

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2015년 12월 30일 (30.12.2015)



(10) 국제공개번호
WO 2015/199302 A1

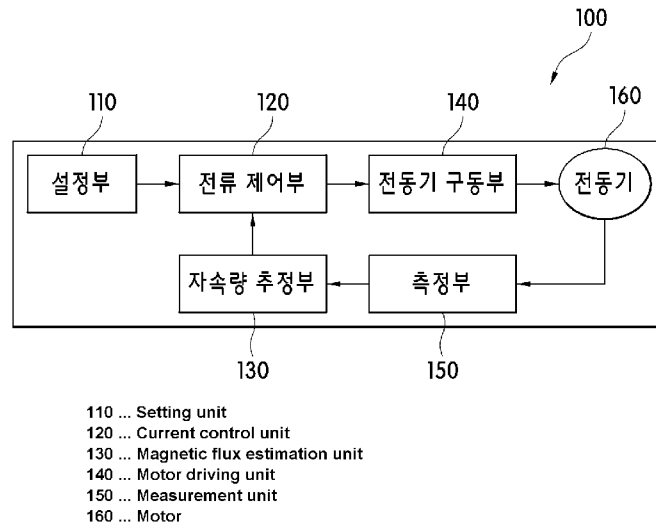
- (51) 국제특허분류:
H02P 21/14 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2014/012957
- (22) 국제출원일: 2014년 12월 29일 (29.12.2014)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2014-0079907 2014년 6월 27일 (27.06.2014) KR
- (71) 출원인: 한국생산기술연구원 (KOREA INSTITUTE OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY) [KR/KR]; 331-822 충청남도 천안시 서북구 입장면 양대기로길 89, Chungcheongnam-do (KR).
- (72) 발명자: 김명복 (KIM, Myung Bok); 339-014 세종시 노을 3로 14, 110동 1602호 (한솔동, 첫마을 1단지), Sejong (KR). 이성호 (LEE, Sung Ho); 506-772 광주시 광산구 첨단중앙로 181번길 42-25, 107동 105호(월계동, 선경아파트), Gwangju (KR). 박봉우 (KWAK, Bong Woo); 331-825 충청남도 천안시 서북구 입장면 양대기로길 89 한국생산기술연구원, Chungcheongnam-do (KR).

- (74) 대리인: 특허법인 리온 (LEEON INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM); 152-050 서울시 구로구 디지털로 26길 123 G+코오롱디지털타워 903호, Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[다음 쪽 계속]

(54) Title: APPARATUS AND METHOD FOR CONTROLLING PERMANENT MAGNET MOTOR

(54) 발명의 명칭 : 영구자석 전동기의 제어 장치 및 방법



(57) Abstract: An apparatus and a method for controlling a permanent magnet motor are provided. An apparatus for controlling a permanent magnet motor, according to an embodiment of the present invention, comprises: a current control unit for generating a control current so as to drive a motor according to an initial set current or a current corresponding to an estimated magnetic flux; a motor driving unit for driving the motor according to the control current of the current control unit; a measurement unit for measuring a driving voltage and current of the motor; and a magnetic flux estimation unit preliminarily driving the motor with the initial set current or the current corresponding to the estimated magnetic flux, so as to estimate the magnetic flux of the motor on the basis of the current measured when the motor is preliminarily driven and a voltage model of the motor according to the measured voltage, and adaptively controlling the magnetization current or demagnetization current of the motor such that the estimated magnetic flux is within an error range.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]

**공개:**

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

영구자석 전동기의 제어 장치 및 방법이 제공된다. 본 발명의 실시예에 따른 영구자석 전동기의 제어 장치는 초기 설정 전류 또는 추정 자속량에 대응하는 전류에 따라 전동기를 구동하기 위한 제어 전류를 생성하는 전류 제어부, 전류 제어부의 제어 전류에 따라 전동기를 구동하는 전동기 구동부; 전동기의 구동 전압 및 전류를 측정하는 측정부, 및 전동기를 초기 설정 전류 또는 추정 자속량에 대응하는 전류로 예비 구동하여, 예비 구동시 측정된 전류, 및 측정된 전압에 따른 전동기의 전압 모델에 기반하여 전동기의 자속량을 추정하고, 추정 자속량이 오차범위 내가 되도록 전동기의 착자 또는 감자 전류를 적응적으로 제어하는 자속량 추정부를 포함한다.

명세서

발명의 명칭: 영구자석 전동기의 제어 장치 및 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 영구자석 전동기의 제어 장치 및 방법에 관한 것으로, 특히, 가변자속 전동기의 제어 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 일반적으로 영구자석 전동기는 속도제어 모드나 토크제어 모드로 동작하며, 응용분야 따라서는 속도 및 토크를 모두 제어하는 방식을 이용할 수 있고, 이 경우, 동작 모드에 따라 영구자속의 자속량을 가변시킬 수 있는 가변자속 영구자석 전동기가 사용되고 있다.
- [3] 이와 같은 가변자속 영구자석 전동기는 착자 및 감자에 의해 전동기의 자속량을 가변시킨다. 예를 들면, 가변자속 영구자석 전동기의 대표적인 응용분야인 세탁기의 경우, 탈수시 고속 회전과 저 토크가 필요하고, 세탁시에는 저속 회전과 고 토크가 필요하게 되기 때문에, 영구자석의 착자량 또는 감자량을 변화시킴으로써 전동기의 자속량을 가변시킨다.
- [4] 한편, 종래의 영구자석 전동기는 속도 또는 토크를 선택적으로 제어할 수 있도록 자속량을 가변시키기 위해서 자속량 자체를 제어하는 것이 매우 곤란하기 때문에 대부분 착자 또는 감자 전류 제어를 이용하고 있다.
- [5] 그러나, 이러한 착자 또는 감자 전류 제어만으로는 정확하게 전동기의 자속량을 제어할 수 없을 뿐만 아니라, 특히, 제어에 활용되는 착자 및 감자 전류는 초기 설정되거나 고정 값을 갖기 때문에 기기의 노후 등 환경 변화에 적응적으로 제어하지 못하는 문제점이 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [6] 상기와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해, 본 발명의 일 실시예는 전동기의 착자 또는 감자 동작시 설정 자속량과 실제 측정 전류를 이용한 수학적 모델링을 통하여 얻어진 자속량에 기반하여 오차범위 내에서 정확한 자속량을 제어할 수 있는 영구자석 전동기의 제어 장치 및 방법을 제공하고자 한다.

과제 해결 수단

- [7] 위와 같은 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 측면에 따르면, 초기 설정 전류 또는 추정 자속량에 대응하는 전류에 따라 전동기를 구동하기 위한 제어 전류를 생성하는 전류 제어부; 상기 전류 제어부의 제어 전류에 따라 상기 전동기를 구동하는 전동기 구동부; 상기 전동기의 구동 전압 및 전류를 측정하는 측정부; 및 상기 전동기를 상기 초기 설정 전류 또는 추정 자속량에 대응하는 전류로 예비 구동하여, 상기 예비 구동시 측정된 전류, 및 측정된 전압에 따른 상기 전동기의 전압 모델에 기반하여 상기 전동기의 자속량을 추정하고, 상기 추정

자속량이 오차범위 내가 되도록 상기 전동기의 착자 또는 감자 전류를 적응적으로 제어하는 자속량 추정부를 포함하는 영구자석 전동기의 제어 장치가 제공된다.

- [8] 일 실시예에서, 상기 자속량 추정부는 상기 예비 구동에 의해 상기 전동기의 전압 모델에 따른 q축 전류를 산출하는 전동기 모델 전류 산출부; 및 상기 산출된 q축 전류 및 상기 측정된 전류에 기반하여 상기 전류들의 차이가 최소가 되도록 적응적으로 자속량을 산출하는 자속량 산출부를 포함할 수 있다.

- [9] 일 실시예에서, 상기 전동기 모델 산출부는 하기의 식에 따라 상기 q축 전류를 산출하고,

$$[10] \quad I_q^M(k+1) = I_q(k) + \frac{T_{sw}}{L_q} \{ V_q^*(k) - R_s I_q(k) - \omega_e \cdot L_d I_d(k) - \omega_e \cdot \hat{\lambda}_m(k) \}$$

- [11] 여기서, I_q 는 측정된 q축 전류, T_{sw} 는 스위칭 간격, L_q 는 q축 인덕턴스, V_q^* 는 q축 전압, R_s 는 상저항, ω_e 는 전기적 각속도, $\hat{\lambda}_m$ 은 추정 자속량인, L_d 는 d축 인덕턴스, I_d 는 d축 전류일 수 있다.

