



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) . Int. Cl.

H02P 1/46 (2006.01)

H02P 6/18 (2006.01)

H02P 6/20 (2006.01)

(45) 공고일자 2007년05월28일

(11) 등록번호 10-0722584

(24) 등록일자 2007년05월21일

(21) 출원번호	10-2002-7003520	(65) 공개번호	10-2002-0047169
(22) 출원일자	2002년03월16일	(43) 공개일자	2002년06월21일
심사청구일자	2005년07월15일		
번역문 제출일자	2002년03월16일		
(86) 국제출원번호	PCT/JP2000/006270	(87) 국제공개번호	WO 2001/22568
국제출원일자	2000년09월13일	국제공개일자	2001년03월29일

(81) 지정국 국내특허 : 중국, 대한민국, 미국.

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 사이프러스, 독일, 덴마크, 스페인, 핀란드, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투칼, 스웨덴.

(30) 우선권주장 JP-P-1999-00264556 1999년09월17일 일본(JP)
JP-P-2000-00221364 2000년07월21일 일본(JP)

(73) 특허권자 가부시키가이샤 야스카와덴ki
일본국 후쿠오카센 기타큐슈시 야하타니시쿠 구로사키시로이시 2반 1고

(72) 발명자 김태웅
일본국후쿠오카젠기타큐슈시야하타니시쿠구로사키시로이시2반1고가
부시키가이샤야스카와덴키나이

와타나베준이치
일본국후쿠오카젠기타큐슈시야하타니시쿠구로사키시로이시2반1고가
분시키가이사야스카와데키나이

(74) 대리인 김창선
서대석

(56) 선행기술조사문현
특허법 제42조 제5항, 동법시행령 제5조 제6항에 의거 의견제
출통기한 헤스팅

신사관·기기역

제7회 천국학 스 · 총 32 학

(54) 웨이씨 동기모티의 초기자글 출전장치

(57) 요약

본 발명은 짧은 추정시간 내에 초기자극위치를 정확하게 추정할 수 있는 AC동기모터용 초기자극 추정장치를 제공하는 것이다.

특히, 본 발명은 속도이득 제어부와, 모드구간 판단수단(102)과, 상기 모드구간 판단수단(102)의 결과에 따라 제1 또는 제2 주기구간을 선택하고, 제1주기구간이 선택될 경우, 지령속도가 데이터 획득용 속도구간 안에 있는지의 여부를 판단하고, 데이터 획득용 속도구간에서 지령 토크로부터 제1지령 토크 데이터를 계산하는 제1지령 토크 연산수단(1103)과, 제2 주기구간(1201)이 선택될 경우, 지령속도가 데이터 획득용 속도구간 안에 있는지의 여부를 판단하고, 데이터 획득용 속도구간에서 지령 토크로부터 제2지령 토크 데이터를 계산하는 제2지령 토크 연산수단*(1203) 및 제1 및 제2 지령 토크 데이터 정보를 이용하여 추정 초기 자극위치를 계산하는 추정 초기 자극 연산수단들을 갖고있는 AC동기모터 제어기 내에 장치되는 AC동기모터용 초기자극 추정장치에 관한 것이다.

내포도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

지령속도로부터 지령토크(지령전류)를 계산하는 속도제어수단과, 지령토크(지령전류)에 따라 AC동기모터를 구동하는 전류제어수단 및 PWM전력변환장치들로 구성된 AC동기모터제어기 내에 장치된 AC동기모터의 초기자극 추정장치에 있어서,

지령속도 폐턴 발생장치에 의하여 발생되는 상기 지령속도로부터 검출속도를 차감하여 속도편차를 계산하는 속도편차 연산수단과,

상기 속도편차를 속도이득으로 곱하여 지령토크(지령전류)를 계산하는 속도이득 제어부와,

상기 지령속도로부터 모드구간(제1주기구간 및 제2주기구간)을 판단처리 하는 모드구간 판단수단과,

상기 모드구간 판단수단의 판단결과에 따라 상기 제1주기구간과 제2주기구간 중 어느 한쪽의 모드구간에 스위칭 하는 모드스위치와,

상기 제1주기구간을 선택할 경우, 상기 지령속도가 데이터 획득용 속도구간 내에 있는지의 여부를 판단하는 데이터 획득용 속도구간 판단수단과,

상기 판단된 데이터 획득용 속도구간에서 상기 지령토크(상기 지령전류)로부터 제1지령토크 데이터(제1지령전류 데이터)를 계산하는 제1지령토크 연산수단(제1지령전류 연산수단)과,

상기 제2주기구간을 선택할 경우, 상기 지령속도가 데이터 획득용 속도구간 내에 있는지의 여부를 판단하는 데이터 획득용 속도구간 판단수단과,

상기 판단된 상기 데이터 획득용 속도구간에서 상기 지령토크(상기 지령전류)로부터 제2지령토크 데이터(제2지령전류 데이터)를 계산하는 제2지령토크 연산수단(제2지령전류 연산수단), 및

상기 제1지령토크 데이터(상기 제1지령전류 데이터) 및 상기 제2지령토크 데이터(상기 제2지령전류 데이터)의 정보를 사용하여 추정초기자극위치를 계산하는 추정초기자극연산수단을

구비하는 것을 특징으로 하는 초기자극 추정장치.

청구항 2.

직류전압을 임의의 교류전압으로 변환하여 AC동기모터를 구동시키기는 PWM전력변환수단과,

상기 AC동기모터의 3상전류를 검출하는 3상전류검출수단과,

상기 AC동기모터의 상대전기각을 검출하는 전기각 검출수단과,

상기 검출된 전기각을 사용하여 3상검출전류로부터 2상검출전류로 3상/2상좌표변환을 수행하는 3상/2상 좌표변환 연산수단과,

상기 검출 전기각으로부터 검출속도를 계산하는 검출속도연산수단과,

q축 지령전류 및 d축 지령전류로 구성된 2상지령전류로부터 상기 2상검출전류를 차감하여 전류오차를 계산하는 2상 전류오차 연산수단과,

상기 전류오차를 2상전류 비례적분이득으로 곱하여 2상 지령전압을 계산하는 2상전류 비례적분 제어부와,

상기 검출전기각을 이용하여 상기 2상지령전압으로부터 3상지령전압으로 2상/3상 좌표변환을 수행하는 2상/3상 좌표변환 연산수단 및

상기 3상지령전압과 반송파를 비교하여 PWM 게이트 펄스를 계산하여, PWM 전력변환장치로 출력하는 PWM 게이트 펄스 연산수단들을

구비하는 AC동기모터에 장치되는 초기자극 추정장치에 있어서,

디폴트 초기자극위치를 영(零)에 설정하는 디폴트 초기자극 설정수단과,

지령속도를 2주기파형으로서 발생시키는 지령속도패턴 발생수단과,

지령속도로부터 상기 검출속도를 차감하여 속도편차를 계산하는 속도편차 연산수단과,

상기 속도편차를 속도이득으로 곱하여 지령토크(지령전류)를 계산하는 속도이득 제어부와,

상기 지령속도로부터 모드구간(제1주기구간 및 제2주기구간)을 판단처리하는 모드구간 판단수단과,

상기 모드구간 판단수단의 판단결과에 따라 상기 제1주기구간과 제2주기구간 중 어느 한쪽의 모드구간에 스위칭하는 모드스위치와,

상기 제1주기구간을 선택하는 경우, 상기 q축 지령전류에 지령토크(지령전류)를 입력하고, 상기 d축 지령전류에는 영(零)을 입력한 다음, 상기 지령속도가 플러스(+) 가속구간 내에 있는지의 여부를 판단하는 가속구간 판단수단과,

상기 판단된 플러스(+) 가속구간인 상기 지령토크로부터 제1최대 지령토크 데이터(제1최대 지령전류 데이터)를 계산하는 제1지령토크 연산수단(제1지령전류 연산수단)과,

상기 제1최대 지령토크를 기억장치에 기억시키는 제1메모리 기억수단과,

상기 제2주기구간을 선택할 경우, 상기 q축 지령전류에 0을 입력하고, 상기 d축 지령전류에는 상기 지령토크(지령전류)를 입력한 다음, 상기 지령속도가 플러스(+) 가속구간 내에 있는지의 여부를 판단하는 가속구간 판단수단과,

상기 판단된 플러스(+) 가속구간인 상기 지령토크로부터 제2최대 지령토크(제2최대 지령전류 데이터)를 계산하는 제2지령토크 연산수단(제2지령전류 연산수단)과,

상기 제2최대지령토크를 메모리에 기억시키는 제2메모리 기억수단과,

상기 지령속도가 제2주기를 종료한 다음, 상기 메모리로부터 상기 최대지령토크(제1 및 제2 최대지령토크)를 호출하여 그의 정보를 사용하여 추정초기자극위치를 계산하는 추정초기자극 연산수단 및

상기 디폴트 초기자극위치에 상기 추정 초기자극위치를 가하여 보정 초기자극위치를 계산하는 보정 초기자극위치 연산수단들을

구비하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

청구항 3.

직류전압을 임의의 교류전압으로 변환하여 AC동기모터를 구동시키기는 PWM전력변환수단과,

상기 AC동기모터의 3상전류를 검출하는 3상전류검출수단과,

상기 AC동기모터의 상대전기각을 검출하는 전기각 검출수단과,

상기 검출전기각으로부터 검출속도를 계산하는 검출속도 연산수단과,

상기 검출전기각을 사용하여 지령토크(지령전류)로부터 A상 지령전류와 B상 지령전류 및 C상 지령전류로 구성되는 3상 지령전류를 계산하는 3상 지령전류 연산수단과,

3상 지령전류로부터 상기 검출3상전류를 차감 하므로 써, 전류오차를 계산하는 3상전류오차 연산수단과,

상기 전류오차를 3상전류 비례적분이득으로 곱하므로 써, 3상지령전압을 계산하는 3상전류 비례적분 제어부와,

상기 3상지령전압과 반송파를 비교하여 PWM 게이트 펄스를 계산하여, PWM 전력변환장치로 출력하는 PWM 게이트 펄스 연산수단들을

구비하는 AC동기모터 제어수단 내에 장치되는 AC동기모터의 초기자극 추정장치에 있어서,

디폴트 초기자극위치를 영(零)에 설정하는 디폴트 초기자극 설정수단과,

지령속도를 2주기파형으로서 발생시키는 지령속도패턴 발생수단과,

지령속도로부터 상기 검출속도를 차감하여 속도편차를 계산하는 속도편차 연산수단과,

상기 속도편차를 속도이득(speed gain)으로 곱하여 지령토크(지령전류)를 계산하는 속도이득 제어부와,

상기 지령속도로부터 모드구간(제1주기구간 및 제2주기구간)을 판단처리하는 모드구간 판단수단과,

상기 모드구간 판단수단의 판단결과에 따라 상기 제1주기구간과 제2주기구간 중 어느 한쪽의 모드구간에 스위칭 하는 모드스위치와,

상기 제1주기구간을 선택할 경우, 상기 검출전기각에 영(0)도의 시프트각(角)을 (위상변경 않고) 가한 다음, 상기 지령토크(상기 지령전류)로부터 3상지령전류를 계산하는 3상지령전류 변환수단과,

상기 지령속도가 플러스(+) 가속구간 내에 있는지의 여부를 판단하는 가속구간 판단수단과,

판단된 상기 플러스(+) 가속구간인 상기 지령토크로부터 제1최대 지령토크(제1최대지령전류)의 값을 계산하는 제1지령토크 연산수단(제1지령전류 연산수단)과,

메모리에 상기 제1최대지령토크를 기억시키는 제1메모리 기억수단과,

상기 제2주기구간을 선택할 경우, 상기 검출전기각에 90도의 시프트각(角)을 가한 다음(90도의 위상변경), 상기 지령토크(지령전류)로부터 3상지령전류를 계산하는 상기 3상지령전류 변환수단과,

상기 지령속도가 플러스(+) 가속구간 내에 있는지의 여부를 판단하는 가속구간 판단수단과,

상기 판단된 플러스(+) 가속구간 내에 있는 상기 지령토크로부터 제2최대 지령토크의 값을 계산하는 제2지령토크 연산수단(제2지령전류 연산수단)과,

메모리에 상기 제2최대지령토크를 기억시키는 제2메모리 기억수단과,

상기 지령속도가 제2주기를 종료한 다음, 상기 메모리로부터 상기 최대지령토크(제1 및 제2 최대지령토크)를 호출하여 그의 정보를 사용하여 추정초기자극위치를 계산하는 추정초기자극 연산수단 및

상기 디폴트 초기자극위치에 상기 추정초기 자극위치를 가하므로 써, 보정초기 자극위치를 계산하는 보정 초기자극 연산수단들을

구비하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

청구항 4.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 지령속도패턴 발생장치는 가속/감속구간 시간과 정(定)속도구간 시간을 임의로 설정하고, 상기 가속/감속구간의 속도파형을 임의로 설정하며, 지령속도의 진폭치를 임의로 설정하므로 써, 상기 지령속도를 대형파, 삼각파, 구형파, 영속도파, 정현파의 2주기파형으로서 발생시키는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

청구항 5.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 속도이득 제어부는 속도비례 제어부 및 속도적분 제어부와 연합하여 속도비례 제어부, 속도비례적분 제어부 또는 속도적분 제어부로서 기능을 수행하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

청구항 6.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 전류제어수단은 dq 전류 제어수단(벡터전류 제어수단) 또는 3상전류 제어수단인 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

청구항 7.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 전류제어수단으로서 사용된 상기 dq전류 제어수단에 있어서, 상기 제1주기구간에서 q축 지령전류에는 상기 지령전류가 입력되고, d축 지령전류에는 일정한 값이 입력되며, 상기 제2주기구간에 있어서는 d축 지령전류에 상기지령전류가 입력되고, q축 지령전류에는 일정한 값이 입력되는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

청구항 8.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 일정치는 임의수인 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

청구항 9.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 전류제어수단으로서 사용된 상기 3상전류 제어수단에 있어서, 상기 제1주기구간에서는 아래 식(式)과 같이 상기 검출전기각에 0도의 시프트각을 가한(위상변경 없이) 다음, 상기 지령토크(지령전류)를 3상지령전류로 변환하며,

제2주기구간에서는, 아래 식과 같이, 상기 검출전기각에 90도의 시프트각(角)을 가한(90도의 위상변경) 다음, 상기 지령토크(지령전류)를 3상지령전류로 변환하는 것을

