(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[6]
H02P 6/02

(45) 공고일자 1999년05월15일
(11) 등록번호 10-0182012
(24) 등록일자 1998년12월10일

(21) 출원번호 10-1995-0020179
(22) 출원일자 1995년07월10일
(65) 공개번호 특1997-0008822
(43) 공개일자 1997년02월24일

(73) 특허권자 삼성전자주식회사 김광호
경기도 수원시 팔달구 매탄동 416번지
(72) 발명자 최형묵
서울특별시 동대문구 이문2동 264동 218호
박시홍
서울특별시 양천구 목5동 904번지 신시가지아파트 405-1501
(74) 대리인 김원호, 최현석

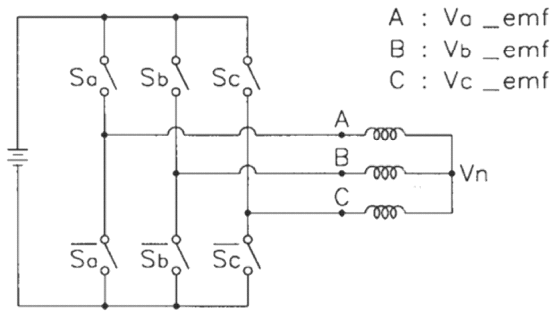
심사관 : 김남정

(54) 브러시리스 직류 모터의 전류 회로

요약

본 발명은 브러시리스 직류 모터의 전류 회로에 관한 것으로, 모터 운전시 역기전력을 검출하여 출력하는 역기전력 검출기(10)와, 상기 역기전력 검출기(10)로부터 출력되는 역기전력 신호의 최고치와 중성점의 전압을 입력받아, 전류 신호 발생을 위한 제1, 제2기준 전압을 발생시켜 출력하는 기준전압 발생기(40)와, 상기 기준 전압 발생기(40)로부터 출력되는 제1, 제2기준 전압 신호와 상기 역기전력 검출기로부터 출력되는 역기전력을 입력받아, 모터구동을 위한 스위칭 순서를 결정하는 전류 신호를 발생시키는 전류 신호발생기(50)로 구성되었으며, 브러시리스 직류 모터의 센서없는 구동 회로에 있어서 간단한 하드웨어로 구현하고 제어가 용이하도록 한 브러시리스 직류 모터의 전류 회로에 관한 것이다.

대표도



명세서

[발명의 명칭]

브러시리스 직류 모터의 전류 회로

[도면의 간단한 설명]

제1도는 종래의 브러시리스 직류 모터의 구동 회로를 나타낸 개념도이고,

제2도는 종래 브러시리스 직류 모터의 센서리스 구동 회로에 있어서의 전류(轉流, Commutation) 회로를 나타낸 블록도이고,

제3도는 종래의 브러시리스 직류 모터의 전류 회로에서 알씨 필터로 구현한 각 지연 발생기를 나타낸 회로도이고,

제4도는 본 발명의 실시예에 따른 브러시리스 직류 모터의 센서리스 구동 회로에 있어서의 전류 회로를 나타낸 블록도이고,

제5도는 본 발명의 실시예에 따른 브러시리스 직류 모터의 전류 회로로부터 발생되는 전류 신호의 발생 구간을 나타낸 파형도이고,

제6도는 제5도에 도시된 전류 신호 발생 구간별 각 전류 신호의 상태를 나타낸 상태표이고,

제7도는 본 발명의 실시예에 따른 브러시리스 직류 모터의 전류 회로에서 기준 전압 발생기를 나타낸 회로도이고,

제8도는 본 발명의 실시예에 따른 브러시리스 직류 모터의 전류 회로에서 전류 신호 발생기를 나타낸 회로도이고,

제9도는 본 발명의 실시예에 따른 브러시리스 직류 모터의 전류 회로의 동작을 나타낸 파형도이다.

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 브러시리스 직류 모터의 전류(轉流) 회로에 관한 것으로서, 더 상세히 말하자면, 브러시리스 직류 모터의 센서없는 구동 회로에 있어서 간단하고 제어가 용이하도록 구성한 브러시리스 직류 모터의 전류 회로에 관한 것이다.

최근 전자 산업에서 이용되는 소형 정밀 모터는, 브러시리스 직류(BLDC) 모터가 주종을 이루고 있다. 그런데, 이러한 브러시리스 직류(BLDC) 모터를 구동하기 위해서는 회전자(Rotor)의 자극의 위치를 검출하는 것이 필요하다. 그래서, 이렇게 회전자(Rotor)의 자극의 위치를 검출하기 위해서 주로 홀 센서(Hall Sensor)와 같은 자극 검출 센서를 채용해왔다.

