도면8



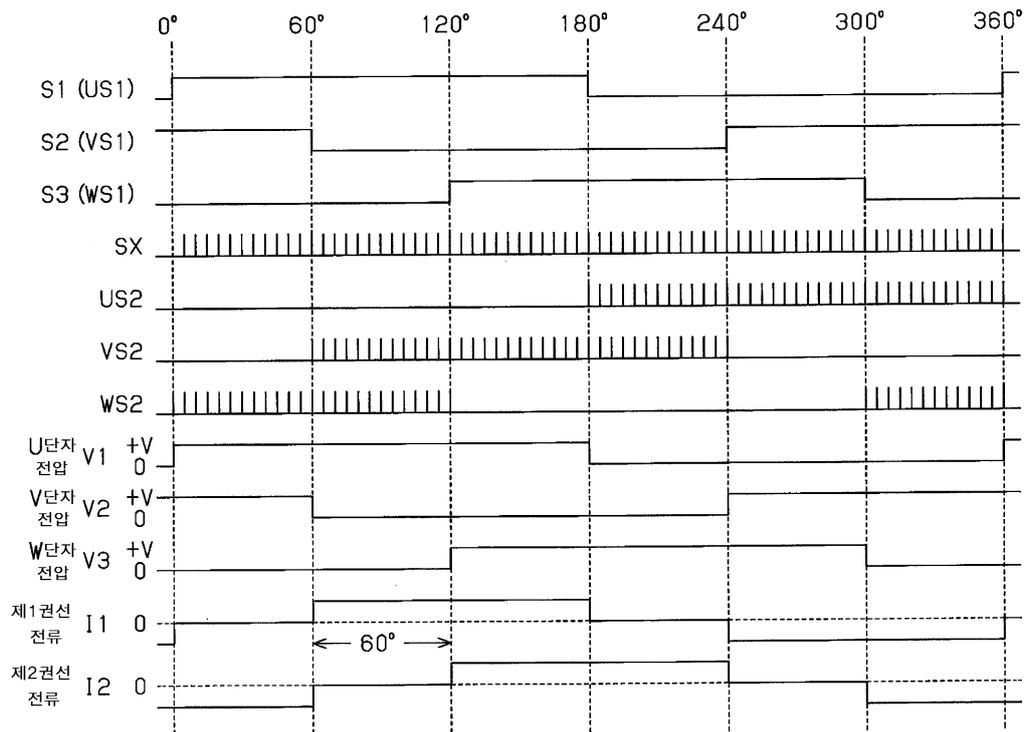
도면9



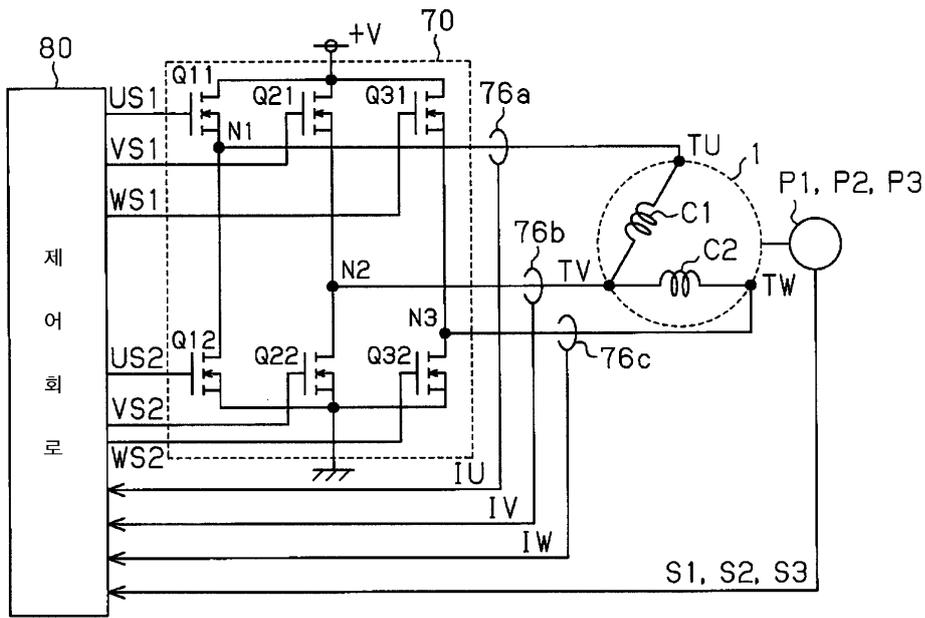
도면10



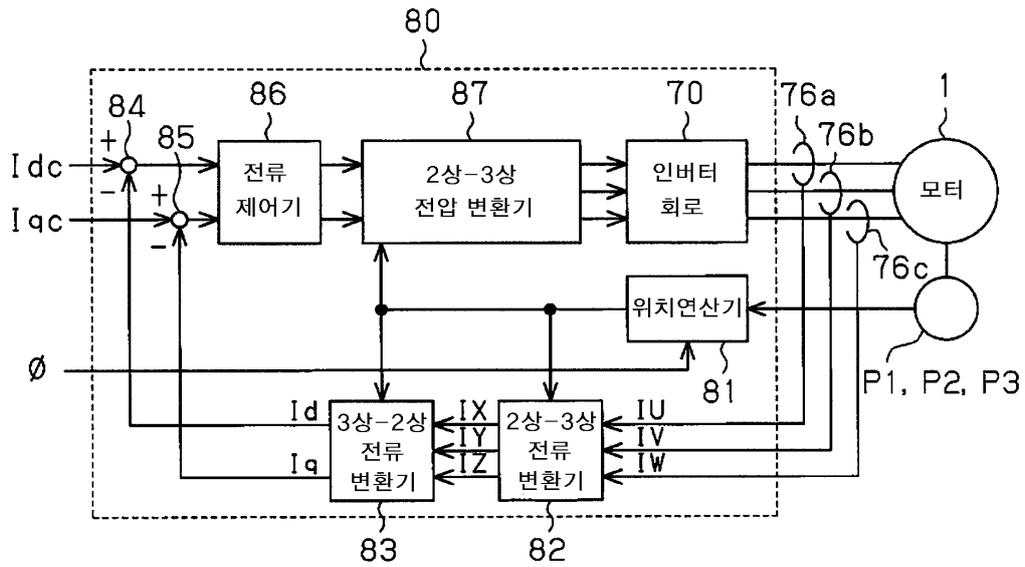