특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

$$I_{a*} = I^* \times \cos(\Theta_{fb} - \Theta_{shift})$$

$$I_{b*} = I^* \times \cos(\Theta_{fb} - \Theta_{shift} - 120\text{도})$$

$$I_{c*} = I^* \times \cos(\Theta_{fb} - \Theta_{shift} - 240\text{도});$$

이 때, I^* 는 지령토크(지령전류)이며, Θ_{fb} 는 검출전기각(상대위치)이고,

Θ_{shift} 는 시프트각 (제1주기구간에서 0도, 제2주기구간에서 90도)이다;

I_{a*} 는 A상 지령전류;

I_{b*} 는 B상 지령전류;

I_{c*} 는 C상 지령전류;

청구항 10.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 전류제어수단에 있어서, 상기 제1주기구간에서는 상기 검출전기각에 0도의 시프트각도를 가한(위상변경 없이) 다음, 상기 지령토크(상기 지령전류)를 상기 지령전류로서 사용하고,

제2주기구간에서는 상기 검출전기각에 90도의 시프트각도를 가한(90도의 위상변경) 다음, 상기 지령토크(상기 지령전류)를 상기 지령전류로서 사용하는 것을

특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

청구항 11.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 데이터 획득용 속도구간은 플러스(+) 가속구간,マイ너ス(-) 가속구간, 플러스(+) 감속구간,マイ너ス(-) 감속구간, 플러스(+) 정속(定速)구간,マイ너ス(-) 정속구간 들의 조합으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

청구항 12.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 데이터 획득용 속도구간 판단수단은
상기 자극추정용 데이터를 가속구간에서 획득할 경우에는, 가속구간 판단수단이 되고,
정속구간에서 획득할 경우에는, 정속구간 판단수단이 되며,
가속 및 정속 구간에서 획득할 경우에는, 가속/정속구간 판단수단이 되고,
감속 및 정속 구간에서 획득할 경우에는, 감속/정속구간 판단수단이 되며,
가속 및 감속 구간에서 획득할 경우에는, 가속/감속구간 판단수단이 되고,
가속/감속/정속 구간에서 획득할 경우에는, 가속/감속/정속 구간 판단수단이 되는 것을
특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

청구항 13.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 데이터 획득용 속도구간 판단수단이 정속구간 판단수단인 경우, 영(零)으로부터 임의의 시간까지 설정할 수 있다는 사실을 근거로 하여 설정된 임의시간 이후부터 정속구간의 종료시간 (그러나 임의시간은 정속구간 종료시간을 초과할 수 없음) 까지 상기 자극추정 데이터를 계산하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

청구항 14.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 제1주기구간에서 계산된 제1지령전류 데이터를 저장하기 위한 제1메모리 기억수단과,
상기 제2주기구간에서 계산된 제2지령전류를 저장하기 위한 제2메모리 기억수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

청구항 15.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 메모리로부터 상기 지령토크 데이터(제1 및 제2 지령토크 데이터)를 호출하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

청구항 16.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 추정초기 자극위치를 \tan^{-1} (상기 제1지령전류 데이터 / 상기 제2지령전류 데이터)로서 계산하거나, 또는 \cos^{-1} 과 \sin^{-1} 의 조합으로서 계산하며,

또는 상기 제1 및 제2 지령전류 데이터들이 순시(瞬時)지령전류일 경우, 상기 추정초기자극위치를 $\Sigma\{\tan^{-1}(\text{제1순시 지령전류 데이터} / \text{제2순시 지령전류 데이터})\} / k$ 로 계산하거나, 또는 상기 제1지령전류 데이터와 제2지령전류 사이의 관계로부터 계산하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

청구항 17.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 및 제2 지령전류 연산수단에 의하여 계산된 제1 및 제2 지령전류 데이터는 최대지령전류와 평균지령전류 및 순시지령전류이며,

이때, 상기 최대지령전류는 상기 데이터 획득용 속도구간인 지령전류로부터 계산된 최대치이며, 상기 평균지령전류는 상기 데이터 획득용 속도구간인 지령전류의 평균이고, 상기 순시지령전류는 상기 데이터 획득용 속도구간에서 순시 적으로 계산된 지령전류인 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

청구항 18.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 지령속도가 플러스(+)와 마이너스(-) 사이를 전환할 때, 지령속도가 영(0)이 되는 휴지(休止)구간이 설정되며, 상기 휴지구간의 시간을 임의로 설정할 수 있는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

청구항 19.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 지령속도가 영(0)이 되는 휴지구간을 제1주기의 제1주기구간과 제2주기의 제2주기구간 사이에 설정하고, 상기 휴지구간 중에 구간전환(區間轉換)을 하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

청구항 20.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 지령속도에서, 강제적인 위상전환을 할 때는 휴지구간을 설정하고, 그 휴지구간에서 위상전환을 수행하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

청구항 21.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 지령속도에서, 상기 제1주기구간이 상기 제2주기구간으로 전환할 때, 또는 강제적인 위상변경을 수행할 때, 상기 속도이득 제어부의 속도적분 이득처리(적분항의 소거, 보류, 기타 등등)를 수행하는 속도적분이득 처리수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

청구항 22.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 AC동기모터의 토크축 또는 자속축(磁束軸)의 방향(영역)을 판단하기 위하여 장치한 축방향 판단용 지령속도는 지령속도의 제1주기파형을 사용하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

청구항 23.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 사용자가 상기 AC동기모터의 초기자극 추정장치 내의 파라미터 설정용 메모리에 속도편차제한 레벨, 토크제한 레벨, 속도제한 레벨 및 데이터 편차제어 레벨 중 1개 이상을 설정하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

청구항 24.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 축방향 판단용 지령속도로부터 검출속도를 차감하여 산출된 속도편차를 상기 속도편차 제한레벨과 비교하므로 써, 모터의 초과속도편차를 판단하는 초과속도편차 판단수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

청구항 25.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 속도제어부로부터 제공된 지령토크를 상기 토크 제한레벨과 비교하므로 써, 모터의 초과지령토크를 판단하는 초과토크 판단수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

청구항 26.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 검출속도를 상기 속도제한 레벨과 비교하므로 써, 모터의 초과속도를 판단하는 초과속도 판단수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

청구항 27.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 전기각의 360도를 어떤 정해진 플러스(+)정수(n)로 분할하여, 상기 360도 내에서 어떤 정해진 방향에 상기 토크축이 존재한다고 가정하고, 상기 AC동기모터를 축방향 판단용 지령속도에 의하여 제어하며, 초과속도편차 판단수단에서 초과속도편차를 판단하고, 상기 판단결과로부터 토크축의 방향을 추정하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

청구항 28.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 초과속도 편차판단수단을 더 포함하고, 상기 초과속도 편차판단수단의 초과속도편차 판단의 결과에 따라 AC동기모터의 토크축이 다른 방향으로 지향되어 있다고 가정하고, 상기 AC동기모터를 상기 축방향 판단용 지령속도에 의하여 제어하여 상기 초과속도편차 판단수단에서 상기 초과속도편차를 판단하는 동작을 미리 정해진 루틴에 의하여 반복하므로 써, 상기 AC동기모터의 토크축의 방향을 추정하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

청구항 29.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 AC동기모터의 토크축의 방향을 추정한 다음, 제1, 2 또는 3항에 따른 연산처리에서 상기 AC동기모터의 초기자극위치를 추정하는 축방향 판단수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

청구항 30.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1지령토크 데이터와 제2지령토크 데이터 사이의 차이(데이터 차이)를 상기 데이터 편차 제어레벨과 비교하여 초과 데이터 편차를 판단하는 초과 데이터 편차 판단수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

청구항 31.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 초과 데이터 편차 판단수단을 더 포함하고, 이 초과 데이터 편차 판단수단에서 초과 데이터 편차를 판단하고, 그 판단결과가 "데이터 편차 \geq 데이터 편차 제어레벨"을 나타낼 경우, 미리 정해진 위상으로 변경한 다음, 제1, 2 또는 3항에 따른 연산처리에 의하여 상기 AC동기모터의 초기자극위치를 재차 추정하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

청구항 32.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 AC동기모터는 회전 또는 선형 모터인 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

명세서

기술분야

본 발명은 선형 및 회전 모터를 포함하는 영구자석형 AC동기모터에 있어서 자극센서(pole sensor)를 사용하지 않고 AC동기모터의 초기자극추정의 수행에 관한 것이다.

배경기술

AC동기모터를 기동시킬 때는 자극검출기로부터 검출된 초기자극위치의 정보를 필요로 하는 것으로서, 이때 AC동기모터는 정확하게 검출된 초기자극위치의 정보를 기초로 하는 명령에 따라 동작하도록 되어있다. 만약, 검출된 초기자극위치의 정보가 AC동기모터의 자극위치로부터 ± 90 도 만큼 시프트(shift)하면 토크가 발생하지 않으므로 AC동기모터가 동작하지 않으며, 만약, ± 90 도를 초과하여 어긋나면, 지령에 대하여 반대방향으로 역회전을 하게 되는 문제가 발생한다. 그와 같은 이유 때문에, AC동기모터에 있어서는 정확하게 검출된 초기자극위치의 정보가 중요하므로, 검출된 초기자극위치의 정확한 정보를 얻기 위하여 지금까지 여러 가지의 초기자극추정 방법이 고안되었다. 초기자극위치의 오프셋각(角)과 발생된 토크(이하 선형모터의 추력(推力)도 torque로 나타낸다) 사이의 관계를 아래 식(1)으로 나타내고, 제16도에 도시하였다.

이때, T 는 발생된 토크이며, T_m 은 토크의 최대치이고, θ 에러는 초기자극 치의 오프셋 각을 나타낸다.

일본특허공고 제153576/1994호에 기술된 선행기술은 임의의 초기자극위치각도에 해당하는 전압을 가하여 이때 모터의 회전방향과 회전속도의 정보로부터 초기자극위치를 추정하는 것이다.

그러나, 상기 선행기술은 초기자극위치의 넓은 추정오차범위로부터 좁은 추정오차범위로 접근하면서, AC동기모터의 초기자극위치의 진가를 추정하는 시행착오적 반복방법을 사용하는 것으로서, 다음과 같은 문제들이 제기된다.

- ① 정확한 초기자극위치를 추정할 수 없다 (자극위치의 추정정확도 범위는 ± 30 도이내)
 - ② 초기자극위치를 추정하는 동안 모터의 동작범위가 점점 커질 가능성이 있다.

③ 추정시간이 길어질 가능성이 있다.

④ 큰 정지마찰 및 코깅(cogging)과 같은 외란(外亂)이 존재하는 부하에 적용하기 어렵다.

발명의 상세한 설명

따라서, 본 발명의 목적은 다음과 같이 AC동기모터의 성능 및 특성을 최대한 이용하여 상기 문제들을 해결하는 것이다.

① 단시간 내 자극위치의 추정 가능,

② 모터동작범위의 자유로운 설정 가능,

③ 모터동작범위의 최소화 가능,

④ 외란 또는 코깅이 큰 토크가 존재하는 부하에 적용 가능,

⑤ 초기자극위치의 진가를 정확하게 추정 가능.

이러한 목적을 실현하기 위해 본 발명에 따른 AC동기모터 용 초기자극추정장치의 요지는 아래 (1) - (32)항에 기술되어 있다.

(1) 지령속도로부터 지령토크(지령전류)를 계산하는 속도제어수단과, 지령토크(지령전류)에 따라 AC동기모터를 구동하는 전류제어수단 및 PWM전력변환장치들로 구성된 AC동기모터제어기 내에 장치된 AC동기모터의 초기자극 추정장치에 있어서, 지령속도 패턴 발생장치에 의하여 발생되는 상기 지령속도로부터 상기 검출속도를 차감하는 속도편차를 계산하는 속도편차 연산수단과, 상기 속도편차를 속도이득으로 곱하여 지령토크(지령전류)를 계산하는 속도이득 제어부와, 상기 지령속도로부터 모드구간(제1주기구간 및 제2주기구간)을 판단 처리하는 모드구간 판단수단과, 상기 모드구간 판단수단의 판단결과에 따라 상기 제1주기구간과 제2주기구간 중 어느 한쪽의 모드구간에 스위칭 하는 모드 스위치와, 상기 제1주기구간을 선택할 경우, 상기 지령속도가 데이터 획득용 속도구간 내에 있는지의 여부를 판단하는 데이터 획득용 속도구간 판단수단과, 판단된 데이터 획득용 속도구간에서 상기 지령토크(지령전류)로부터 제1지령토크 데이터(제1지령전류 데이터)를 계산하는 제1지령토크 연산수단(제1지령전류 연산수단)과, 상기 제2주기구간을 선택할 경우, 상기 지령속도가 데이터 획득용 속도구간 내에 있는지의 여부를 판단하는 데이터 획득용 속도구간 판단수단과, 판단된 상기 데이터 획득용 속도구간에서 상기 지령토크(상기 지령전류)로부터 제2지령토크 데이터(제2지령전류 데이터)를 계산하는 제2지령토크 연산수단(제2지령전류 연산수단), 및 상기 제1지령토크 데이터(제1지령전류 데이터) 및 제2지령토크 데이터(제2지령전류 데이터)의 정보를 사용하여 추정초기자극위치를 계산하는 추정초기자극연산수단들을 구비하는 것을 특징으로 하는 초기자극 추정장치.