그러나, 홀 센서와 같은 자극 검출 센서는 전체 시스템의 원가를 상승시키고, 제품 생산시 불량률을 높이는 등의 문제점이 있다. 그래서 최근에는, 자극의 위치를 검출하는데 있어서 센서를 사용하지 않고 모터에서 발생하는 역기전력을 검출하여 구동하는 센서리스(sensorless) 구동 방식이 채용되고 있다.

이하, 첨부된 도면을 참조로 하여 종래의 센서리스 구동 방식에 있어서 브러시리스 직류 모터의 전류(commutation) 회로에 대하여 설명하기로 한다.

제2도는 종래 브러시리스 직류 모터의 센서리스 구동 회로에 있어서의 전류(轉流) 회로를 나타낸 블록도이고, 제3도는 제2도에 도시된 종래의 전류 회로에서 RC 지연소자로 구현한 각 지연발생기를 나타낸 회로도이다.

제2도에 도시되어 있듯이, 종래의 브러시리스 직류 모터의 센서리스 구동 회로에 있어서의 전류회로의 구성은, 모터 운전시 역기전력을 검출하여 출력하는 역기전력 검출기(10)와 ; 상기 역기전력 검출기(10)로부터 출력되는 역기전력 신호의 제로-크로스 포인트로부터 일정한 각(θd)을 지연시키는 각 지연 발생기(20)와 ; 상기 각 지연 발생기(20)로부터 출력되는 신호를 통해서 모터 구동을 위한 스위칭 순서를 결정하는 전류 신호를 발생시키는 전류 신호 발생기(30)로 이루어져 있다.

이와 같은 종래의 브러시리스 직류 모터의 전류 회로에서, 역기전력 신호의 제로-크로스 포인트로부터 일정한 각(θd)을 지연시키는 각 지연 발생기(20)는, 대개 디지털 카운터를 이용하거나 제3도에 도시된 것처럼 알씨 필터를 이용하게 된다.

여기서, 디지털 카운터를 이용하는 경우 카운터에 세팅되는 값(Test)은 (1주기 동안의 전체 펄스수)/360°×θd(degree)인데, 이러한 디지털 카운터를 사용하게 되면 직접 회로의 수가 늘어나 전체 회로가 복잡해지는 문제점이 있다. 또, RC 지연소자를 이용하는 경우에는 저항(R)과 커패시터(C)를 선정하는 것이 힘들고 비용이 추가되며 전체 시스템의 신뢰도를 낮추는 원인이 된다. 또한 모터의 속도가 변하더라도 지연되는 각(θd)이 변하지 않아서 최적의 전류를 수행할 수 없다는 문제점이 있다.

따라서 본 발명의 목적은 상기와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 브러시리스 직류 모터의 센서없는 구동 회로에 있어서 간단하고 제어가 용이하도록 구성한 브러시리스 직류 모터의 전류 회로를 제공하는 데에 있다.

상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 구성은, 모터 운전시 역기전력을 검출하여 출력하는 역기전력 검출기와 ; 상기 역기전력 검출기로부터 출력되는 역기전력 신호의 최고치와 중성점의 전압을 입력받아, 전류 신호 발생을 위한 제1, 제2기준 전압을 발생시켜 출력하는 기준 전압 발생기와 ; 상기 기준 전압 발생기로부터 출력되는 제1, 제2기준 전압 신호와 상기 역기전력 검출기로부터 출력되는 역기전력을 입력받아, 모터 구동을 위한 스위칭 순서를 결정하는 전류 신호를 발생시키는 전류 신호 발생기로 이루어져 있다. 상기한 기준 전압 발생기의 구성은, 상기 역기전력 검출기로부터 출력되는 역기전력의 최고치와 중성점의 전압을 입력받아, 역기전력의 최고치에서 중성점 전압을 감산하는 제1연산기와 ; 상기 제1연산기의 출력 신호에다 지연하고자 하는 각에 사인 함수를 취한 값을 승산하여 전류를 위한 스위칭 포인트를 결정하는 제2연산기와 ; 상기 제2연산기의 출력 신호에다 상기 중성점 전압을 가산하여 제1기준 전압을 발생시키는 제3연산기와; 상기 중성점 전압에서 상기 제2연산기의 출력 신호를 감산하여 제2기준 전압을 발생시키는 제4연산기로 이루어져 있다.