- [12] 일 실시예에서, 상기 자속량 산출부는 하기의 식에 따라 상기 추정 자속량을 산출하고,

$$[13] \quad \hat{\lambda}_m(k+1) = \hat{\lambda}_m(k) - k_e \cdot (I_q(k) - I_q^M(k)), \quad 0 < k_e < \frac{L_q f_{sw}}{\omega_e}$$

- [14] 여기서, I_q 는 측정된 q축 전류, I_q^M 은 상기 산출된 q축 전류, k_e 는 자속량의 추정 이득, f_{sw} 는 스위칭 주파수($1/T_{sw}$)일 수 있다.

- [15] 일 실시예에서, 상기 자속량 추정부는 상기 산출된 자속량이 오차범위를 벗어난 경우, 상기 전류 제어부가 적어도 3회 이상의 착자 또는 감자 전류를 발생하도록 제어하고, 상기 산출된 자속량이 오차범위 내인 경우, 해당 자속량에 대응하는 전류로 상기 전동기를 구동하도록 상기 전류 제어부를 제어할 수 있다.

- [16] 일 실시예에서, 상기 예비 구동은 적어도 10 주기 이상의 사인과 형태의 전류로 구동할 수 있다.

- [17] 본 발명의 다른 일 측면에 따르면, 초기 전류를 설정하고, 설정된 초기 전류를 전동기로 인가하는 단계; 상기 전동기의 전류 및 전압을 측정하여 상기 측정된 전류, 및 측정된 전압에 따른 상기 전동기의 전압 모델에 기반하여 상기 전동기의 자속량을 추정하고, 상기 추정 자속량이 오차범위 내가 되도록 상기 전동기의 착자 또는 감자 전류를 적응적으로 제어하는 자속량 추정 단계; 및 상기 추정된 자속량에 대응하는 전류에 따라 상기 전동기를 구동하는 전동기 구동 단계를 포함하는 영구자석 전동기의 제어 방법이 제공된다.

- [18] 일 실시예에서, 상기 자속량 추정 단계는 상기 설정된 착자 전류 또는 감자 전류에 따라 상기 전동기를 정격 회전수로 예비 구동하는 단계; 상기 예비

구동에 의해 상기 전동기의 전압 모델에 따른 q축 전류를 산출하고, 상기 산출된 q축 전류 및 상기 측정된 전류에 기반하여 상기 전류들의 차이가 최소가 되도록 적응적으로 자속량을 산출하는 단계; 상기 산출된 자속량이 오차 범위 내인지를 판별하는 단계; 및 상기 판별 결과에 따라 감자 전류 또는 착자 전류를 추가로 인가하여 자속량을 조정하는 단계를 포함할 수 있다.

[19] 일 실시예에서, 상기 자속량을 산출하는 단계는 하기의 식에 따라 상기 q축 전류를 산출하고,

$$[20] \quad I_q^M(k+1) = I_q(k) + \frac{T_{sw}}{L_q} \{ V_q^*(k) - R_s I_q(k) - \omega_e \cdot L_d I_d(k) - \omega_e \cdot \hat{\lambda}_m(k) \}$$

[21] 여기서, I_q 는 측정된 q축 전류, T_{sw} 는 스위칭 간격, L_q 는 q축 인덕턴스, V_q^* 는 q축 전압, R_s 는 상저항, ω_e 는 전기적 각속도, $\hat{\lambda}_m$ 은 추정 자속량인, L_d 는 d축

인덕턴스, I_d 는 d축 전류일 수 있다.

[22] 일 실시예에서, 상기 자속량을 산출하는 단계는 하기의 식에 따라 상기 추정 자속량을 산출하고,

$$[23] \quad \hat{\lambda}_m(k+1) = \hat{\lambda}_m(k) - k_e \cdot (I_q(k) - I_q^M(k)), \quad 0 < k_e < \frac{L_q f_{sw}}{\omega_e}$$

[24] 여기서, I_q 는 측정된 q축 전류, I_q^M 은 상기 산출된 q축 전류, k_e 는 자속량의 추정 이득, f_{sw} 는 스위칭 주파수($1/T_{sw}$)일 수 있다.

[25] 일 실시예에서, 상기 예비 구동하는 단계는 적어도 10 주기의 사인과 형태의 전류로 구동할 수 있다.

발명의 효과

[26] 본 발명의 일 실시예에 따른 영구자석 전동기의 제어 장치 및 방법은 실측된 전동기의 전류를 기반으로 한 전동기 모델에 의해 자속량을 효과적으로 제어할 수 있고, 따라서, 영구자석 전동기의 효율을 향상시킬 수 있다.

[27] 본 발명의 일 실시예에 따른 영구자석 전동기의 제어 장치 및 방법은 추정된 자속량을 제어하기 때문에, 전동기의 노후 등 환경이 변화에 따라서도 적응적으로 최적의 자속량을 산출할 수 있고, 따라서, 환경과 무관하게 전동기의 효율을 최적 상태로 유지시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[28] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 영구자석 전동기의 제어 장치의 블록도이다.

[29] 도 2는 도 1의 자속량 추정부의 세부 구성을 나타낸 블록도이다.

[30] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 영구자석 전동기의 제어 장치의 저속 모드 동작을 설명하기 위한 전류 파형도이다.

[31] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 영구자석 전동기의 제어 장치의 고속 모드

동작을 설명하기 위한 전류 파형도이다.

[32] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 영구자석 전동기의 제어 방법의 순서도이다.

[33] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 영구자석 전동기의 제어 방법의 저속 모드 동작을 나타낸 순서도이다.

[34] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 영구자석 전동기의 제어 방법의 고속 모드 동작을 나타낸 순서도이다.

발명의 실시를 위한 형태

[35] 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 붙였다.

[36] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 영구자석 전동기의 제어 장치의 블록도이다. 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 영구자석 전동기의 제어 장치를 보다 상세히 설명하도록 한다.

[37] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 영구자석 전동기의 제어 장치(100)는 설정부(110), 전류 제어부(120), 자속량 추정부(130), 전동기 구동부(140), 측정부(150), 및 전동기(160)를 포함한다.

[38] 설정부(110)는 전동기(160)의 자속량을 가변시키기 위한 착자 또는 감자 전류의 설정값 또는 초기값이 저장되며, 사용자의 선택에 따라 전동기(160)의 동작 모드가 선택된다. 예를 들면, 설정부(110)는 전동기(160)에 착자가 필요한 저속 고토크 동작에 대하여 감자 전류(I_1)를 0으로, 착자 전류(I_2)를 제 1 설정값(I_{20})으로 설정하고, 감자가 필요한 고속 저토크 동작에 대하여 감자 전류(I_3)를 제 2 설정값(I_{30})으로, 감자 전류(I_4)를 0으로 설정할 수 있다.

[39] 전류 제어부(120)는 초기 설정 전류 또는 추정 자속량에 대응하는 전류에 따라 전동기(160)를 구동하기 위한 제어 전류를 생성한다. 예를 들면, 전류 제어부(120)는 초기 동작시 선택된 동작에 따라 초기 설정된 제 1 설정값을 갖는 착자 전류를 생성하거나, 초기 설정된 제 2 설정값을 갖는 감자 전류를 생성할 수 있다. 또한, 전류 제어부(120)는 후술하는 바와 같은 자속량 추정에 따른 예비 구동시 추정된 자속량에 대응하는 감자 전류 또는 착자 전류를 생성할 수 있다.

[40] 자속량 추정부(130)는 전동기(160)를 초기 설정 전류로 예비 구동하거나, 추정된 자속량에 대응하는 감자 전류 또는 착자 전류에 의해 예비 구동할 수 있다. 여기서, 상기와 같은 예비 구동은 충분한 착자 및 감자를 위해 적어도 10 주기 이상의 사인파 형태의 전류로 구동할 수 있다.

[41] 또한, 자속량 추정부(130)는 예비 구동시 전동기(160)로부터 측정된 전류, 및

측정된 전압에 따른 전동기(160)의 전압 모델에 기반하여 전동기(160)의 자속량을 추정하고, 추정 자속량이 오차범위 내가 되도록 전동기(160)의 착자 또는 감자 전류를 적응적으로 제어할 수 있다.