도면11



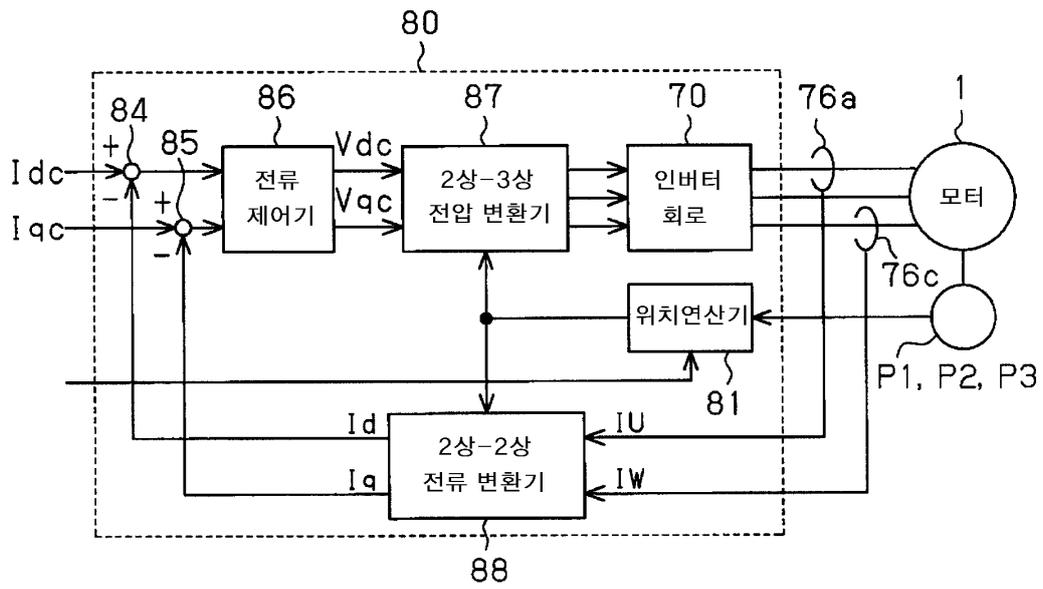
도면12



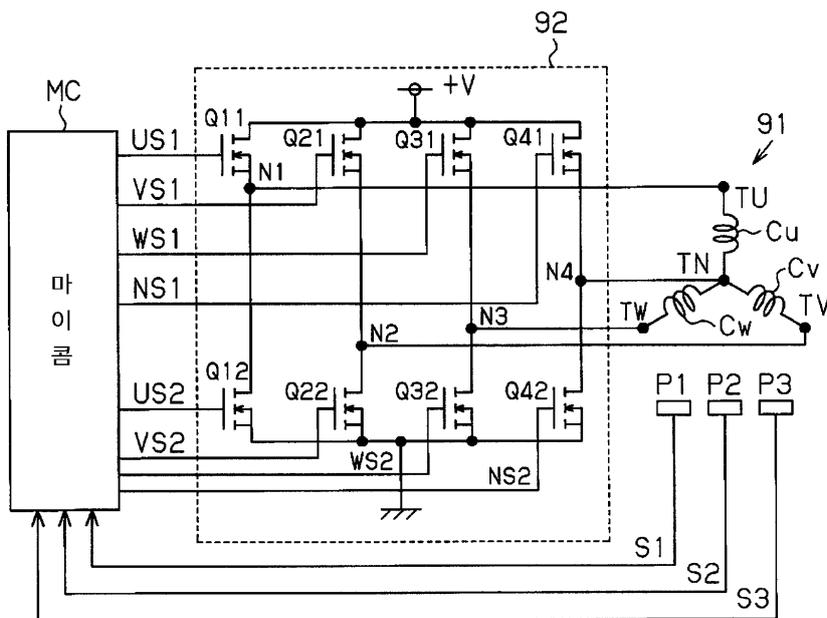
도면13



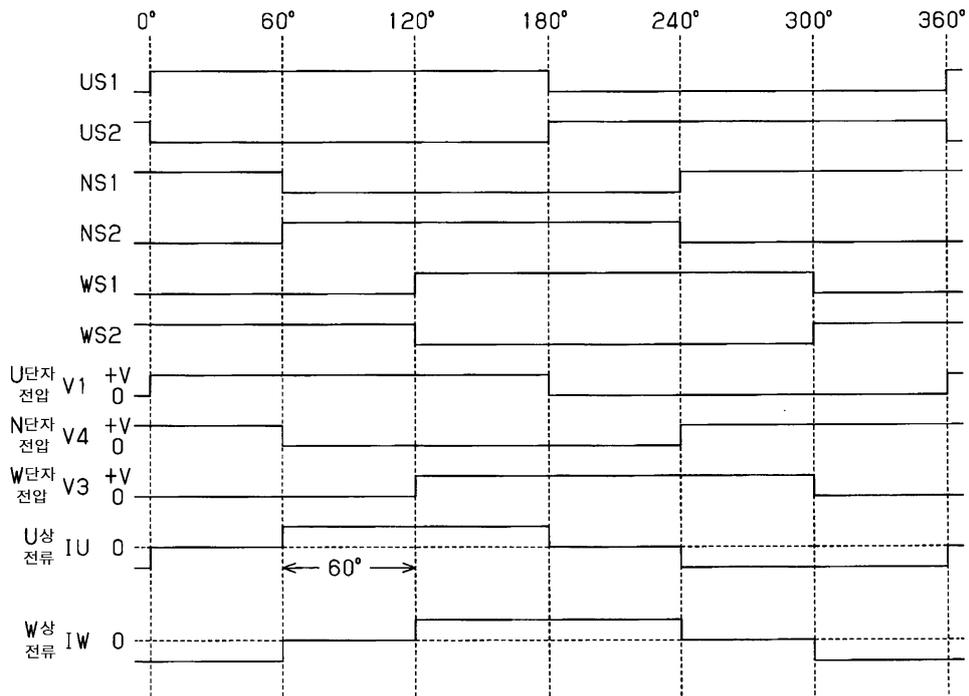