(2) 직류전압을 임의의 교류전압으로 변환하여 AC동기모터를 구동시키기는 PWM전력변환수단과, 상기 AC동기모터의 3상전류를 검출하는 3상전류검출수단과, 상기 AC동기모터의 상대전기각(相對電氣角)을 검출하는 전기각 검출수단과, 상기 검출된 전기각을 사용하여 3상검출전류로부터 2상검출전류로 3상/2상좌표변환을 수행하는 3상/2상 좌표변환 연산수단과, 상기 검출 전기각으로부터 검출속도를 계산하는 검출속도연산수단과, q축 지령전류 및 d축 지령전류로 구성된 2상 지령전류로부터 상기 2상검출전류를 차감하여 전류오차를 계산하는 2상 전류오차 연산수단과, 상기 전류오차를 2상전류 비례적분이득으로 곱하여 2상 지령전압을 계산하는 2상전류 비례적분 제어부와, 상기 검출전기각을 이용하여 상기 2상지령전압으로부터 3상지령전압으로 2상/3상 좌표변환을 수행하는 2상/3상 좌표변환 연산수단 및 상기 3상지령전압과 반송파를 비교하여 PWM 게이트 펄스를 계산하여, PWM 전력변환장치로 출력하는 PWM 게이트 펄스 연산수단들을 구비하는 AC동기모터에 장치되는 초기자극 추정장치에 있어서, 디폴트 초기자극위치를 영(零)에 설정하는 디폴트 초기자극 설정수단과, 지령속도를 2주기파형으로서 발생시키는 지령속도 패턴 발생수단과, 지령속도로부터 상기 검출속도를 차감하여 속도편차를 계산하는 속도편차 연산수단과, 상기 속도편차를 속도이득으로 곱하여 지령토크(지령전류)를 계산하는 속도이득 제어부와, 상기 지령속도로부터 모드구간(제1주기구간 및 제2주기구간)을 판단 처리하는 모드구간 판단수단과, 상기 모드구간 판단수단의 판단결과에 따라 상기 제1주기구간과 제2주기구간 중 어느 한쪽의 모드구간에 스위칭 하는 모드 스위치와, 상기 제1주기구간을 선택하는 경우, 상기 q축 지령전류에 지령토크(지령전류)를 입력하고, 상기 d축 지령전류에는 영을 입력한 다음, 상기 지령속도가 플러스(+) 가속구간 내에 있는지의 여부를 판단하는 가속구간 판단수단과, 상기 판단된 플러스(+) 가속구간인 상기 지령토크로부터 제1최대 지령토크 데이터(제1최대 지령전류 데이터)를 계산하는 제1지

령토크 연산수단(제1지령전류 연산수단)과, 상기 제1최대 지령토크를 기억장치에 기억시키는 제1메모리 기억수단과, 상기 제2주기구간을 선택할 경우, 상기 q축 지령전류에 0을 입력하고, 상기 d축 지령전류에는 상기 지령토크(지령전류)를 입력한 다음, 상기 지령속도가 플러스(+) 가속구간 내에 있는지의 여부를 판단하는 가속구간 판단수단과, 상기 판단된 플러스(+) 가속구간인 상기 지령토크로부터 제2최대 지령토크(제2최대 지령전류 데이터)를 계산하는 제2지령토크 연산수단(제2지령전류 연산수단)과, 상기 제2최대지령토크를 기억시키는 제2메모리 기억수단과, 상기 지령속도가 제2주기를 종료한 다음, 상기 메모리로부터 상기 최대지령토크(제1 및 제2 최대지령토크)를 호출하여 그의 정보를 사용하여 추정초기 자극위치를 계산하는 추정초기자극 연산수단 및 상기 디폴트 초기자극위치에 상기 추정 초기자극위치를 가하여 보정 초기자극위치를 계산하는 보정 초기자극위치 연산수단 들을 구비하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

(3) 직류전압을 임의의 교류전압으로 변환하여 AC동기모터를 구동시키기는 PWM전력변환수단과, 상기 AC동기모터의 3상전류를 검출하는 3상전류 검출수단과, 상기 AC동기모터의 상대전기각을 검출하는 전기각 검출수단과, 상기 검출전기각으로부터 검출속도를 계산하는 검출속도 연산수단과, 상기 검출전기각을 사용하여 지령토크(지령전류)로부터 A상 지령전류와 B상 지령전류 및 C상 지령전류로 구성되는 3상 지령전류를 계산하는 3상 지령전류 연산수단과, 3상 지령전류로부터 상기 검출3상전류를 차감 하므로 써, 전류오차를 계산하는 3상전류오차 연산수단과, 상기 전류오차를 3상전류 비례적분 이득으로 곱함으로써, 3상지령전압을 계산하는 3상전류 비례적분 제어부와, 상기 3상지령전압과 반송파를 비교하여 PWM 케이트 펄스를 계산하여, PWM 전력변환장치로 출력하는 PWM 케이트 펄스 연산수단들을 구비하는 AC동기모터 제어수단 내에 장치되는 AC동기모터의 초기자극추정장치에 있어서, 디폴트 초기자극위치를 영에 설정하는 디폴트 초기자극 설정수단과, 지령속도를 2주기파형으로서 발생시키는 지령속도패턴 발생수단과, 지령속도로부터 상기 검출속도를 차감하여 속도편차를 계산하는 속도편차 연산수단과, 상기 속도편차를 속도이득으로 곱하여 지령토크(지령전류)를 계산하는 속도이득 제어부와, 상기 지령속도로부터 모드구간(제1주기구간 및 제2주기구간)을 판단처리하는 모드구간 판단수단과, 상기 모드구간 판단수단의 판단결과에 따라 상기 제1주기구간과 제2주기구간 중 어느 한쪽의 모드구간에 스위칭하는 모드스위치와, 상기 제1주기구간을 선택할 경우, 상기 검출전기각에 영(0)도의 시프트각을 (위상변경 않고) 가한 다음, 상기 지령토크(상기 지령전류)로부터 3상지령전류를 계산하는 3상지령전류 변환수단과, 상기 지령속도가 플러스(+) 가속구간 내에 있는지의 여부를 판단하는 가속구간 판단수단과, 판단된 상기 플러스(+) 가속구간인 상기 지령토크로부터 제1최대 지령토크(제1최대지령전류)의 값을 계산하는 제1지령토크 연산수단(제1지령전류 연산수단)과, 메모리에 상기 제1최대지령토크를 기억시키는 제1메모리 기억수단과, 상기 제2주기구간을 선택할 경우, 상기 검출전기각에 90도의 시프트각(角)을 가한 다음(90도의 위상변경), 상기 지령토크(지령전류)로부터 3상지령전류를 계산하는 상기 3상지령전류 변환수단과, 상기 지령속도가 플러스(+) 가속구간 내에 있는지의 여부를 판단하는 가속구간 판단수단과, 판단된 상기 플러스(+) 가속구간 내에 있는 상기 지령토크로부터 제2최대 지령토크의 값을 계산하는 제2지령토크 연산수단(제2지령전류 연산수단)과, 메모리에 상기 제2최대지령토크를 기억시키는 제2메모리 기억수단과, 상기 지령속도가 제2주기를 종료한 다음, 상기 메모리로부터 상기 최대지령토크(제1 및 제2 최대지령토크)를 호출하여 그의 정보를 사용하여 추정초기자극위치를 계산하는 추정초기자극 연산수단 및 상기 디폴트 초기자극위치에 상기 추정초기 자극위치를 가하므로 써, 보정초기 자극위치를 계산하는 보정 초기자극 연산수단 들을 구비하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

(4) 상기 (1) 내지 (3)항 중 하나에 있어서, 상기 지령속도패턴 발생장치는 가속/감속구간 시간과 정(定)속도구간 시간을 임의로 설정하고, 상기 가속/감속구간의 속도파형을 임의로 설정하며, 지령속도의 진폭치를 임의로 설정하므로 써, 상기 지령속도를 대형파(臺形波), 삼각파, 구형파, 영속도파(零速度波), 정현파 등을 2주기파형으로서 발생시키는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

(5) 상기 (1) - (4)항 중 하나에 있어서, 상기 속도이득 제어부는 속도비례 제어부 및 속도적분 제어부와 연합하여 속도비례 제어부, 속도비례적분 제어부 또는 속도적분 제어부로서 기능을 수행하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

(6) 상기 (1) - (5)항 중 하나에 있어서, 상기 전류제어수단은 dq 전류 제어수단(벡터전류 제어수단) 또는 3상전류 제어수단인 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

(7) 상기 (1) - (6)항 중 하나에 있어서, 상기 전류제어수단으로서 사용된 상기 dq전류 제어수단에 있어서, 상기 제1주기구간에서 q축 지령전류에는 상기 지령전류가 입력되고, d축 지령전류에는 일정한 값이 입력되며, 상기 제2주기구간에 있어서는 d축 지령전류에 상기지령전류가 입력되고, q축 지령전류에는 일정한 값이 입력되는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

(8) 상기 (1) - (7)항 중 하나에 있어서, 상기 일정치는 임의수인 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

(9) 상기 (1) – (8)항 중 하나에 있어서, 상기 전류제어수단으로서 사용된 상기 3상전류 제어수단에 있어서, 상기 제1주기 구간에서는 아래 식(式)과 같이 상기 검출전기각에 0도의 시프트각을 가한(위상변경 없이) 다음, 상기 지령토크(지령전류)를 3상지령전류로 변환하며, 제2주기구간에서는, 아래 식과 같이, 상기 검출전기각에 90도의 시프트각을 가한(90도의 위상변경) 다음, 상기 지령토크(지령전류)를 3상지령전류로 변환하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

$$Ia^* = I^* \times \cos(\Theta_{fb} - \Theta_{shift})$$

$$Ib^* = I^* \times \cos(\Theta_{fb} - \Theta_{shift} - 120\text{도})$$

$$Ic^* = I^* \times \cos(\Theta_{fb} - \Theta_{shift} - 240\text{도});$$

이때, I^* 는 지령토크(지령전류)이며, Θ_{fb} 는 검출전기각(상대위치)이고, Θ_{shift} 는 시프트각 (제1주기구간에서 0도, 제2주기구간에서 90도) 다;

Ia^* 는 A상 지령전류;

Ib^* 는 B상 지령전류;

Ic^* 는 C상 지령전류;

(10) 상기 (1) – (9)항 중 하나에 있어서, 상기 전류제어수단에 있어서, 상기 제주기구간에서는 상기 검출전기각에 0도의 시프트각도를 가한(위상변경 없이) 다음, 상기 지령토크(상기 지령전류)를 상기 지령전류로서 사용하고, 제2주기구간에서는 상기 검출전기각에 90도의 시프트각도를 가한(90도의 위상변경) 다음, 상기 지령토크(상기 지령전류)를 상기 지령전류로서 사용하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

(11) 상기 (1) – (10)항 중 하나에 있어서, 상기 데이터 획득용 속도구간은 플러스(+) 가속구간, 마이너스(-) 가속구간, 플러스(+) 감속구간, 마이너스(-) 감속구간, 플러스(+) 정속구간(定速區間), 마이너스(-) 정속구간 들의 조합으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

(12) 상기 (1) – (11)항 중 하나에 있어서, 상기 데이터 획득용 속도구간 판단수단은 상기 자극추정용 데이터를 가속구간에서 획득할 경우에는, 가속구간 판단수단이 되고, 정속구간에서 획득할 경우에는, 정속구간 판단수단이 되며, 가속 및 정속 구간에서 획득할 경우에는, 가속/정속구간 판단수단이 되고, 감속 및 정속 구간에서 획득할 경우에는, 감속/정속구간 판단수단이 되며, 가속 및 감속 구간에서 획득할 경우에는, 가속/감속구간 판단수단이 되고, 가속/감속/정속 구간에서 획득할 경우에는, 가속/감속/정속 구간 판단수단이 되는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

(13) 상기 (1) – (12)항 중 하나에 있어서, 상기 데이터 획득용 속도구간 판단수단이 정속구간 판단수단인 경우, 영(零)으로부터 임의의 시간까지 설정할 수 있다는 사실을 근거로 하여 설정된 임의시간 이후부터 정속구간의 종료시간 (그러나 임의시간은 정속구간 종료시간을 초과할 수 없음) 까지 상기 자극추정 데이터를 계산하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

(14) 상기 (1) – (13)항 중 하나에 있어서, 상기 제1주기구간에서 계산된 제1지령전류 데이터를 저장하기 위한 제1메모리 기억수단과, 상기 제2주기구간에서 계산된 제2지령전류를 저장하기 위한 제2메모리 기억수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

(15) 상기 (1) – (14)항 중 하나에 있어서, 상기 메모리로부터 상기 지령토크 데이터(제1 및 제2 지령토크 데이터)를 호출하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

(16) 상기 (1) – (15)항 중 하나에 있어서, 상기 추정초기 자극위치를 \tan^{-1} (상기 제1지령전류 데이터 / 상기 제2지령전류 데이터)로서 계산하거나, 또는 \cos^{-1} 과 \sin^{-1} 의 조합으로서 계산하며, 또는 상기 제1 및 제2 지령전류 데이터들이 순시(瞬

時)지령전류일 경우, 상기 추정초기자극위치를 $\Sigma\{\tan^{-1}(\text{제1순시 지령전류 데이터} / \text{제2순시 지령전류 데이터})\} / k$ 로 계산하거나, 또는 상기 제1지령전류 데이터와 제2지령전류 사이의 관계로부터 계산하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

(17) 상기 (1) – (16)항 중 하나에 있어서, 상기 제1 및 제2 지령전류 연산수단에 의하여 계산된 제1 및 제2 지령전류 데이터는 최대지령전류와 평균지령전류 및 순시지령전류이며, 이때, 상기 최대지령전류는 상기 데이터 획득용 속도구간인 지령전류로부터 계산된 최대치이며, 상기 평균지령전류는 상기 데이터 획득용 속도구간인 지령전류의 평균이고, 상기 순시지령전류는 상기 데이터 획득용 속도구간에서 순시 적으로 계산된 지령전류인 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

(18) 상기 (1) – (17)항 중 하나에 있어서, 상기 지령속도가 플러스(+)와 마이너스(-) 사이를 전환할 때, 지령속도가 영(0)이 되는 휴지구간이 설정되며, 상기 휴지구간의 시간을 임의로 설정할 수 있는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

(19) 상기 (1) – (18)항 중 하나에 있어서, 지령속도가 영(0)이 되는 휴지구간을 제1주기의 제1주기구간과 제2주기의 제2주기구간 사이에 설정하고, 상기 휴지구간 중에 구간 전환(區間轉換)을 하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

(20) 상기 (1) – (19)항 중 하나에 있어서, 상기 지령속도에서, 강제적인 위상전환을 할 때는 휴지구간을 설정하고, 그 휴지구간에서 위상전환을 수행하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

(21) 상기 (1) – (20)항 중 하나에 있어서, 상기 지령속도에서, 상기 제1주기구간이 상기 제2주기구간으로 전환할 때, 또는 강제적인 위상변경을 수행할 때, 상기 속도이득 제어부의 속도적분 이득처리(적분항의 소거, 보류, 기타 등등)를 수행하는 속도적분이득 처리수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

(22) 상기 (1) – (21)항 중 하나에 있어서, 상기 AC동기모터의 토크축 또는 자속축의 방향(영역)을 판단하기 위하여 장치 한 축방향 판단용 지령속도는 상기 (4)항에 기술한 지령속도의 제1주기파형을 사용하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