[42] 이하, 도면을 달리하여 자속량 추정부(130)에 대하여 보다 상세히 설명한다.

[43] 도 2는 도 1의 자속량 추정부의 세부 구성을 나타낸 블록도이다.

[44] 도 2를 참조하면, 자속량 추정부(130)는 전동기 모델 전류 산출부(132), 감산기(134), 및 자속량 산출부(136)를 포함한다.

[45] 전동기 모델 전류 산출부(132)는 예비 구동에 의해 전동기(160)의 전압 모델에 따른 q축 전류를 산출할 수 있다. 여기서, 전동기(160)의 q축 전압에 대한 수학적 모델을 아래와 같이 정의할 수 있고,

$$[46] \quad V_q = L_q \cdot \frac{di_q}{dt} + R_s \cdot i_q + \omega_e \cdot L_d \cdot i_d + \omega_e \cdot \hat{\lambda}_m$$

[47] 여기서, V_q 는 q축 전압, L_q 는 q축 인덕턴스, i_q 는 q축 전류, R_s 는 상저항, i_d 는 d축 전류, ω_e 는 전기적 각속도, $\hat{\lambda}_m$ 은 추정 자속량, L_d 는 d축 인덕턴스일 수 있다.

[48] 상기 식을 이용하면, 전동기(160)의 q축 전압 방정식은 매개변수 추정 알고리즘을 기반으로 다음과 같은 이산식으로 변형할 수 있다.

$$[49] \quad V_q^*(k) = L_q \cdot \frac{I_q^M(k+1) - I_q^M(k)}{T_{SW}} + R_s \cdot I_q^M(k) + \omega_e \cdot L_d \cdot I_d^M(k) + \omega_e \cdot \hat{\lambda}_m(k)$$

[50] 여기서, $\frac{I_q^M(k+1) - I_q^M(k)}{T_{SW}}$ 은 시간에 대한 모델링된 q축 전류 변화량을

스위칭 간격(T_{SW})으로 계측한 것이며, $\hat{\lambda}_m$ 은 추정 자속량이다.

[51] 상기의 이산식을 이용하면, 전동기(160)의 q축 전류의 증분형 이산식은 다음과 같다.

$$[52] \quad I_q^M(k+1) = I_q(k) + \frac{T_{SW}}{L_q} \{ V_q^*(k) - R_s I_q(k) - \omega_e \cdot L_d I_d(k) - \omega_e \cdot \hat{\lambda}_m(k) \}$$

[53] 즉, 자속량 산출부(136)는 상기의 q축 전류의 증분형 이산식에 따라 전동기(160)의 q축 전류를 산출할 수 있다.

[54] 감산기(134)는 전동기(160)의 예비 구동시 측정된 q축 전류와 상기의 q축 전류의 이산식에 따라 산출된 q축 전류를 감산한다. 즉, 감산기(134)는 측정된 q축 전류와 산출된 q축 전류의 차이를 연산한다.

[55] 자속량 산출부(136)는 상기 전류의 이산식으로부터 산출된 q축 전류 및 예비 구동시 측정된 전류에 기반하여 전류들의 차이, 즉, 감산기(134)의 결과가 최소가 되도록 적응적으로 자속량을 산출할 수 있다. 일 실시예에서, 자속량

산출부(136)는 하기의 식에 따라 추정 자속량을 산출하고,

[56]

$$\hat{\lambda}_m(k+1) = \hat{\lambda}_m(k) - k_e \cdot (I_q(k) - I_q^M(k)), \quad 0 < k_e < \frac{L_{\sigma} f_{sw}}{\omega_e}$$

[57]

여기서, I_q 는 측정된 q축 전류, I_q^M 은 상기 산출된 q축 전류, k_e 는 자속량의 추정 이득, f_{sw} 는 스위칭 주파수($1/T_{sw}$)일 수 있다.

[58]

도 2에 도시된 바와 같이, 자속량 산출부(136)는 전동기(160)로부터 실측된 전류와 전동기 모델에 의해 산출된 전류의 차에 대응하는 자속량을 산출하며, 산출된 자속량이 오차 범위 내인지를 판단하여, 오차범위를 벗어난 경우, 자속량을 오차 범위 내가 되도록 증가 또는 감소시키기 위해, 적응 알고리즘에 따라 추가적인 착자 또는 감자 전류를 전동기(160)로 인가하도록 전류 제어부(120)가 적어도 3회 이상의 대응하는 착자 또는 감자 전류를 발생하도록 제어할 수 있다. 또한, 자속량 산출부(136)는 산출된 자속량이 오차범위 내라고 판단한 경우, 해당 산출된 자속량에 대응하는 전류로 전동기를 구동하도록 전류 제어부(120)를 제어할 수 있다.

[59]

다시 도 1을 참조하면, 전동기 구동부(140)는 전류 제어부(120)의 제어 전류에 따라 전동기(160)를 구동할 수 있다. 예를 들면, 전동기 구동부(140)는 전류 제어부(120)의 전류에 따른 3상 교류 전압을 생성하여 전동기(160)로 인가할 수 있다.

[60]

측정부(150)는 전동기(160)의 각 상에 흐르는 구동 전류 및 그에 대응하는 구동 전압을 측정한다. 예를 들면, 측정부(150)는 전동기 구동부(140)와 전동기(160) 사이의 상전류 및 그에 대응하는 구동 전압을 측정할 수 있다.

[61]

전동기(160)는 영구자석 전동기로서, 고정자와 그 외곽에 설치된 회전자를 포함하고, 고정자는 고정자 코어 및 고정자 권선을 포함하며, 회전자는 회전자 코어와 복수의 영구자석이 몰드 수지에 의해 일체로 구성될 수 있다. 이러한 전동기(160)는 전동기 구동부(140)로부터 3상 교류 전압이 고정자 권선에 인가됨에 따라 구동할 수 있다.

[62]

이와 같이 구성된 자속량 추정부(130)는 동작을 도면을 달리하여 더 구체적으로 설명한다.

[63]

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 영구자석 전동기의 제어 장치의 저속 모드 동작을 설명하기 위한 전류 파형도이고, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 영구자석 전동기의 제어 장치의 고속 모드 동작을 설명하기 위한 전류 파형도이다.

[64]

도 3을 참조하면, 저속 모드 동작시, 설정부(110)에 설정된 착자 전류(I_l)가 적어도 10 주기 이상의 사인파 형태로 인가되어 전동기(160)가 예비 구동되고, 자속량 추정부(130)가 자속량을 추정하여 자속량이 오차범위 내인지를 판단한다. 자속량 추정부(130)가 자속량이 오차 범위 내에서 벗어나고, 도 3(a)와 같이, 적정 착자 자속량에 미달한다고 판단한 경우에는 자속량을 증가시키기

위해 일정 단위의 추가 착자 전류(ΔI_2)를 인가하여 자속량이 오차범위 내가 될 때까지 상기와 같은 자속량 추정 및 적정 판단을 반복적으로 수행한다. 또한, 자속량 추정부(130)가 자속량이 오차 범위 내에서 벗어나고, 도 3(b)와 같이, 적정 착자 자속량을 초과한다고 판단한 경우에는 자속량을 감소시키기 위해 일정 단위의 추가 감자 전류(ΔI_1)를 인가하여 자속량이 오차범위 내가 될 때까지 상기와 같은 자속량 추정 및 적정 판단을 반복적으로 수행한다. 이와 같이, 추정된 자속량에 따라 추가의 착자 또는 감자 제어가 수행되어 자속량이 오차범위 내가 되면, 추정 자속에 대응하는 제어 전류에 따라 전동기(160)의 정상적인 구동이 개시된다.