도면14



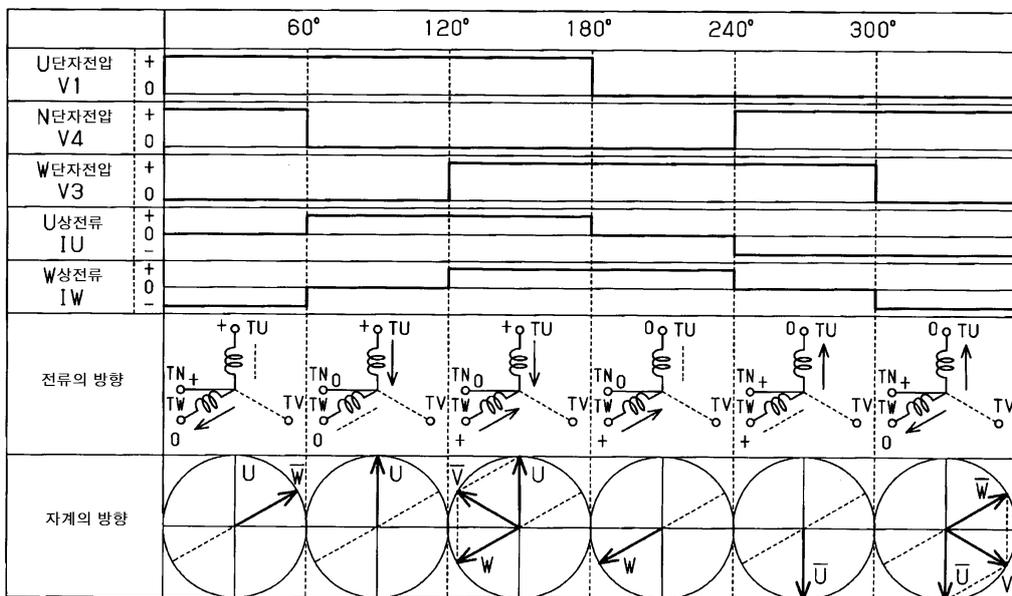
도면15



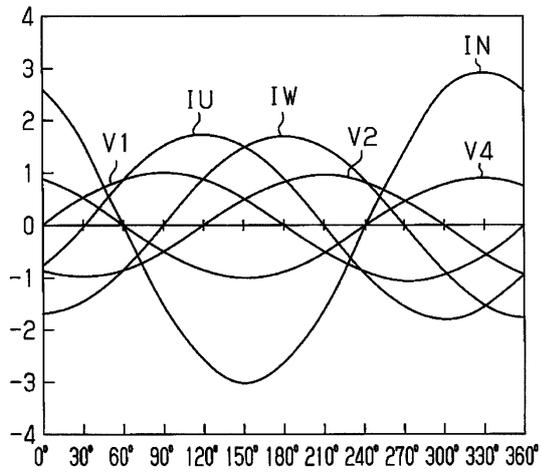
도면16



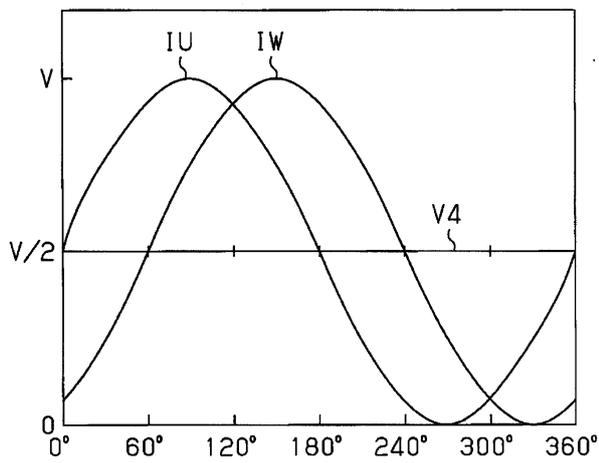