(23) 상기 (1) – (22)항 중 하나에 있어서, 사용자가 상기 AC동기모터의 초기자극 추정장치 내의 파라미터 설정용 메모리에 속도편차제한 레벨, 토크제한 레벨, 속도제한 레벨 및 데이터 편차제어 레벨 중 1개 이상을 설정하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

(24) 상기 (1) – (23)항 중 하나에 있어서, 초과속도편차 판단수단이 상기 축방향 판단용 지령속도로부터 검출속도를 차감하여 산출된 속도편차를 상기 속도편차 제한레벨과 비교하므로 써, 모터의 초과속도편차를 판단하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

(25) 상기 (1) – (24)항 중 하나에 있어서, 상기 초과속도편차 판단수단은 상기 속도제어부로부터 제공된 지령토크를 상기 토크 제한레벨과 비교하므로 써, 모터의 초과지령토크를 판단하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

(26) 상기 (1) – (25)항 중 하나에 있어서, 상기 초과속도편차 판단수단은 상기 검출속도를 상기 속도제한 레벨과 비교하므로 써, 모터의 초과속도를 판단하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

(27) 상기 (1) – (26)항 중 하나에 있어서, 전기각의 360도를 어떤 정해진 플러스(+)정수(n)로 분할하여, 상기 360도 내에서 어떤 정해진 방향에 상기 토크축이 존재한다고 가정하고, 상기 AC동기모터를 축방향 판단용 지령속도에 의하여 제어하며, 상기 초과속도편차 판단수단에서 초과속도편차를 판단하고, 상기 판단결과로부터 토크축의 방향을 추정하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

(28) 상기 (1) – (27)항 중 하나에 있어서, 상기 초과속도 편차판단의 결과에 따라 AC동기모터의 토크축이 다른 방향으로 지향되어 있다고 가정하고, 상기 AC동기모터를 상기 축방향 판단용 지령속도에 의하여 제어하여 상기 초과속도편차 판단수단에서 상기 초과속도편차를 판단하는 동작을 미리 정해진 루틴에 의하여 반복하므로 써, 상기 AC동기모터의 토크축의 방향을 추정하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

(29) 상기 (22) – (27)항 중 하나에 따라, 상기 축방향 판단수단에서 상기 AC동기모터의 토크축의 방향을 추정한 다음, 상기 (1), (2) 또는 (3)항에 따라 연산처리에서 상기 AC동기모터의 초기자극위치를 추정하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

(30) 상기 (1) – (29)항 중 하나에 있어서, 초과 데이터 편차 판단수단이 상기 제1지령토크 데이터와 제2지령토크 데이터 사이의 차이(데이터 차이)를 상기 데이터 편차 제어레벨과 비교하여 초과 데이터 편차를 판단하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

(31) 상기 (1) – (30)항 중 하나에 있어서, 상기 초과 데이터 편차 판단수단에서 초과 데이터 편차를 판단하고, 그 판단결과가 "데이터 편차 \geq 데이터 편차 제어레벨"을 나타낼 경우, 미리 정해진 위상으로 변경한 다음, 상기 (1), (2) 또는 (3)항에 따른 연산처리에 의하여 상기 AC동기모터의 초기자극위치를 재차 추정하는 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

(32) 상기 (1) – (31)항 중 하나에 있어서, 상기 AC동기모터는 회전 또는 선형 모터인 것을 특징으로 하는 AC동기모터의 초기자극 추정장치.

도면의 간단한 설명

제1도는 본 발명에 따른 초기자극 추정장치를 포함하는 속도제어장치의 개략 블록도이다.

제2도는 본 발명의 실시형태에 따른 AC동기모터의 초기자극추정방법을 포함하는 dq 전류제어(벡터제어)를 기초로 하는 속도제어 블록도이다.

제3도는 본 발명의 실시형태에 따른 AC동기모터의 초기자극 추정방법에 관한 상세 블록도이다.

제4도는 본 발명의 실시형태에 따른 AC동기모터의 초기자극 추정방법에 관한 상세 블록도이다.

제5도는 본 발명의 실시형태에 따른 2주기분의 지령속도를 갖는 지령속도 패턴 대형파(臺形波)에 관한 설명도이다.

제6도는 본 발명의 실시형태에 따른 2주기분의 지령속도를 갖는 지령속도 패턴(3각파)에 관한 설명도이다.

제7도는 본 발명의 실시형태에 따른 2주기분의 지령속도를 갖는 지령속도 패턴(구형파)에 관한 설명도이다.

제8도는 본 발명의 실시형태에 따른 2주기분의 지령속도를 갖는 지령속도 패턴(0속도파)에 관한 설명도이다.

제9도는 제3도에 도시된 초기자극 추정방법의 상세 블록도의 dq모드 스위치에 관한 설명도이다.

제10도는 본 발명의 실시형태에 따른 AC동기모터의 초기자극 추정방법에 관한 흐름도이다.

제11도는 본 발명의 실시형태에 따른 AC동기모터의 초기자극 추정방법에 관한 흐름도이다.

제12도는 본 발명의 실시형태에 따른 토크축 또는 자속의 영역을 판단하기 위한 흐름도이다.

제13도는 제12도 흐름도의 S108단계에서 토크축 방향을 판단하기 위한 서브루틴에 관한 흐름도이다.

제14도는 제13도의 흐름도에서 위치(A)로부터 계속되는 흐름도이다.

제15도는 본 발명의 실시형태에 따라 360도를 8등분으로 분할하여 각 방향을 나타내는 도면이다.

제16도는 초기자극위치의 편향각과 발생된 토크 사이의 관계를 보여주는 설명도이다.

(실시예)

본 발명의 실시예를 첨부도면을 참조하여 설명하면 다음과 같다.

제1도는 본 발명에 따른 초기자극 추정장치를 포함한 속도제어수단에 관한 개략 블록도이다.

제1도에서, AC동기모터(11)는 지령토크에 따라 전류제어수단(6)과 PWM 전력변환장치(7)에 의하여 구동된다. 상기 AC동기모터(11)는 자극센서가 없는 AC회전모터 또는 AC선형모터이다.

3상 교류전류 검출수단(12)이 AC모터의 전류(I_{fb})를 검출하며, 전기각 검출수단(부호기)(13)이 AC모터의 상대 전기각(상대위치)(θ_{fb})을 검출한다.

검출속도 연산수단(14)은 상기 전기각 검출수단(13)에 의하여 검출된 검출 전기각(θ_{fb})으로부터 검출속도(θ_{fb})를 계산한다.

본 발명에 따른 상기 초기자극 추정 장치 및 방법(1)은 지령속도를 발생하여, 속도제어수단(8)에서 상기 지령속도 및 검출 속도에 관한 정보로부터 지령토크를 계산한 다음, 상기 지령토크의 정보를 기초로 하여 본 발명의 초기자극 추정 장치 및 방법(1)에 따른 처리를 수행하므로 써, AC동기모터의 추정초기자극위치를 구한다.

제2도는 본 발명의 실시형태에 따른 AC동기모터의 초기자극 추정방법을 포함하는 dq 전류제어(벡터제어=vector control)를 기초로 하는 속도제어를 보여주는 블록도이다.

제3 내지 4도는 본 발명의 실시형태에 따른 AC동기모터의 초기자극 추정방법을 도시한 상세 블록도이다.

제5 내지 8도는 본 발명의 실시형태에 따라 2주기분 파형을 갖는 지령속도패턴을 설명하는 블록도로서, 이때 제5도는 대형파(사다리꼴)의 지령속도 패턴을 보여주며, 제6도는 3각파의 지령속도 패턴을 보여주고, 제7도는 구형파의 지령속도 패턴을 보여주고, 제8도는 영속도파(零速度波)의 지령속도 패턴을 보여준다. 단, 가속/감속구간 패턴은 가속/감속구간에서 임의로 선택되지만, 설명 목적상 여기서는 1차 중감함수가 사용된다.

제9도는 제3 내지 4도의 초기자극 추정방법의 상세블록도에 도시된 모드 스위치를 설명하는 도면이다.

제10 - 11도는 본 발명의 실시형태에 따른 AC동기모터의 초기자극 추정방법의 흐름도이다.

제5 내지 8도에 도시된 2주기분 지령속도 패턴의 구간들은 다음과 같은 방법으로 정의한다.

① t10 - t20은 제1주기구간이며, t20 - t30은 제2주기구간이다. 상기 구간들은 아래 표1과 같다.

[표 1]

제1주기구간	제2주기구간
t10 - t20	t20 - t30

② t10 - t11은 영속도 스타트 구간이고, t14 - t15는 휴지구간이며, t18 - t22는 모드 스위칭 구간이고, t24 - t25는 휴지 구간이며, t28 - t30은 영속도 종료구간이다. 상기 구간들은 영속도 구간(영속도 스타트 구간, 휴지구간, 모드 스위칭 구간 및 영속도 종료구간으로 구성됨)이며, 또한 이 구간들은 휴지구간이라고도 부른다. 상기 구간들은 아래 표2와 같다.

[표 2]

표2			
영속도 스타트 구간	휴지구간	모드 스위칭 구간	영속도 종료구간

t10 - t11	t14 - t15 t24 - t25	t18 - t21	t28 - t30
-----------	------------------------	-----------	-----------

③ t11 - t12, t13 - t14, t15 - t16, t17 - t18, t21 - t22, t23 - t24, t25 - t26, t27 - t28 들은 가속/감속 구간들이다. 이 구간들은 아래 표3과 같다.

[표 3]

표3	가속구간	감속구간
플러스(+) 방향	t11 - t12, t21 - t22	t13 - t14, t23 - t24
マイ너스(-) 방향	t15 - t16, t25 - t26	t17 - t18, t27 - t28

④ t12 - t13, t16 - t17, t22 - t23, t26 - t27 들은 정속구간이다. 이 구간들은 다음 표4와 같다.

[표 4]

표4	정속구간
플러스(+) 방향	t12 - t13, t22 - t23,
マイ너스(-) 방향	t16 - t17, t26 - t27,

위에서 정의된 각각의 구간에 있어서, 용도에 맞추어 상기 구간들에 대한 시간설정을 하므로 써, 대형파형(설정시간 I) 내지 응용파형(설정시간 II~설정시간 IV 등등)들의 적용이 고려된다. 이 파형들은 다음 표5와 같다.

[표 5]

표5	대형파	3각파	구형파	영속도파
지령속도 패턴	제5도	제6도	제7도	제8도
	설정시간 I	설정시간 II	설정시간 III	설정시간 IV
지령속도의 진폭치	50	50	50	0
영속도 스타트구간 시간	5 ms	5 ms	5 ms	5 ms
영속도 종료구간 시간	5 ms	5 ms	5 ms	5 ms
가속구간 시간	50 ms	50 ms	50 ms	50 ms
감속구간 시간	50 ms	50 ms	50 ms	50 ms
휴지구간 시간	50 ms	50 ms	50 ms	50 ms
모드 전환구간 시간	50 ms	50 ms	50 ms	50 ms

여기서, 5 ms, 50 ms, 500 ms 시간들은 임의로 설정된 값이며, 지령속도 진폭치 50은 임의로 설정된 값으로서, 그 단위는 r/min(회전모터) 또는 mm/sec(선형모터)이다.

#21) 자극추정용 데이터를 획득하기 위하여 설정된 데이터 획득용 속도구간은 위에서 정의된 지령속도 패턴을 기초로 하는 제6도에 도시한 여러 가지 구간으로부터 선택될 수 있다 (아래 표6 참조).

[표 6]

표6 (1/2)

데이터 획득용 속도구간		대형파	3각파	구형파	영속도파
플러스(+) 가속구간	t11~t12, t21~t22	0	0	x	0
マイ너스(-) 가속구간	t15~t16, t25~t26	0	0	x	0
플러스(+) 정속구간	t12~t13, t22~t23	0	x	0	0
マイ너스(-) 정속구간	t16~t17, t26~t27	0	x	0	0
플러스(+) 가속 및 정속구간	t11~t13, t21~t23	0	x	x	0
マイ너스(-) 가속 및 정속구간	t15~t17, t25~t27	0	x	x	0
플러스(+) 감속 및 정속구간	t12~t14, t22~t24	0	x	x	0
マイ너스(-) 감속 및 정속구간	t16~t18, t26~t28,	0	x	x	0
플러스(+) 가속 및 감속구간	t11~t12 및 t13~t14, t21~t22 및 t23~t24	0	0	x	0

표6 (2/2)

데이터 획득용 속도구간		대형파	3각파	구형파	영속도파
マイ너스(-) 가속/감속 구간	t15~t16 및 t17~t18, t25~t26 및 t27~t28,	0	0	x	0
플러스(+) 가속/감속 및 정속구간	t11~t14 및 t21~t24,	0	x	x	0
マイ너스(-) 가속/감속 및 정속구간	t15~t18 및 t25~t28,	0	x	x	0

이 때, O은 데이터 획득용 속도구간의 설정가능, x는 설정불가능을 나타낸다.

데이터 획득용 속도구간에서 획득되는 자극추정용 획득 데이터의 종류는 아래 3개항에 의하여 설정된다.

- ① 제1 및 제2 최대 지령토크(제1 및 제2 최대 지령전류)
- ② 제1 및 제2 평균 지령토크(제1 및 제2 평균 지령전류)
- ③ 제1 및 제2 순시 지령토크(제1 및 제2 순시 지령전류).

상기 제1지령전류 및 제2지령전류는 자극추정용 데이터 종류의 설정에 있어서 최대지령토크, 평균지령토크 및 순시지령토크로부터 선택할 수 있으며, 각각의 데이터를 획득하기 위한 계산은 다음 식(1)~(7)에 의하여 수행된다.

$$I1_{max*} = MAC(I1*[k]) \quad (2)$$

$$I2_{max*} = MAC(I2*[k]) \quad (3)$$

$$I1_{ave*} = \Sigma(I1*[k])/k \quad (4)$$

$$I2_{ave*} = \Sigma(I2*[k])/k \quad (5)$$

$$I1_{inst*}[k] = I1*[k] \quad (6)$$

이때, $I1max^*$ 및 $I2max^*$ 들은 제1 및 제2 최대지령전류이며,

$I1ave^*$ 및 $I2ave^*$ 들은 제1 및 제2 평균지령전류이고,

$I1inst^*[k]$ 및 $I2inst^*[k]$ 들은 제1 및 제2 순시지령전류이며,

MAX는 최대치를 계산하기 위한 함수이고,

k 는 임의의 데이터 수이다.