상기한 전류 신호 발생기의 구성은, 상기 역기전력 발생기로부터 출력되는 역기전력을 각각 비반전 입력으로 받고, 상기 기준 전압 발생기로부터 출력되는 제1기준 전압을 각각 반전 입력으로 받아, 모터 구동 회로의 업-레벨 스위칭 신호를 발생시키는 3개의 비교기와; 상기 역기전력 발생기로부터 출력되는 역기전력을 각각 반전 입력으로 받고, 상기 기준 전압 발생기로부터 출력되는 제2기준 전압을 각각 비반전 입력으로 받아, 모터 구동 회로의 로우-레벨 스위칭 신호를 발생시키는 3개의 비교기로 이루어져 있다.

이하, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있을 정도로 상세히 설명하기 위해 본 발명의 가장 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조로 설명하기로 한다.

제4도는 본 발명의 실시예에 따른 브러시리스 직류 모터의 센서리스 구동 회로에 있어서의 전류 회로를 나타낸 블록도이고, 제7도는 본 발명의 실시예에 따른 브러시리스 직류 모터의 전류 회로에서 기준 전압 발생기를 나타낸 회로도이고, 제8도는 본 발명의 실시예에 따른 브러시리스 직류 모터의 전류 회로에서 전류 신호 발생기를 나타낸 회로도이다.

제4도에 도시되어 있듯이, 본 발명의 실시예에 따른 브러시리스 직류 모터의 전류 회로의 구성은, 모터 운전시 역기전력을 검출하여 출력하는 역기전력 검출기(10)와; 상기 역기전력 검출기(10)로부터 출력되

는 역기전력 신호의 최고치와 중성점의 전압을 입력받아, 전류 신호 발생을 위한 제1, 제2기준 전압을 발생시켜 출력하는 기준 전압 발생기(40)와; 상기 기준 전압 발생기(40)로부터 출력되는 제1, 제2기준 전압 신호와 상기 역기전력 검출기로부터 출력되는 역기전력을 입력받아, 모터 구동을 위한 스위칭 순서를 결정하는 전류 신호를 발생시키는 전류 신호 발생기(50)로 이루어져 있다.

제7도에 도시되어 있듯이, 상기한 기준 전압 발생기(40)의 구성은, 상기 역기전력 검출기(10)로부터 출력되는 역기전력의 최고치(Va_emf_max)와 중성점의 전압(Vn)을 입력받아, 역기전력의 최고치(Va_emf_max)에서 중성점 전압(Vn)을 감산하는 제1연산기(41)와; 상기 제1연산기(41)의 출력 신호에다 지연하고자 하는 각에 사인 함수를 취한 값(sin θd)을 승산하여 전류를 위한 스위칭 포인트를 결정하는 제2연산기(42)와; 상기 제2연산기(42)의 출력 신호에다 상기 중성점 전압(Vn)을 가산하여 제1기준 전압(Vref1)을 발생시키는 제3연산기(43)와; 상기 중성점 전압(Vn)에서 상기 제2연산기(42)의 출력 신호를 감산하여 제2기준 전압(Vref2)을 발생시키는 제4연산기(44)로 이루어져 있다.

제8도에 도시되어 있듯이, 상기한 전류 신호 발생기(50)의 구성은, 상기 역기전력 발생기(10)로부터 출력되는 역기전력(Va_emf, Vb_emf, Vc_emf)을 각각 비반전 입력(+)으로 받고, 상기 기준 전압 발생기(40)로부터 출력되는 제1기준 전압(Vref1)을 각각 반전 입력(-)으로 받아, 모터 구동 회로의 업-레벨 스위칭 신호(Sa, Sb, Sc)를 발생시키는 3개의 비교(51, 53, 55)와; 상기 역기전력 발생기(10)로부터 출력되는 역기전력(Va_emf, Vb_emf, Vc_emf)을 각각 반전 입력(-)으로 받고, 상기 기준 전압 발생기(40)로부터 출력되는 제2기준 전압(Vref2)을 각각 비반전 입력(+)으로 받아, 모터 구동회로의 로우-레벨 스위칭 신호(Sa, Sb, Sc)를 발생시키는 3개의 비교기(52, 54, 56)로 이루어져 있다.