- [65] 유사하게, 도 4를 참조하면, 고속 모드 동작시, 설정부(110)에 설정된 감자 전류(I_3)가 적어도 10 주기 이상의 사인파 형태로 인가되어 전동기(160)가 예비 구동되고, 자속량 추정부(130)가 자속량을 추정하여 자속량이 오차범위 내인지를 판단한다. 자속량 추정부(130)가 자속량이 오차 범위 내에서 벗어나고, 도 4(a)와 같이, 자속량이 적정 감자 자속량에 미달한다고 판단한 경우에는 자속량을 감소시키기 위해 일정 단위의 추가 감자 전류(ΔI_3)를 인가하여 자속량이 오차범위 내가 될 때까지 상기와 같은 자속량 추정 및 적정 판단을 반복적으로 수행한다. 또한, 자속량 추정부(130)가 자속량이 오차 범위 내에서 벗어나고, 도 4(b)와 같이, 적정 감자 자속량을 초과한다고 판단한 경우에는 자속량을 증가시키기 위해 일정 단위의 추가 착자 전류(ΔI_4)를 인가하여 자속량이 오차범위 내가 될 때까지 상기와 같은 자속량 추정 및 적정 판단을 반복적으로 수행한다. 이와 같이, 추정된 자속량에 따라 추가의 착자 또는 감자 제어가 수행되어 자속량이 오차범위 내가 되면, 추정 자속량에 대응하는 제어 전류에 따라 전동기(160)의 정상적인 구동이 개시된다.

- [66] 이와 같은 구성에 의해, 본 발명의 일 실시예에 따른 영구자석 전동기의 제어 장치는 실측된 전동기의 전류를 기반으로 한 전동기 모델에 의해 자속량을 효과적으로 제어할 수 있고, 따라서, 영구자석 전동기의 효율을 향상시킬 수 있으며, 추정된 자속량을 제어하기 때문에, 전동기의 노후 등 환경이 변화에 따라서도 적응적으로 최적의 자속량을 산출할 수 있고, 따라서, 환경과 무관하게 전동기의 효율을 최적 상태로 유지시킬 수 있다.

- [67] 이하, 도 5 내지 도 7을 참조하여 본 발명의 일 실시예의 영구자석 전동기의 제어 방법을 설명한다.

- [68] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 영구자석 전동기의 제어 방법의 순서도이다.

- [69] 영구자석 전동기의 제어 방법(500)은 전동기를 구동하기 위한 초기 전류 설정 또는 초기화하는 단계(단계 S501), 설정된 전류를 전동기(160)에 인가하는 단계(단계 S502), 인가된 전류에 따라 전동기(160)를 정격 회전수로 예비 구동하여 최적 자속량을 추정하는 단계(단계 S503), 및 추정된 자속량에 대응하는 전류로 전동기(160)를 구동하는 단계(단계 S504)로 구성된다.

- [70] 보다 상세히 설명하면, 도 5에 도시된 바와 같이, 전동기(160)의 자속량을 가변시키기 위한 착자 또는 감자 전류에 대한 초기 전류가 설정되거나 초기화될 수 있다(단계 S501). 이는, 예를 들면, 영구자석 전동기의 제어 장치(100) 내부에 저장된 초기값 또는 설정값으로 전동기(160)의 동작 모드를 사용자의 선택에 따라 결정하는 것으로, 예를 들면, 전동기(160)에 착자가 필요한 저속 고평토크 동작에 대하여 감자 전류(I_1)를 0으로, 착자 전류(I_2)를 제 1 설정값(I_{20})으로 설정하고, 감자가 필요한 고속 저토크 동작에 대하여 감자 전류(I_3)를 제 2 설정값(I_{30})으로, 감자 전류(I_4)를 0으로 설정할 수 있다.
- [71] 다음으로, 설정되거나 초기화된 전류를 전동기(160)에 인가하여 전동기(160)를 정격 회전수로 예비 구동한 후(단계 S502), 전동기(160)의 전류 및 전압을 측정하여 전동기(160)의 측정된 전류, 및 측정된 전압에 따른 전동기의 전압 모델에 기반하여 전동기(160)의 자속량을 추정할 수 있다(단계 S503). 이 때, 추정 자속량이 오차 범위 내가 될 때까지 전동기(160)의 착자 또는 감자 전류를 적응적으로 반복 제어할 수 있다.
- [72] 다음으로, 이와 같이 추정된 자속량에 대응하는 착자 또는 감자 전류에 따라 전동기(160)를 구동할 수 있다.
- [73] 이하, 도면을 달리하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 영구자석 전동기의 제어 방법의 저속 모드 동작을 더 구체적으로 설명한다.
- [74] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 영구자석 전동기의 제어 방법의 저속 모드 동작을 나타낸 순서도이다.
- [75] 도 6에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 영구자석 전동기의 제어 방법의 저속 모드 동작방법(600)은 먼저, 저속 모드 동작에 대한 초기화 및 설정이 수행될 수 있다(단계 S601). 예를 들면, 착자 전류(I_2)가 제 1 설정값(I_{20})으로 설정되고, 감자 전류(I_1)는 0으로 설정될 수 있다.
- [76] 다음으로, 설정된 착자 전류가 전동기(160)에 인가되면(단계 S602), 제 1 설정값의 착자 전류(I_2)에 의해 전동기(160)가 정격 회전수로 예비 구동할 수 있다(단계 S603). 이때, 전동기(160)의 회전자의 N극을 U 상에 정렬후 착자를 위해 U 상 전류를 +로, V상 및 W 상을 -로 제어하며, 충분한 착자를 위하여 적어도 10 주기 이상의 사인파 형태의 전류 제어가 이루어진다.
- [77] 다음으로, 예비 구동된 전동기(160)의 전압 및 전류를 측정하고, 전동기의 전압 모델에 따라 q축 전류를 산출하며, 산출된 q축 전류 및 측정된 전류에 기반하여 자속량을 산출할 수 있다(단계 S604).
- [78] 이 때, 하기의 식과 같은 수학적 모델에 따라 q축 전류를 산출할 수 있고,
- [79]
- $$I_q^M(k+1) = I_q(k) + \frac{T_{sw}}{L_q} \{ V_q^*(k) - R_s I_q(k) - \omega_e \cdot L_d I_d(k) - \omega_e \cdot \hat{\lambda}_m(k) \}$$
- [80] 여기서, I_q 는 측정된 q축 전류, T_{sw} 는 스위칭 간격, L_q 는 q축 인덕턴스, V_q^* 는 q축 전압, R_s 는 상저항, ω_e 는 전기적 각속도, $\hat{\lambda}_m$ 은 추정 자속량, L_d 는 d축 인덕턴스, I

d 는 d 축 전류일 수 있다.

[81] 다음으로, 하기의 식과 같은 수학적 모델에 따라 추정 자속량을 산출할 수 있고,

$$[82] \quad \hat{\lambda}_m(k+1) = \hat{\lambda}_m(k) - k_e \cdot (I_q(k) - I_q^M(k)), \quad 0 < k_e < \frac{L_q f_{sw}}{\omega_e}$$

[83] 여기서, I_q 는 측정된 q 축 전류, I_q^M 은 상기 산출된 q 축 전류, k_e 는 자속량의 추정 이득, f_{sw} 는 스위칭 주파수($1/T_{sw}$)일 수 있다.

[84] 다음으로, 상기와 같이 산출된 자속량이 오차 범위 내인지를 판별하여(단계 S605), 오차 범위에 미달한다고 판단한 경우, 즉, 전동기(160)의 착자 자속량이 부족하다고 판단한 경우에는, 착자 자속량을 증가시키기 위해 일정 단위의 추가의 착자 전류(ΔI_2)를 전동기(160)로 인가한 후(단계 S606), 단계 S603으로 복귀하여, 도 3(a)에 도시된 바와 같이, 추가의 착자 전류(ΔI_2)에 따라 전동기(160)를 정격 회전수 구동후 단계 S604 및 605의 자속량 산출 및 오차범위 판별을 수행한다.

[85] 단계 S605의 판단 결과, 산출된 자속량이 오차 범위를 초과한다고 판단한 경우, 즉, 전동기(160)의 착자 자속량이 과도하다고 판단한 경우에는, 착자 자속량을 감소시키기 위해 일정 단위의 추가의 감자 전류(ΔI_1)를 전동기(160)로 인가한 후(단계 S607), 단계 S603으로 복귀하여, 도 3(b)에 도시된 바와 같이, 추가의 감자 전류(ΔI_1)에 따라 전동기(160)를 정격 회전수 구동후 단계 S604 및 605의 자속량 산출 및 오차 범위 판별을 수행한다.

[86] 이와 같이, 단계 S603 내지 단계 S607의 단계를 반복함으로써, 산출된 q 축 전류 및 측정된 전류에 기반하여 전류들의 차이가 최소가 되도록 즉, 자속량이 오차 범위 내가 될 때까지 적응적으로 자속량을 산출할 수 있다.