본 발명에 따른 초기자극 추정 방법을 dq 전류 제어 및 하기 설정을 기초로 하는 실시예에서 설명하면 다음과 같다.

- ① 설정 1: 2주기분의 지령속도 \Rightarrow 대형파의 지령속도 패턴,
 - ② 설정 2: 데이터 획득용 속도구간 \Rightarrow 플러스(+) 정속도구간,
 - ③ 설정 3: 자극추정용 획득 데이터 \Rightarrow 최대지령 토크

(최대지령전류).

본 발명의 실시형태는 제2도에 도시된 AC동기모터의 dq 전류제어수단의 속도제어루프에서 제3도에 도시한 초기자극 추정방법을 수행한다.

AC동기모터의 dq 전류제어는 제1도의 AC동기모터(11)를 제외한 구성으로 이루어진다.

특히, 상기 AC동기모터(11)는 직류전압(74)을 임의의 교류전압으로 변환하는 PWM 전력변환장치(7)에 의하여 구동되며, 상기 AC동기모터의 3상전류가 상기 3상전류 검출기(12)에 의하여 검출되고, 상기 전기각 검출기(13)에 의하여 상기 AC동기모터의 상대 전기각이 검출되며, 상기 전기각의 정보를 사용하여, 3상/2상 좌표변환 계산수단(61)에 의하여 검출3상전류로부터 검출2상전류로 3상/2상 좌표변환이 수행된다. 검출속도 연산수단(14)이 상기 검출 전기각(??)을 사용하여 검출속도(??)를 계산한다. 전류오차 계산수단(62)에서 2상 지령전류로부터 상기 검출 2상전류를 차감하여 전류오차를 계산하고, 상기 2상전류 비례적분 제어부(63)에서 상기 오차를 2상 비례적분 이득으로 곱하여 2상지령전압을 계산하며, 상기 2상/3상 좌표변환 계산수단(64)에서 상기 전기각을 사용하여 상기 2상지령전압으로부터 3상지령전압으로 2상/3상 좌표변환이 수행된다. PWM 게이트펄스 발생수단(71)에서 3상 지령전압을 3각반송파(72)와 비교하여, PWM 게이트펄스를 계산한 다음, 이 펄스들을 상기 PWM 인버터(73)로 출력한다.

다음 단계로서, 지령속도 패턴 발생수단(101)에서 대형파 지령속도 패턴을 발생시키고, 속도편차 계산수단(81)에서 상기 지령속도로부터 검출속도를 차감하여 속도편차를 계산하며, 속도이득 제어부(82)에서 상기 속도편차를 속도이득으로 곱하여 지령토크(지령전류)를 계산한다.

상기 모드구간 판단수단(102)은 상기 대형파 지령속도로부터 제1 및 제2 주기구간의 모드구간을 판단하고, 상기 판단결과에 따라 모드 스위치(104)에서 모드구간 절화동작을 수행한다.

제1주기구간으로부터 제2주기구간으로 전환하기 위해서는(상기 속도제어수단에 의하여 계산된 지령전류가 q축 지령전류로의 입력으로부터 d축 지령전류로의 입력으로 전환하는 동작), 영속도구간인 모드전환구간에서 틀림없이 전환이 이루어져야 한다. 그 이유는 영속도 구간 이외의 구간(예: 가속/감속구간, 정속구간)에서 모드전환이 이루어질 때, 속도적분이득에 의하여 축적된 성분(적분항) 때문에 이상동작현상이 일어나기 쉽기 때문이다. 특히, t17 - t20 사이에서 모드스위치에 의하여 모드전환이 이루어진다. 또한, 모드스위치에 의하여 모드전환이 이루어지는 순간에 속도적분이득의 적분항이 소거된다.

상기 제1주기구간이 선택될 경우, 속도이득 제어부에서 계산된 지령토크(지령전류)가 q 축 지령전류에 입력되며, 한편 d 축 지령전류에는 영(零)이 입력된다.

지령속도가 플러스(+) 가속구간에 있는지의 여부가 가속구간 판단장치(1102)에 의하여 판단된다. 상기 판단구간에서 어떤 일정한 지령토크로부터 제1지령토크(제1최대 지령전류)가 계산된다.

상기 제2주기구간이 선택된 경우, q축 지령전류에 영(0)이 입력되며, 상기 속도이득 제어부에서 계산된 지령토크(지령전류)가 d축 지령전류에 입력된다.

가속구간 판단수단(1202)이 상기 지령속도가 플러스(+)가속구간에 해당하는지의 여부를 판단한다. 상기 판단구간에서 어떤 정해진 지령토크로부터 제2최대 지령토크(제2최대 지령전류)가 계산되어, 상기 제2메모리 기억수단(1204)에 의해 기억된다.

상기 지령속도의 제2주기구간(t30-) 이후에서는, 상기 메모리 안에 기억된 제1 및 제2 최대 지령전류 데이터들이 상기 메모리 호출수단(106)에 의하여 메모리로부터 호출되고, 상기 초과데이터 편차판단수단(106A)에 의하여 상기 호출된 제1 및 제2 지령전류 데이터로부터 초과 데이터가 판단된다. 그 다음, 식(8)의 추정 초기자극 추정수단(107)에서 상기 호출된 제1 및 제2 지령전류 데이터 정보로부터 추정초기자극위치(θest)가 산출된다. 그러나, 상기 제1 및 제2 지령전류 데이터(I1data*, I2data*)는 메모리에 기억되어 있을 경우에는 호출된 제1 및 제2 지령전류 데이터(I1data*call, I2data*call)와 동일한 값을 지닌다.

① 메모리 루틴 I: I1data* → Memory → Idata*call;

② 메모리 루틴 II: I2data* → Memory → I2data*call

$\Theta_{\text{est}} = \text{FNC}(\text{I1data}^*, \text{I2data}^*)$

$$= \tan^{-1} (I1\text{data}^*, I2\text{data}^*)$$

이때, θ_{est} 는 추정초기 자극위치;

FNC는 임의함수이다.

I1data*는 제1지령전류 데이터(제1지령토크 데이터)이다.

I2data*는 제2지령전류 데이터(제2지령토크 데이터)이다.

마지막으로, 식(9)을 사용하는 보정 초기자극위치 연산수단(109)에서 추정 초기자극위치(θ_{est})를 디폴트 초기자극위치 설정수단(108)에 의하여 설정된 디폴트 초기자극위치(θ_0)에 가하여, 보정 초기자극위치(θ_{comp})를 계산한다.

여기서, Θ_{comp} 는 보정 초기자극위치이다.

θ_0 은 초기설정의 디폴트 초기자극위치(임의치)이다.

상기 추정 초기자극위치의 계산에 사용된 제1 및 제2 지령전류 데이터가 최대지령전류, 평균지령전류 및 순시지령전류인 경우에는 하기 식 (10) - (12)에 의하여 추정 초기자극위치 θ_{est} (θ_{estmax} , θ_{estave} , $\theta_{estinst}$)를 계산한다.

$$\Theta_{\text{estmax}} = \tan^{-1} (I1_{\text{max}}/I2_{\text{max}}) \dots \dots \dots \quad (10)$$

$$\Theta_{\text{estave}} = \tan^{-1} (I1_{\text{ave}*}/I2_{\text{ave}*}) \dots \dots \dots \quad (11)$$

$$\Theta_{estinst} = \sum \{ \tan^{-1} (I1inst*[k]/I2inst*[k]) \} / k \cdots (12)$$

제12도는 본 발명의 실시형태에 따라, 토크축 또는 자속축의 영역을 판단하기 위한 흐름도이다.

제13도는 제12도의 흐름도의 S108에서 "토크축의 방향을 판단용 서브루틴"에 관한 흐름도이다.

제14도는 제13도의 흐름도에서 위치(A)로부터 계속되는 흐름도이다.

제15도는 본 발명의 실시형태에 따라 360도를 8등분으로 분할하여 각방향을 나타내는 도면이다.

AC동기모터의 토크축의 방향판단처리를 포함하여, 상기 초기자극 추정연산수단을 위한 절차를 다음과 같이 기술한다.

먼저, 제12도의 흐름도를 참조하여 토크축의 방향(영역)을 판단한다.

<토크축의 방향(영역) 판단용 메인루틴>

·S100: 디풀트 초기자극위치 (현재 설정된 초기자극위치)를 영(0)으로 설정한다. 또한 안전_영역(Safe_Area) 판정 플래그(flag)를 영(0)에 설정한다. 그 다음, S101로 진행한다.

·S101: 자령속도 폴리侵害수단에 의하여 발생된 폴리의 제1주기분(周期分)을 축(軸)판단용 자령속도 폐턴으로서 입력한다. S102로 진행한다.

·S102: 속도편차 연산수단에서 축판단용 자령속도로부터 검출속도를 차감하여 속도편차를 계산한다. S103으로 진행한다.

·S103: 속도비례적분 제어부에서 상기 속도편차를 속도비례 적분이득으로 곱하여 자령토크(자령전류)를 계산한다. 단, 상기 토크축의 방향을 스위칭 하는 순간에 속도적분이득의 적분항을 소거한다. S104로 진행한다.

·S104: 자령토크(자령전류)를 q축 자령전류에 입력하고, d축 자령전류에는 영(0)을 입력한다. S105로 진행한다.

·S105: 만약 초파속도 편차판단수단의 판단결과가 "속도편차 >= 속도편차 제한레벨"로 나타나면, S107로 진행한다. 그렇지 않으면, S106으로 진행한다.

·S106: 만약 자령속도가 종료되면 S108로 진행한다. 그렇지 않으면 S101로 진행한다.

·S107: sp_err에 1을 대입한다. S108로 진행한다.

·S108: "토크축 방향을 판단하는 서브루틴"에 의하여 자령토크(자령전류)를 공급하는 방향을 결정한다. S109로 진행한다.

·S109: 만약 안전_영역 판정 플래그(flag)가 영(0)이면, S110으로 진행한다. 만약 1이면, S111로 진행한다.

·S110: 자령속도를 처음부터 다시 입력한다. S101로 진행한다.

·S111: "초기자극 추정루틴"의 스텝 1로 진행한다.

<토크축의 방향 판단용 서브루틴>

·F1: AC동기모터의 트크축이 제15도의 방향(1)으로 위치하고 있다고 가정(Θ 을 0도로 설정)한다. 만약 O.K이면 F11로 진행한다. 만약 N.G.이면 F12로 진행한다.

·F10: 토크축이 제15도의 방향(4)으로 위치하고 있다고 가정(Θ 을 135゜로 설정)한다. 만약 O.K이면 F101로 진행한다. 만약 N.G.이면 F102로 진행한다.

- F11: 토크축이 제15도의 방향(8)으로 위치하고 있다고 가정(θ_0 을 315도로 설정)한다. 만약 O.K.이면 F111로 진행한다. 만약 N.G.이면 F112로 진행한다.
- F12: 즉각적으로 토크축 판단용 지령속도를 0으로 설정하고, 다음의 축판단용 지령속도 까지 아무것도 하지 않는다. F10으로 진행한다.
- F100: 토크축이 제15도의 방향(5) 내에 있다고 가정(θ_0 을 180도로 설정)한다. 만약 O.K.이면, F1001로 진행한다. 만약 N.G.이면, F1012로 진행한다.
- 101: 토크축이 제15도의 방향(3) 내에 있다고 가정(θ_0 을 90도로 설정)한다. 만약 O.K.이면, F1011로 진행한다. 만약 N.G.이면, F1012로 진행한다.
- 102: 즉시 축판단용 지령속도를 0으로 설정하고, 다음 축판단용 지령속도 까지 토크축이 제15도의 방향(6)에 있다고 가정(θ_0 을 225도로 설정)한다. 다음의 축판단용 지령속도가 공급되면 F100으로 진행한다.
- F110: 토크축이 제15도의 방향(3) 내에 있다고 가정(θ_0 을 90도로 설정)하고, 안전_영역 판정 플래그를 1에 설정한다.
- F111: 토크축이 제15도의 방향(7) 내에 있다고 가정(θ_0 을 270도로 설정)한다. 만약 O.K.이면, F1111로 진행한다. 만약 N.G.이면, F1112로 진행한다.
- F112: 즉시 축판단용 지령속도를 0으로 설정하고, 다음 축판단용 지령속도 까지 토크축이 제15도의 방향(6)에 있다고 가정(θ_0 을 225도로 설정)한다. 다음의 축판단용 지령속도가 공급되면 F110으로 진행한다.
- F1000: 토크축이 제15도의 방향(8) 내에 있다고 가정(θ_0 을 315도로 설정)하고, 안전_영역 판정 플래그를 1에 설정한다.
- F1001: 토크축이 제15도의 방향(8) 내에 있다고 가정(θ_0 을 270도로 설정)하고, 안전_영역 판정 플래그를 1에 설정한다.
- F1002: 즉시 축판단용 지령속도를 0으로 설정하고, 다음 축판단용 지령속도 까지 토크축이 제15도의 방향(7)에 있다고 가정(θ_0 을 270도로 설정)한다. 다음의 축판단용 지령속도가 공급되면 F1000으로 진행한다.
- F1010: 토크축이 제15도의 방향(8) 내에 있다고 가정(θ_0 을 225도로 설정)하고, 안전_영역 판정 플래그를 1에 설정한다.
- F1011: 토크축이 제15도의 방향(7) 내에 있다고 가정(θ_0 을 270도로 설정)한다. 만약 O.K.이면, F1111로 진행한다. 만약 N.G.이면, F1112로 진행한다.
- F1012: 즉시 축판단용 지령속도를 0으로 설정하고, 다음의 축판단용 지령속도 까지 토크축이 제15도의 방향(5)에 있다고 가정(θ_0 을 180도로 설정)한다. 다음의 축판단용 지령속도가 공급되면 F1010으로 진행한다.
- F1110: 토크축이 제15도의 방향(2) 내에 있다고 가정(θ_0 을 245로 설정)하고, 안전_영역 판정 플래그를 1에 설정한다.
- F1111: 토크축이 제15도의 방향(1) 내에 있다고 가정(θ_0 을 0으로 설정)하고, 안전_영역 판정 플래그를 1에 설정한다.
- F1112: 즉시 축판단용 지령속도를 0으로 설정하고, 다음의 축판단용 지령속도 까지 토크축이 제15도의 방향(1)에 있다고 가정(θ_0 을 0도로 설정)한다. 다음의 축판단용 지령속도가 공급되면 F1110으로 진행한다.
- F10110: 토크축이 제15도의 방향(5) 내에 있다고 가정(θ_0 을 180으로 설정)하고, 안전_영역 판정 플래그를 1에 설정한다.
- F10111: 토크축이 제15도의 방향(4) 내에 있다고 가정(θ_0 을 135로 설정)하고, 안전_영역 판정 플래그를 1에 설정한다.
- F10112: 즉시 축판단용 지령속도를 0으로 설정하고, 다음의 축판단용 지령속도 까지 토크축이 제15도의 방향(4)에 있다고 가정(θ_0 을 135도로 설정)한다. 다음의 축판단용 지령속도가 공급되면 F10110으로 진행한다.