상기와 같이 이루어져 있는 본 발명의 실시예에 따른 브러시리스 직류 모터의 전류 회로의 동작은 다음과 같다.

먼저, 제1도는 종래 브러시리스 직류 모터의 구동 회로를 나타낸 개념도로서, 업-레벨 스위칭 신호(Sa, Sb, Sc)와 로우-레벨 스위칭 신호($\overline{Sa}$, $\overline{Sb}$, $\overline{Sc}$)에 의해서 모터 구동을 위한 스위칭 순서가 결정된다는 것을 보여주고 있다.

제5도는 본 발명의 실시예에 따른 브러시리스 직류 모터의 전류 회로로부터 발생되는 전류 신호의 발생 구간을 나타낸 파형도이다.

제5도에 도시되어 있는 역기전력의 크기를 수식으로 정리하면 다음과 같다.

$$Va' = Va_emf - Vn \quad \cdots\cdots (1)$$

$$Vb' = Vb_emf - Vn \quad \cdots\cdots (2)$$

$$Vc' = Vc_emf - Vn \quad \cdots\cdots (3)$$

(Va_emf : A상의 역기전력, Vb_emf : B상의 역기전력, Vc_emf : C상의 역기전력, Vn : 중성점의 전압)

다음으로, 모터 전류를 위한 전체 스위칭 과정과 상기한 역기전력(Va', Vb', Vc')의 관계를 살펴보기로 한다.

먼저, 제5도에 도시되어 있듯이, Ⅰ구간에서는 Va'와 Vc'가 만나는 점(P1)에서 모터 구동 회로의 A상 스위칭 신호(Sa)가 온(on)되고, Va'와 Vb'가 만나는 점(P2)에서 상기 스위칭 신호(Sa)는 오프(off)된다. 여기서, 역기전력의 제로-크로스 포인트로부터 상기 교점(P1)까지의 각을 θd라 하면, 전류를 위한 스위칭 포인트는(Va-Vn)×sinθd되는 곳에 존재하게 된다.

전류를 위한 스위칭 포인트(Va-Vn)×sinθd를 기준으로 A상 스위칭 신호(Sa)는 온, 오프된다. 마찬가지로, (Vb-Vn)×sinθ d를 기준으로 B상 스위칭 신호(Sb)는 온, 오프되고, (Vc-Vn)×sinθd를 기준으로 C상 스위칭 신호(Sc)는 온, 오프된다.

상기한 전류 신호 발생 구간별 각 전류 신호의 상태가 제6도에 도시된 상태표에 자세히 나타나 있다.

다음으로, 전류 신호(commutation signal)의 발생 과정에 대해서 설명하기로 한다.

먼저, 상기한 역기전력(Va', Vb', Vc')만을 가지고는 출력 레벨이 작기 때문에 스위칭 신호($\overline{Sa}$, $\overline{Sb}$, $\overline{Sc}$)를 생성할 수 없다. 따라서, 원래의 역기전력(Va_emf, Vb_emf, Vc_emf0을 비교기의 입력으로 하여 스위칭 신호(Sa, $\overline{Sa}$, Sb, $\overline{Sb}$, Sc, $\overline{Sc}$)를 생성한다.

제7도는 A상 역기전력의 최고치(Va_emf_max)와 중성점 전압(Vn)을 사용하여 전류 신호의 생성을 위한 두 개의 기준 전압(Vref1, Vref2)을 발생시키는 과정을 보여주고 있다. 상기한 과정을 통해서 생성되는 두 기준 전압(Vref1, Vref2)의 크기를 수식으로 표현하면 다음과 같다.

$$Vref1 = Vn + (Va_emf_max - Vn) \sin\theta d \quad \cdots\cdots (4)$$

$$Vref2 = Vn + (Vn - Va_emf_max) \sin\theta d \quad \text{.....(5)}$$

상기한 방법을 모터의 B, C상에도 적용하면 각 상마다의 기준 전압을 발생시킬 수 있고, 제8도에 도시된 것처럼 발생된 기준 전압과 각 상의 역기전력을 입력받는 전류 신호 발생기(50)는 비교기를 사용하여 역기전력의 제로-크로스 포인트로부터 일정한 각만큼을 지연시킨 후 전류 신호를 발생시킴으로써 전류를 수행할 수 있다.