[87] 단계 S605의 판단 결과, 산출된 자속량이 오차 범위 내라고 판단한 경우, 추정 자속량에 대응하는 전류를 전동기(160)에 인가함으로써 전동기(160)를 저속 모드로 구동할 수 있다(단계 S608).

[88] 이하, 도면을 달리하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 영구자석 전동기의 제어 방법의 고속 모드 동작을 더 구체적으로 설명한다.

[89] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 영구자석 전동기의 제어 방법의 고속 모드 동작을 나타낸 순서도이다.

[90] 도 7에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 영구자석 전동기의 제어 방법의 고속 모드 동작방법(700)은 먼저, 자속 모드 동작에 대한 초기화 및 설정이 수행될 수 있다(단계 S701). 예를 들면, 감자 전류(I_3)가 제 2 설정값(I_{30})으로 설정되고, 착자 전류(I_4)는 0으로 설정될 수 있다.

[91] 다음으로, 설정된 감자 전류가 전동기(160)에 인가되면(단계 S702), 제 2 설정값의 감자 전류(I_3)에 의해 전동기(160)가 정격 회전수로 예비 구동할 수 있다(단계 S703). 이때, 전동기(160)의 회전자의 N 극을 U 상에 정렬후 감자를 위해 U 상 전류를 -로, V 상 및 W 상을 +로 제어하며, 충분한 감자를 위하여

적어도 10 주기 이상의 사인과 형태의 전류 제어가 이루어진다.

- [92] 다음으로, 예비 구동된 전동기(160)의 전압 및 전류를 측정하고, 전동기의 전압 모델에 따라 q축 전류를 산출하며, 산출된 q축 전류 및 측정된 전류에 기반하여 자속량을 산출할 수 있다(단계 S704).

- [93] 이 때, 하기의 식과 같은 수학적 모델에 따라 q축 전류를 산출할 수 있고,

$$[94] \quad I_q^M(k+1) = I_q(k) + \frac{T_{sw}}{L_q} \{ V_q^*(k) - R_s I_q(k) - \omega_e \cdot L_d I_d(k) - \omega_e \cdot \hat{\lambda}_m(k) \}$$

- [95] 여기서, I_q 는 측정된 q축 전류, T_{sw} 는 스위칭 간격, L_q 는 q축 인덕턴스, V_q^* 는 q축 전압, R_s 는 상저항, ω_e 는 전기적 각속도, $\hat{\lambda}_m$ 은 추정 자속량, L_d 는 d축 인덕턴스, I_d 는 d축 전류일 수 있다.

- [96] 다음으로, 하기의 식과 같은 수학적 모델에 따라 추정 자속량을 산출할 수 있고,

$$[97] \quad \hat{\lambda}_m(k+1) = \hat{\lambda}_m(k) - k_e \cdot (I_q(k) - I_q^M(k)), \quad 0 < k_e < \frac{L_d f_{sw}}{\omega_e}$$

- [98] 여기서, I_q 는 측정된 q축 전류, I_q^M 은 상기 산출된 q축 전류, k_e 는 자속량의 추정 이득, f_{sw} 는 스위칭 주파수($1/T_{sw}$)일 수 있다.

- [99] 다음으로, 상기와 같이 산출된 자속량이 오차 범위 내인지를 판별하여(단계 S705), 오차 범위에 미달한다고 판단한 경우, 즉, 전동기(160)의 감자 자속량이 부족하다고 판단한 경우에는, 감자 자속량을 증가시키기 위해 일정 단위의 추가의 감자 전류(ΔI_3)를 전동기(160)로 인가한 후(단계 S706), 단계 S703으로 복귀하여, 도 4(a)에 도시된 바와 같이, 추가의 감자 전류(ΔI_3)에 따라 전동기(160)를 정격 회전수 구동후 단계 S704 및 S705의 자속량 산출 및 오차범위 판별을 수행한다.

- [100] 단계 S705의 판단 결과, 산출된 자속량이 오차 범위를 초과한다고 판단한 경우, 즉, 전동기(160)의 감자 자속량이 과도하다고 판단한 경우에는, 감자 자속량을 감소시키기 위해 일정 단위의 추가의 착자 전류(ΔI_4)를 전동기(160)로 인가한 후(단계 S707), 단계 S703으로 복귀하여, 도 4(b)에 도시된 바와 같이, 추가의 착자 전류(ΔI_4)에 따라 전동기(160)를 정격 회전수 구동후 단계 S704 및 S705의 자속량 산출 및 오차 범위 판별을 수행한다.

- [101] 이와 같이, 단계 S703 내지 단계 S707의 단계를 반복함으로써, 산출된 q축 전류 및 측정된 전류에 기반하여 전류들의 차이가 최소가 되도록 즉, 자속량이 오차 범위 내가 될 때까지 적응적으로 자속량을 추정할 수 있다.

- [102] 단계 S705의 판단 결과, 산출된 자속량이 오차 범위 내라고 판단한 경우, 추정 자속량에 대응하는 전류를 전동기(160)에 인가함으로써 전동기(160)를 고속 모드로 구동할 수 있다(단계 S708).

- [103] 이와 같은 방법에 의해 본 발명의 일 실시예에 따른 영구자석 전동기의 제어

장치(100)는 실측된 전동기의 전류를 기반으로 한 전동기 모델에 의해 자속량을 효과적으로 제어할 수 있고, 따라서, 영구자석 전동기의 효율을 향상시킬 수 있으며, 추정된 자속량을 제어하기 때문에, 전동기의 노후 등 환경이 변화에 따라서도 적응적으로 최적의 자속량을 산출할 수 있고, 따라서, 환경과 무관하게 전동기의 효율을 최적 상태로 유지시킬 수 있다.

- [104] 이상에서 본 발명의 일 실시예에 대하여 설명하였으나, 본 발명의 사상은 본 명세서에 제시되는 실시 예에 제한되지 아니하며, 본 발명의 사상을 이해하는 당업자는 동일한 사상의 범위 내에서, 구성요소의 부가, 변경, 삭제, 추가 등에 의해서 다른 실시 예를 용이하게 제안할 수 있을 것이나, 이 또한 본 발명의 사상범위 내에 든다고 할 것이다.

청구범위

[청구항 1]

초기 설정 전류 또는 추정 자속량에 대응하는 전류에 따라 전동기를 구동하기 위한 제어 전류를 생성하는 전류 제어부; 상기 전류 제어부의 제어 전류에 따라 상기 전동기를 구동하는 전동기 구동부; 상기 전동기의 구동 전압 및 전류를 측정하는 측정부; 및 상기 전동기를 상기 초기 설정 전류 또는 추정 자속량에 대응하는 전류로 예비 구동하여, 상기 예비 구동시 측정된 전류, 및 측정된 전압에 따른 상기 전동기의 전압 모델에 기반하여 상기 전동기의 자속량을 추정하고, 상기 추정 자속량이 오차범위 내가 되도록 상기 전동기의 착자 또는 감자 전류를 적응적으로 제어하는 자속량 추정부를 포함하는, 영구자석 전동기의 제어 장치.

[청구항 2]

제 1 항에 있어서,
상기 자속량 추정부는,
상기 예비 구동에 의해 상기 전동기의 전압 모델에 따른 q축 전류를 산출하는 전동기 모델 전류 산출부; 및
상기 산출된 q축 전류 및 상기 측정된 전류에 기반하여 상기 전류들의 차이가 최소가 되도록 적응적으로 자속량을 산출하는 자속량 산출부를 포함하는, 영구자석 전동기의 제어 장치.

[청구항 3]

제 2 항에 있어서,
상기 전동기 모델 산출부는 하기의 식에 따라 상기 q축 전류를 산출하고,

$$I_q^M(k+1) = I_q(k) + \frac{T_{sw}}{L_q} \{ V_q^*(k) - R_s I_q(k) - \omega_e \cdot L_d I_d(k) - \omega_e \cdot \hat{\lambda}_m(k) \}$$

여기서, I_q 는 측정된 q축 전류, T_{sw} 는 스위칭 간격, L_q 는 q축 인덕턴스, V_q^* 는 q축 전압, R_s 는 상저항, ω_e 는 전기적 각속도, $\hat{\lambda}_m$

은 추정 자속량인, L_d 는 d축 인덕턴스, I_d 는 d축 전류인, 영구자석 전동기의 제어 장치.