<초기자극 추정루틴>

·스텝 1: 디폴트 초기자극위치(θ_0)를 임의각으로서 설정한다 (E101).

·스텝 1A: 데이터 편차제한 레벨을 설정한다 (E101A).

·스텝 2: 지령속도 폐턴 발생수단에서 지령속도 폐턴(지령속도의 진폭치, 가속구간시간, 정속구간시간, 휴지구간시간, 모드 전환구간시간)의 설정을 수행하며, 적용될 응용분야에 최적한 지령속도 폐턴을 발생한다 (E102, E105).

스텝 3: E102에서 발생된 지령속도 폐턴을 기초로 하여 데이터 획득용 속도구간(표2 참조)과 그 데이터 획득용 속도구간에서 획득되는 자극추정용 획득데이터 (최대지령전류, 평균지령전류, 순시지령전류)를 설정한다 (E103, E104).

스텝 4: 지령속도로부터 검출속도를 차감하여 속도편차를 계산한다 (E106).

스텝 5: 속도편차에 속도이득(속도비례이득, 속도비례 적분이득, 속도적분이득 중 어느 하나)을 곱하여 지령토크 (지령전류)를 계산한다 (E107).

스텝 6: 모드구간 판단수단에서 지령속도로부터 모드구간(제1 및 제2 주기구간)의 판단처리를 행하고, 그 결과에 따라 모드 스위치에서 제1주기구간으로부터 제2주기구간으로 전환동작을 수행한다 (E109).

·모드스위치에 의하여 모드전환이 이루어지는 순간에 속도적분 처리수단에서 속도적분이득의 처리(적분항의 소거, 보류, 기타)를 행한다.

·스텝 7: E109에서 획득된 제1주기 구간에서 스텝8A 내지 8C (E1101 – E1104)까지의 동작을 수행하고, 또는 E107에서 획득된 제2주기 구간에서 스텝9A 내지 9C(E1201 – E1205)까지의 동작을 수행한다.

·스텝 8A: 스텝5에서 계산된 지령토크(지령전류)를 q축 지령전류에 입력하고, d축 지령전류에는 0을 입력한다 (E1101).

·스텝 8B: 지령속도가 데이터 획득용 구간인지의 여부를 판단하고, 판단된 구간의 지령토크로부터 제1지령전류 데이터(제1지령 토크 데이터)를 계산한다 (E1102, E1103).

·스텝 8C: 제1지령전류 데이터를 제1메모리 기억수단에서 메모리에 기억시킨다! (E1104).

·스텝 9A: q축 지령전류에는 0을 입력하고, d축 지령전류에는 스텝 5에서 산출된 지령토크(지령전류)를 입력한다 (E1201).

·스텝 9B: 지령속도가 데이터 획득용 구간인지의 여부를 판단하고, 판단된 구간의 지령토크로부터 제2지령전류 데이터(제2지령 토크 데이터)를 계산한다 (E1202, E1203).

·스텝 9C: 제2지령전류 데이터를 제2메모리 기억수단에서 메모리에 기억시킨다 (E1202, E1203).

·스텝 10: 지령속도의 제2주기구간이 종료한 다음(E1205) 기억장치로부터 제1 및 제2 지령전류 데이터를 호출한다 (E110).

·스텝 11: E110에서 호출된 제1 및 제2 지령전류 데이터 사이의 차이를 데이터 편차로서 계산한다 (E110A).

·스텝 12: 데이터 편차를 데이터 편차제한 레벨과 비교하여, 그 결과가 "데이터 편차 \geq 데이터 편차제한 레벨"을 나타낼 때는 미리 정의된 위상으로 변경한 다음 E105로부터 재차 계산한다 (E110B, E110C).

·스텝 12A: 데이터 편차를 데이터 편차제한 레벨과 비교하여, 그 결과가 "데이터 편차 $<$ 데이터 편차제한 레벨"을 나타낼 경우에는 E110에서 호출된 제1 및 제2 지령전류 데이터를 적용하여 식(8)을 사용하는 초기자기 연사수단에서 추정 초기 자극위치를 계산한다 (E111).

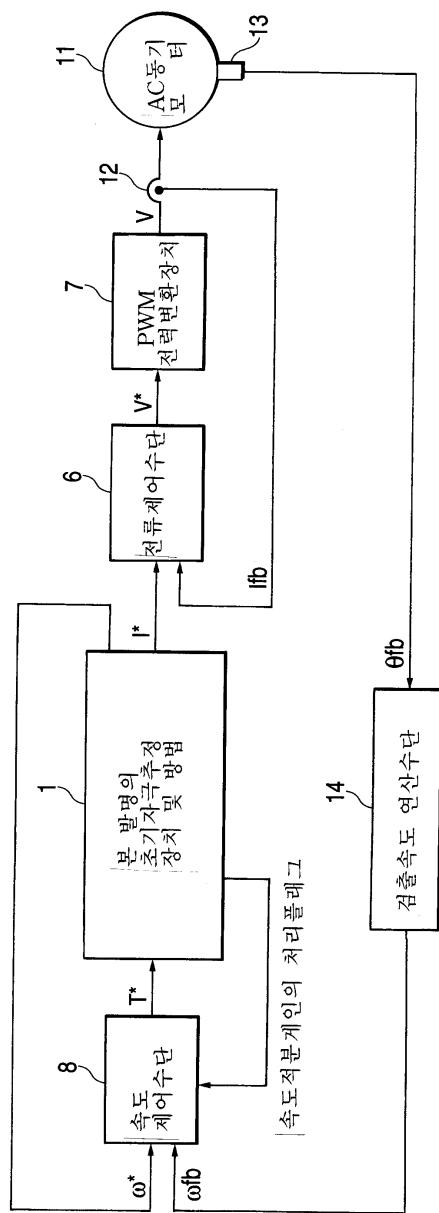
·스텝 13: 식(9)을 사용하는 보정 초기자극 연산수단에서, 추정 초기자극위치(θ_{est})를 디폴트 초기자극위치(θ_0)에 가하여 보정 초기자극위치(θ_{comp})를 계산한다 (E112).

전술한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따라 다음과 같은 효과가 있다. 즉,

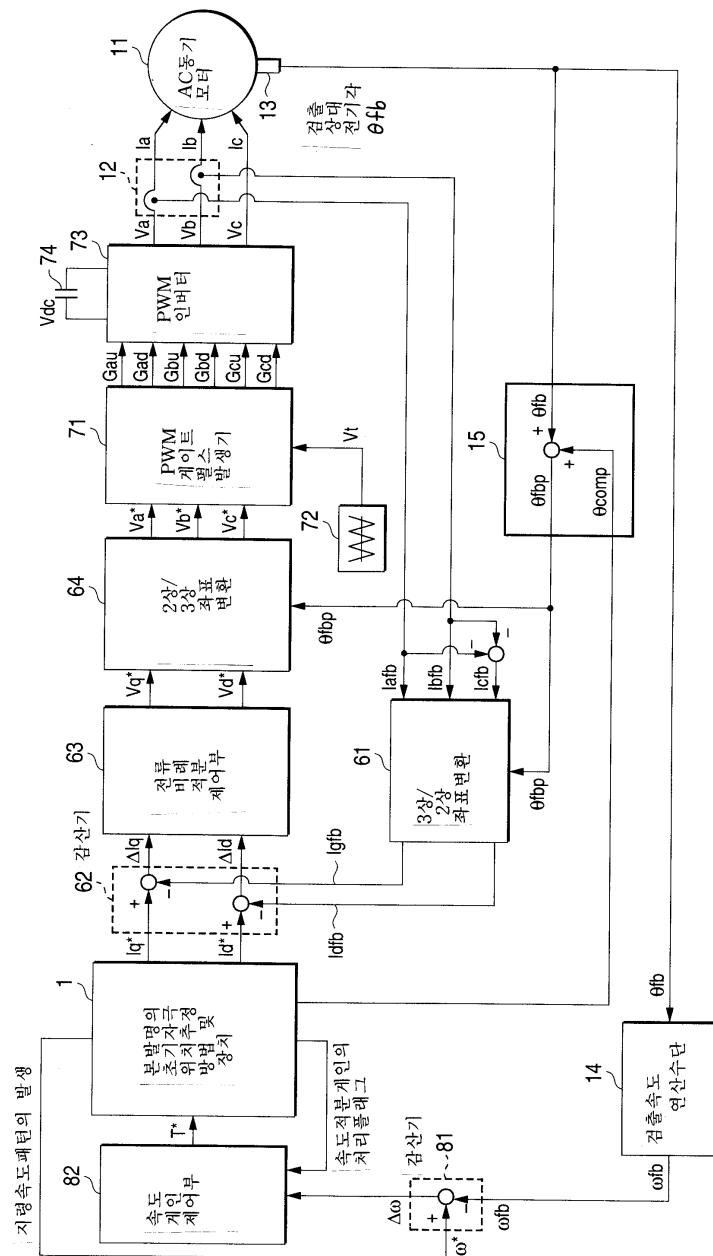
- 1) 짧은 추정시간 내에 정확한 초기자극위치 추정을 수행하고,
 - 2) 토크 손실을 최소화하면서 최대의 토크를 발생시키며,
 - 3) 모터의 동작범위를 최소화할 수 있다.