도면17



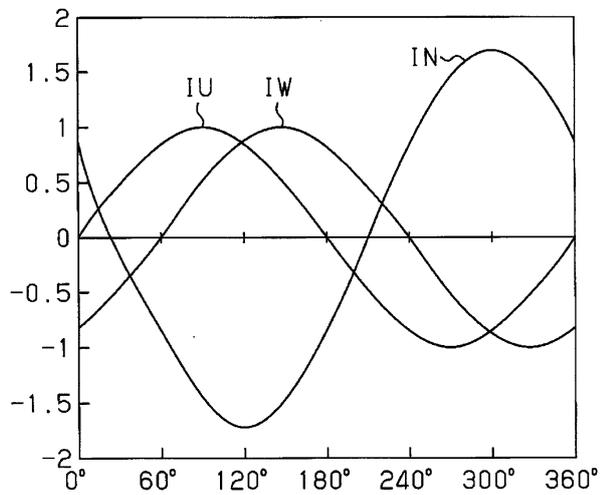
도면18



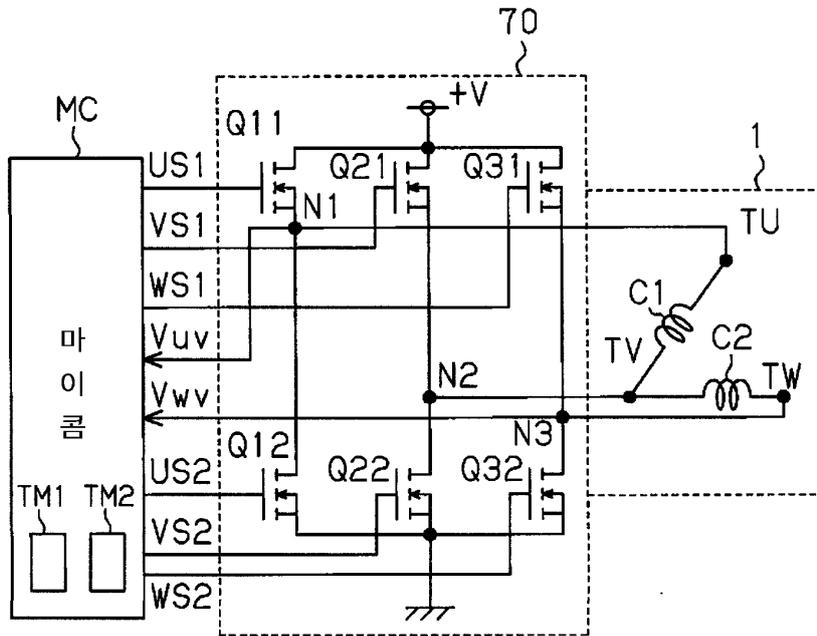
도면19



도면20



도면21



도면22