[청구항 4]

제 2 항에 있어서,
상기 자속량 산출부는 하기의 식에 따라 상기 추정 자속량을 산출하고,

$$\hat{\lambda}_m(k+1) = \hat{\lambda}_m(k) - k_e \cdot (I_q(k) - I_q^M(k)), \quad 0 < k_e < \frac{L_q f_{sw}}{\omega_e}$$

여기서, I_q 는 측정된 q축 전류, I_q^M 은 상기 산출된 q축 전류, k_e 는 자속량의 추정 이득, f_{sw} 는 스위칭 주파수($1/T_{sw}$)인, 영구자석

- 전동기의 제어 장치.
- [청구항 5] 제 1 항에 있어서,
상기 자속량 추정부는 상기 산출된 자속량이 오차범위를 벗어난 경우, 상기 전류 제어부가 적어도 3회 이상의 착자 또는 감자 전류를 발생하도록 제어하고, 상기 산출된 자속량이 오차범위 내인 경우, 해당 자속량에 대응하는 전류로 상기 전동기를 구동하도록 상기 전류 제어부를 제어하는, 영구자석 전동기의 제어 장치.
- [청구항 6] 제 1 항에 있어서,
상기 예비 구동은 적어도 10 주기 이상의 사인파 형태의 전류로 구동하는, 영구자석 전동기의 제어 장치.
- [청구항 7] 초기 전류를 설정하고, 설정된 초기 전류를 전동기로 인가하는 단계;
상기 전동기의 전류 및 전압을 측정하여 상기 측정된 전류, 및 측정된 전압에 따른 상기 전동기의 전압 모델에 기반하여 상기 전동기의 자속량을 추정하고, 상기 추정 자속량이 오차범위 내가 되도록 상기 전동기의 착자 또는 감자 전류를 적응적으로 제어하는 자속량 추정 단계; 및
상기 추정된 자속량에 대응하는 전류에 따라 상기 전동기를 구동하는 전동기 구동 단계를 포함하는, 영구자석 전동기의 제어 방법.
- [청구항 8] 제 7 항에 있어서,
상기 자속량 추정 단계는,
상기 설정된 착자 전류 또는 감자 전류에 따라 상기 전동기를 정격 회전수로 예비 구동하는 단계;
상기 예비 구동에 의해 상기 전동기의 전압 모델에 따른 q 축 전류를 산출하고, 상기 산출된 q 축 전류 및 상기 측정된 전류에 기반하여 상기 전류들의 차이가 최소가 되도록 적응적으로 자속량을 산출하는 단계;
상기 산출된 자속량이 오차 범위 내인지를 판별하는 단계; 및
상기 판별 결과에 따라 감자 전류 또는 착자 전류를 추가로 인가하여 자속량을 조정하는 단계를 포함하는, 영구자석 전동기의 제어 방법.
- [청구항 9] 제 8 항에 있어서,
상기 자속량을 산출하는 단계는 하기의 식에 따라 상기 q 축 전류를 산출하고,

$$I_q^M(k+1) = I_q(k) + \frac{T_{sw}}{L_q} \{ V_q^*(k) - R_s I_q(k) - \omega_e \cdot L_d I_d(k) - \omega_e \cdot \hat{\lambda}_m(k) \}$$

여기서, I_q 는 측정된 q축 전류, T_{sw} 는 스위칭 간격, L_q 는 q축 인덕턴스, V_q^* 는 q축 전압, R_s 는 상저항, ω_e 는 전기적 각속도, $\hat{\lambda}_m$

은 추정 자속량인, L_d 는 d축 인덕턴스, I_d 는 d축 전류인, 영구자석 전동기의 제어 방법.

[청구항 10]

제 8 항에 있어서,

상기 자속량을 산출하는 단계는 하기의 식에 따라 상기 추정 자속량을 산출하고,

$$\hat{\lambda}_m(k+1) = \hat{\lambda}_m(k) - k_e \cdot (I_q(k) - I_q^M(k)), \quad 0 < k_e < \frac{L_q f_{sw}}{\omega_e}$$

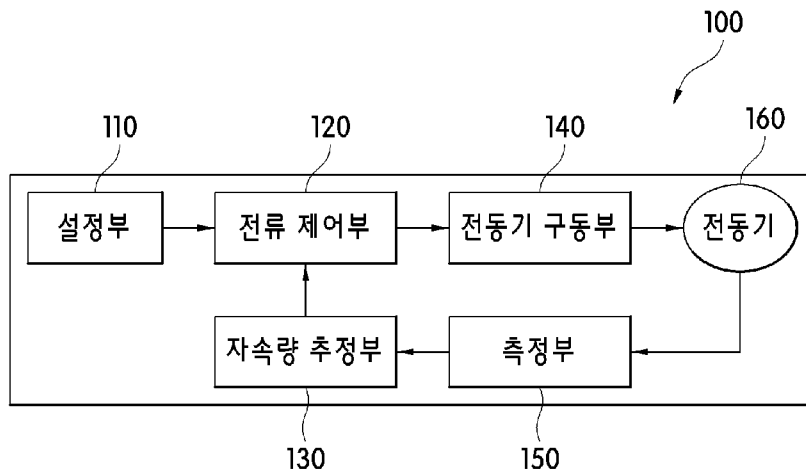
여기서, I_q 는 측정된 q축 전류, I_q^M 은 상기 산출된 q축 전류, k_e 는 자속량의 추정 이득, f_{sw} 는 스위칭 주파수($1/T_{sw}$)인, 영구자석 전동기의 제어 방법.

[청구항 11]

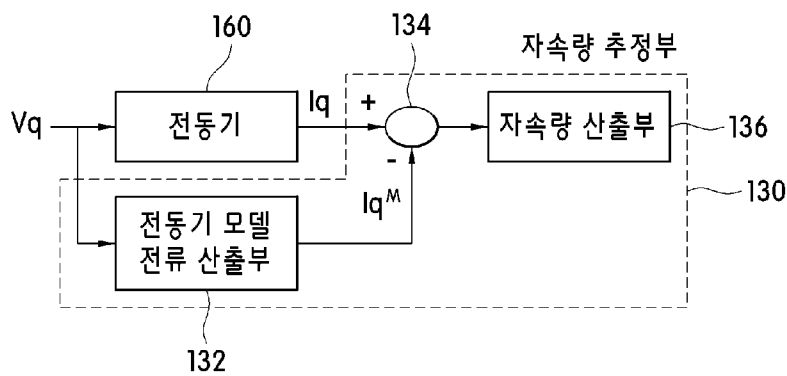
제 8 항에 있어서,

상기 예비 구동하는 단계는 적어도 10 주기의 사인파 형태의 전류로 구동하는, 영구자석 전동기의 제어 방법.

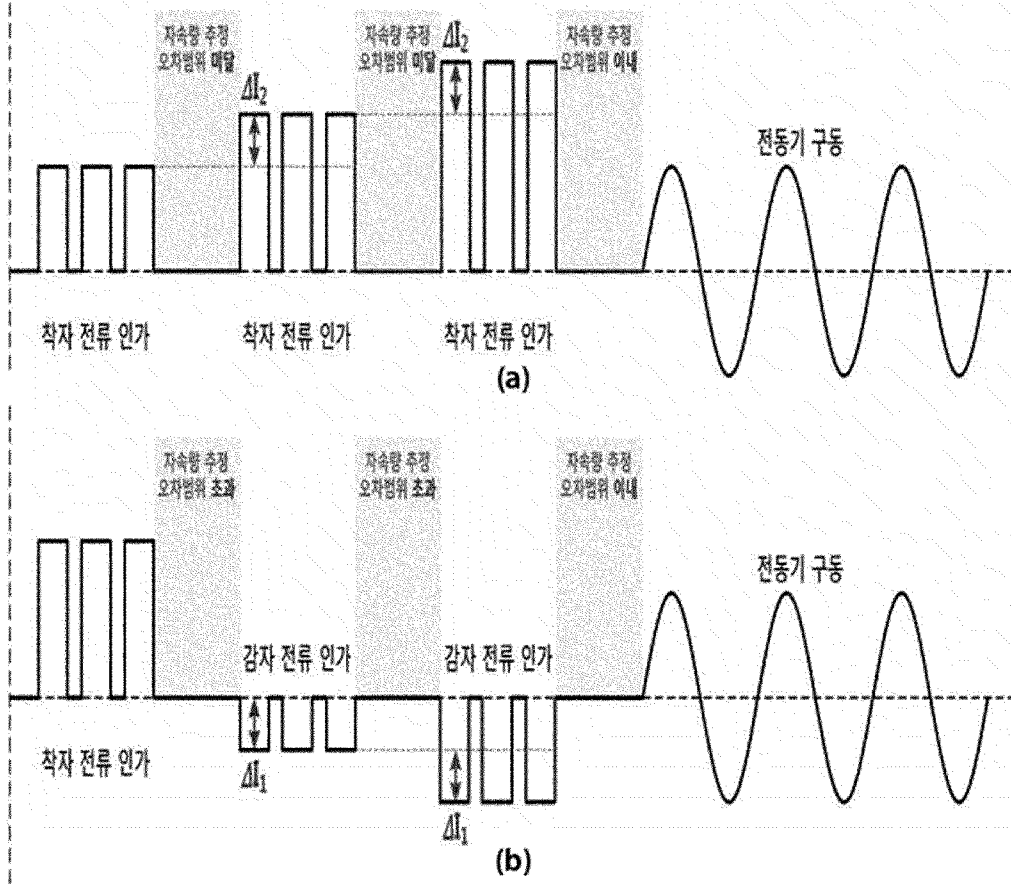
[Fig. 1]