도면

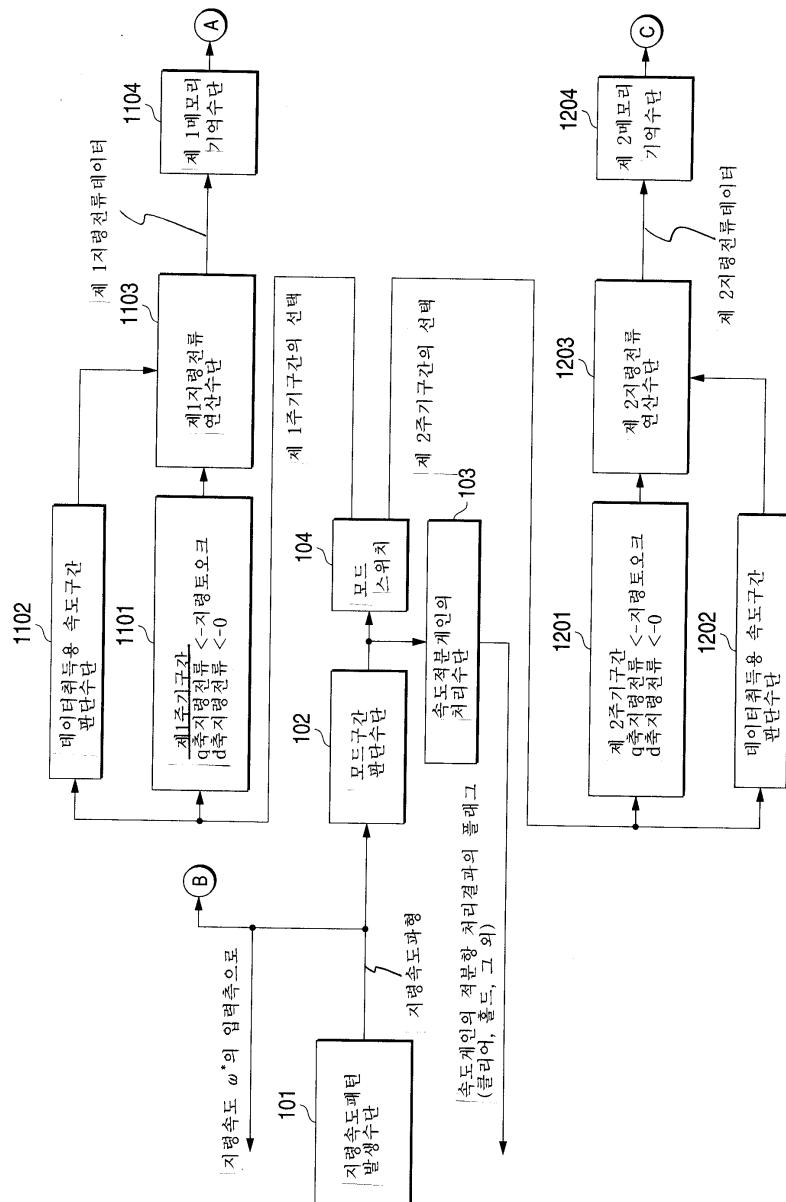
도면1



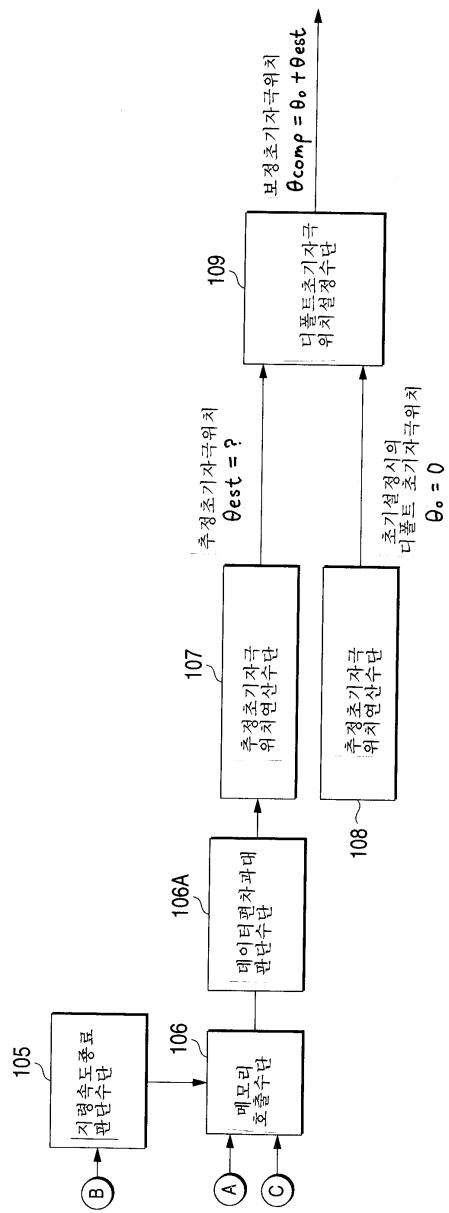
도면2



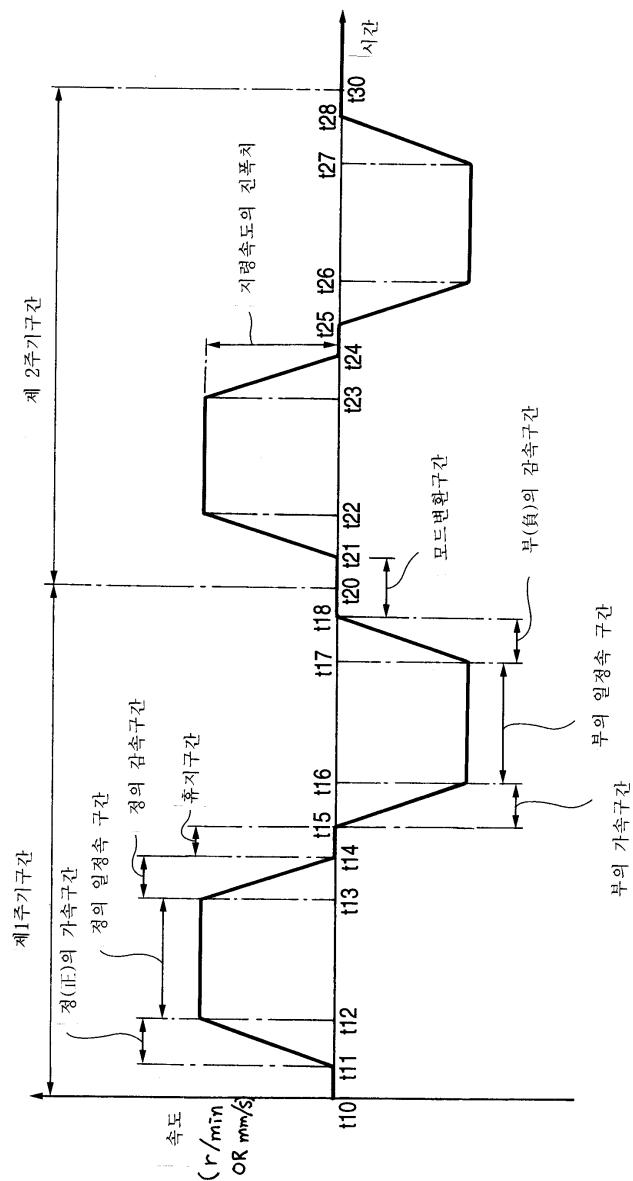
도면3



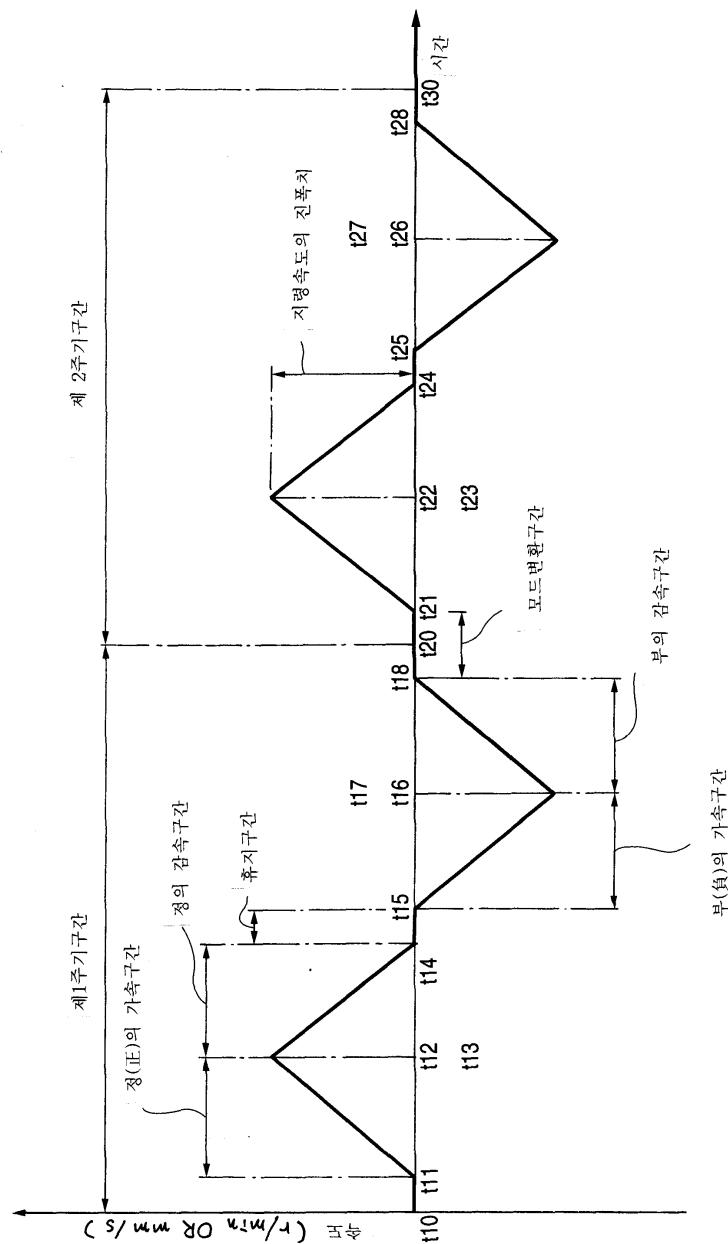
도면4



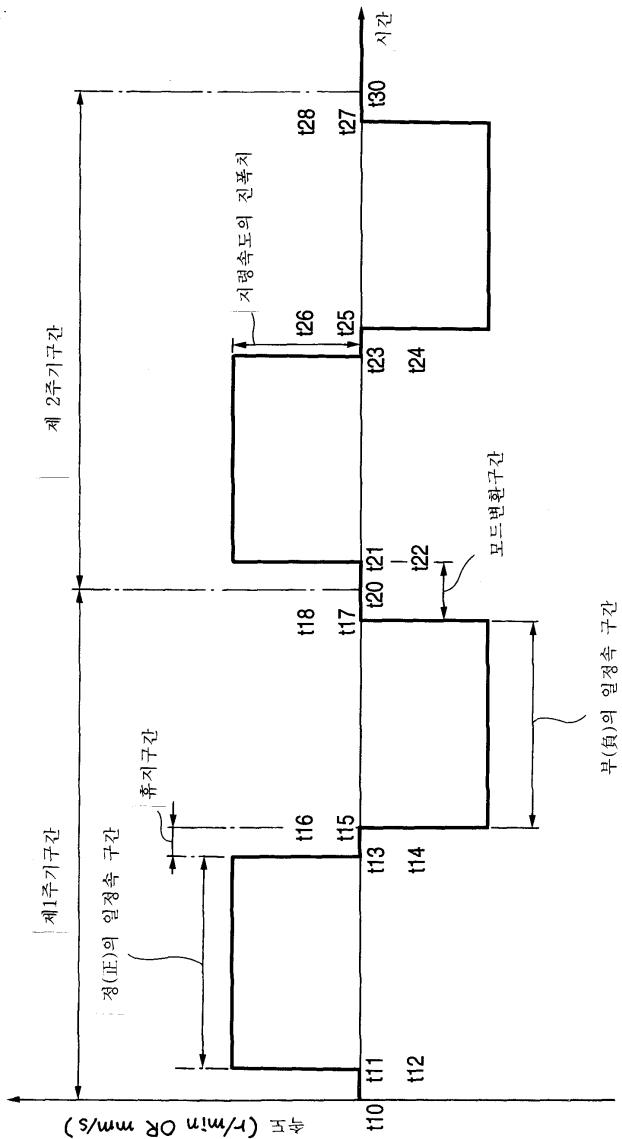
도면5



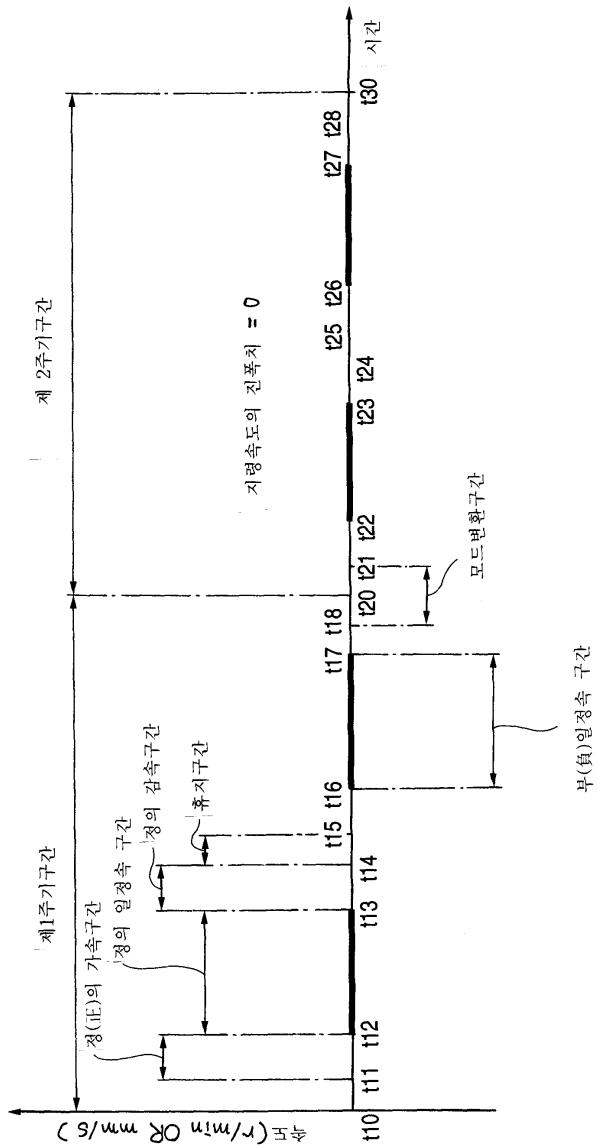
도면6



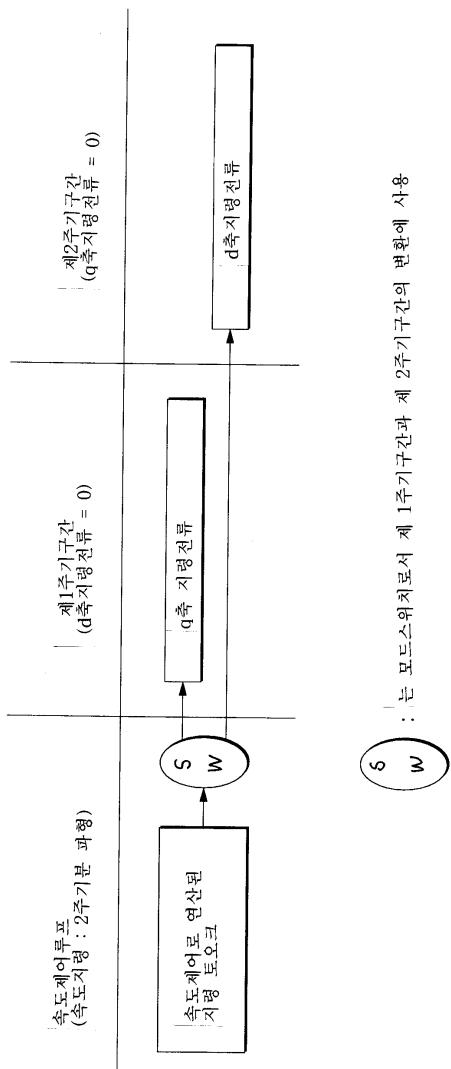