제9도는 본 발명의 실시예에 따른 브러시리스 직류 모터의 전류 회로의 동작을 나타낸 파형도로서, 두 개의 기준 전압을 사용하여 역기전력의 제로-크로스 포인트로부터 일정한 전기각(Θd)를 지연시킨 후에 전류 신호를 통해 전류를 수행하는 과정을 보여주고 있다.

따라서, 상기와 같이 동작하는 본 발명의 실시예에 따른 브러시리스 직류 모터의 전류 회로의 효과는, 브러시리스 직류 모터의 센서없는 구동 회로에 있어서 간단한 하드웨어로 구현하고 제어가 용이하도록 한 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

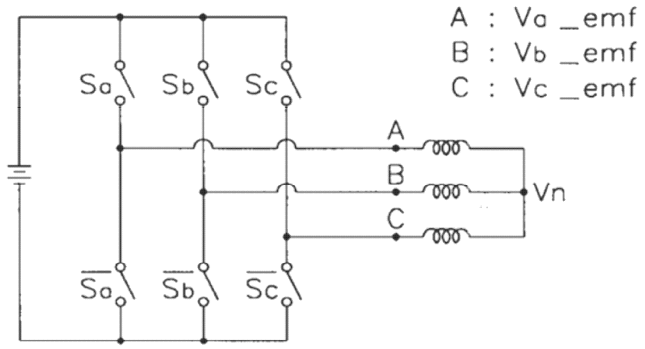
모터 운전시 역기전력을 검출하여 출력하는 역기전력 검출기(10)와; 상기 역기전력 검출기(10)로부터 출력되는 역기전력 신호의 최고치와 중성점의 전압을 입력받아, 전류(轉流) 신호 발생을 위한 제1, 제2기준 전압을 발생시켜 출력하는 기준 전압 발생기(40)와; 상기 기준 전압 발생기(40)로부터 출력되는 제1, 제2기준 전압 신호와 상기 역기전력 검출기로부터 출력되는 역기전력을 입력받아, 모터 구동을 위한 스위칭 순서를 결정하는 전류 신호를 발생시키는 전류 신호 발생기(50)를 포함하며, 상기 기준 전압 발생기(40)는 상기 역기전력 검출기(20)로부터 출력되는 역기전력의 최고치와 중성점의 전압을 인가받아, 역기전력의 최고치에서 중성점 전압을 감산하는 제1연산기(41)와; 상기 제1연산기(41)의 출력 신호에다 지연하고자 하는 각에 사인 함수를 취한 값(sin Θd)을 승산하여 전류를 위한 스위칭 포인트를 결정하는 제2연산기(42)와; 상기 제2연산기(42)의 출력 신호에다 상기 중성점 전압을 가산하여 제1기준 전압(Vref1)을 발생시키는 제3연산기(43)와; 상기 중성점 전압에서 상기 제2연산기(42)의 출력 신호를 감산하여 제2기준전압(Vref2)을 발생시키는 제4연산기(44)로 이루어진 것을 특징으로 하는 브러시리스 직류 모터의 전류 회로.

청구항 2

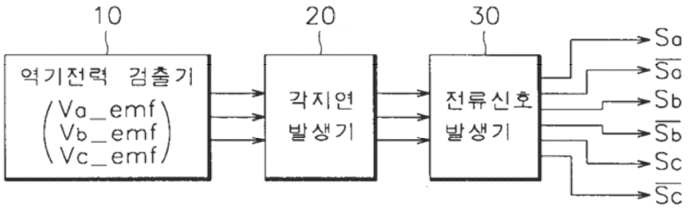
제1항에 있어서, 상기한 전류 신호 발생기(50)는 상기 역기전력 발생기(10)로부터 출력되는 역기전력(Va_emf, Vb_emf, Vc_emf)을 각각 비반전 입력(+)으로 받고, 상기 기준 전압 발생기(40)로부터 출력되는 제1기준 전압(Vref1)을 각각 반전 입력(-)으로 받아, 모터 구동 회로의 업-레벨 스위칭 신호($\overline{Sa}, \overline{Sb}, \overline{Sc}$)를 발생시키는 3개의 비교기(51, 53, 55)와; 상기 역기전력 발생기(10)로부터 출력되는 역기전력(Va_emf, Vb_emf, Vc_emf)을 각각 반전 입력(-)으로 받고, 상기 기준 전압 발생기(40)로부터 출력되는 제2기준 전압(Vref2)을 각각 비반전 입력(+)으로 받아, 모터 구동 회로의 로우-레벨 스위칭 신호 (Sa, Sb, Sc) 를 발생시키는 3개의 비교기(52, 54, 56)로 이루어져 있는 것을 특징으로 하는 브러시리스 직류 모터의 전류 회로.