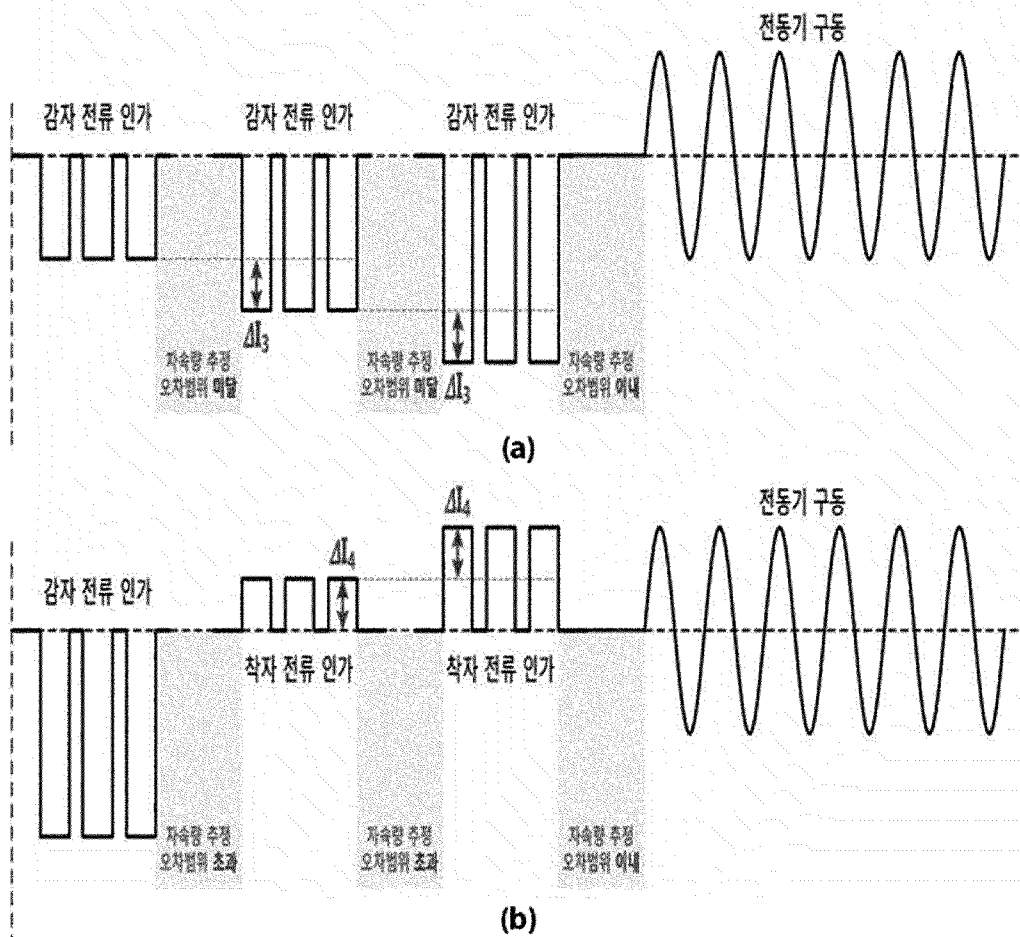
[Fig. 2]



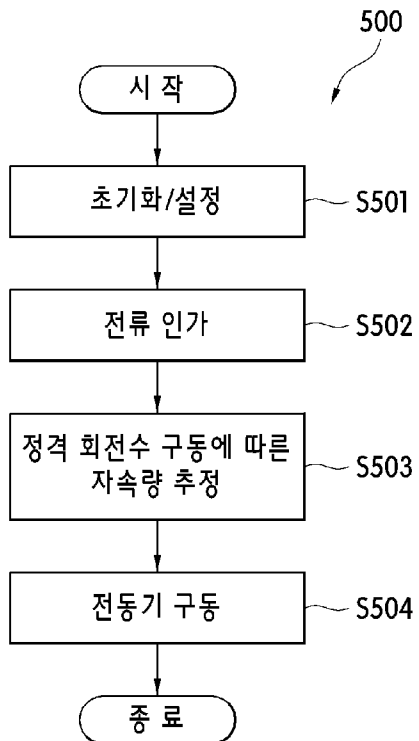
[Fig. 3]



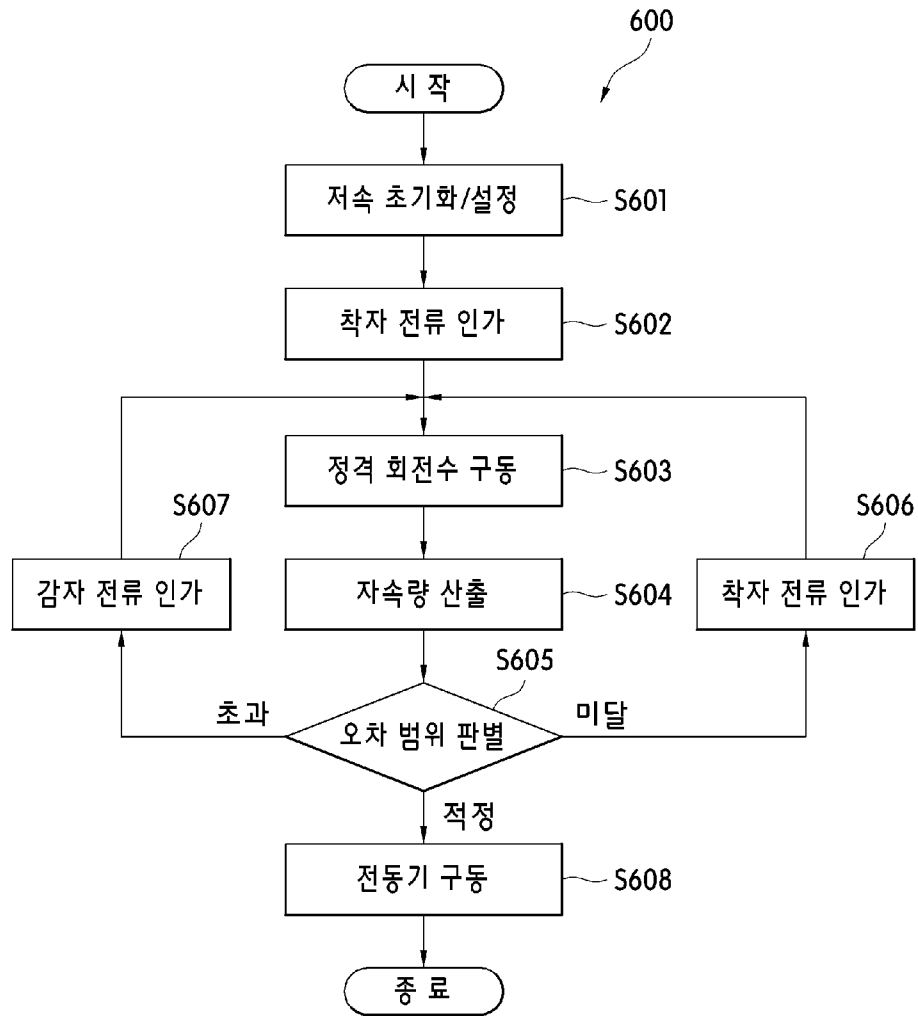
[Fig. 4]