도면7



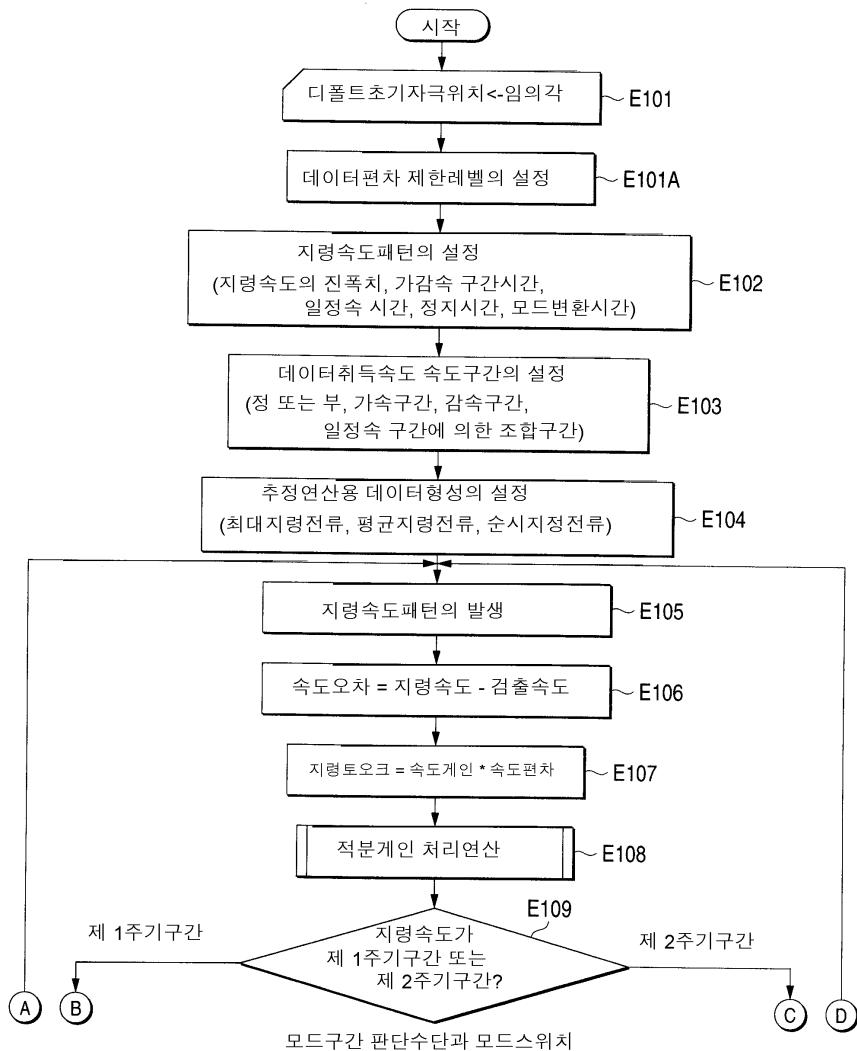
도면8



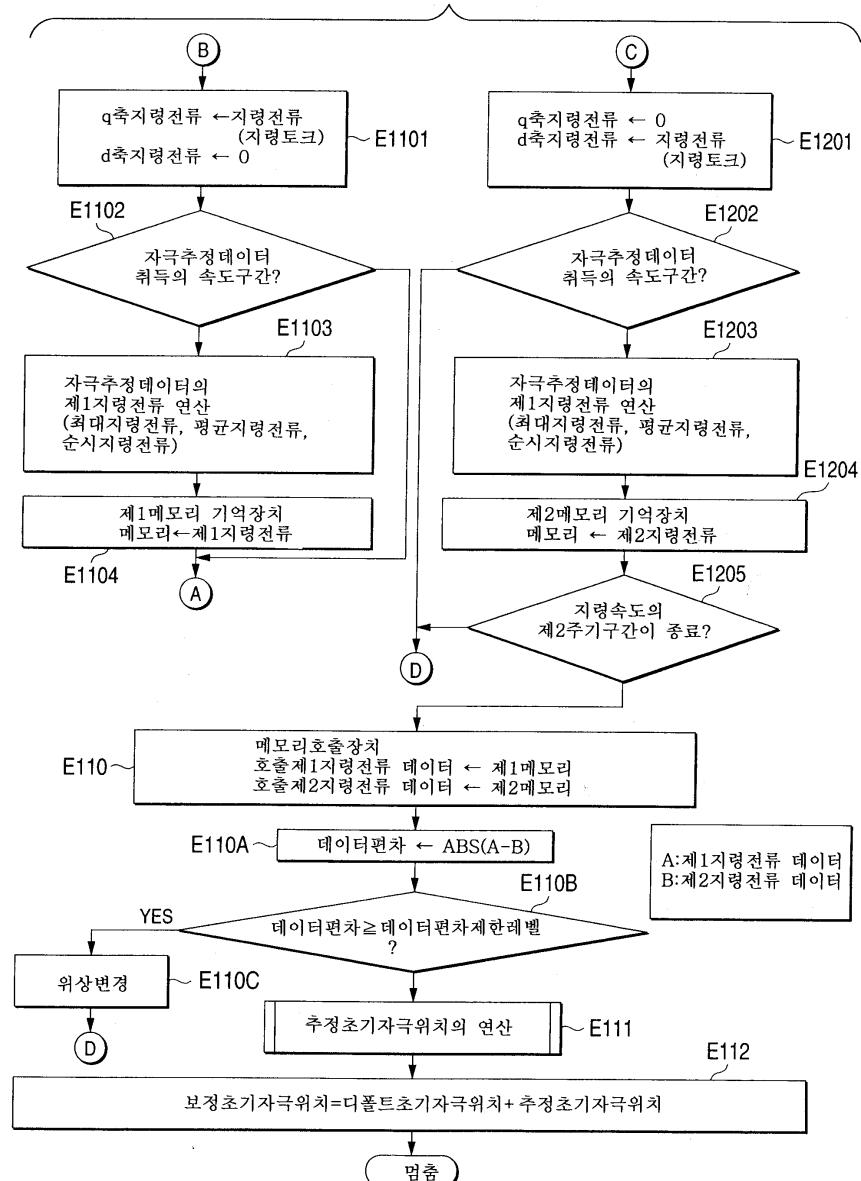
도면9



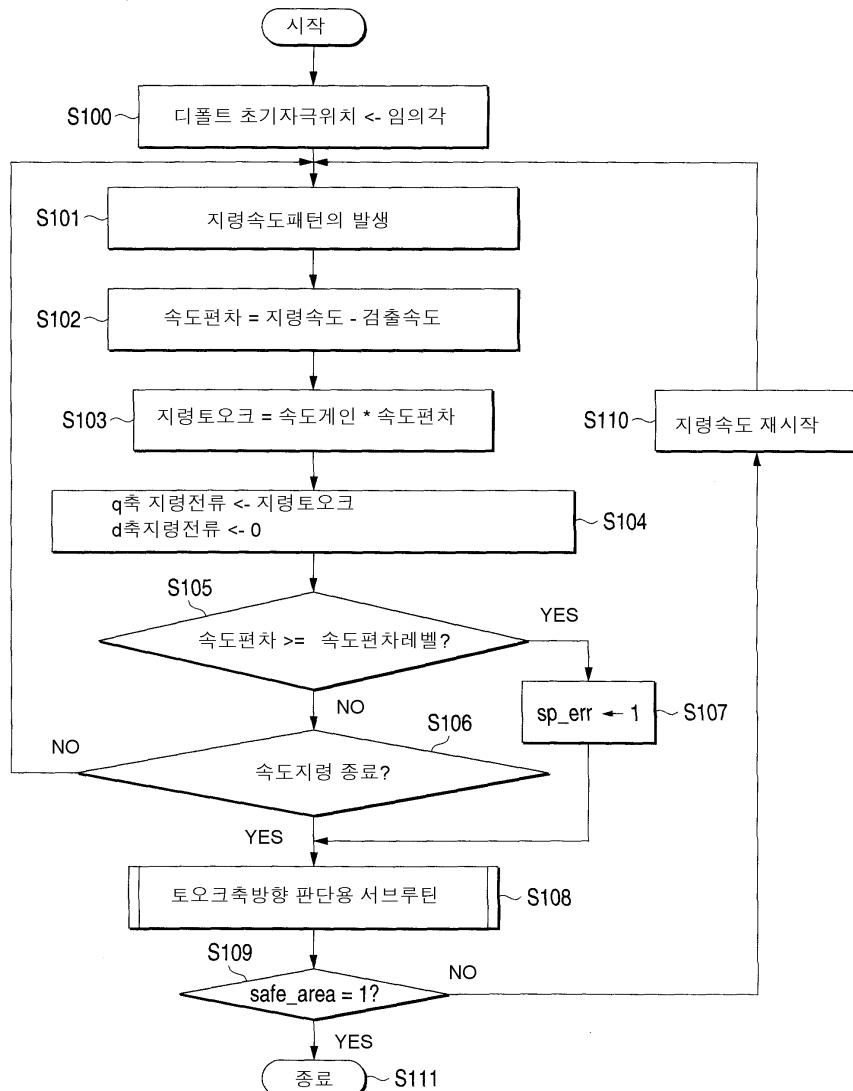
도면10



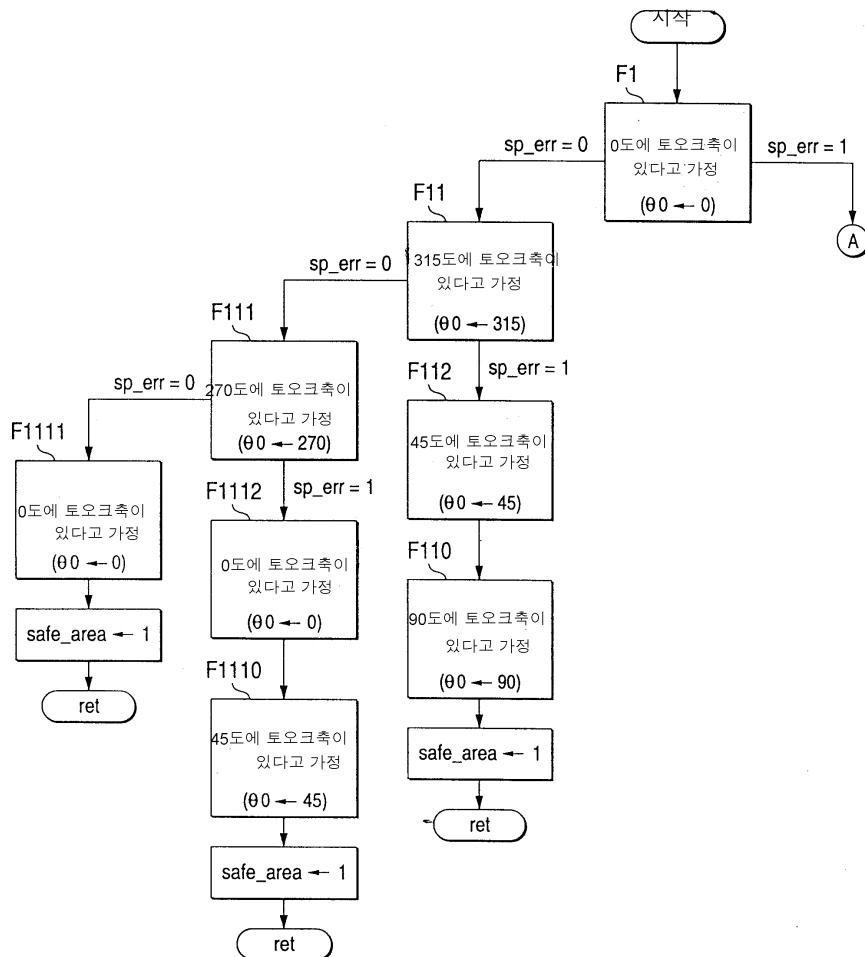
도면11



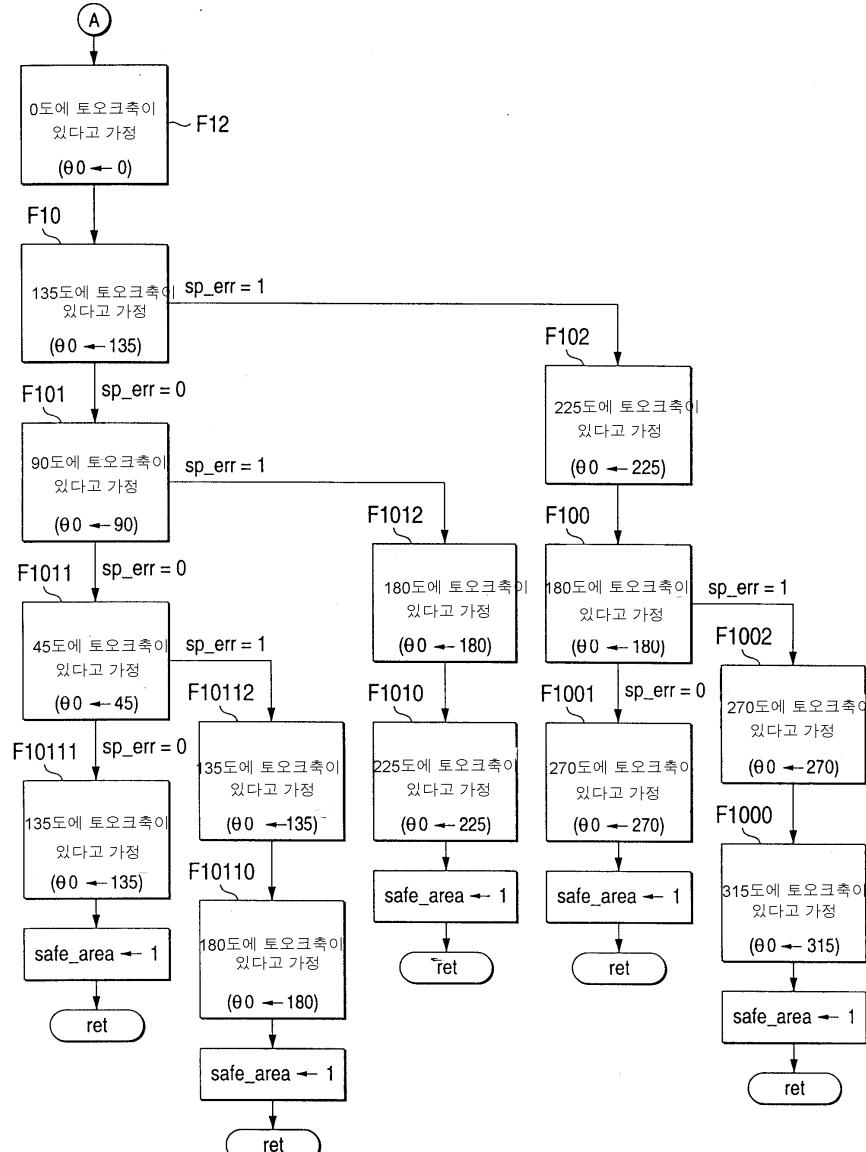
도면12



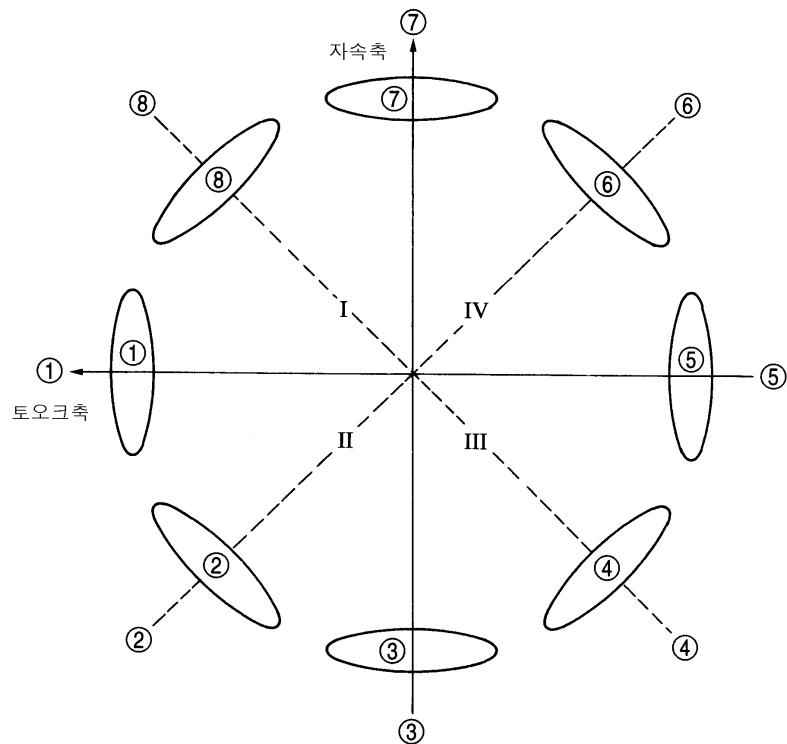
도면13



도면14



도면15



도면16