도면

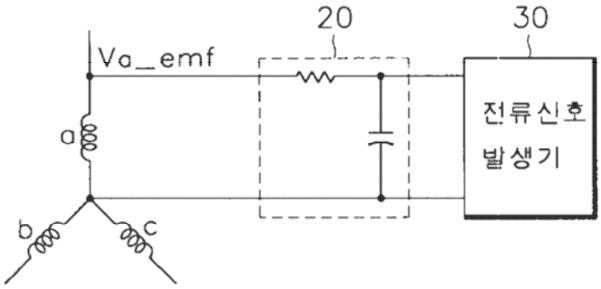
도면1



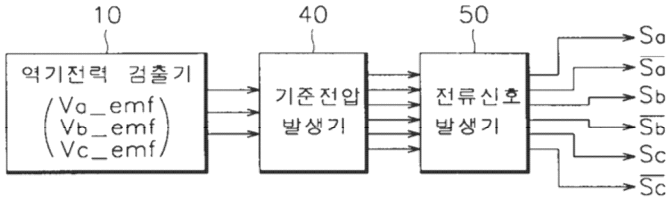
도면2



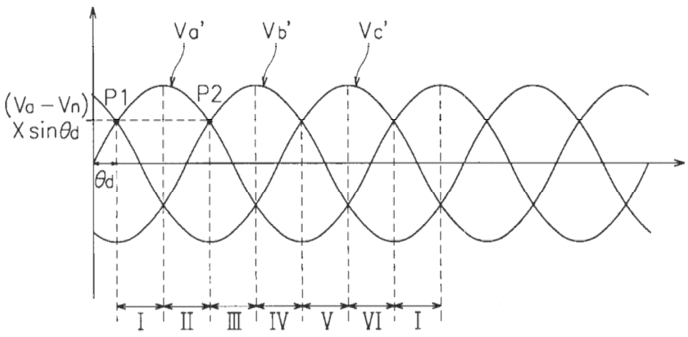
도면3



도면4



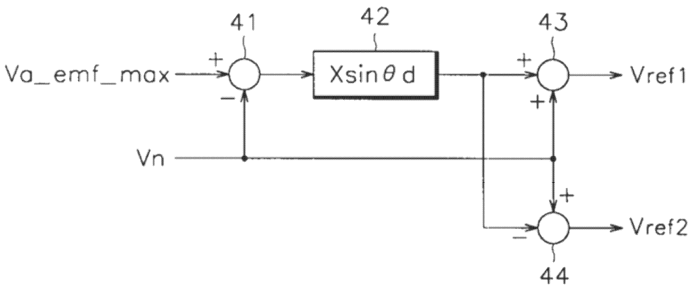
도면5



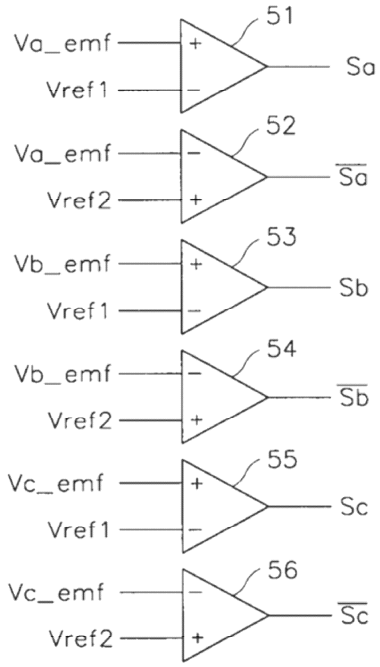
도면6

구간	전류신호(Commutation signal)의 상태		
Ⅰ 구간	Sa : ON	$\overline{Sb}$: ON	나머지는 OFF
Ⅱ 구간	Sa : ON	$\overline{Sc}$: ON	나머지는 OFF
Ⅲ 구간	Sb : ON	$\overline{Sc}$: ON	나머지는 OFF
Ⅳ 구간	Sb : ON	$\overline{Sa}$: ON	나머지는 OFF
Ⅴ 구간	Sc : ON	$\overline{Sa}$: ON	나머지는 OFF
Ⅵ 구간	Sc : ON	$\overline{Sb}$: ON	나머지는 OFF

도면7



도면8



도면9