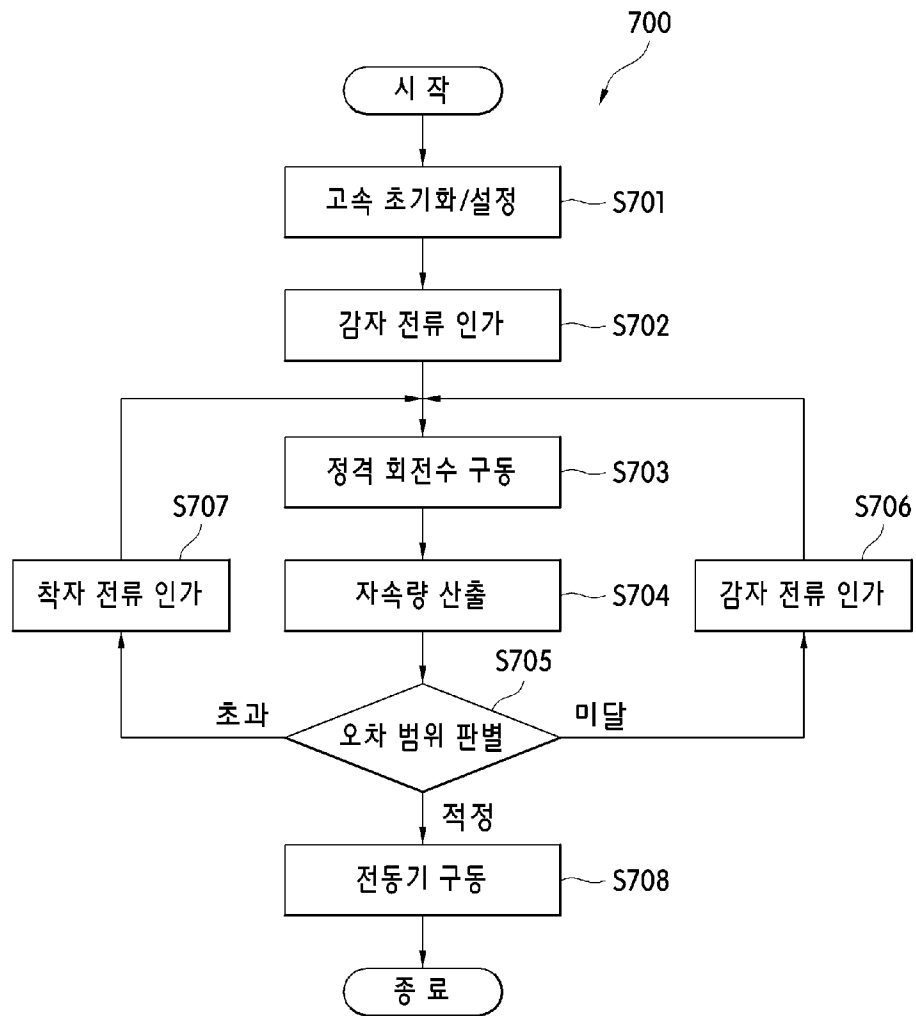
[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig. 7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2014/012957**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*****H02P 21/14(2006.01)i***

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02P 21/14; H02K 21/24; H02P 21/06; H02K 1/27; H02P 27/04; H02P 5/00; H02P 6/18; H02P 21/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: motor, permanent magnet, voltage model, magnetic flux, magnetizing, demagnetization, drive

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2005-304204 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 27 October 2005 See paragraphs [0036]-[0041], [0052]-[0054], claims 4-5, and figures 6-8.	1-11
A	KR 10-2009-0055321 A (ADVANCED DRIVE TECHNOLOGY CO., LTD.) 02 June 2009 See paragraphs [0032]-[0037], claims 1-3, and figure 4.	1-11
A	JP 2009-095084 A (YASKAWA ELECTRIC CORP.) 30 April 2009 See paragraph [0013], claim 1, and figure 1.	1-11
A	JP 2001-161099 A (MEIDENSHA CORP.) 12 June 2001 See abstract, and claims 1-2.	1-11
A	JP 2001-309679 A (TOYO ELECTRIC MFG. CO., LTD.) 02 November 2001 See paragraphs [0007]-[0015], claim 1, and figure 1.	1-11



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 APRIL 2015 (17.04.2015)

Date of mailing of the international search report

20 APRIL 2015 (20.04.2015)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2014/012957

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
JP 2005-304204 A	27/10/2005	NONE	
KR 10-2009-0055321 A	02/06/2009	KR 10-0934041 B1	29/12/2009
JP 2009-095084 A	30/04/2009	NONE	
JP 2001-161099 A	12/06/2001	JP 4042278 B2	06/02/2008
JP 2001-309679 A	02/11/2001	JP 4437354 B2	24/03/2010

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) H02P 21/14(2006.01)i																				
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) H02P 21/14; H02K 21/24; H02P 21/06; H02K 1/27; H02P 27/04; H02P 5/00; H02P 6/18; H02P 21/00 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 전동기, 영구자석, 전압 모델, 자속량, 착자, 감자, 구동																				
C. 관련 문헌 <table border="1"> <thead> <tr> <th>카테고리*</th> <th>인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재</th> <th>관련 청구항</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>JP 2005-304204 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 2005.10.27 단락 36-41, 52-54, 청구항 4-5, 및 도면 6-8 참조.</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>KR 10-2009-0055321 A (주식회사 에이디티) 2009.06.02 단락 32-37, 청구항 1-3, 및 도면 4 참조.</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2009-095084 A (YASKAWA ELECTRIC CORP.) 2009.04.30 단락 13, 청구항 1, 및 도면 1 참조.</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2001-161099 A (MEIDENSHA CORP.) 2001.06.12 요약, 및 청구항 1-2 참조.</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2001-309679 A (TOYO ELECTRIC MFG CO., LTD.) 2001.11.02 단락 7-15, 청구항 1, 및 도면 1 참조.</td> <td>1-11</td> </tr> </tbody> </table>			카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항	X	JP 2005-304204 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 2005.10.27 단락 36-41, 52-54, 청구항 4-5, 및 도면 6-8 참조.	1-11	A	KR 10-2009-0055321 A (주식회사 에이디티) 2009.06.02 단락 32-37, 청구항 1-3, 및 도면 4 참조.	1-11	A	JP 2009-095084 A (YASKAWA ELECTRIC CORP.) 2009.04.30 단락 13, 청구항 1, 및 도면 1 참조.	1-11	A	JP 2001-161099 A (MEIDENSHA CORP.) 2001.06.12 요약, 및 청구항 1-2 참조.	1-11	A	JP 2001-309679 A (TOYO ELECTRIC MFG CO., LTD.) 2001.11.02 단락 7-15, 청구항 1, 및 도면 1 참조.	1-11
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항																		
X	JP 2005-304204 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 2005.10.27 단락 36-41, 52-54, 청구항 4-5, 및 도면 6-8 참조.	1-11																		
A	KR 10-2009-0055321 A (주식회사 에이디티) 2009.06.02 단락 32-37, 청구항 1-3, 및 도면 4 참조.	1-11																		
A	JP 2009-095084 A (YASKAWA ELECTRIC CORP.) 2009.04.30 단락 13, 청구항 1, 및 도면 1 참조.	1-11																		
A	JP 2001-161099 A (MEIDENSHA CORP.) 2001.06.12 요약, 및 청구항 1-2 참조.	1-11																		
A	JP 2001-309679 A (TOYO ELECTRIC MFG CO., LTD.) 2001.11.02 단락 7-15, 청구항 1, 및 도면 1 참조.	1-11																		
☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. ☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.																				
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신구성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌																				
국제조사의 실제 완료일 2015년 04월 17일 (17.04.2015)		국제조사보고서 발송일 2015년 04월 20일 (20.04.2015)																		
ISA/KR의 명칭 및 우편주소  대한민국 특허청 (302-701) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82 42 472 7140		심사관 박혜련 전화번호 +82-42-481-3463 																		

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호

PCT/KR2014/012957

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 2005-304204 A	2005/10/27	없음	
KR 10-2009-0055321 A	2009/06/02	KR 10-0934041 B1	2009/12/29
JP 2009-095084 A	2009/04/30	없음	
JP 2001-161099 A	2001/06/12	JP 4042278 B2	2008/02/06
JP 2001-309679 A	2001/11/02	JP 4437354 B2	2010/03/24